

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

BİYOMEDİKAL CİHAZ TEKNOLOJİLERİ

**KAS SİNİR SİNYAL İZLEYİCİLERDE KURULUM
523EO0291**

Ankara, 2012

-
- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
 - Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
 - **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. KAS-SİNİR SİNYAL İZLEYİCİLER ve ÖLÇME SİSTEMİ	3
1.1. EMG ve ENG İşaretlerinin Ölçülmesi	6
1.1.1. EMG İşaretlerinin Ölçülmesi	7
1.2. ENG İşaretlerinin Ölçülmesi	26
1.2.1. Sinir Sistemi	26
1.2.2. Sinirlerde Aksiyon Potansiyelinin İletilmesi	28
1.2.3. ENG (ElektroNöroGram) İşaretlerinin Ölçülmesi	33
1.2.4. Sinirsel Haberleşme	34
1.2.5. Sinir Sistemi ile İlgili Ölçümler	35
1.3. EMG Cihazının Nakil ve Yerleştirilmesi	37
UYGULAMA FAALİYETİ.....	40
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	41
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	43
2. KAS-SİNİR SİNYALLERİNİ İZLEYEN CİHAZLAR.....	43
2.1. EMG-ENG(ENMG) Cihazı.....	43
2.1.1. ENG-EMG(ENMG) Cihazı Kullanım Alanları.....	45
2.1.2. EMG-ENG(ENMG) Cihazları Genel Teknik Özellikleri.....	48
2.1.3. EMG-ENG(ENMG) Cihazı Aparatları.....	49
2.2. EMG-ENG Kurulumu ve Montajı.....	54
2.2.1. Fiziki Ortamın EMG-ENG Cihazlarına Etkisi	54
2.2.2. EMG-ENG Cihazlarının Kurulum Alanı Özellikleri ve Güvenli Nakil	54
2.2.3. EMG-ENG Montajı.....	55
2.2.4. EMG-ENG Cihazlarının Elektriksel Güvenliği ve Topraklama.....	56
2.2.5. EMG-ENG Cihazı Kaçak Akım Kontrolü	57
UYGULAMA FAALİYETİ.....	59
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	60
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	61
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	63
3. EMG-ENG Cihazı Bağlantı ve Kontrolleri	63
3.1. Enerji Kablosu ve Sistemin Güç Bağlantısı	63
3.1.1. Haricî Cihaz Bağlantısı	64
3.1.2. Preamplifikatörü Destek Koluna Yerleştirmek	67
3.1.3. Elektriksel Uyarıcı Elektrotların Bağlantısı	68
3.1.4. Elektriksel Uyarım	68
3.1.5. Yazılım Programı Yükleme.....	69
3.1.6. Cihazın Bakımı.....	70
3.1.7. Sigortalar	70
3.1.8. Temizlik	70
3.1.9. Test Ayarlarının Back-Up ‘ı.....	71
3.2. EMG-ENG Fonksiyon Testi.....	71
3.2.1. EMG-ENG Simülatörü.....	71

3.2.2. EMG-ENG Cihazı Fonksiyon Testi	73
UYGULAMA FAALİYETİ.....	74
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	76
MODÜL DEĞERLENDİRME	77
CEVAP ANAHTARLARI.....	79
KAYNAKÇA.....	81

AÇIKLAMALAR

KOD	523EO0291
ALAN	Biyomedikal Cihaz Teknolojileri
DAL/MESLEK	Fizyolojik Sinyal İzleme Teşhis ve Kayıt Cihazları
MODÜLÜN ADI	Kas-Sinir Sinyal İzleyicilerde Kurulum
MODÜLÜN TANITIMI	Fizyolojik sinyal izleme teşhis ve kayıt cihazlarından olan EMG(ENG) cihazının kurulumu ile ilgili teorik ve uygulamalı bilgileri kullanabilme becerilerinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Biyomedikal cihazlarda alan ortak, Kalp Sinyal İzleyiciler ve Ekokardiyografi Donanımı modüllerini başarmış olmak
YETERLİK	EMG cihazını tanımak, kurulumunu yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında, EMG ve ENG işaretlerinin kullanım alanlarını bilecek ve EMG cihazını standartlara uygun ve hatasız olarak kurabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. EMG' nin nakil ve yerleştirmesini yapabileceksiniz.2. EMG' yi kurabileceksiniz.3. EMG cihazı sistem bütünlüğünü kontrol edebileceksiniz.4. EMG cihazının fonksiyon testini yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Atölye, laboratuvar Donanım: Servis el kitabı, EMG simülatörü, EMG aparatları, uyarıcılar
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

İnsanların yaşamlarını sürdürebilmesi için sağlığına dikkat etmesi gerekir. Bunun için de insanlar sağlık hizmetlerinden faydalanırlar. Sağlık sektöründe kullanılan biyomedikal cihaz teknolojileri hızla gelişen ve yaygınlaşan bir sektördür. Bu sektörde çalışan teknik elemanlar ve sağlık çalışanları, çalıştıkları ortamlarda bulunan fizyolojik sinyal izleme takip ve kayıt cihazlarından en yüksek seviyede faydalanmak isterler.

Bu modül bu sektörde kullanılan EMG-ENG(ENMG) cihazının teknik özellikleri, kurulumu ve kullanım alanlarını, vücudumuzdaki sinirlerin ve kasların elektriksel yöntemlerle incelenmesini anlatmaktadır.

Biyomedikal cihaz teknolojilerini, tıbbi cihazların sağlık sektöründeki önemi büyüktür. Biyomedikal cihaz teknolojileri alanında sağlık personelimizin yaptığı kadar değerli olan çalışmalara paralel, insan sağlığını koruma ve kurtarmaya yönelik teknik destek çalışmalarını yaptığımızı bilmenin size büyük hazlar vereceğinden inanıyor ve bunun önemine inanarak, bilerek, benimseyerek çalışacağımızdan eminiz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

EMG'nin nakil ve yerleştirmesini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- İnsanlardaki kas ve sinir sisteminin anatomik haritada konumlarını araştırınız.
- Anatomik parametrede kullanılan cihazları araştırınız.
- EMG ve ENG işlemlerini ve alanlarını genel olarak araştırınız.
- EMG ve ENG işaret uygulaması arasındaki farkları araştırınız.
- Hangi rahatsızlıklar için EMG uygulaması yapılabilir araştırınız.
- EMG cihazı kurulumunu araştırınız.
- Araştırma için internet ortamından, tıbbi eğitim veren kurum kütüphanelerinden, hastanelerden, doktorlardan, hemşirelerden, teknisyenlerden, (reprezant) ilaç satış temsilcisi ve tıbbi malzeme satan firmalardan bilgi alınız.

1. KAS-SİNİR SİNYAL İZLEYİCİLER VE ÖLÇME SİSTEMİ

EMG, elektromiyografi teriminin kısaltılmış adıdır. Kasların kasılmasını sağlayan elektriksel aktivitenin izlendiği ve yorumlandığı bir kas incelemesidir. Kasların kasılması sinirler aracılığıyla beyinden iletilmiş olan uyarıcı potansiyellerin kaslarda oluşturduğu "Motor Ünite Aksiyon Potansiyelleri" (MÜAP) olarak bilinen elektriksel potansiyeller sayesinde olur.

Kasılmanın miktarı MÜAP'ların sayısının ve sıklığının artması ile artar. Kasların kasılı olmadığı veya kasılı olduğu durumlarda MÜAP'ların incelenmesi, şeklinin veya sıklığının normal sınırlar içinde olup olmaması veya normalde karşılaşılmayan elektriksel aktivitelere rastlanması kaslardaki sorunları belirlemek için incelenen değişkenlerdir.

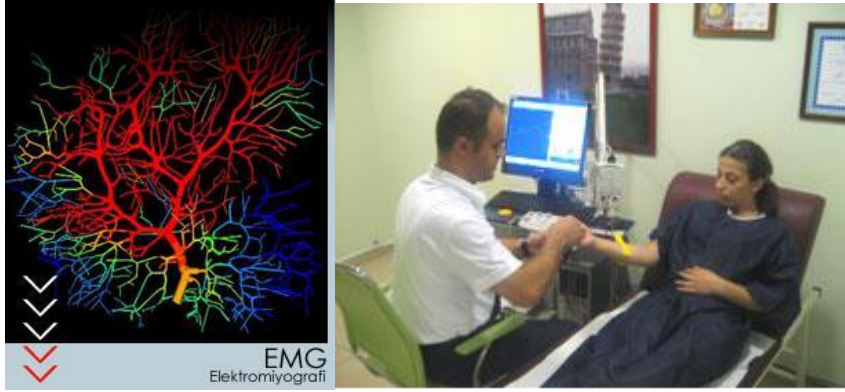


Resim 1.1: EMG cihazı

Kaslardaki sorunların tanısı için EMG incelemesinde **iğne elektrotları** kullanılır. Bu yüzden **iğne EMG'si** olarak da adlandırılır. Genellikle konsantrik iğneler kullanılır. Bu iğneler bilinen enjektör iğnelerinin içine çok ince bir tel konulması ile kayıt elektrodu hâline getirilmiştir. Cihaza bağlı bir iğne ilk görüldüğünde elektrik verileceği korkusu uyandırır. Fakat iğne EMG incelemesinde herhangi bir elektriksel uyarı verilmez. Yalnız kaslarda normal veya anormal elektriksel aktivitenin kaydedilmesi için kullanılır. Araştırılan kasa

iğnenin ucu direkt olarak yerleştirilir. İğne ucuna yakın olan kas bölgesinde o kasın kasılması için beyinden gönderilen uyarıların oluşturduğu MÜAP'lar veya diğer elektriksel aktiviteler çok özel amplifikatörler aracılığıyla büyütülür ve cihazın ekranından izlenir. Görsel incelemenin yanında aynı sinyaller hoparlör sayesinde işitilir hâle getirilir ve incelemeyi yapan doktorun değerlendirmesine önemli katkıları olur. İncelenen kasın sinirinin kopuk olup olmadığını, kopuk ise bunun tam mı kısmi mi olduğu hakkında fikir verir. Ayrıca, kasta anormal bir durum var ise bunun omurilikten mi sinir kökünden mi çevresel sinirden mi yoksa kasın kendisinden mi kaynaklandığını söyler. Aşağıdaki Resim 1.1'de EMG uygulaması görülmektedir.

Günlük kullanımında EMG incelemesi denildiğinde kas incelemesi anlamının yanı sıra sinir incelemesini de içeren testler bütünü anlamına gelmektedir.



Resim 1.2: EMG uygulaması

Elektronörografi ise sinirlerin elektriksel incelenmesidir. ENG incelemesinde, baş, kollar, bacaklar ve beden üzerindeki çevresel sinirlerin normal fonksiyon görüp görmedikleri araştırılır. Bu yöntemde "his" ve "hareket" fonksiyonunu yerine getiren sinirler ayrı ayrı incelenir. His sinirleri (duysal sinirler) çevreden gelen temasları hissetmemizi sağlar (Dokunduğumuz bir şeyin soğuk mu sıcak mı olduğunu hissetmek gibi). Hareket sinirleri (motor sinirler) ise beyinden ya da omurilikten gelen hareket emirlerini kaslara ileterek kasların kasılmasını, böylece hareketi test eder. Duysal sinirlere yönelik incelemelerinde sinirin bir ucundan hastayı fazla rahatsız etmeyecek şiddette doğrusal elektrik akımı verilir, diğer ucundan ise bu potansiyel, kompüterize (işlemcili) aygıtlar yardımıyla kayıtlanıp ekranda görülerek analiz edilir. Motor sinir incelemelerinde ise sinirin değişik yerlerinden elektrik verilip o sinirin son bulunduğu kasta ya da kaslardan kayıtlama yapılır. Böylece bir his de hareket sinirinin kesik olup olmadığı kesik ya da kesintiye uğramışsa bunun tam mı yoksa kısmi mi olduğu anlaşılabilir. Ayrıca bu incelemeyle sinirin iyileşip iyileşmeyeceği ya da ne kadar zaman içinde iyileşeceği, siniri tamir için ameliyat gerekip gerekmeyeceği anlaşılabilir.

ENG ve EMG teknikleri ikisi birlikte uygulandığında omurilik, çevresel sinir ve kas hastalıkları hakkında hem oldukça isabetli teşhis hem de hastalığın nasıl seyredeceği hakkında bilgi verir. Aşağıdaki Resim 1.3'te yüz kaslarına uygulanan EMG uygulama düzeni görülmektedir.



Resim 1.3: EMG uygulaması

1.1. EMG ve ENG İşaretlerinin Ölçülmesi

Omurilik, sinirler veya kasları etkileyen yüzden fazla nöromasküler rahatsızlık bulunmaktadır. Klinik muayeneler ve laboratuvar testleri ile bu rahatsızlıkların erken teşhis edilebilmesi, bu rahatsızlıkların kontrol altında tutulabilmelerinin yanı sıra doğum öncesine ait teşhislerin yapılabilmesi için ve genetik alanında alınabilecek uzman tavsiyeleri açısından önemlidir. Ayrıca bu bilgiler rahatsızlığın anlaşılabilmesi ve daha sonrasında da tedavi geliştirilebilmesi çalışmalarına ışık tutacağından araştırmalar açısından çok değerlidir.

Motor ünite morfolojisi, elektromiyografi (EMG) olarak bilinen elektriksel hareketlerin kaydedilmesiyle inceleyebilir. Klinik EMG motor ünite potansiyelleri (MUP'leri), iğneli elektrodlar ile hafif kasılmalar verildiğinde alınan tepkilerin kaydedilmesiyle ölçülür.

MUP, tek bir anatomik motor ünitesinin elektriksel hareketini yansıtmaktadır. Elektrodun kayıt kapsamındaki kas liflerinin birleştirilmiş hareket potansiyelini temsil etmektedir. Klinik çalışmalarda MUP'nin özellikleri zaman esaslıdır. Devamlılık süresi, genlik ve aşama parametreleri kas ve sinir hastalıklarının birbirinden ayrılmasında önemlidir. Bunlardan devamlılık süresinin ölçümü klinik çalışmalarda anahtar parametre olarak kullanılmaktadır. Kas gücü arttıkça EMG işaretlerindeki yeni aktif olmuş MUP'lerin de sayısında artış gözlenmektedir. Bu da nörofizyolojistlerin MUP dalgacığını ayırt etmesini zorlaştırmaktadır. EMG işaretlerinin ayrıştırılması ve MUP'lerden benzer şekilli olanlarının gruplandırılarak sınıflandırılması nöromasküler patoloji değerlendirmesi açısından değerli bilgiler sunmaktadır.

Nörofizyolojist ve/veya kullanılan bilgisayar destekli metot da önemli bir etken olmak koşuluyla devam süresi parametresinin ölçümü oldukça karmaşıktır. Bu parametrenin bilgisayar destekli ölçümünde geniş kitlelerce kabul edilen belli bir ölçüt henüz bulunmamaktadır. Bir diğer yandan MUP'nin, frekans uzayındaki özellikleri, ortalaması, bant genişliği ve kalite faktörü gibi frekans kümesi de nöromasküler rahatsızlıkların

değerlendirilmesinde ek bilgiler sunmaktadır. Ayrıca yakın zamanda MUP'nin aritmetik ortalaması veya ortalama frekansının gücünün devam süresi ile veya doruk (spike) devam süresi ile eş değer olduğu görülmektedir. Bilgisayar alanındaki son gelişmeler otomatik EMG analizi yapılmasını mümkün hâle getirmiştir.

Sayıli miktarda bilgisayar tabanlı nicel EMG analiz algoritması geliştirilmiştir. EMG uygulamaları içerisinde gerek fizikçi bilim adamları gerekse biyomedikal ve tıp bilim adamları çok fazla sayıda parametreler kullanarak çok fazla denemeler gerçekleştirmişlerdir. Bu analiz algoritmalarından bazıları ticari olarak mevcut olmasına rağmen hemen hemen hiçbiri yaygın rutin klinik bulgu için genel olarak kullanılmamıştır. Tıbbi bulgular için standart EMG uygulamaları yapılmaktadır. Aşağıdaki Resim 1.4'te EMG uygulaması klinik ortamı görülmektedir.

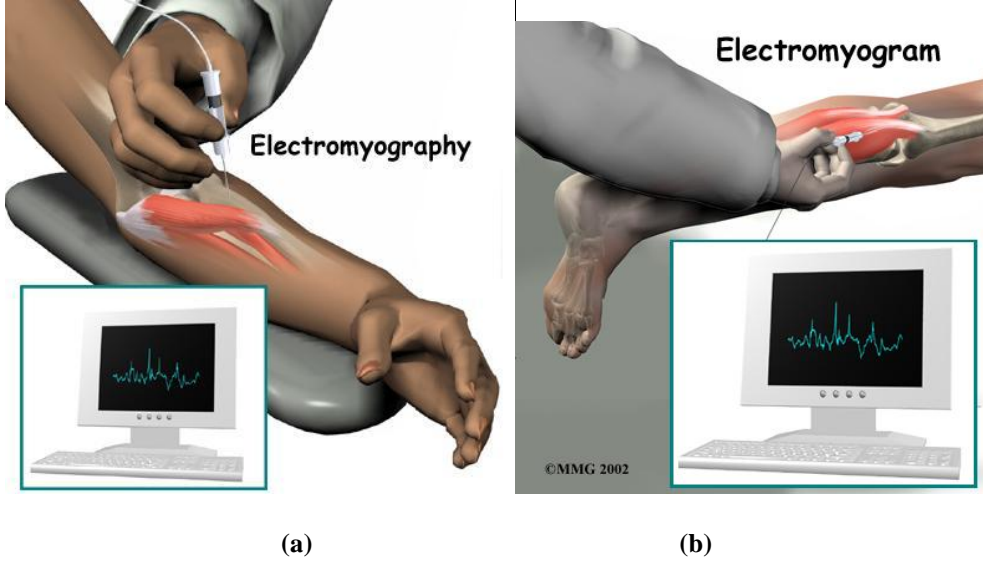


Resim 1.4: EMG ölçümü

Ayrıca farklı bir çalışma olarak EMG işaretlerinin belirleyici özellikleri çıkartılmış, bu belirleyici özellikler yapay sinir ağının eğitiminde kullanılmıştır. Belirleyici özellikler içinden maksimum ve minimum noktaları, sıfır geçiş sayıları, standart sapma, medyan, ortalama ve karesel ortalama seçilerek kullanılmıştır. Bu özellikler ile eğitilen ağ, daha sonra test verilerinin belirleyici özellikleri çıkartılarak test edilmiş ve EMG işaretlerinin sınıflandırılmasında başarı ile uygulanabilirliği görülmüştür. Bu yöntem işlem yükünü çok azaltmakta ve çok hızlı sonuç vermektedir. Bununla beraber başarı yüzdesi de çok yüksek çıkmaktadır. Literatürde birebir bu tip bir çalışma daha önce bulunmamaktadır. Son olarak yapılan iki farklı çalışma yönteminin başarı verimlilikleri birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

1.1.1. EMG İşaretlerinin Ölçülmesi

Daha önce de belirttiğimiz üzere elektromiyogram, kasların dinlenme ve kasılma durumlarında üzerlerinde oluşan elektriksel aktivite olarak tanımlanır. Bu aktiviteyi kaydeden sisteme elektromiyograf ve bu işleme de elektromiyografi (EMG) denir. EMG işaretlerinin alınmasında çeşitli elektrotlar kullanılmakla beraber, en geniş ve en genel anlamda EMG işaretleri test edilecek kas üzerindeki deriye yüzey elektrotları yerleştirilerek alınır. Yüzey elektrotları aracılığıyla kasın elektriksel aktivitesi olan dinlenme ve kasılma hâlinde oluşan biyopotansiyel işaretler kaydedilir. Aşağıda Resim 1.5'te EMG ölçümü sembolik gösterimleri verilmiştir.



Resim 1.5: (a), (b) EMG ölçümü sembolik gösterimi

Kaslarının kasılması sırasında biyopotansiyel işaretler oluşur, bu işaretlere EMG adı verilir. Bu biyopotansiyel işaretlere vücuttaki çeşitli elektrokimyasal olaylar sebep olur. İstemli kas hareketleri, beyinde oluşturulan elektriksel uyarıların sinirler vasıtasıyla kaslara iletilmesi sonucunda meydana gelir. Kas liflerinin kasılmalarına sinirlerden gelen elektriksel uyarılar sebep olduğu gibi kasların kasılması da yine elektriksel bir işaretin ortaya çıkmasına sebep olur. Ortaya çıkan bu işaret elektromiyogram cihazına bağlı elektrotlar aracılığıyla ölçülür.

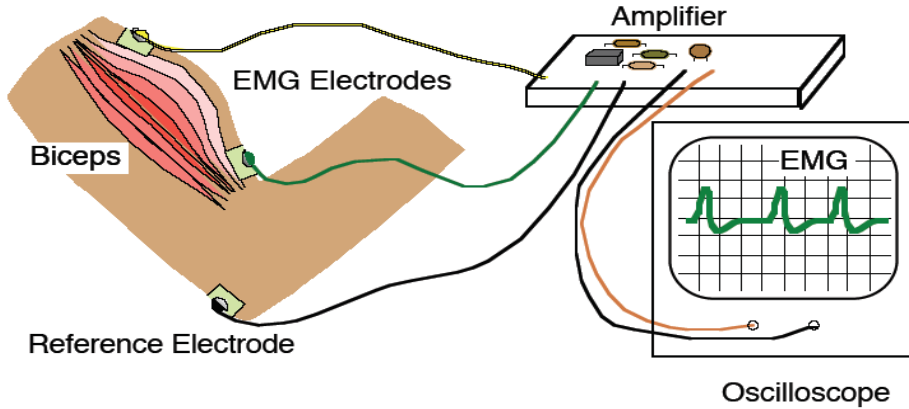
Kasların kasılması motor ünite aksiyon potansiyelleri (MUAP, the Motor Unit Action Potential) olarak bilinen elektriksel potansiyeller sayesinde olur.

Bu MUAP'lar sinirler aracılığıyla beyinden iletilmiş olan uyarıcı potansiyeller tarafından oluşturulur. MUAP'ların sayısı ve sıklığı arttıkça kasılma miktarı da artar. Kaslardaki problemlerin belirlenmesi açısından, kasların kasılı olduğu ve olmadığı durumlarda MUAP'ların incelenmesi, MUAP'ların şeklinin veya sıklığının normal sınırlar içinde olup olmaması, normalde karşılaşılmayan elektriksel aktiviteler olup olmaması gibi durumlar incelenir. Sinir ve kas hücreleri uyarılabilen hücrelerdir ve bu hücrelerdeki elektrokimyasal olaylar sonucunda biyoelektrik potansiyeller ortaya çıkar. Bu hücreler sürekli bir "dinlenme" potansiyeline sahiptir. Uyarıldıklarında ise "aksiyon" potansiyeli meydana gelir. Dinlenme hâlinde uyarılan hücrelerin içi ve dış ortam arasında genliği -50

mV ile -120 mV arasında değişen bir elektrik potansiyel farkı vardır. Vücut ısısındaki iyonları geçirebilen bir yapıya sahip olan hücre zarı çok incedir(7-15 nm). Vücut sıvısı içinde sodyum(Na⁺) potasyum (K⁺) ve klor (Cl⁻) iyonları mevcuttur. Aksiyon potansiyelinin mutlak değeri sinir hücrelerinde 100-120 mV aralığındadır ve 1-1,5 ms sürer. Kas hücrelerinde ise aksiyon potansiyeli 2-4 ms sürer ve aksonlardaki yayılma hızı 5 m/sn. kadardır. Hücre uyarıldığında, hücre zarının özelliği değişerek Na⁺ iyonlarının hücre içine girmesine ve az bir miktar K⁺ iyonunun dışarı çıkmasına izin verir. Bunun sonucunda hücre içi pozitif, dışı ise negatif olur. Bu olaya depolarizasyon denir . Aksiyon potansiyeli belirli bir tepe değere ulaştıktan sonra yukarıda anlatılan olaylar tersine işler ve tekrar dinlenme potansiyeli seviyesine düşer. Bu olaya ise repolarizasyon denir. Aksiyon potansiyelinin depolarizasyon ve repolarizasyon olayları sırasında geçen 1-3 ms kadar süre içinde hücre tekrar uyarılamaz. Hücrenin tekrar uyarılamadığı bu süreye mutlak bekleme süresi denir. Hücrenin mutlak bekleme süresinden sonra daha şiddetli uyarılara cevap verdiği bir bağlı bekleme süresi vardır. Ortaya çıkan bu işaretin genliği düşük olduğundan kuvvetlendiriciler yardımıyla genliğinin artırılması gerekmektedir. Bu işaretlerin kuvvetlendirilmesinde farksal kuvvetlendiriciler kullanılır. EMG işaretleri kas ve sinir hastalıklarının teşhislerinde kullanıldığı gibi kol-bacak vb. organ kesilmesi durumlarında kullanılan protezlere hareket sağlayacak kaynak işaret olarak da kullanılmaktadır.

İskelet kaslarının fonksiyonel olarak temel birimi motor üniteleridir. Motor ünitesinin bileşenleri gevşek demetlerde demet boyunca uzanır. Kaslarda çeşitli motor ünitelerinin lifleri iç içedir. İğne elektrotlarla tek birim motor ünitesinden uyarılma sonucu oluşan hücre dışı potansiyel değişimleri 3-15 ms kadar sürer ve motor ünitesinin büyüklüğüne bağlı olarak genliği 20-200 mV arasında değişir. Deşarj frekansı ise 6-30 darbe/sn. civarındadır.

Aşağıdaki Resim 1.6'da elektromiyografik kayıt düzeni sembolik olarak gösterilmiştir.



Resim 1.6: Elektromiyografik kayıt

Kas elektriksel aktivitesinin belirlenmesi elektromyografik kayıt ile sağlanır. Elektromiyografik kayıt fasiyal sinir motor son ucunda depolarizasyon neticesinde oluşan aksiyon potansiyelleri ve compound kas aksiyon potansiyellerini kaydeden elektrotlar ile yapılır. Sonuç olarak sinir fizyolojik olarak aktive edilirse, travmatize edilirse, mekanik olarak manuple edilirse veya elektriksel olarak stimule (uyartım) edilirse fasiyal sinirde

oluşan uyarı ile fasiyal kaslarda aktivite meydana gelir. Oluşan cevap yükseltılarak 1 ile 500 Hz'lık geçirilerek 20 mikrosaniyelik pencerede görüntülenir. Oluşan bu aktivite bu şekilde hem işitsel hem görsel bir sinyal hâline dönüşerek cerraha bio geri besleme sağlar. Kaydedici elektrotlar ile oluşan aktivite ölçülür. Çeşitli elektrot tipleri vardır. Yüzeysel subdermal ve intramusküler elektrotlar vardır. Elektrotlar genel olarak orbikularis oculi ve orbikularis orise yerleştirilir (superior ve inferior branşlarda innervasyon sağlanır.). Topraklama elektrodu alına yerleştirilir. Yüzeysel elektrotları daha (monopolar elektrotlarda) az spesifiktir, daha çok artefakt yapar ve fiksasyonu daha zordur. Genelde platin ya da teflon iğne elektrotlar kullanılır. Çengel elektrotlar da vardır. Bipolar ve monopolar elektrotlar vardır.

EMG tarafından elektriksel olarak üretilen dört tip işitsel ve görsel sinyal vardır.

Burada cevap kelimesi dış ve iç etkilere karşı EMG cihazının algıladığı sinyallerin görsel ya da işitsel yansıması olarak kullanılmaktadır.

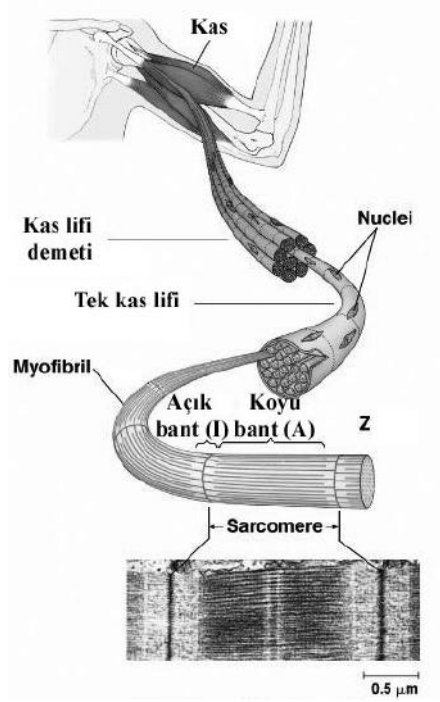
- Rastgele kas aktivitesi
- Her elektriksel stimulusa eşlik eden pulslı cevap (örneğin makine gürültüsü)
- Cerrahi maniplasyon ile senkronize fazik cevap = “burst” cevap: Kısa senkronize ve tek bir cevap oluşur.
- Traksiyon, basınç veya kalorik irritasyona bağlı asenkronize (EMG) tonik cevap:

Vücudu oluşturan sistemler çeşitli fonksiyonlarını gerçekleştirirken bazı işaretler üretir. Bu işaretler çoğu kez alttaki karmaşık biyolojik yapıdan dışarıya kolay anlaşılabilir bilgileri taşımaz. Vücut içindeki çeşitli olayları incelemek için bunların işlenmeleri ve yorumlanmaları gerekmektedir. Biyoelektrik işaretler sinirsel iletim, beyin, kalp ve çeşitli kas hareketleri vb. ile ilgilidir. Bir kısım hücrelerdeki elektrokimyasal olayların sonucu iyonik akımlar oluşur. Bu akımlar elektrotlar yardımıyla algılanır, işaret işleme işlemlerinden sonra çeşitli hastalıklara tanı konmasında yararlanır. Biyoelektrik potansiyelleri ölçebilmek için iyonik potansiyel ve akımları elektriksel potansiyel veya akıma dönüştüren dönüştürücülere ihtiyaç vardır. Böyle bir dönüştürücü iki elektrottan meydana gelir ve elektrotların uygulandıkları noktalar arasındaki iyonik potansiyel farkını ölçer. Her bir hücrenin ürettiği bireysel aksiyon potansiyellerini ölçmek imkânsız değilse de bazı özel uygulamalar dışında çok zordur. Çünkü hücre içine hassas olarak elektrot yerleştirilmesi gerekmektedir. Biyopotansiyellerin en genel ölçme yöntemi vücut yüzeyinden yapılan ölçümlerdir. Bu durumda alttaki birçok hücrenin aksiyon potansiyellerinin yüzeye gelen toplamı alınmaktadır. Bazı ölçümlerde ise bir kasa, sinire veya beyinin belirli bölgelerine batırılan iğne elektrotlar yardımıyla ölçüm yapılır. Biyopotansiyellerin vücut yüzeyine nasıl ulaştıkları kesin olarak bilinmemektedir. Ortaya birçok teoriler atılmıştır. Kalbin elektriksel potansiyellerinin izahı için ortaya atılan ve nispeten gerçekçi görünen teoriye göre yüzeyden ölçülen potansiyel alttaki bireysel aksiyon potansiyellerinin kendilerinin değil fakat birinci türevlerinin toplamıdır. Ölçüm metodu ne olursa olsun biyoelektrik potansiyellerin oldukça iyi bilinen ve tarif edilmiş karakteristik dalga şekilleri mevcuttur. Bir fizyolojik işaretin zamanın fonksiyonu olarak ifadesi, o dalga şeklinin ait olduğu organın Latince isminin

sonuna “gram” sözcüğü eklenerek bu işareti algılamak amacıyla kullanılan ölçü aleti ise “graf” sözcüğü eklenerek yapılır. İşaretin elektrik kökenli olması durumunda “elektro” kelimesi başa gelir. Örneğin, kalbin elektriksel aktivitesi sonucu ortaya çıkan dalga şekline elektrokardiyogram, onu ölçen alete ise elektrokardiyograf denir.

1.1.1.1. Kasların Yapısı

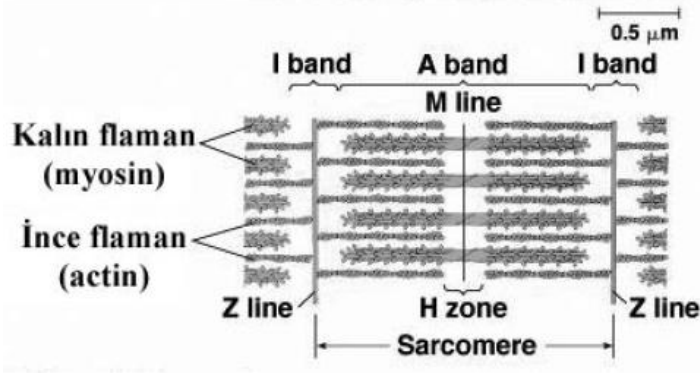
İskelet kasları ince uzun hücrelerden meydana gelir ve bu hücelere lif (fiber) adı verilir. Bu hücrelerin uzunlukları 1-50 mm ve çapları 10-100 µm arasındadır. Dış yüzeyleri sarkolemma ismi verilen bir kılıf ile kaplıdır. Bu lifler kıkırdak dokuya bağlıdır. Liflerin kısalıp şişmesi ile kasın kasılma hareketini sağlar. Kan damarları vasıtasıyla beslenen kaslar, elektriksel uyarıları ise sinirler vasıtasıyla alır. Üç tip kas vardır ve bunlar çizgili kaslar, düz kaslar ve kalp kasları olarak adlandırılır. Aşağıdaki Resim 1.7’de istemli hareket kaslarının yapısı görülmektedir.



Resim 1.7: İstemli hareket kaslarının yapısı

- Çizgili kaslar: Yapısı yukarıdaki şekilde gösterilen çizgili kaslar, insan vücudunda, istemli hareketlerin gerçekleşmesini sağlayan iskelet kaslarıdır. Mikroskop altında incelenen çizgili kaslarda açık renkli ve koyu renkli bantlar gözlenmiştir. Gözlemlenen bu bantlardan koyu renkli olana A bandı, açık renkli

olana ise I bandı olarak isim verilir. Ayrıca koyu renkli A bandının ortasında açık renkli H bandı ve açık renkli I bandının ortasında koyu renkli Z bandı olduğu görülmüştür. Z bantları arasında kalan bölge uyarma anında kasılarak daralır, buna karşılık A bandı ise sabit kalır. Çizgili kaslarda bulunan proteinin myosin bileşeni A bandında mevcuttur. Actin bileşeni ise Z bandında başlar ve H bandında yok olur. Çizgili kaslara ait kas elemanları aşağıdaki şekilde verilmiştir. Aşağıda verilen Resim 1.8’de çizgili kas yapısı ve elemanları görülmektedir.



Resim 1.8: Çizgili kasların kasılabilen elemanları

1.1.1.2. Kas Kasılması

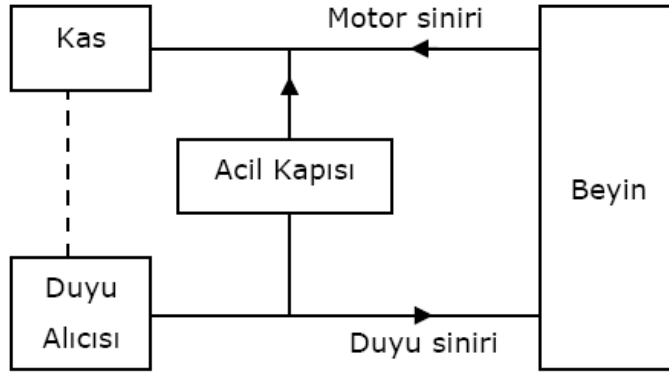
Kas lifi demetlerinden meydana gelen çizgili kaslarda iki çeşit lif yapısı vardır. Kaslara sinirler vasıtasıyla bir uyarı geldiğinde bu lifler üst üste gelip birbirlerine kilitlenir ve bu sayede kasılma olayı gerçekleşmiş olur.

Kasılma işlemi için kasa gelen uyarı, motor siniri ile taşınır. Kas, çeşitli uyarılara cevap verebildiği gibi elektrik akımından kaynaklanan bir uyarıya da cevap verebilir. İki çeşit kas kasılması vardır. Eğer kas boyu sabit kalıp sadece şişerek kasılıyorsa buna statik (izometrik) kasılma, hem boyu kısalıp hem de şişerek kasılıyorsa buna da dinamik (izotonik) kasılma adı verilir. Kasa bir uyarı işareti geldikten sonra bir zaman gecikmesi ile önce kasılma, ardından bir gevşeme oluşur. Kasın kasılması olayı kimyasal olarak şu şekilde gerçekleşmektedir: Kas aktif hâle gelince glikojen depoları boşaltılır, oksijen kullanımı ile glikozen parçalanırken karbondioksit meydana çıkar. Glikojen parçalanarak prüvik aside dönüşürken yüksek enerjili ATP (Adenozin Trifosfat) moleküllerinde depolanmış olan enerji açığa çıkar. Prüvik asidin tekrar oksitlenmesi ile sitrik asit çevriminde karbondioksit (CO₂) ve su (H₂O) ile birlikte yeni ATP molekülleri oluşur. Oksijen (O₂) yetersizliği durumunda ise prüvik asitten oksijensiz (anaerobik) reaksiyonla laktik asit üretilir ve yeni enerji açığa çıkar. Kasların çalışması ile doğru orantılı olarak solunum ve oksijen alımı artar. Artan bu oksijen alımı, enerji üretimi sırasında harcanan oksijen açığını kapatır. Laktik asidin beşte biri oksitlenerek CO₂ ve H₂O ile birlikte enerji açığa çıkarır ve bu enerji ile laktik asidin geri kalan kısmı tekrar glikojene dönüştürülür. Kasın aktif olarak kullanıldığı sırada üretilen enerjinin bir kısmı mekanik enerjiye (iskelet hareketleri) bir kısmı da ısı enerjisine dönüşür. Kasların verimi en fazla % 25'tir. Yani üretilen enerjinin dörtte biri harekete dönüşüyorsa en

az dörtte üçü ısı enerjisi olarak kaybolmaktadır. Motor sinirlerin kas lifine ulaştığı noktaya motor uç plakaları denir. Motor sinirinden motor uç plakalarına bilgi geldiğinde asetilkolin (acetylcholine) salgılanarak kas uyarılır. Bazı düz kaslarda ise kimyasal haber ileticisi olarak noradrenaline kullanılır. Vücudun farklı yerlerindeki kaslar için, motor ünitelerinin adetleri de farklıdır. Genel olarak kaslar ne kadar büyükse motor üniteleri de o denli çoktur denebilir. Bunun yanında farklı kaslar için motor üniteleri de birbirinden farklıdır. İnsan vücudunda bir motor ünitesinde 25 ile 2000 arasında kas lifi bulunabilir.

1.1.1.3. Kaslarda Servo-Mekanizma ve Motor Hareketi

Bir kas hareketinin düzgünlüğünü kontrol eden iki temel unsur vardır. Bunların birincisi uyarılan motor ünitelerinin sayısıdır. İkincisi ise bu motor ünitelerinin uyarılma hızıdır. Motor ünitelerini oluşturan motor sinirleri yapı olarak sinir hücrelerinden meydana gelmektedir. Kas hareketlerini kontrol eden sinir sisteminin basit blok şeması aşağıda Şekil 1.1'de verilmiştir.



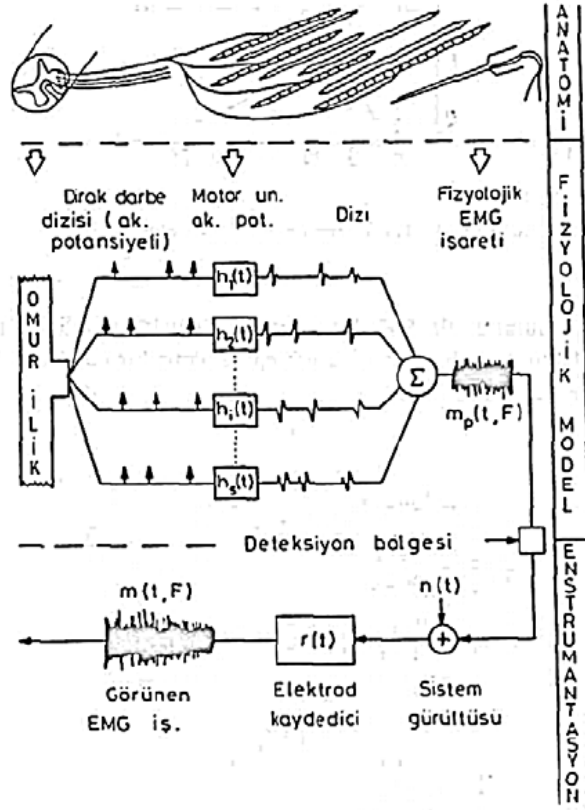
Şekil 1.1: Kaslarda servomekanizma

Sistem, bir servomekanizma kontrol sistemidir. Duyu alıcısı, hız veya konum vb. ifade eden bir işaret üretir. Bu işaret duyu sinirleri vasıtası ile beyne iletilir. Beyin duyu sinirleri vasıtasıyla gelen bilgiyi hafızadaki bilgi ile karşılaştırır ve bir hata (kontrol) işareti üretir. Üretilen bu işaret motor sinirleri ile kasa gönderilerek kas hareketinin kontrolü sağlanır. Örneğin, insan parmağını sıcak olmayan bir cisme değdirdiğinde, parmakta bulunan duyu alıcıları sıcaklığı algılar ve duyu sinirleri ile beyne gönderir. Beyin bu işaretin normal sıcaklıktaki bir cisimden geldiğini anlar ve motor siniri ile kasa harekete geçirmek üzere bir işaret göndermez. Eğer parmak sıcak bir cisme dokundurulmuşsa beyin duyu sinirleri ile gelen bilgi sayesinde parmağın sıcak bir cisim üzerinde olduğunu anlar ve motor sinirleri ile kol kaslarına gerekli bilgiyi göndererek parmağın sıcak cisimden uzaklaştırılmasını sağlar. Duyu alıcılarının sıcak cismi hissetmeleri ile parmağın uzaklaştırılması arasında birkaç yüz ms'lik bir gecikme süresi vardır. Bu gecikme kişinin sıcak cisme gösterdiği ilgi ile de ilgilidir (Eğer parmak çok sıcak bir cisme dokunmuşsa "acil kapısı" devreye girerek beyne ulaşmadan da kaçış emri verilebilir.).

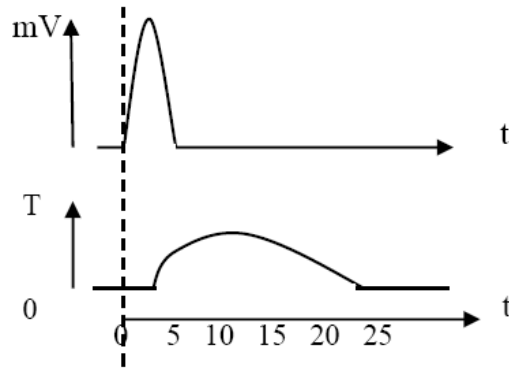
1.1.1.4. Kasın Kasılması Sırasında Oluşan Gerilim

Bir duyu alıcısı uyarıldığı zaman, duyu sinir lifi boyunca yürüyen bir depolarizasyon dalgasını yani aksiyon potansiyelini oluşturur. Oluşan bu darbe dizisi beyne ulaşır. Bu işareti alan beyin, karşılık olarak motor uç plakalarının depolarizasyonuna neden olan uyarıyı, motor sinirleri boyunca yayınlanan aksiyon potansiyelleri şeklinde kasa gönderir. Motor uç plakalarının depolarizasyonu kas lifi içindeki hücreleri depolarize eder ve lifler kasılır.

Az sayıdaki hücrenin (mesela bir motor ünitesi gibi) net potansiyel değişimi ölçülmek isteniyorsa bu ölçüm iğne elektrotlarla birçok motor ünitesinin oluşturduğu toplam potansiyel ölçülmek isteniyorsa ölçüm yüzey elektrotlarıyla yapılır. Bir mikroelettrot vasıtasıyla sadece bir hücreye ait ölçme yapıldığında hücrenin tüm faaliyetinin 1 ms'den kısa sürdüğü görülecektir. İğne elektrodun bir hücrenin yakınına yerleştirilmesi durumunda elektrot çevre hücrelerden gelen değişimleri de algılar. Aynı motor ünitesine bağlı kas lifleri, motor uç plakalarına bağlı sinir dalları vasıtasıyla yaklaşık aynı zamanda uyarılmasına rağmen, gerek hücrelerin depolarize durumda kalış sürelerindeki farklılıklar ve gerekse kas liflerine gelen sinir dallarının uzunluklarındaki farklılıklar sebebiyle bir motor ünitesinin değişim süreci 2-5 ms civarındadır. Bu asenkron durum, kas hareketinin düzgünlüğüne katkıda bulunur. Bir hastalık olması durumunda, aynı motor ünitesinden alınan EMG şekli sağlıklı hâle göre farklılık gösterecektir. Periferik (çevresel) nöropatilerde, kasın kısmi olarak sinirsel uyarıyı alamaması durumu görülebilir. Sinirler kendilerini yenileyebilen dokulardır. Yani hastalıktan sonra bir düzelme olağandır. Kendini yenilemekte olan sinir liflerindeki iletim hızı, sağlıklı sinir liflerine oranla daha yavaştır. Bunun yanında birçok periferik nöropatide nöronların uyarılabilirlik özelliği de değişebileceği için sinirsel iletim hızında genel bir yavaşlama görülür. Bunun neticesinde de EMG şeklinde bir dağılma ortaya çıkar. Şekil 1.2'de EMG işaretinin alındığı anatomik yapı, bu yapıya ait fizyolojik model ve bu modelden EMG işaretinin algılanmasını sağlayan enstrümantasyon görülmektedir. Kasa uyarının gelmesinden sonra kasın kasılmaya başlamasına kadar geçen zamana gecikme süresi denir (latent period). Gecikme zamanı Şekil A.1.3'te gösterilmiştir. "T"sembolü, mekanik gerilmeyi göstermektedir.



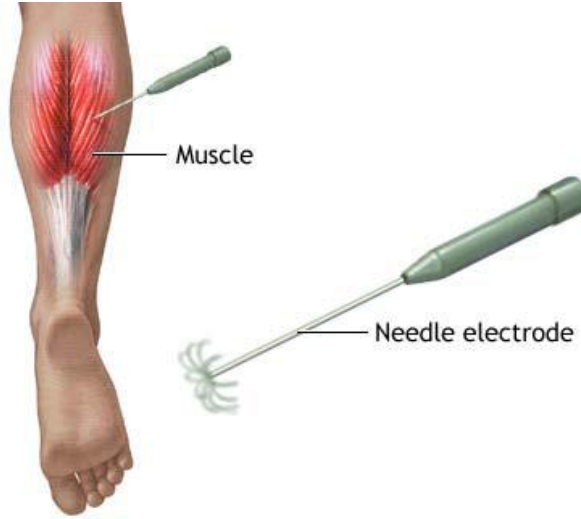
Şekil 1.2: EMG işaretlerinin oluşumu ve yüzey elektroda ulaşması



Şekil 1.3: Kasa uyarımın gelişi ve kasmın kasılması

1.1.1.5. EMG'nin İstenme ve Uygulanma Sebepleri

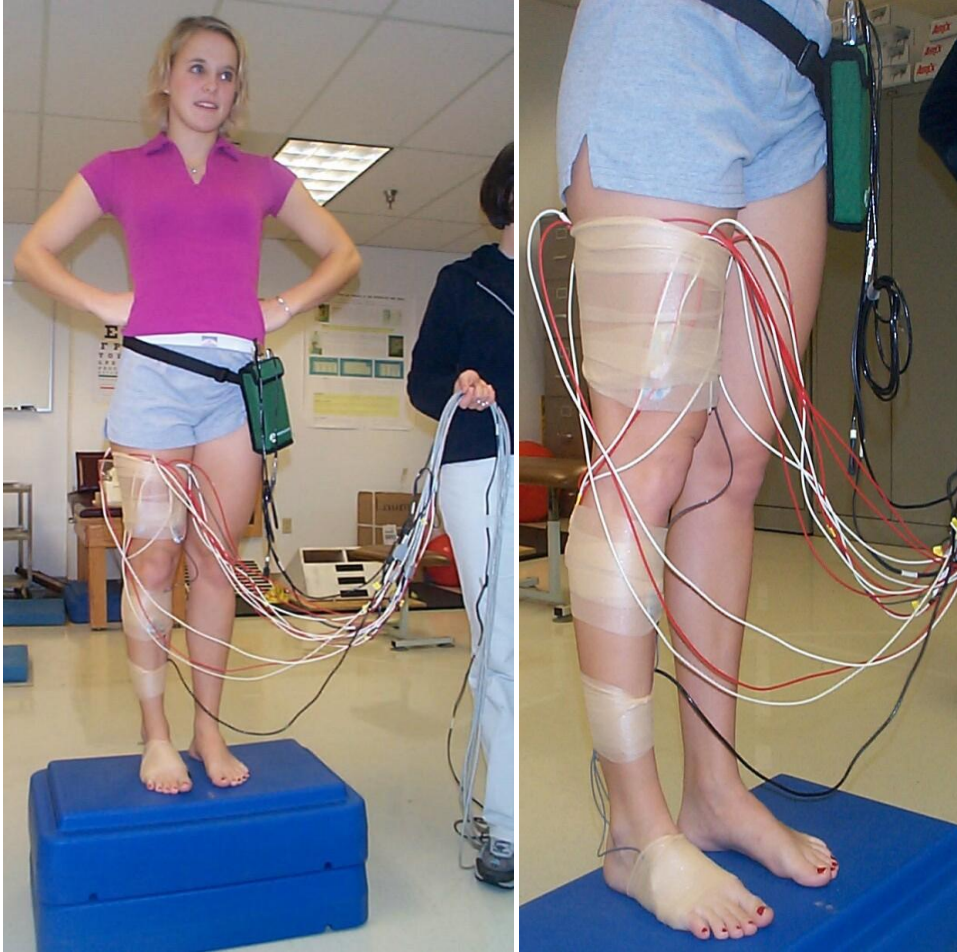
EMG ve sinir ileti incelemeleri sırasıyla omuriliğin ön boynuz hücreleri, sinir kökleri, sinir ağları, uç sinirler, sinir kas kavşağı ve kas hastalıklarının tanısını koymada kullanılan bir yöntemdir. Uygulanması kolay olması sebebiyle çoğu zaman tek başına veya bazen görüntüleme teknikleri, kan biyokimyası gibi diğer yardımcı yöntemlerle birlikte olası en kesin tanıya götürmek için kullanılmaktadır. Bazen de hekimi tanı için doğrudan biyopsi veya cerrahi müdahale gibi diğer yöntemlere yönlendirmektedir. Sıklıkla bel ve boyun fitiklarının, uç sinirlerin belli noktalarda sıkışmasının neden olduğu ağrılı durumlarda, his kusurlarında, nöropati ve miyopati gibi hastalıkların teşhisinde, kol- bacak güçsüzlüklerinin görüldüğü bazı durumlarda, sınırlı veya yaygın kas erimelerinde sinir ve kasların ne kadar zarar gördüğünün ölçümünde kullanılır. Bazı durumlarda EMG işaretlerinden protez organların yönlendirilmesi ve hareketi için de faydalanılmaktadır. EMG işaretlerinin alınmasında iğne elektrotlar ve yüzey elektrotları olmak üzere iki tip elektrot kullanılmakla birlikte, kaslardaki sorunların tanısı için daha çok iğne elektrotlar tercih edilir. İğne elektrotlar ile yapılan EMG ölçümüne iğne EMG'si de denmektedir. Bu ölçümlerde genellikle konsantrik iğneler kullanılır (Resim 1.9). İğne EMG incelemesinde genellikle herhangi bir elektriksel uyarı verilmez. Yalnız kaslarda normal veya anormal elektriksel aktivitenin kaydedilmesi için kullanılır. Araştırılan kasa iğnenin ucu direkt olarak yerleştirilir. İğne ucuna yakın olan kas bölgesinde o kasın kasılması için beyinden gönderilen uyarıların oluşturduğu MUP'lar veya diğer elektriksel aktiviteler hassas yükselticiler aracılığıyla büyütülür ve cihazın ekranından izlenir. Görsel incelemenin yanında aynı işaretler hoparlör sayesinde işitilir hâle getirilir ve bu sesler incelemeyi yapan doktorun değerlendirmesine önemli katkılarda bulunur.



Resim 1.9: İğne elektrotların kasa uygulanmasının sembolik gösterimi

1.1.1.6. EMG İşaretinin Ölçülmesinin Temelleri

EMG işaretleri yüzey elektrotları ve iğne elektrotlar olmak üzere iki tip elektrot aracılığıyla ölçülmektedir. Bunlardan yüzey elektrotları ile yapılan ölçümlerde geniş bir alandaki elektriksel aktivite ile ilgili bilgi edinilmektedir. Bir motor ünitesinin veya üniteler grubunun incelenmesinde, elektrotların bilgi topladıkları alttaki alan çok geniş olabilir. Ayrıca yüzeydeki kasların faaliyetinin alttaki kaslardan gelen bilgiyi maskeleymesi sebebiyle yüzey elektrotlarını yalnız yüzeydeki kasların incelenmesinde kullanmak gerekmektedir (Resim 1.10. a ve b). Bir kas grubunun faaliyetinin diğer bir kas grubu faaliyetini maskeleymesi olayı, çok miktarda motor birim aksiyon potansiyellerinin karışması ile olur ve bu olay “girişim olayı” olarak bilinir. Kasılma şiddeti sonucu aktif motor birim sayısı artar. Aynı anda birçok kas lifinin etkinleşmesiyle her bir kas lifinin ürettiği işaret bir diğerini yok edebilir ya da kuvvetlendirebilir.

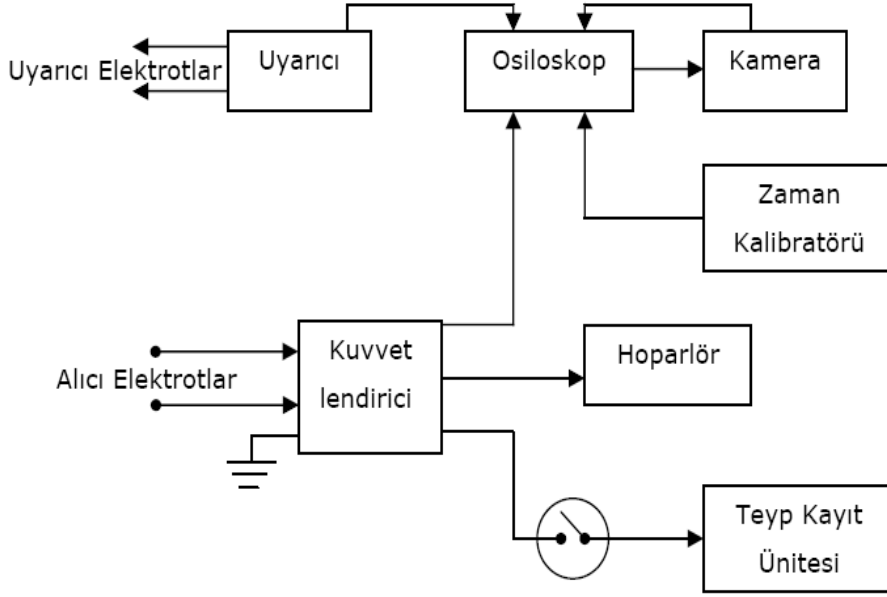


(a)

(b)

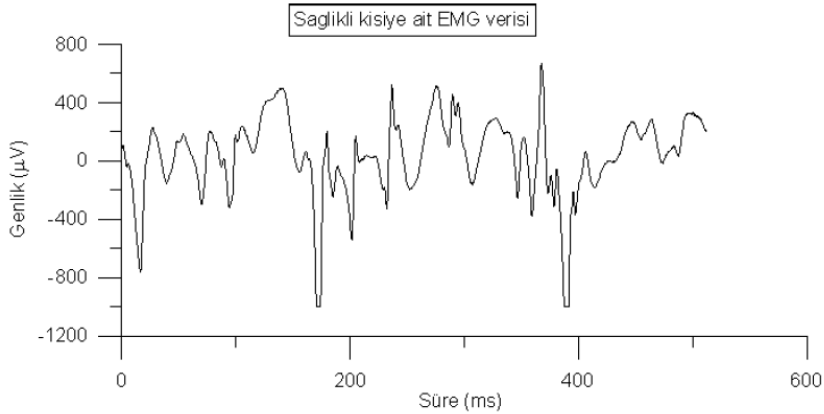
Resim 1.10 (a),(b): EMG uygulama gösterimi

Aşağıda (Şekil 1.4.) klinik EMG düzeni basitleştirilmiş blok diyagramı görülmektedir. Bu size bir EMG sisteminin hangi bloklardan oluştuğu ve birbirleri ile etkileşimi konusunda bilgi verecektir.

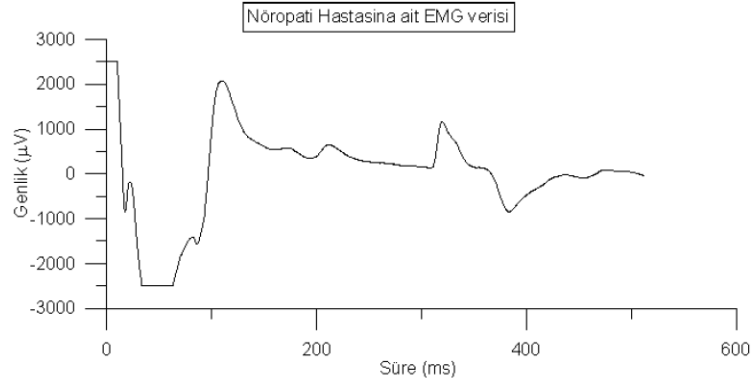


Şekil 1.4: Klinik EMG düzeni basitleştirilmiş blok diyagramı

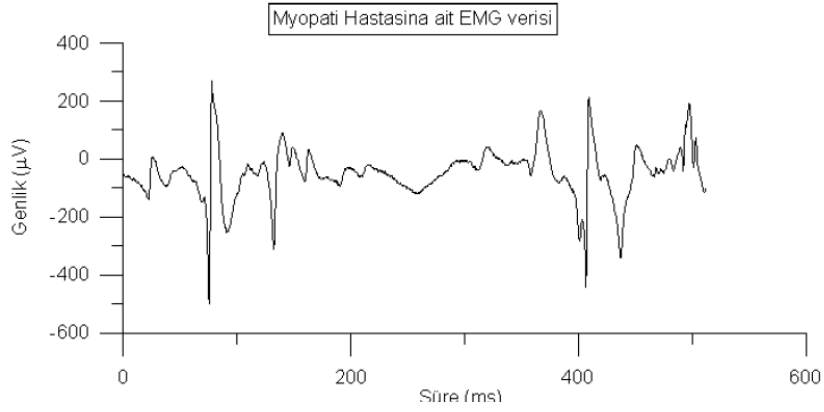
Sonuç olarak EMG'nin zaman içerisindeki görüntüsü rastgele değişen bir gürültüye benzer. Aşağıdaki şekillerde(Şekil 1.5.), (Şekil 1.6.), (Şekil 1.7.) çeşitli EMG işaretleri ve EMG düzenine uygulanması gösterilmiştir(Şekil 1.8.). Bu şekiller size kıyaslama yapmak için ve bağlantı yapısını anlamak için oldukça kolaylık sağlayacaktır.



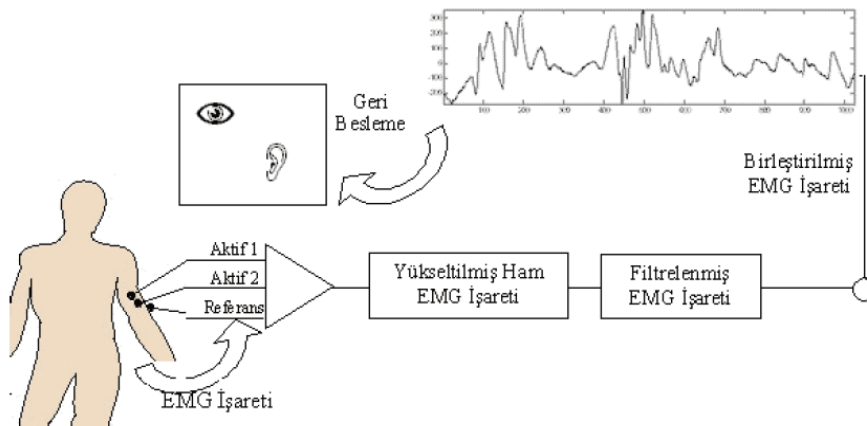
Şekil 1.5: Sağlıklı kişiye ait EMG işareti



Şekil 1.6: Nöropati hastası kişiye ait EMG işareti



Şekil 1.7: Myopati hastası kişiye ait EMG işareti



Şekil 1.8: EMG düzeneğinin uygulaması

EMG işaretlerinin alınmasında kullanılan elektrot çeşitlerinden birisinin yüzey elektrotları olduğuna daha önce değinilmişti. Yüzey elektrotlar, bağlanacak yüzey iletkenliği

önleyecek kir, yağ tabakası vs gibi maddelerden temizlemek maksadıyla asetonlu pamukla silindikten sonra bağlanır. Yüzey temizleme işleminden sonra elektrot çiftine iletkenliği artırmak maksadıyla jel sürülür ve ölçüm yapılacak bölgeye yerleştirilir. Elektrotlardan gelen EMG işaretlerinin genliği kuvvetlendirici tarafından yükseltilir. Daha sonra yükseltilmiş bu işaret kesim frekansı 10 Hz olan bir yüksek geçiren filtreden geçirilerek istenmeyen DC bileşenlerden arındırılır.

Ayrıca şebekeden kaynaklanan 50 Hz'lik gürültüyü engellemek maksadıyla bant genişliği 2 Hz olan bir çentik filtre kullanılır. İşaretin AC değerinin düzgün olarak elde edilebilmesi için ortalama değerinin alınması gerekir. Bunun için önce işaret tam dalga doğrultucudan ve sonra alçak geçiren filtrelerden geçirilir. Bu aşamada elde edilen EMG işareti girişteki ham EMG işaretinin yükseltirmiş ve ortalama değeri alınmış şeklindedir. Bu aşamadan sonra elde edilen EMG işareti A/D dönüştürücüden geçirilerek bilgisayar ortamında kayıt edilebilir.

1.1.1.7. EMG 'nin Oluşumu ve Ölçülmesi



Resim 1.11:EMG elektrot uygulaması

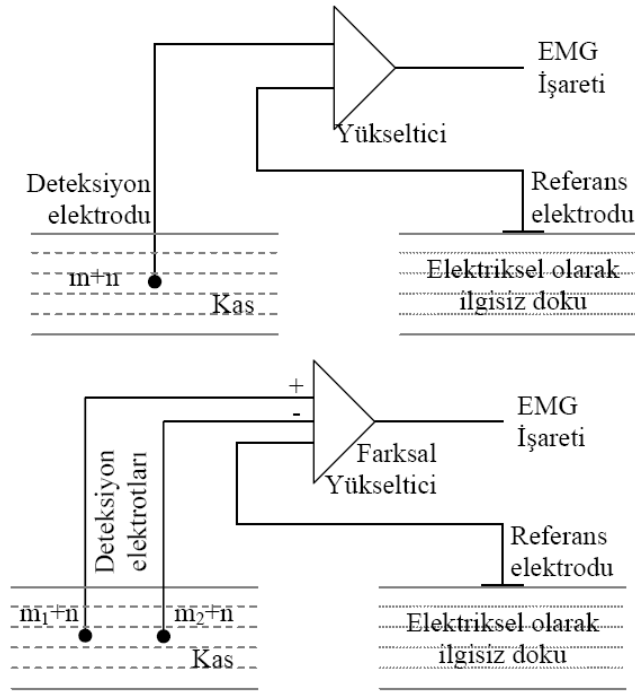
Bir kasın kasılması sonucu ortaya çıkan biyopotansiyel işaretlere EMG dendiği daha önce belirtilmişti. Bu biyopotansiyel işaretler vücutta meydana gelen çeşitli elektrokimyasal olaylar sonucunda oluşur. İstemli kas hareketleri beyinden gönderilen elektriksel uyarıların sinirler yoluyla kasa iletilmesi sonucu ortaya çıkar. Kas liflerinin kasılmaları sinirlerce iletilen elektriksel uyarılar yoluyla gerçekleştiği gibi kasılmaları da elektriksel bir işaret doğurur. Bu işaret iğne veya yüzey elektrotlarıyla ölçülür.

İnsan vücudunda uyarılabilen hücreler, sinir ve kas hücreleridir. Bu hücrelerdeki elektrokimyasal olaylar sonucunda bioelektrik potansiyeller meydana gelir. Sinir ve kas hücrelerinde sürekli bir “dinlenme potansiyeli” vardır. Uyarıldıklarında ise “aksiyon potansiyeli” meydana gelir. Dinlenme hâlinde iken yani kaslarda bir kasılma söz konusu değilken uyarılabilen hücrelerin içi ile dış ortam arasında bir elektrik potansiyel farkı vardır. Dinlenme gerilimi adı verilen bu gerilim -50 ile -100 mV aralığında bir genliğe sahiptir. Hücre zarı çok incedir (7-15 mm) ve yapısı sebebiyle vücut ısısındaki iyonları geçirebilir. Vücut sıvısı içinde sodyum (Na⁺), klor(Cl⁻) ve potasyum (K⁺) iyonları mevcuttur. Hücre zarının potasyum iyonlarına karşı geçirgenliği, sodyum iyonlarına karşı geçirgenliğinden 50-100 kat daha fazladır. Bu farkın nedeni henüz bilinmemekle beraber hücre zarındaki

gözeneklerin yapısına bağlı olduğu düşünülmektedir. Hücre zarı potasyum iyonlarını olduğu gibi klor iyonlarını da daha kolay geçirir. Dinlenme durumunda vücut ısısındaki K^+ ve Cl^- iyonlarının büyük çoğunluğu hücre içine girerek hücre içinin negatif, hücre dışının ise pozitif olmasına neden olur. Bu duruma polarize durum denir.

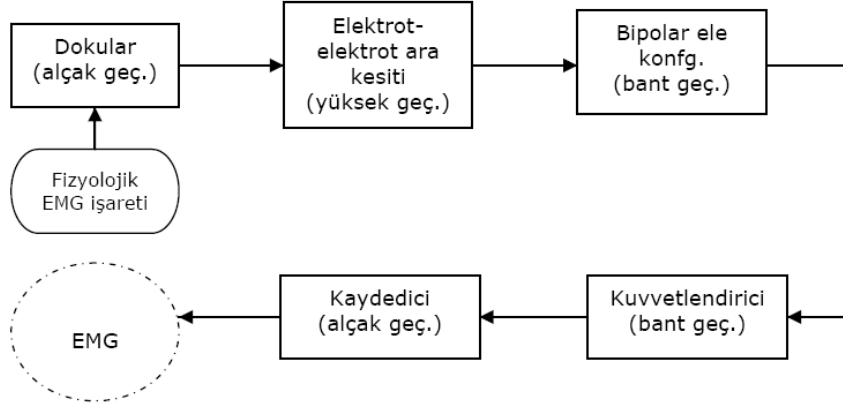
1.1.1.8. EMG İşaretlerini İnceleme Metotları

EMG işaretleri tek kutuplu (monopolar) ve çift kutuplu (bipolar) olarak alınabilir. Daha iyi sonuç vermesi sebebiyle bipolar mod daha sık tercih edilmektedir. Şekil 1.9' da EMG işaretlerinin monopolar ve bipolar modda algılama yöntemleri verilmiştir.



Şekil 1.9: EMG işaretlerinin (a) monopolar ve (b) bipolar deteksiyonu

EMG işaretlerinin vücuttan alınıp görüntülenebilir hâle kadar geçen safhasında çeşitli filtrelerin kullanıldığından daha önce bahsedilmişti. Aşağıdaki şekilde EMG işaretleri oluştuktan sonra görüntülenme aşamasına kadar işaret üzerindeki filtreleme işlemleri gösterilmiştir. Kuvvetlendiricinin bandı, yüzey elektrodu kullanılması hâlinde 20-500 Hz seçilmelidir. İğne ve tel elektrot kullanılması hâlinde ise kuvvetlendirici bandı 20-10000 Hz seçilmelidir. EMG işaretleri zaman ve frekans uzaylarında inceleyebilir.



Şekil 1.10: EMG işaretinin elektrotlara ulaşıncaya kadar karşılaştığı işlemler

EMG işaretlerinin frekans uzayında incelenmesinde en genel olarak hızlı fourier dönüşümü kullanılmaktadır. Bunun haricinde modern spektrum analiz yöntemleri de vardır ve bunlar ayrı bir bölüm olarak incelenecektir.

Bir EMG işaretini zaman uzayında incelemek için ise genel olarak aşağıdaki işlemler yapılır:

- **Doğrultma:** EMG işareti ilk işlem olarak doğrultulmalıdır. Üretilen enerjinin tamamının kullanılabilmesi amacıyla tam dalga doğrultma işlemi tercih edilir. Bu durumda doğrultulan işaret, orijinal işaretin mutlak değerini göstermektedir.
- **Alçak geçiren filtreden geçirme:** Doğrultulmuş işarete var olan rastgele değişimlerin giderilmesi amacıyla işaret analog veya sayısal bir alçak geçiren filtreden geçirilir. Diğer bir deyişle işarete smoothing (yumuşatma) işlemi uygulanmış olur.
- **Ortalama alma:** Ortalama alma işlemi iki şekilde yapılabilir. Bunlardan birisi matematiksel ortalama olarak bilinen, değerlerin toplamının değer sayısına bölünmesidir. Bir diğer ortalama şekli ise hareketli ortalama (moving average) olarak tanımlanan ve zamanla değişen ortalamadır. Hareketli ortalama yumuşatma işleminin sayısal olarak yapılması olarak da tanımlanabilir. İşaretin rastgele değişen değerlerinin ortalamasını almak yoluyla, işarettaki büyük değişimleri yok etmek mümkündür.
- **İntegral alma:** Aslen alçak frekansları filtrelemenin özel bir yolu olması sebebiyle alçak geçiren filtrelemeye benzeyen integral alma işlemi EMG işaretlerinde veri azaltmak için kullanılan yöntemler arasında en çok tercih edilenidir.

- **Etkin değerin ölçülmesi:** Düzenli bir şekli olan işaretlerde (kare dalga veya sinüs dalgası gibi) işaretlerin genlikleri kullanılarak etkin değerleri kolaylıkla hesaplanabilir. Ancak EMG işaretleri gibi rastgele değişen işaretlerde, işaretin genliği ile etkin değeri arasında bir bağıntı oluşturulamaz. Bu yüzden, EMG işaretlerinin gücünün belirlenebilmesi için etkin değerinin hesap yoluyla bulunması gerekir.
- **Sıfır geçişlerinin sayılması:** Bu yöntemde, işaretin sıfır noktasından geçiş sayısı bulunur ve bu değer işaret hakkında bir bilgi verir. Sıfır noktası geçiş sayısı pozitif veya negatif alternansların sayılmasıyla da belirlenebilir. Düşük seviyeli kas kasılmalarında, sıfır geçiş sayısı ile motor ünitesi aksiyon potansiyeli dönüşleri arasında doğrusal bir ilişki vardır.

1.1.1.9. EMG ile Teşhis Konabilen Hastalıklar

EMG bir tıbbi ölçüm sistemidir ve diğer tıbbi ölçüm sistemleri gibi (EKG, EEG, EOG, MR, ultrasound, röntgen vb.) hekimlerin işlerini kolaylaştırmak amacı ile kullanılmaktadır. Genel anlamda hekimlerin teşhis koymasında onlara yardımcı olur.

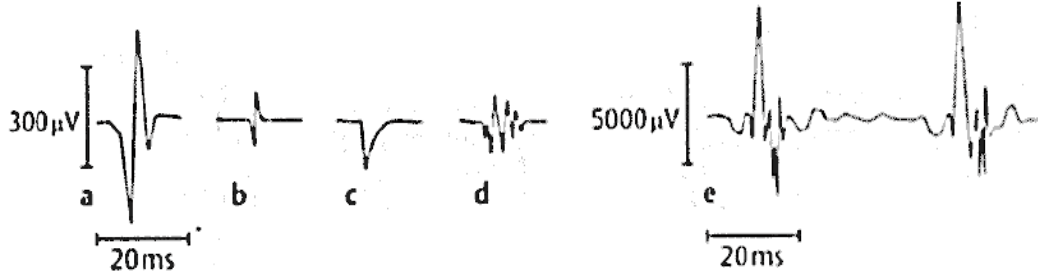
Buradan da anlaşılacağı gibi bazı hastalıkların teşhisinde, EMG ölçümleri gerekmektedir. Bu hastalıkların başında nöropati ve miyopati gelmektedir.

Bu iki hastalığın belirtileri birbirine çok benzer olabilmektedir. Örneğin, ikisinde de hasta hastalıklı bölgedeki kaslarını hareket ettirememiş olarak bulunmaktadır.

Ancak hastalıklar birbirinden farklıdır. Nöropatide bu hareket bozukluğu kasa giden sinirlerin bozuk olmasından kaynaklanırken miyopatide sinirler sağlamdır fakat kasta arıza olmasından dolayı hareket bozukluğu oluşmaktadır.

EMG ile bu iki hastalığın birbirinden nasıl ayrıldığı çok kabaca şu şekilde özetlenebilir:

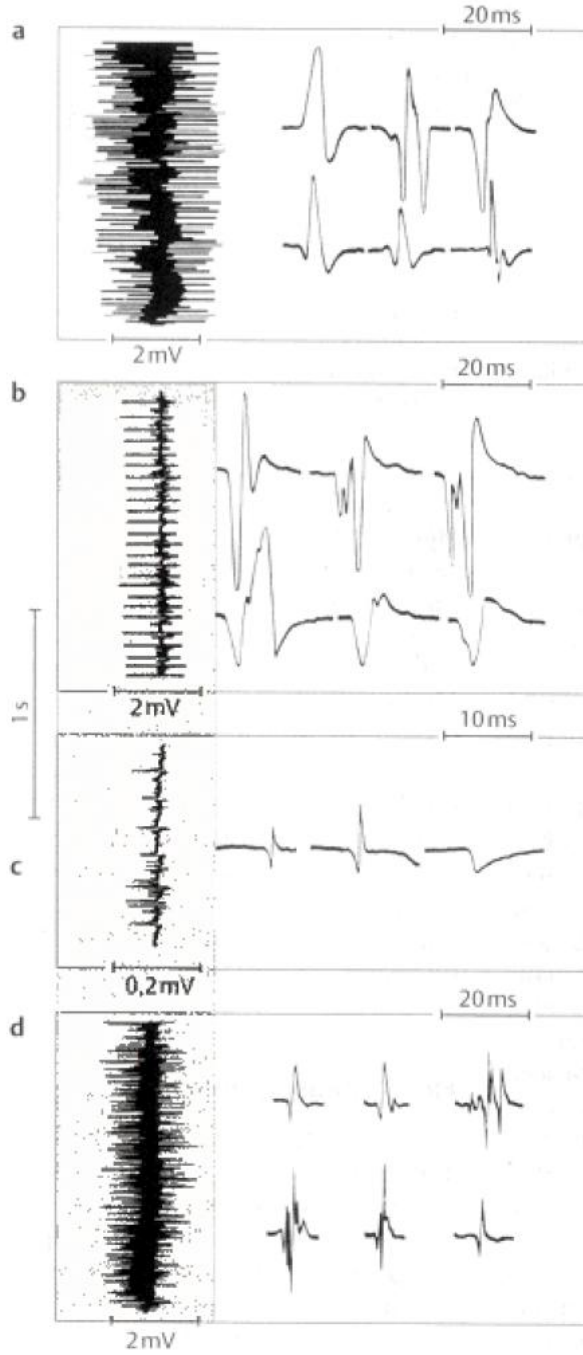
EMG ölçümü sırasında hareket bozukluğu olan kasa iki uçtan elektrik akımı verilir. Bu akım sonrasında kasta kasılma oluşuyorsa kasın kasılması için gerekli işareti taşıyan sinirler arızalıdır (nöropati). Eğer bu akıma rağmen bir kasılma olmuyorsa problem kastadır (miyopati) miyopati ve nöropati hastalıklarının ayırt edilmesinde EMG en kullanışlı yardımcı testtir. Bu amaçla yapılan EMG, etkilenen kas içine uygulanan iğne elektrotlarla istirahat ve kasılma sırasında yapılır. Kaydedilen elektrik potansiyelleri ekranda grafik şeklinde gösterilir ve eş zamanlı olarak hoparlörden ses olarak işitilir. İstirahat esnasında kas normalde elektriksel olarak sessizdir. Her türlü spontan aktivite patolojiktir. Gevşemiş bir kasa iğne elektrot sokulduğunda geçici olarak birkaç keskin pozitif dalga veya fibrilasyon görülebilir ancak bundan sonraki her aktivite anormaldir.



Şekil 1.11: Çeşitli şekillerin EMG potansiyelleri

Şekil 1.11’de bazı sinyal tipleri ile ilgili çizimler görülmektedir. Bu sinyallerdeki ayırt edici özellikler cihaz kullanıcılarına teşhis konusunda yardımcı olmaktadır. Bu sinyal yapılarına göre a) Normal MUP, b)denervasyon sebebiyle oluşan fibrilasyon potansiyeli, c)Denervasyon sebebiyle oluşan pozitif keskin dalga, d)Reinervasyon’da görüldüğü gibi düşük genliğin, parçalı çok fazlı olma potansiyeli e) Kronikleşmiş boynuz oluşumundan (horn process) dolayı anormal olarak uzun süredir devam eden yüksek-genlik potansiyeli (dev-potansiyel), bu sinyaller arasındaki farklılıklar gözlemlenmelidir.

- **Spontan aktivite:** Spontan aktivite tipleri, fibrilasyon potansiyelleri, pozitif keskin dalgalar, fasikülasyonlar ve kompleks tekrarlayıcı deşarjlardır.
- **Motor ünite:** Kas kasılması –kasın gücüne ve kasılma gücüne göre değişen–değişken sayıda motor ünite tarafından oluşturulur. Tek bir ön boynuz hücresi tarafından innerve edilen bütün kas lifleri bir motor üniteyi oluşturur.



Şekil 1.12: Normal, nörojenik ve myopatik EMG işaretleri

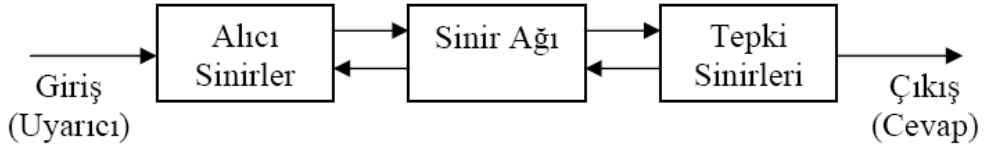
Şekil 1.12’de a) Normal: Tam arayüz deseni, b) Periferel bir sinir deformasyonu ertesindeki reinervasyon: kişisel salınımlar c) Toplam denervasyon: fibrilasyon

potansiyelleri ve pozitif keskin dalgalar, d) Myopati: güçsüzlüğe (zayıflığa) rağmen arayüz deseni tamdır. Durumu oluşturan her bir potansiyelin genliği düşük ve kısmen çok fazlı ve parçalı it sinyalleri göstermektedir.

1.2. ENG İşaretlerinin Ölçülmesi

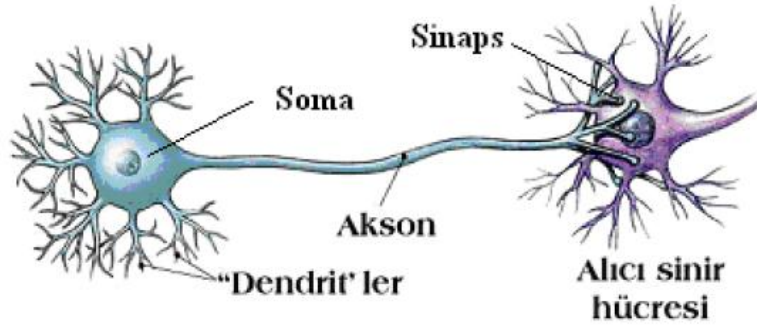
1.2.1. Sinir Sistemi

İnsan beyni, düşünme, hatırlama ve problem çözme yeteneklerine sahip karmaşık bir sistemdir. Beyin fonksiyonlarının bilgisayarla taklit edilmesine yönelik girişimlerin başarısı henüz kısmi olmaktan öteye gidememiştir.



Şekil 1.13: Biyolojik sinir sisteminin blok gösterimi

İnsan beynini oluşturan temel birim nörondur. Resim 1.12'de gerçek sinir hücresinin yapısı ve nöronların birbirlerine bağlantısı gösterilmiştir. Resimden de görülebileceği gibi temel biyolojik sinir hücresi sinaps, soma ve dendrit adı verilen bölümlerden oluşmaktadır. Nöron, dendritleri kullanarak sinyalleri alır ve aldığı bu sinyalleri birleştirir. Eğer bileşke sinyal yeterli ölçüde güçlü ise nöron ateşleme yapar. Bu durumda sinyal, akson boyunca yol alır ve akson diğer nöronların dendritleri ile bağlantılıdır. Bu bağlantılara sinaps adı verilir ve aslında bunlar fiziksel bağlar değil, elektriksel işaretin geçmesini sağlayan boşluklardır. Bu boşluklar elektriksel yükü değişken hızlarda ileten sıvı ile dolu çok küçük boşluklardır. Sinaptik bağlantının empedans veya kondüktans değerinin ayarlanması, bellek oluşumu ve öğrenmeyi sağladığından kritik önemdedir.



Resim 1.12: Gerçek sinir hücresinin (nöron) yapısı ve nöronların birbirlerine bağlanması

İnsan vücudundaki fonksiyonlar iki şekilde kontrol edilir. Birincisi, hormonlar iledir. Hormonlar ile yapılan kontrol yavaştır çünkü kontrolü sağlayacak olan kimyasalların fiziksel

olarak yayılması, yol kat etmesi gerekir. Hormonlar endokrin bezlerinde üretilip kana karışarak ilgili organa taşınır.

İnsan vücudundaki ikinci kontrol mekanizmasını sinirler oluşturur. Beyin ve omurilik, merkezi sinir sistemini (MSS) oluşturur.

Merkezi sinir sistemi:

- Motor sinirler
- Duyu sinirleri

Motor sinirler, beyin ve omurilikten kodlanmış komutlar taşır. Duyu sinirleri de vücudun dış dünyayla olan etkileşimlerini algıladıktan sonra yine kodlayarak beyne gönderir.

Motor sinirdeki aktivite devam ettiği sürece o sinirin uyardığı kas da kasılmaya devam edecektir. İstemli hareket yapan kaslar tek bir motor sinir ile kontrol edilir.

Merkezi sinir sistemi dışında kalan sinirlere çevresel sinirler (periferik sinirler) denir ve vücudun çeşitli bölgelerini kontrol eder. Çevresel sinirler omurilikten çıkan 31 çift sinir ile beyinden gelen 12 çift sinirden oluşur. Her çift sinir, vücudun iki yarısına genelde simetrik olarak dağılır. Ancak sinirlerin yerleşim ve kontrolü bazen asimetrik de olabilir.

Çevresel (Periferik) sinir sistemi birçok alt sistemden meydana gelir (derideki alıcılardan beyne bilgi taşıyan somatik sinir sistemi, görme sinir sistemi gibi). Vücudumuzdaki düz kasları kontrol eden otonom sinir sistemi de periferik sinir sisteminin bir parçasıdır ve sempatik ve parasempatik olmak üzere iki çeşittir. Sempatik sinirler vücudun enerji harcamasını, dolayısıyla kalp atışını artırır, sindirimi yavaşlatır, kan basıncını artırır vb. Parasempatik sinirler ise vücut aktivitesini yavaşlatır ve sempatik aktivitenin tersi etkisi vardır.

Sinirsel aktivite oluştuğunda sinirin kas tarafındaki ucunda kimyasal madde salgılanır. Bu maddenin cinsine göre kasa kasılma ya da gevşeme komutu verilmiş olur. Sempatik sinirler için bu madde “noradrenalin”, parasempatik sinirler için ise “asetilkolin”dir. Noradrenalin ayrıca bazı endokrin bezlerinde de salgılanıp kana karışarak bazı organlara ulaşarak sempatik aktiviteye neden olabilir.

Nöron: Sinir hücresine nöron adı verilir. Nöronlar, diğer vücut hücreleri gibi yenilenmez.

Soma: Hücre gövdesi

Dentrit: Hücre gövdesine doğru giriş yapan liflerdir. Bazı sinirlerde kısa, bazılarında uzundur.

Akson: Uzun ve taşıyıcı lifdir. Aksonlar iletken kablolarla benzetilebilir. Akson uçları genelde dallara ayrılmıştır.

Akson hillock: Aksonun hücre gövdesine yakın olan kısmıdır ve aksiyon potansiyelinin oluştuğu yerdir.

Kolateraller: Ana aksondan ayrılan dallardır.

Miyelin kılıf: Bazı nöronlarda akson ve dentritleri kaplayan yağlı tabakadır.

Ranvier düğümleri: Bazı hücrelerde miyelin kılıf belli aralıklarla kesilmiş olup bu kısımlara ranvier düğümleri denir. Ranvier düğümleri bilgi iletim hızını artırır.

MSS dışında miyelin kılıf, nörilemma denilen başka bir yalıtkan kılıfla kaplanmıştır. Bu tabaka ince Schwann hücrelerinden oluşmuştur ve ranvier düğümlerinde de devam eder.

Akson ve denritlere sinir lifleri, sinir liflerinin bir demetine de sinir denir.

Beyin: Nöron hücre gövdeleri ve liflerinin kafatası içinde yoğun bir toplamıdır. Beyin, alt tarafından, yine pek çok nöron gövdesi liflerinden oluşan omuriliğe bağlıdır. Beynin sağ tarafındaki aktiviteler vücudun sol tarafıyla beynin sol tarafındaki aktiviteler vücudun sağ tarafıyla ilgilidir. Hücre gövdeleri ve küçük lifler gri renkte olup beyinde gri maddeyi oluşturur. Uzun liflerin myelin kılıfları ise beyaz renkte olup beyinde beyaz maddeyi oluşturur.

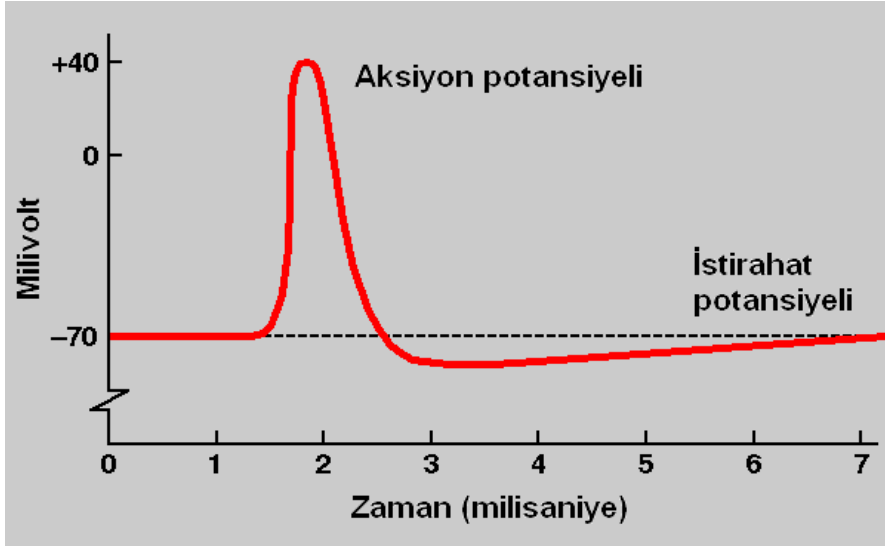
Nöronlar arasındaki birleşme bölgesine sinaps adı verilir. Sinapslar hücre gövdesi civarında olur. Sinapslarda bilgi geçişi kimyasallarla olur. İlk sinirin aksonundan salgılanan kimyasal madde, ikinci sinirin dentritine ulaşır ve bu şekilde bilgi geçişi yapılmış olur. Sinapslarda bilgi geçişi tek yönlüdür.

1.2.2. Sinirlerde Aksiyon Potansiyelinin İletilmesi

Eşik uyarının üzerinde, uyarın şiddeti ne olursa olsun, aynı seyri gösteren (zaman ve büyüklük olarak) potansiyel değişikliğine “aksiyon potansiyeli” denir.

Aksiyon potansiyeli normal koşullarda, sinir hücrelerinin bütün bölümleri uyarılınca kadar yayılmaya devam eder.

Yayıma, belirli bir hücre zarı bölgesinde oluşan aksiyon potansiyelinin hemen kendisine komşu bölümleri uyarılmasıyla olur. Myelinsiz sinirlerde aksiyon potansiyeli bu yolla yayılır. Bu tür uyarı iletiminin hızı aksonun kalınlığı ile doğru orantılıdır.



Şekil 1.14: Aksiyon potansiyeli

Aksiyon potansiyelinin istirahat seviyesinin üzerindeki seyrini tamamlamasından sonraki birkaç milisaniyelik dönemde, membran potansiyelinin istirahat seviyesinin altına düştüğü görülmektedir. Bu değişikliğin nedeni, aksiyon potansiyeli sırasında artmış olan potasyum iletkenliği nedeniyle membran potansiyelinin potasyum denge potansiyeline daha fazla yaklaşmasıdır.

Aksiyon potansiyelinin oluşumu sırasında, uyarılabilir hücrenin yeni bir uyarana verdiği cevap önemli ölçüde değişikliğe uğrar. Aksiyon potansiyelinin sivri fazının büyük bir bölümünde, uyarının şiddeti ne olursa olsun, hücre yeni bir uyarana cevap vermez. Bunu izleyen dönemde ise ancak yüksek şiddetteki uyarılarla aksiyon potansiyeli oluşturulabilir. Hücrenin yeni uyarılara tamamen cevapsız olduğu dönem "mutlak refrakter dönem" olarak bilinir. Bunu izleyen azalmış uyarılabilirlik dönemi ise "bağıl refrakter dönem" adını alır.

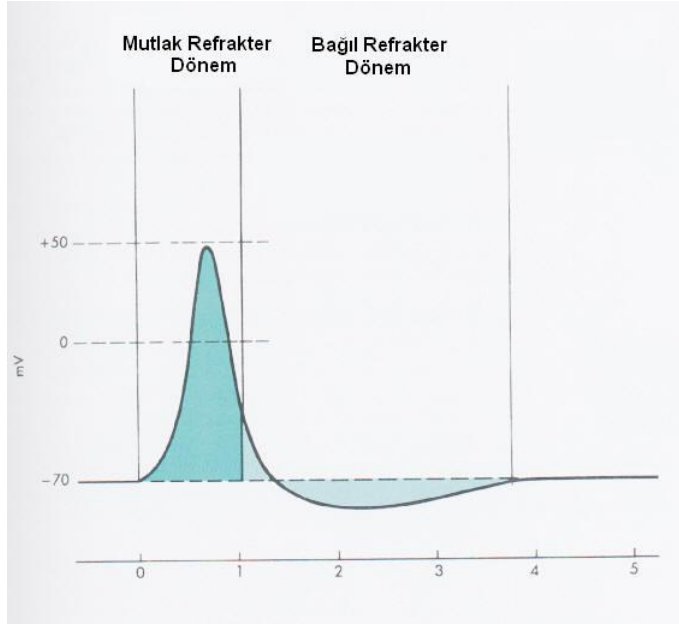
Aksiyon potansiyeli, dinlenme hâlindeki hücreye, potansiyel değeri eşik seviyesini aşacak kadar elektriksel uyarı uygulandığında, hücrenin elektriksel potansiyelinde her zaman aynı biçimde gözlenen değişim eğrisidir. Aksiyon potansiyelinin zamana göre değişim eğrisi, hücreye uygulanan uyarının şiddetinden bağımsızdır (eşik değeri aşıldığı sürece). Bu eğrinin oluşumu, ya hep ya hiç prensibiyle açıklanır. Aksiyon potansiyelinin genliği hep aynı olacağından, bilgi akson üzerinde darbelerin frekanslarının değişmesiyle taşınır. Aksiyon potansiyeli oluşumu ve yayılımı, temelinde yatan mekanizmalarla belirlenmiş bir süreçtir.

Sinir hücresinin dinlenme potansiyeli -70 mV iken eşik potansiyeli -60 mV'tur. Aksiyon potansiyeli sırasında hücre içi ve dışı arasındaki potansiyel farkının tersine döndüğüne dikkat edin (İstirahat hâlinde hücre içi hücre dışına göre daha negatif iken aksiyon potansiyeli sırasında hücre içi hücre dışına göre daha pozitif hâle gelir). Bu değişikliğe depolarizasyon denir. Aksiyon potansiyelinin seyrini tamamlama sürecinde hücre zarının polaritesi normal (istirahat) hâline geri döner. Bu olaya da repolarizasyon adı verilir.

Aksiyon potansiyelinin en önemli özelliği uyarılabilir hücre zarının üzerinde yayılmasıdır. Bir noktasından eşik üstü bir uyarı ile uyarılan bir hücrenin aksiyon potansiyeli, bütün zar yüzeyine yayılır.

Akson gövdesinde, dinlenme hâlinde zar potansiyeli iç tarafta negatif, dış tarafta pozitifdir. Sinire sağ ucundan uyarı uygulandığında a şıkkındaki gibi uyarım etrafında zar potansiyeli, iç taraf pozitif, dış taraf negatif olacak şekilde değişir. Depolarize olan bölge, depolarize olmamış komşu bölgeleri etkiler ve komşu bölgelerin iç yüzeylerini nötrleştirmeye çalışır. Bu şekilde sola doğru bir içi yüzey akımı başlamış olur. Dış yüzeyde ise sağa doğru bir dış yüzey akımı oluşur. Bu şekilde bu bölgede bir dipol meydana gelir. Bu dipol, komşu bölgelerin hücre içi potansiyellerini eşik değerinin üzerine taşıyacak güçte olduğundan komşu bölgeler de depolarize olmuş olur. Bu arada daha önce depolarize olmuş olan bölge eski hâline döner yani repolarize olur. Böylece sinir boyunca bilgi iletimi gerçekleşir. Bu durum, aksiyon potansiyeli darbesi aksunun sağ ucunda sonlanana kadar devam eder. Sol uca gelmiş olan darbe buradan aksunun sağ tarafına doğru geri dönemez. Çünkü aksunun sağ tarafında kalan bölge dinlenme (rafrakter) hâlinindedir ve bir süre uyarılamaz, uyarılsa da depolarize olamaz. Bu bölgenin tekrar depolarize olabilmesi için belli bir sürenin geçmesi gerekir. Bu şekilde belli bir darbe sıklığına yani frekansına kadar aksiyon potansiyeli darbeleri iletilmiş olur.

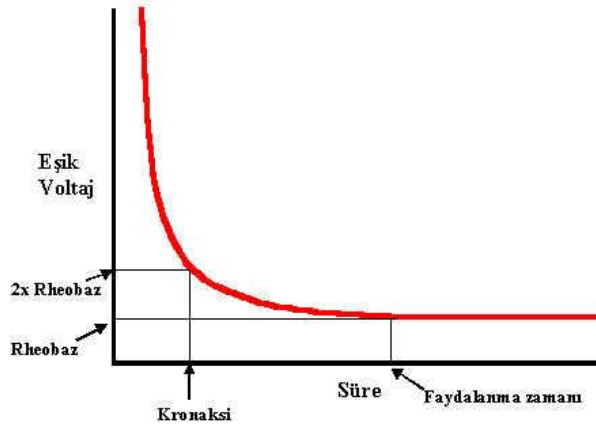
Miyelinli sinirlerde miyelinli bölgeler çok iyi yalıtıcıdır. Yalnızca hatırlayacağınız gibi belli aralıklarla myelin tabakanın bulunmadığı ranvier düğümlerinde membran depolarize olabilmekte ve yük taşıyabilmektedir. Bu tür bir sinire az önceki örnekteki darbenin aynısı uygulanırsa miyelinli bölgeler yük taşımadığından iki ranvier boğumu arasında yük etkileşimi olur. Bu etkileşim sonucu aksiyon potansiyeli boğumdan boğuma sıçrayarak ilerlemiş olur. Bu yüzden miyelinli sinirlerde bilgi iletim hızı değerlerine göre 100 kat daha fazladır ve 100 m/sn. değerini bulur. Miyelinli sinir hücreleri, bilgi iletim hızının önemli olduğu istemli hareket kontrolünde görev alır.



Şekil 1.15: Hücrenin uyarılması

Uyarılabilirlik, yukarıda söz konusu edilen "uyarılabilirlik", uyarılabilir hücrenin ne kadar kolay uyarılabildiğinin ölçüsüdür. Aksiyon potansiyeli oluşturmaya yetecek en küçük uyarın şiddeti "uyarılabilirliğin" ölçüsü olarak kabul edilebilir.

Ancak bu değerlendirmede uyarının büyüklüğü (amplitüdü) ve süresi bir arada değerlendirilmelidir.

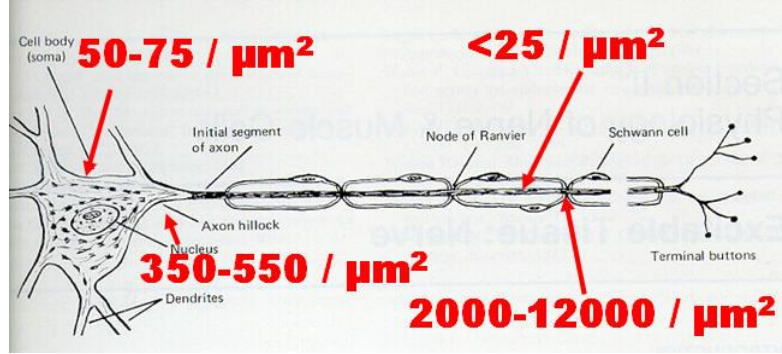


Şekil 1.16: Hücre uyarın faktörleri

Bir uyarılabilir hücrede, süre kısıtlaması olmaksızın aksiyon potansiyeli oluşturabilen en küçük uyarın şiddetine rheobaz denir. Bu uyarının uygulanması gereken minimum süre

ise faydalanma zamanıdır. Uyarılabilir hücrelerle ilgili çalışmalarda, uyarılabilirlik sıklıkla rheobaz parametresiyle tanımlanır. Kronaksi “rheobaz”ın iki katı şiddetteki bir uyarının uygulanması gereken süredir.

Bir uyarılabilir hücrenin bütün bölümleri aynı derecede uyarılabilir değildir. Bir hücre zarı bölgesinin ne kadar kolay uyarılabileceği, bu bölgede birim alana düşen voltaja bağımlı sodyum kanalı sayısı ile belirlenir. Buna göre voltaja bağımlı sodyum kanallarının daha yoğun olduğu hücre zarı bölümlerinin uyarılabilirliği daha yüksektir.



Resim 1.13: Örnek sinir hücresi ve değerleri

Örneğin, bir sinir hücresinin gövdesinden aksonunun başladığı bölümde voltaja bağımlı sodyum kanalı sayısı gövdenin diğer bölümlerinden ve dentritlerden daha fazladır. Bu nedenle aksiyon potansiyelinin, akson tepeciği adı verilen bu bölümden başlama olasılığı daha yüksektir. Benzer olarak miyelinli sinirlerde miyelin kılıfının kesintiye uğradığı ranvier nodlarında voltaja bağımlı sodyum kanalı sayısı aksonun diğer bölümlerinden çok daha yüksek olduğundan, bu bölümlerin uyarılması çok daha kolaydır. Bu tablo, bu tür aksonlarda aksiyon potansiyelinin iletilmesinde özel bir durum yaratır.

Aşağıdaki tabloda, bir sinir hücresinin çeşitli bölümlerinde, bir mikrometrekaredeki voltaja bağımlı sodyum kanalı sayıları gösterilmiştir.

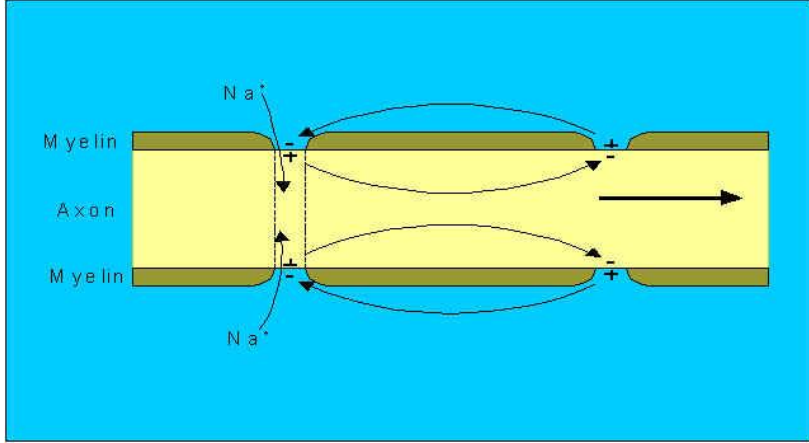
Nöron gövdesi	50-75 / μm^2
Akson tepeciği	350-500 / μm^2
Miyelin kılıfı altında	<25 / μm^2
Ranvier nodlarında	2000-12000 / μm^2

Bu tür aksiyon potansiyeli iletiminin hızı yerel potansiyeller için tartışılan zaman ve yer sabitleriyle yakından ilişkilidir.

Zaman sabiti, aksiyon potansiyelinin komşuluğundaki bölgede ortaya çıkan membran potansiyeli değişikliğinin hızını belirler. Zaman sabiti kısa ise eşik değere daha kolay ulaşılır.

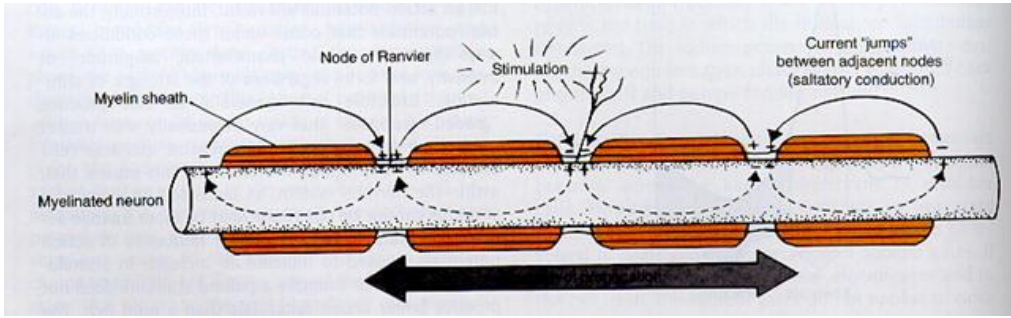
Yer sabiti ise aksiyon potansiyelinin çevresinde ne büyüklükte bir alanda membran potansiyelinin eşik değere ulaşacağını belirleyen faktördür.

Yayılanın gerçekleşmesi için aksiyon potansiyeli büyüklüğünün (amplitüdünün), o bölümdaki eşik değerden yüksek olması gereklidir. Bir sinirde oluşan aksiyon potansiyeli büyüklüğünün eşik değere oranı güvenlik faktörü olarak bilinir. Bu faktör birden küçük bir değere sahipse o sinirde uyarı iletimi olmaz. Bazı lokal anestetik maddeler, sinirin eşik değerini yükselterek güvenlik faktörünü birin altına indirir.



Resim 1.14: Sinir hücresinde iletim-yayılma

Myelinli sinirlerin aksionunda ise ileti ranvier nodları arasında sıçrayarak yayılır. (Myelin kılıfının çok iyi bir yalıtkan olduğunu ve Ranvier nodlarında çok fazla sayıda voltaja duyarlı sodyum kanalı bulunması nedeniyle bu bölümlerin uyarılabilirliğinin çok yüksek olduğunu hatırlayın.) Bu tür uyarı iletimine "sıçrayıcı ileti" (saltatory conduction) adı verilir. Bu nedenle myelinli sinirlerde uyarının iletilme hızı myelinsiz sinirlere göre daha yüksektir.



Resim 1.15: Sinir hücresinde iletim

1.2.3. ENG (ElektroNöroGram) İşaretlerinin Ölçülmesi

Sinir liflerinden algılanan aksiyon potansiyeli değişim işaretlerine elektronörogram (ENG) adı verilir. Elektrotların sinir lifine yerleşimlerine bağlı olarak ENG işaretleri monofazik, bifazik ve trifazik olarak üç şekilde algılanabilir. Zedelenen uçta potansiyel

negatiftir ve sabittir. Aksiyon potansiyeli değişiminin ölçüleceği aktif elektrot ise zedelenmiş uçtan ve uyarımın yapıldığı uçtan uzak bir yere yerleştirilmiştir. Bu iki elektrotun arasına iç direnci çok yüksek bir elektrometre bağlanarak aksiyon potansiyelindeki değişim incelenmektedir. Elektrotların bu şekilde bağlanmasına monopolar bağlama denir. Hücre dinlenmede iken aktif uç + potansiyele sahip bölgede bulunduğundan elektrometre pozitif bir değer göstermektedir. Aktif elektrotun bulunduğu bölgeden depolarizasyon darbesi geçerken akson yüzeyi negatif yükleneceğinden (yani referans elektrotla aynı) elektrometre uçları arasındaki yük farkı sıfır olur ve elektrometre sıfır değerini gösterir. Depolarizasyon darbesi aktif elektrottan sağa doğru hareket ettiğinde aktif elektrotun bulunduğu bölge tekrar dinlenmeye geçecek (repolarizasyon) ve pozitif yüklenecektir. Bu şekilde negatif değişim gösteren tek fazlı bir potansiyel değişim eğrisi elde edilmiş olur ki bu eğriye monofazik değişim denir.

Ölçüm elektrotları akson üzerinde birbirine yakın iki noktaya yerleştirildiğinde bu bağlama şekline bipolar bağlama denir. Bu şekilde aksiyon potansiyeli sola doğru ilerlerken önce sağdaki elektrot soldakine göre negatif potansiyelli olur ve bu durumda elektrometre pozitif gösterir. Potansiyel darbesi daha sola hareket ettiğinde bu sefer soldaki elektrot negatif yüklenecek, elektrometre negatif bir değer gösterecektir. Bu iki bölge arasında ayrıca elektrometredeki değer sıfırdan geçecektir. Bu şekilde önce pozitif yükselme, ardından negatif düşme şeklinde gözlenen eğriye bifazik işaret denir.

Sinir lifi üzerinden değil de deri üzerinden yapılan ENG ölçümleri trifazik (üç fazlı) değişim gösterir. Bu değişim şeklinin trifazik oluşuna, sinir lifi membran potansiyelinin yayılma doğrultusundaki ikinci dereceden gradyanların neden olduğu görüşü hâkimdir.

1.2.4. Sinirsel Haberleşme

Aksiyon potansiyelleri, canlı vücudunda çeşitli hücrelerde üretilir ancak sinir hücrelerindeki aksiyon potansiyellerinin süreleri çok kısadır ve sinirsel darbeler ya da darbe boşalmaları olarak adlandırılır. Daha önce de belirttiğim gibi sinire uygulanan uyarım, eşik değerini aştığında uyarımın genliğinden bağımsız olarak adeta tek tip aksiyon potansiyelleri oluşturur. Aslında aksiyon potansiyellerinin şekilleri, organel faaliyetler hakkında ipuçları da taşır. Örneğin, sinir aksonundaki herhangi bir noktada fonksiyon bozukluğu varsa bu aksiyon potansiyelinde şekil bozukluğu olarak kendini gösterecektir. Sinirler arası bilgi iletimi, akson uçlarından, diğer sinirin dentritine doğru kimyasal olarak gerçekleşir. Sinirlerin bu şekilde birleştiği noktalara sinaps denir.

Eşik enerjisinin üzerindeki bir uyarım, herhangi bir nöronun aksonunu, dentritini ya da gövdesini tetikleyerek aksiyon potansiyeli oluşturabilir. Bu aksiyon potansiyeli, uyarım noktasından her iki yöne doğru olabilir ancak sinapslarda bilgi iletimi tek yönlü olduğundan haberleşme tek yönlüdür.

Sinapstan bilgi geçişi şu şekilde gerçekleşir:

- Aksiyon potansiyeli akson terminaline ulaşır.

- Sinapstaki yaklaşık 200 Å genişliğindeki boşluk, akson terminalinden salgılanan kimyasalla doldurulur (asetilkolin).
- Kimyasal madde, postsinaptik dentrit membranını uyarır.
- Bekleme süresinin sonunda sinaps boşluğunda herhangi bir madde kalmaması için karşıt kimyasal madde ile boşluk temizlenir.
- Bastırılmadığı sürece postsinaptik hücrede aksiyon potansiyeli oluşur.

Burada “bastırılmadığı sürece” ifadesinin üzerinde durmak gerekir. Aslında bir hücre membranı, birkaç hücre aksonuyla haberleşme içindedir. Bu farklı aksonlar, sinaps etrafında uyarıcı ya da bastırıcı (inhibe edici) kimyasallar salgılayabilir. Postsinaptik sinir hücresinde aksiyon potansiyeli oluşup oluşmaması, bu kimyasal etkilerin bileşkesine bağlıdır.

- Sinir fiberlerinin kalınlıkları: Sinir lifleri, çaplarına ve fonksiyonlarına bağlı olarak aksiyon potansiyelini farklı hızlarda iletir. Herhangi bir sinir hücresinde farklı çaplarda fiberler bulunduğu için, aksiyon potansiyeli akson boyunca ilerlerken farklı bileşenlere ayrılıp biraz bozulabilir.
- Reobaz: Reobaz eğrisinde sinir hücresini uyaran en küçük akım darbesine reobaz denir. Reobazın iki misli şiddetindeki akıma karşılık gelen süre ise kronaksi olarak adlandırılır.
- Duyu alıcıları: Duyu alıcı hücreleri kendileriyle alakalı bir değişim algıladıklarında bağlı oldukları sinir hücresini uyararak aksiyon potansiyeli oluşturur. Uyarı şiddeti bilgisi, aksiyon potansiyellerinin frekansında kodlanmıştır. Duyu alıcıları, uyarının genliği ile hemen hemen logaritmik bir orandaki sıklıkla aksiyon potansiyeli oluşturur. Böylece gayet geniş bir genlik aralığını kodlama kabiliyetindedir.
- Uyarı şiddetinin zamanla değişmediği bir durumda, aksiyon potansiyellerinin frekansı yavaş yavaş düşecektir ve zamanla hiç aksiyon potansiyeli üretilmez hâle gelecektir (fiziksel uyarım devam etmesine rağmen).
- Orta kulak ve retina haricindeki duyu alıcıları çok küçük olduklarından ve genellikle toplu hâlde bulunmadıklarından bunlar ile ilgili elektriksel aktiviteyi algılamak hemen hemen imkânsızdır. Çoğu duyu alıcıları elektriksel değildir fakat onların biyokimyasal değişimlerini inceleyecek bir teknik de mevcut değildir. Ancak orta kulak ve retinadaki alıcılar büyük gruplar oluşturduğundan ve beraberce uyarılmaları mümkün olduğundan algılanabilir. İç kulakta mekanik titreşimleri elektriksel işarete çeviren 40000 kadar saç hücresi vardır. Retinada ise ışığa hassas 1.000.000 kadar hücre vardır. Kontak bir lensin iç tarafına yerleştirilen küçük bir gümüş klorür elektrodu ile hücrelerin elektriksel faaliyeti algılanabilir (elektroretinogram, ERG).

1.2.5. Sinir Sistemi ile İlgili Ölçümler

Sinir sistemindeki elektriksel faaliyet çoğu zaman doğrudan ölçülemez. Genellikle istenilen nöron uyarılarak (ki uyarım gayet hassas yapılmalıdır, Komşu nöronların da uyarılması bizi yanıltabilir.) bu sinirin çeşitli sinirlerdeki cevapları ya da herhangi bir kas dokusunda oluşturduğu değişimi ölçmek mümkündür.

Sinirsel potansiyeller düşük değerde olduğundan, bu işaretlerin kuvvetlendiricilerinin giriş empedansı çok yüksek olmalıdır (giriş işaretinin tamamını kuvvetlendirebilmesi için). Ayrıca bu kuvvetlendiricinin kazancı çok yüksek olmalı, canlı vücudundan gelerek istenilen işareti karıştırıcı etki yapabilecek bileşenleri söndürebilmesi için ortak moddaki işaretleri reddetme oranı (common mode rejection ratio) yüksek olmalıdır. Düşük frekanslarda çalışmalıdır. Enstrumantasyon kuvvetlendiricisinin giriş empedansı 10 MW, frekans karakteristiği 0-30 KHz arasındadır. CMRR ise yüksek değerdedir.

1., 2. ve 3. noktalar olan P1, P2 ve P3 noktaları arasındaki uzaklıklar belli iken bu noktalardan ilkinden sinirsel bir uyarım yapılsın. P2 ve P3 noktalarına yerleştirilen ölçüm elektrotları yardımıyla iletinin bu noktalardan geçiş süreleri tespit edilirse aralarındaki mesafe belli olduğundan ileti hızını bulmak mümkün olacaktır.

P1-P2 noktaları arasındaki hız:

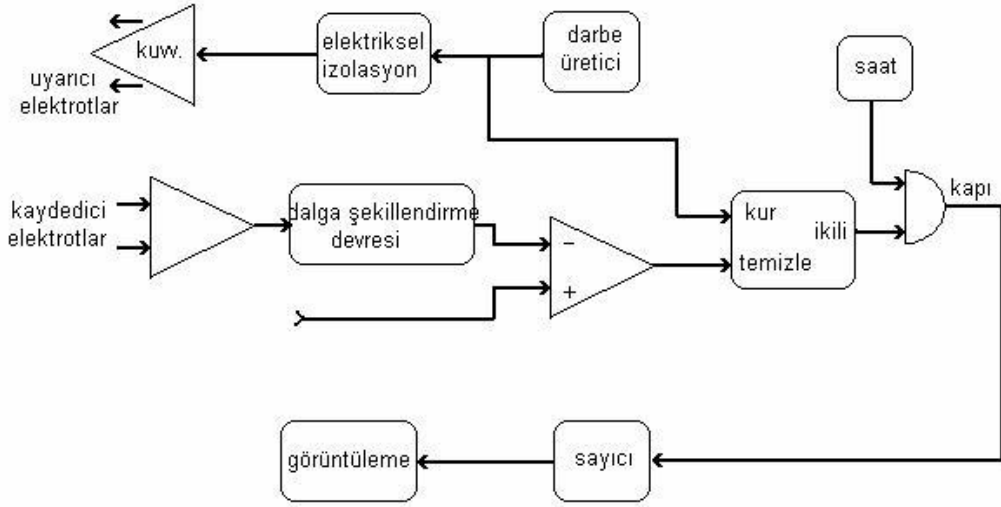
$$v_{12} = \frac{l_{12}}{\tau_1 - \tau_2} .$$

P2-P3 noktaları arasındaki hız:

$$v_{23} = \frac{l_{23}}{\tau_2 - \tau_3} .$$

1., 2. ve 3. noktalarındaki hız değerlerinin ortalaması, sinir ileti hızını yaklaşık olarak verecektir. Ölçüm noktaları daha fazla sayıda olursa sonucun güvenilirliği de artacaktır. Sonuç olarak örneğin bir kas ileti hızında normalden olan sapmalar, kasın sağlığı hakkında bilgi verecektir.

Aşağıdaki şekilde (şekil 1.17) sinir iletim hızı ölçüm sistemi blok diyagramı görölmektedir. Darbe üreticinin oluşturduğu darbe, flif-flop çıkışını 1 durumuna getirmekte ve kapı üzerinden saat darbelerinin sayıcı ve görüntüleme ünitelerine ulaşmasını sağlamaktadır. Bu darbe aynı zamanda izolasyon ünitesi ve kuvvetlendirici üzerinden uyarıma işareti olarak deneğe uygulanır.



Şekil 1.17: Sinir iletim hızı ölçüm sistemi blok diyagramı

Kaydedici elektrotların bir işaret algılaması hâlinde bu işaret karşılaştırıcı üzerinde “flip-flop”un temizle girişine uygulanır. Bu durum “flip-flop”un çıkışını sıfırlayarak saat darbelerinin kapı üzerinden sayıcıya geçmesini önlemiş olur. Böylece sayıcı ve görüntüleme ünitelerinde, uyarma ve algılama elektrotlarında oluşan işaretler arasındaki süre belirlenmiş olur.

1.3. EMG Cihazının Nakil ve Yerleştirilmesi

İleri teknoloji ürünü cihazlar oldukça pahalı ve hassas cihazlardır özellikle EMG gibi oldukça düşük sinyallerin alınması ve işlenmesinde kullanılan cihazlar bu hassasiyeti daha da artırmaktadır. Bu tür cihazlar ortamdaki dâhilî ve harici elektriksel gürültülerden çok etkilenir. Bu sebeple yerleştirildikleri ortam ayrı bir önem kazanmaktadır. Bu tür cihazların taşıma ve nakillerinde en önemli konu servis el kitaplarında belirtilen yönergelere harfiyen uymaktır. Gerek kurulum öncesi ortamın kontrol edilmesi gerekse kurulum sonrası testleri hassasiyetle yapılmalıdır. Bu faaliyetlerde cihazlara ait el kitapları ve yönerge tabloları en önemli yol göstericiler olacaktır. Nakil sırasında ortam güvenliği, cihaz güvenliği, hasta ve hasta yakını güvenliği gibi konulara önem göstermek gerekmektedir.

UYGULAMA FAALİYETİ

EMG cihazının kullanım alanlarını görebilmek için insanlardaki kas anatomisini anatomik haritadan işaretleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Çalışma ortamının temizliğini kontrol ediniz.	➤ Kas anatomisi atlasının üç boyutlu olanını tercih ediniz.
➤ Kas anatomi atlası ya da maketini hazır bulundurunuz.	
➤ Kas sisteminin bölümlerini atlas ya da maket üzerinde gösteriniz.	
➤ Malzeme ve çalışma aletlerini yerlerine yerleştiriniz.	
➤ Çalıştığınız ortamı temizleyiniz.	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Çalışma ortamının temizliğini kontrol ettiniz mi?		
2. Kas anatomisi atlasını ya da maketini temin ettiniz mi?		
3. Atlas ya da maket üzerinde kas sistemi bölümlerini incelediniz mi?		
4. Kas yapısını algılayabildiniz mi?		
5. Arkadaşlarınızla atlas-maket üzerinde kas inceleme çalışmaları yaptınız mı?		
6. Çalışma ortamınızdaki aletleri, kullandığınız malzemeleri yerlerine yerleştirdiniz mi?		
7. Çalıştığınız ortamı temizlediniz mi?		
8. Bu uygulama faaliyetinden yeterince faydalandınız mı?		

UYGULAMA FAALİYETİ

EMG cihazının kullanım alanlarını görebilmek için insanlardaki sinir ağı anatomisini anatomik haritadan işaretleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Çalışma ortamının temizliğini kontrol ediniz.	➤ Sinir sistemi anatomisi atlasının üç boyutlu olanını tercih ediniz.
➤ Sinir ağı anatomi atlası ya da maketini hazır bulundurunuz.	
➤ Sinir sisteminin bölümlerini atlas ya da maket üzerinde gösteriniz.	
➤ Malzeme ve çalışma aletlerini yerlerine yerleştiriniz.	
➤ Çalıştığınız ortamı temizleyiniz.	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Çalışma ortamının temizliğini kontrol ettiniz mi?		
2. Sinir anatomisi atlasını ya da maketini temin ettiniz mi?		
3. Atlas yada maket üzerinde sinir sistemi bölümlerini incelediniz mi?		
4. Sinir yapısını algılayabildiniz mi?		
5. Arkadaşlarınızla atlas-maket üzerinde sinir inceleme çalışmaları yaptınız mı?		
6. Çalışma ortamınızdaki aletleri, kullandığınız malzemeleri yerlerine yerleştirdiniz mi?		
7. Çalıştığınız ortamı temizlediniz mi?		
8. Bu uygulama faaliyetinden yeterince faydalandınız mı?		

UYGULAMA FAALİYETİ

Bu uygulama ile kas-sinir sinyal izleyici cihazları uygun taşıma koşullarında nakledip diğer cihazlardan ayırt ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Teknik şartnameyi okuyunuz.➤ EMG-ENG servis el kitabının taşıma talimatlarını okuyunuz.➤ EMG-ENG servis el kitabındaki taşıma talimatlarını takip ediniz.➤ Diğer sinyal izleyicilerden farklılığını ayırt ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ İşlem basamaklarını ENG-EMG cihazı yanında gerçekleştiriniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Teknik şartnameyi okudunuz mu?		
2. EMG-ENG servis el kitabının taşıma talimatlarını okudunuz mu?		
3. EMG-ENG servis el kitabındaki taşıma talimatlarını takip ettiniz mi?		
4. Diğer sinyal izleyicilerden farklılığını ayırt ettiniz mi?		
5. Bu uygulama faaliyetinden yeterince faydalandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Kasların kasılması sinirler aracılığıyla beyinden iletilmiş olan uyarıcı potansiyellerin kaslarda oluşturduğu motor ünite aksiyon potansiyelleri (MÜAP) olarak bilinen elektriksel potansiyeller sayesinde olur.
2. () Günlük kullanımında EMG incelemesi denildiğinde kas incelemesi anlamının yanı sıra sinir incelemesini de içeren testler bütünü anlamına gelmektedir.
3. () EMG işaretlerinin incelenmesi ile ilgili olarak son yıllarda yapılan çalışmalarda çoğunlukla dalgacık (wavelet) analizi yöntemi kullanılmıştır.
4. () MUAP'lar sinirler aracılığıyla beyinden iletilmiş olan uyarıcı potansiyeller tarafından oluşturulur. MUAP'ların sayısı ve sıklığı azaldıkça kasılma miktarı artar.
5. () İskelet kasları ince uzun hücrelerden meydana gelir ve bu hücelere lif (fiber) adı verilir. Bu hücrelerin uzunlukları 1-50 mm ve çapları 10-100 µm arasındadır.
6. () Kan damarları vasıtasıyla beslenen kaslar, elektriksel uyarıları ise sinirler vasıtasıyla alır.
7. () Dört tip kas vardır ve bunlar çizgili kaslar, çizgisiz kaslar, düz kaslar ve kalp kaslarıdır.
8. () Bir kas hareketinin düzgünlüğünü kontrol eden iki temel unsur vardır. Bunların birincisi uyarılan motor ünitelerinin sayısı ve ikincisi ise bu motor ünitelerinin uyarılma hızıdır.
9. () Az sayıdaki hücrenin (mesela bir motor ünitesi gibi) net potansiyel değişimi ölçülmek isteniyorsa bu ölçüm yüzey elektrotlarla birçok motor ünitesinin oluşturduğu toplam potansiyel ölçülmek isteniyorsa ölçüm iğne elektrotlarıyla yapılır.
10. () Kasa uyarının gelmesinden sonra kasın kasılmaya başlamasına kadar geçen zamana gecikme süresi denir (latent period).
11. () Uyarılabilen hücreler, sinir ve kas hücreleridir. Bu hücrelerdeki elektrokimyasal olaylar sonucunda biyoelektrik potansiyeller meydana gelir.
12. () Sinir ve kas hücrelerinde sürekli bir “dinlenme potansiyeli” vardır. Uyarıldıklarında ise “aksiyon potansiyeli” meydana gelir.
13. () Sinir hücresine nöron adı verilir. Nöronlar diğer vücut hücreleri gibi yenilenmez.

14. () Nöronlar arasındaki birleşme bölgesine sinaps adı verilir. Sinapslar hücre gövdesi civarında olur.
15. () Sinapslarda bilgi geçişi kimyasallarla olur. İlk sinirin aksonundan salgılanan kimyasal madde, ikinci sinirin dentritine ulaşır, bu şekilde bilgi geçişi yapılmış olur.
16. () Sinapslarda bilgi geçişi çift yönlüdür.
17. () Sinir hücrelerini uyarabilen en küçük akım darbesine reobaz denir. Reobazın iki misli şiddetindeki akıma karşılık gelen süre ise kronaksi olarak adlandırılır.
18. () ENG işaretleri “ ve bifazik olarak iki şekilde algılanabilir.
19. () Sinirsel potansiyeller düşük değerde olduğundan, bu işaretlerin kuvvetlendiricilerinin giriş empedansı da çok düşük olmalıdır.
20. () Ölçüm elektrotları akson üzerinde birbirine yakın iki noktaya yerleştirildiğinde bu bağlama şekline bipolar bağlama denir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

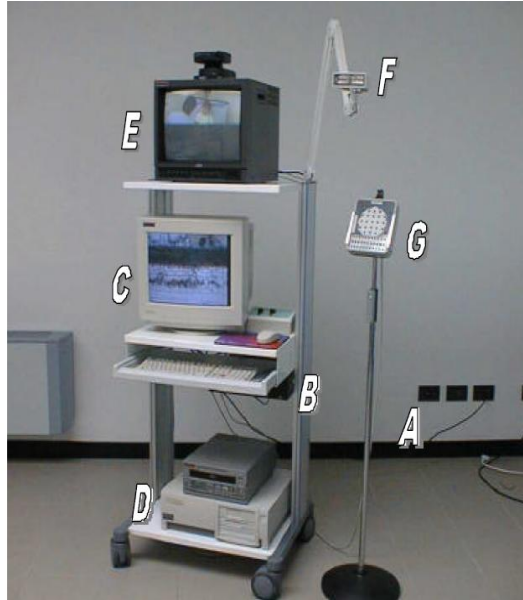
Uygun ortam sağlandığında, biyomedikal cihaz teknolojilerinde kullanılan EMG-ENG cihazlarının ve işaretlerinin kullanım alanlarını bileceksiniz ve EMG cihazını standartlara uygun ve hatasız olarak kurabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- EMG cihazının kullanım alanlarını, donanımlarını ve kurulumunu araştırınız.
- Araştırma için internet ortamından, tıbbi eğitim veren kurum kütüphanelerinden, hastanelerden, doktorlardan, hemşirelerden, teknisyenlerden ve tıbbi malzeme satan firmalardan bilgi almanız yararlı olacaktır.

2. KAS-SİNİR SİNYALLERİNİ İZLEYEN CİHAZLAR

2.1. EMG-ENG(ENMG) Cihazı



Resim 2.1: EMG-ENG cihazı

Resim 2.1'de güç kablosu(A), izalasyon transformatörü(B), bilgisayar monitörü(C), bilgisayar işlemcisi ve video kaydedici (D), video kaydedici monitörü (E), flash lamb for

visual stimulation (Görsel uyarıcı lambası) (F) acquisition headbox (uygulama bağlantı kutusu) (G) olarak gösterilmiştir.



Resim 2.1: EMG-ENG cihazı, donanımı



Resim 2.2: ENMG cihazı

2.1.1. ENG-EMG(ENMG) Cihazı Kullanım Alanları

ENG ve EMG teknikleri ikisi birlikte uygulandığında omurilik, çevresel sinir ve kas hastalıkları hakkında hem oldukça isabetli teşhis hem de hastalığın nasıl seyredeceği hakkında bilgi verir.

Kısaca EMG diyebileceğimiz bu inceleme yöntemin kullanımı için aşağıdaki durumlar örnek olarak sayılabilir:

Omurilik hastalıkları (çocuk felci gibi)sinir köküne baskılar ya da kesilmeler (boyun, bel fıtıkları gibi) çevresel sinirlerin hastalıkları (şeker hastalarının yarıya yakınında olan polinöropati rahatsızlığı gibi) yüz felçleri tek bir sinirin rahatsızlığı (her 7 kadından birinde görülen, el bileğinde sinir sıkışmasına bağlı olan karpal tünel sendromu gibi) sinir yaralanmaları (ateşli silah ya da bıçakla kesilme gibi nedenlerle) kas hastalıkları (her tür kas erimesi ya da kas yorgunluğu durumunda)

2.1.1.1. Miyastenik Testler

Kasların çabuk yorulmasıyla kendini gösteren bir hastalık olan miyasteni gravis hastalığının teşhisinde kullanılan testlerdir. Omuz ya da kol üzerinden elektrik akımı art arda verilip kasların buna tepkisi ölçülerek yapılır.



Resim 2.3: Miyastenik test uygulama

2.1.1.2. Uyarılmış Potansiyeller

- VEP (vizüel uyarılmış potansiyel) incelemesi: Görme yollarının (gözden beyne kadar) sağlam olup olmadığını araştırır. Televizyon ekranında bir takım şekillere hasta baktırılır ve beyin dalgaları kayıtlar. Bu analiz sonucunda kişinin görüp görmediği ya da kendisinin farkında olmadığı bir görme yolu anormalliğinin olup olmadığı anlaşılabilir. Multipl skleroz denen hastalıkta tipik olarak görme yolları hastaların hemen hepsinde hastalanır fakat hastalar bunun birçok kez farkında olmaz. Bu test, hastalığın teşhisi için çok yardımcı bir testtir.

- SEP (somatosensoryel uyarılmış potansiyel) incelemesi: His yollarının deriden beyne kadar sağlam olup olmadığını araştırır. Yine cilde çok düşük elektrik akımı verilip saçlı kafa derisi üzerinden elektrotlar yoluyla beyin dalgaları kayıtlar. Böylece, sinir kökü, omurilik ya da beyin yapılarında his sinirlerinin iyi fonksiyon görüp görmedikleri anlaşılabilir.
- BERA (veya BAEP, beyin sapı işitsel uyarılmış potansiyel) incelemesi: İşitme yollarının (kulaktan beyne kadar) sağlam olup olmadığını araştırır. Kişinin her iki kulağını örten bir kulaklık takılır ve bu kulaklıklardan bir takım sesler verilip beyin dalgaları kaydedilir. Böylece bebek, çocuk ya da erişkin kişilerin duymadıkları, bir kusur var ise bunun kulaktan mı, beynin alt bölümünden mi, beyinden mi kaynaklandığı söylenebilir.

2.1.1.3. Nörolojik Testler

- Bulbokavernöz refleksi: Erkeklerde cinsel fonksiyon bozukluklarında bedensel bir kusur olup olmadığını anlamada ya da omuriliğin en alt bölümünü tutan tümör gibi patolojilerin araştırılmasında kullanılır. Erkeklik organı (penis) üzerine düşük şiddetli elektrik akımı uygulanır ve penis kökü ile anüs (makat) arası bir yerden iğne elektrot sokularak kayıtlama yapılır. Hastalar, bekledikleri kadar acı duymadıklarını söylerler.
- Pudental SEP: Bulbokavernöz refleksi ile aynı amaçlarla kullanılır, özellikle kadınlardaki rahatsızlıklar için geçerlidir.
- Genital deri yanıtları: Şeker hastalığında olduğu gibi otonomik sistem (kalp, mide, bağırsaklar ve damarlarımızı kontrol eden sinir sistemi bölümü) hastalıklarına bağlı cinsel fonksiyon bozukluğunu araştırır. İğne uygulanmayan, dolayısıyla acı vermeyen bir yöntemdir. Cinsel organlar üzerine çok düşük elektrik akımı verilir ve yakın bir bölgeden cilt üzerinden kayıtlama yapılır.

2.1.1.4. Otonomik Testler

- Sempatik deri yanıtı (SSR): Otonomik sistem hastalığı olup olmadığını araştıran bir yöntemdir. El ya da ayak sırtından bir kez elektrik akımı verilip karşı el ya da ayak sırtından kayıtlama yapılır. İğnesiz bir yöntem olup ağrısızdır.
- R-R interval değişkenliği: Yine otonomik sistem hastalığı olup olmadığını araştıran bir yöntemdir. Göğüs bölgesine elektrotlar yapıştırılır ve kalp elektrosu kaydedilir. Kalp ritmindeki değişkenlik derecesine göre kalbi kontrol eden otonomik sinirlerin kusurlu olup olmadığı araştırılır. Örneğin, şeker hastalığında kalbin otonomik rahatsızlığı yoksa ölüm riski düşükken bu rahatsızlığı olması durumunda ölüm riski çok yüksektir, ciddi bir tedavi için uyarı anlamına gelir.

Genel olarak da ifade etmek gerekirse sinir kökenli çeşitli hastalıklarda EMG hastalığa doğru tanı konmasını sağlar. Özellikle çeşitli kas gruplarının tam felcine ya da kısmi felcine yani güçsüzlüğüne (parezi) yol açan hastalıklarda klinik muayeneyle tam koymak çok zordur. Oysa EMG incelemesiyle doğru tanı konabilir.



Resim 2.4: Sistemin elektriksel bağlantısı



Resim 2.5: EMG cihazı ve miyastenik test uygulama örneği

2.1.2. EMG-ENG(ENMG) Cihazları Genel Teknik Özellikleri

Aşağıda verilen özellikler ENMG cihazı marka ve modellerine göre değişiklik gösterebilmekle beraber ortalama kullanıma göre şekillendirilmiştir.

- Cihazlar genelde iki ya da daha çok kanalıdır. Bilgisayar tabanlı sorunsuz çalışabilir.
- Cihazlar isteğe bağlı olarak lap top veya desk top bilgisayarla kullanılabilir.
- Cihazların hassasiyet ayarları genelde 10 mikrovolt/div – 10 milivolt/div arası olarak ayarlanabilir.
- Cihazların her mod için üst kesim filtresi, 30 Hz-10 KHz değerlerine ayarlanabilir.
- Cihazların alt kesim filtresi 0,04-500 Hz arası değerlere ayarlanabilir.
- Cihazların izolasyon mod rejection değeri 100 dB'den büyük olmalıdır.
- Cihazların common mode rejection değerleri 1,2 kanallar için 100 dB'den büyük, 3., 4. kanallar için 90 dB'den büyük olmalıdır.
- Cihazların bağlantıları 1,5 mm temas korumalı veya 5 iğneli DIN standardındadır.
- Cihazın giriş empedansı common mode için 1000 megaohmdan büyük olmalıdır.
- Cihazlarda gürültü değerleri 1. ve 2. kanallar için tepeden-tepeye 10 Hz -5 Khz için 6 mikrovoltan küçüktür. 3. ve 4. Kanallar için 10 Hz-3 Khz için yine 6 mikrovolttan küçüktür.
- Cihazları ana kayıt referans girişi vardır.
- Cihazların ısı prob girişi 24 C-44 C aralığındadır.
- Cihazın analog/dijital dönüşüm değeri 16 bit seviyesidir.
- Cihazların 2 kanal kullanımında örnekleme değeri her kanal için 76.8 kHz civarındadır.
- Cihazların 4 kanal kullanımında örnekleme değeri her kanal için 38.4 kHz civarındadır.
- Cihazların averajlama sayısı her kanal için 1-10000'dir.
- Cihazlarda yüksek oranda parazit giderici özellik vardır.
- Cihazların tarama hızı özelliği yüksektir.
- Cihazlarda hassas hoparlör sistemi vardır.
- Cihazların üzerinde, uyarı tipine, tarama hızına ve protokole bağlı olarak tekraralama hızı 0.00-90 pps arasında değişen stimülat vardır.
- Cihazın elektrik stimülatörü doğru akımla çalışır. Çeşitli fonksiyon tuşları (dijital uyarı şiddeti, uyarı tetiklemesi vb.) mevcuttur.
- Elektrik stimülatörü uyarı süresi çeşitli hassasiyetlere ayarlanabilir.
- Elektrik stimülatör maks.380 volt, 0-100 mA aralığında çalışır.
- Elektrik stimülatörü resolution değeri 0.5 mA seviyeleridir.
- Elektrik stimülatöründe aşırı akım dedektörü vardır.
- BAEP için cihazlarda kulaklık sistemi opsiyonel vardır.
- Cihazın VEP monitörü opsiyonel vardır.

- Cihazların ayak pedalı programlara göre fonksiyoneldir ve programlanabilir, ayarlanabilir.
- Cihazların ana ünitesi bilgisayara Ethernet ile bağlanmalıdır.
- Cihaz tercihen EMG protokollerinin tamamını uygulayabilmelidir.
- Cihazlar uluslararası güvenlik sertifikalarına sahip olmalıdır.
- Cihazlar 100-240 volt 45-450 hz. 2 A şehir ceryanı ile çalışmaktadır. Voltaj düşmelerinden etkilenmez.
- Cihazlar genellikle bilgisayarı ile birlikte verilir.
- Cihaz, sistemin kolay yer değiştirebilmesi için taşıyıcı masası ile birlikte verilir.
- Cihaz montajından sonra istenilen yere kurulup belirlenen yetkili kişilere yeterli eğitim verilerek teslim edilir.

2.1.3. EMG-ENG(ENMG) Cihazı Aparatları



Resim 2.6: EMG-ENG çekimi odası-ortamı

ENG-EMG cihazında aşağıdaki aparatlar bulunmaktadır.

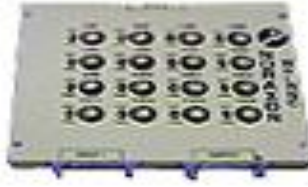
ENG-EMG elektrotları (Çeşitleri aşağıda gösterilmiştir.)

ENG-EMG pastası, hasta butonu, giriş kutusu, flaş lambası, lazer yazıcı, taşıyıcı araba

Bu temel aparatlar dışında aşağıdaki aparatlarda ENG-EMG Cihazını bütün olarak tamamlar (Resim 2.7., 2.27).



Resim 2.7: USB A/D dönüştürücü



Resim 2.8: NOR BNC



Resim 2.9: Sinyal izolasyon birimi



Resim 2.10: USB izolasyon A/D sistemi



Resim 2.11: Multi tester



Resim 2.12: Empedans denetleyicisi



Resim 2.13: Sıcaklık monitörleri



Resim 2.14: Cm şeritleri



Resim 2.15: Pick-Up elektrotları



Resim 2.16: Tek yan sekmesi elektrotlar



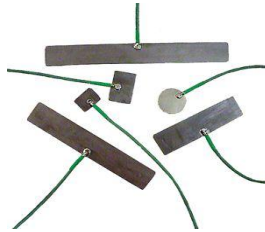
Resim 2.17: Duyusal klipler



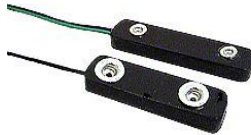
Resim 2.18: Dijital halka elektrotlar



Resim 2.19: Referans iğne elektrot



Resim 2.20: Toprak-şasi elektrotlar



Resim 2.21: Sabit bar elektrotlar



Resim 2.22: Stimülator problemleri



Resim 2.23: Pick up-skin elektrotlar



Resim 2.24: İnce tel adaptör



Resim 2.25: Tek elektrotlar



Resim 2.26: Çift elektrotlar



Resim 2.27: Sensör elektrotları

2.2. EMG-ENG Kurulumu ve Montajı

2.2.1. Fiziki Ortamın EMG-ENG Cihazlarına Etkisi

EMG-ENG cihazları da diğer tıbbi cihazlar gibi yüksek yoğunluklu RF elektromanyetik etkiden ve her türlü gürültü etkisinden olumsuz etkilenmektedir. Cihazın bulunduğu ortamlarda mümkünse elektronikmanyetik cihaz yoğunluğu oldukça azaltılmalıdır.

2.2.2. EMG-ENG Cihazlarının Kurulum Alanı Özellikleri ve Güvenli Nakil

EMG-ENG cihazı çalışma ve depolama ortamları aşağıda verilmiştir. Bu veriler dikkate alınarak işlemler yapılmalıdır. Cihazın güvenli bir şekilde nakli sırasında cihazın tüm özelliklerinin değişmemesine, cihazın aparatlarının da titiz bir şekilde taşınmasına dikkat edilir. Bu doğrultuda yeni yerine tekrar kurulup tüm elektriksel bağlantıları yapıldıktan sonra cihaz test edilir. Test sonucunda bir sorunla karşılaşılmaz ise EMG-ENG çekimleri gerçekleştirilebilir.

Ayrıca nakil sırasında da tüm tıbbi cihazlarda olduğu gibi hassasiyetler önemsenmelidir.(Bu hassasiyet ve işlemler daha önceki modüllerde verilmiştir.)

Cihaz aşağıdaki çevresel koşullarda çalışabilecek şekilde dizayn edilmiştir:

Sıcaklık ---> -10 C ile +40 C arası

Nem oranı ---> % 30 ile % 75 arası

Atmosfer basıncı ---> 700 mB ile 1060 mB arası

Depolama anında tolerans edilebilecek koşullar aşağıdadır:

Sıcaklık ---> -20 C ile +50 C arası

Nem oranı ---> % 10 ile % 90 arası

Atmosfer basıncı ---> 500 mB ile 1060 mB arası

Havalandırma deliklerini kesinlikle kapatılmamalı, havanın rahatlıkla havalandırma deliklerinden çıkabileceği şekilde cihaz yerleştirilmelidir.

2.2.3. EMG-ENG Montajı

Bilindiği gibi EMG-ENG cihazı portatiflik özelliği taşıyan bir cihaz olduğundan ilgili koşullar sağlandığında her ortamda, birimde kullanılabilir. EMG-ENG cihazının montajında cihazın tüm bileşenleri bir bütün olarak düşünülmelidir.



Resim 2.28: ENG-EMG çekim ortamı

Uyarı:

- EMG-ENG Cihazı çalıştırılmadan önce bu bölümün okunup iyice anlaşıldığından emin olunmalıdır.
- Ulaşım veya depolama sürecindeki koşullara bağlı olarak cihazın işlevi ya da güvenliği zarar görmüş olabilir. Eğer böyle bir durumla karşılaşırsa istenmeyen kullanımları önlemek için cihaz işlevsiz ve korumalı hâlde getirilmelidir.
- Donanımları kutularından çıkartın ve istenen tüm donanımların teslim alınıp alınmadığı listeye bakılarak kontrol edilmelidir.
- Aksesuarlar için montaj açıklamaları kutularının içlerindedir. Açıklamaların eldeki el kitabı ile birlikte saklanması önerilir.

- Ulaşım ve depolama sürecinde oluşabilecek elverişsiz koşullardan dolayı meydana gelebilecek hasarlar kontrol edilmelidir. Eğer herhangi bir hasar görülürse makine kullanılmaz ve distribütör ile irtibat geçilmelidir.

Montaj ve kullanım sırasında,

Havalandırma delikleri kesinlikle kapatılmamalıdır.

Havanın rahatlıkla havalandırma deliklerinden çıkabileceği şekilde cihaz yerleştirilir.

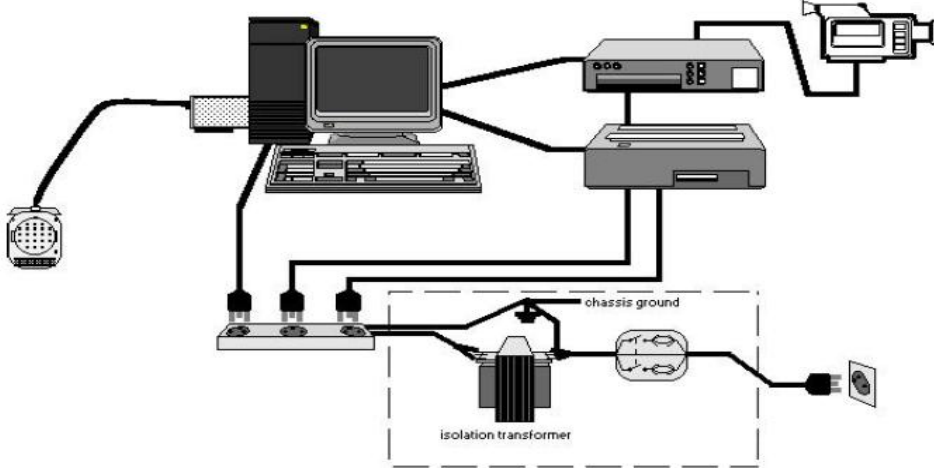
2.2.4. EMG-ENG Cihazlarının Elektriksel Güvenliği ve Topraklama

Aşağıdaki bağlantı şekli modülde daha önce verilmiş olup konu gereği cihazın elektriksel güvenlik ve topraklama bağlantısına vurgu için tekrar verilmiştir. Ayrıca ilgili başlık içeriklerine bakılmalıdır. Tıbbi Cihazlarda Güvenli Çalışma ve Sistemde Arıza Analizi modüllerinde geniş olarak verilmiştir.

Cihazın elektriksel güvenliği, kendi içerisinde bulunan regüle devreleri ile sağlanmaktadır. Tüm bu cihazın kendi içerisinde bulunan güvenlik tedbirlerine karşın cihazla yapılan ölçümlerin hatasız olması için cihazın girişine UPS (kesintisiz güç kaynağı) cihazının bağlanması hekimler tarafından uygun görülmüştür.

Normal şartlar altında cihazımızın elektriksel güvenliği tam olup zaman zaman gerekli elektriksel güvenlik kontrollerinin yetkili teknik servis tarafından yapılması gerekmektedir. Cihazın sistem bağlantı şekli aşağıdaki gibidir.

- Voltaj seçimi (100V - 120V ya da 200V - 240V), cihazın arkasındaki şalterlerden yapılır.
- Doğru seçimin yapıldığından emin olunmalıdır.
- İki ayar-değer (kasanın güç girişi için ve ekranla yazıcıya giden güç girişi için) aynı olmalıdır.
- Şalterlerin pozisyonlarının (ayarlarının) değişmesi gerekiyorsa şalterlerin üstündeki koruma kaldırılmalıdır, değişiklikler yapılmalı ve koruma tekrar yerleştirilmelidir.
- Koruma, şalterleri istenmeyen kullanımlardan koruyacak şekilde yerleştirilmelidir.



Resim 2.29: Sistemin elektriksel bağlantısıdır

ENG-EMG cihazının topraklama bağlantısı ölçümlerin hatasız olması açısından büyük önem taşımaktadır. Bir hastanede bulunan ENG-EMG cihazının topraklama bağlantısı sadece kendisi için olmalı ve biyomedikal bir cihaz ile ortaklaşa kullanılmamalıdır. Bunun nedeni diğer cihazlardan dolayı oluşan parazitin ENG-EMG ölçümlerini bozacak şekilde etki etmesidir.

2.2.5. EMG-ENG Cihazı Kaçak Akım Kontrolü

ENG-EMG cihazının kaçak akım kontrolü yapılırken iki kısımda kaçak akım kontrolleri yapılarak olumlu sonuca ulaşılır. İlk önce cihazın üzerinde bulunan elektrik girişinin nötr-toprak arasında kaçak akım olup olmadığı ölçü aleti(ohmmetre) ile kontrol edilir. Aynı işlem cihazın bağlı bulunduğu şebeke üzerinde de yapılır.

ENG-EMG cihazı üzerinde yapılan kaçak akım kontrolleri sonucunda olumsuz bir durum ile karşılaşılmaz ise cihazımız ENG-EMG ölçümü için çalıştırılmaya uygundur kanısına varılır ve ENG-EMG ölçümü yapılır.

Kaçak olan aletler ve makineler elektriksel güvenlikleri sağlanmadan asla kullanılmamalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

EMG cihazının yerleşimini ve montajını gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Çalışma ortamının temizliğini kontrol ediniz.	➤ Temel ve alan özel iş güvenliği kurallarını uygulayınız.
➤ Teknik şartnameyi ve servis el kitabındaki taşıma talimatlarını okuyunuz.	
➤ İş gömleği ve eldiven giyiniz.	
➤ EMG cihazını orijinal kutusu ile taşıyarak parça sayım ve kontrollerini gerçekleştiriniz.	
➤ Parçaları etiketleyip kayda alınız.	
➤ Cihazın seri numarasını kaydediniz.	➤ İş disiplinine ve iş ahlakına sahip olunuz.
➤ EMG Cihazını arabasına yerleştiriniz.	➤ Taşımada çok dikkatli olunuz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için Evet, kazanamadıklarınız için Hayır kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Çalışma ortamının temizliğini kontrol ettiniz mi?		
2. Teknik şartnameyi ve servis el kitabındaki taşıma talimatlarını okudunuz mu?		
3. İş gömleği ve eldiven giydiniz mi?		
4. EMG cihazını orijinal kutusu ile taşıyarak parça sayım ve kontrollerini gerçekleştirdiniz mi?		
5. Parçaları etiketleyip kayda aldınız mı?		
6. Cihazın seri numarasını kaydettiniz mi?		
7. EMG cihazını arabasına yerleştirdiniz mi?		
8. Bu uygulama faaliyetinden yeterince faydalandınız mı?		

UYGULAMA FAALİYETİ

Bu uygulama ile ENG-EMG' nin yerleşimini ve montajını detaylı olarak yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Teknik şartnameyi okuyunuz.➤ ENG-EMG servis el kitabının kurulum talimatlarını okuyunuz.➤ ENG-EMG servis el kitabındaki kurulum talimatlarını takip ediniz.➤ Kullanıcı isteklerini yazınız.➤ Kullanım alanı fiziksel kontrol, ölçümleri yapınız.➤ ENG-EMG' yi orijinal kutusu ile taşıyınız.➤ Parça sayım ve kontrolünü yapınız➤ Parçaları etiketleyip kayda alınız.➤ Cihazın seri numarasını kaydediniz.➤ ENG-EMG' yi arabasına yerleştiriniz.➤ Photic lambı kurunuz.➤ Garanti şartlarına uygunluk kontrolünü yapınız.➤ Priz gerilimini ölçünüz.➤ Priz girişinden frekansı ölçünüz.➤ Hasta güvenliği için prizin toprak hattını kontrol ediniz.➤ Enerji kablosunu bağlayınız.➤ UPS bağlantısını yapınız.➤ Fiziksel uyarıcıların bağlantılarını yapınız.➤ Elektrotların bağlantısını yapınız.➤ Şartnameye uygunluğunu kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Temel ve alan özel iş güvenliği kurallarını uygulayınız.➤ İş disiplinine ve iş ahlakına sahip olunuz.➤ Taşıma-kontrol ve bağlantılarda çok dikkatli olunuz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Teknik şartnameyi okudunuz mu?		
2. ENG-EMG servis el kitabının kurulum talimatlarını okudunuz mu?		
3. ENG-EMG servis el kitabındaki kurulum talimatlarını takip ettiniz mi?		
4. Kullanıcı isteklerini yazdınız mı?		
5. Kullanım alanı fiziksel kontrol ve ölçümleri yaptınız mı?		
6. ENG-EMG' yi orijinal kutusu ile taşıdınız mı?		
7. Parça sayım ve kontrolünü yaptınız mı?		
8. Parçaları etiketleyip kayda aldınız mı?		
9. Cihazın seri numarasını kaydettiniz mi?		
10. ENG-EMG'yi arabasına yerleştirdiniz mi?		
11. Photic lambı kurduunuz mu?		
12. Garanti şartlarına uygunluk kontrolünü yaptınız mı?		
13. Priz gerilimini ölçtünüz mü?		
14. Priz girişinden frekansı ölçtünüz mü?		
15. Hasta güvenliği için prizin toprak hattını kontrol ettiniz mi?		
16. Enerji kablosunu bağladınız mı?		
17. UPS bağlantısını yaptınız mı?		
18. Fiziksel uyarıcıların bağlantılarını yaptınız mı?		
19. Elektrotların bağlantısını yaptınız mı?		
20. Şartnameye uygunluğunu kontrol ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Kasların kasılmasını sağlayan elektriksel aktivitenin izlendiği ve yorumlandığı kas incelemesine denir.
2. Elektronörografi, elektriksel incelenmesidir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

3. EMG cihazı ile aşağıdaki sistemlerden hangisinin incelenmesi yapılabilir?
A) İskelet sistemi
B) Dolaşım sistemi
C) Kas sistemi
D) Lenfatik sistem
4. His yollarının deriden beyne kadar sağlam olup olmadığını inceleme yöntemi aşağıdakilerden hangisidir?
A) BERA
B) SEP
C) VEP
D) SSR
5. Aşağıdakilerden hangisi otonomik sistem hastalığı araştırma yöntemlerindedir?
A) SSR
B) BAEP
C) Pudental SEP
D) BERA

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

6. () EMG cihazları genelde iki ya da daha çok kanallıdır. Bilgisayar tabanlı sorunsuz çalışabilir.
7. () EMG cihazlarında elektrik stimülatörü uyarı süresi çeşitli hasasiyetlere ayarlanabilir.
8. () İzolasyon transformatörü EMG cihazı donanımlarından değildir.
9. () EMG aparatlarından olan Nor BNC Sinyal yönlendirme birimidir.
10. () EMG aparatlarından olan multi tester EMG sistem performansını test etmek için hassas sinyaller üretir.

11. () EMG Cihazının alışma ortamı sıcaklık aralığı -40 ile +40 derece arasındır.
12. () EMG cihazının basit kaçak akım kontrolü faz kalemı ile yapılabilir.

DEğERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki ogrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Biyomedikal cihaz teknolojilerinde kullanılan EMG-ENG cihazlarının bağlantılarını ve sistem bütünlüğü kontrollerini yapabilecek, fonksiyon testlerini gerçekleştirebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- EMG cihazının donanım bağlantılarını, EMG cihazı yazılımlarını, EMG cihazı simülatörlerini, özelliklerini ve EMG cihazı fonksiyon testleri konusunda araştırma yapınız.
- Araştırma için internet ortamından, tıbbi eğitim veren kurum kütüphanelerinden, hastanelerden, doktorlardan, hemşirelerden, teknisyenlerden, temsilcilerden ve tıbbi malzeme satan firmalardan bilgi almanız yararlı olacaktır.

3. EMG-ENG CİHAZI BAĞLANTI VE KONTROLLERİ

3.1. Enerji Kablosu ve Sistemin Güç Bağlantısı

Enerji kablosunun güvenilirliği kontrol edilir. Enerji kablosu şebeke gerilimini, EEG cihazını çalışır duruma getirecek şekilde EEG cihazına aktarmalıdır. Tabii ki EEG cihazlarının yapımı sırasında tüm kontroller yapılmış olsa da insan sağlığı söz konusu olduğundan bu kontrollerin tekrar yapılması insan sağlığı için uygun olacaktır. Enerji kablosunun kontrolü gözle ve elle yapıldıktan sonra aşağıdaki kontroller gerçekleştirilmelidir:

- Güç gereksinimleri --> 100V – 120 V veya 200 V – 240 V; 50/60 Hz.
- Maksimum tepe güç tüketimi --> yaklaşık olarak 1400VA (bağlı olan yazıcı tipine göre)
- Maksimum tepe güç girişi --> 1000VA (iki girişin toplamı)
- İngiltere (UK) ve Amerika (USA)'ya gönderilen cihazlarda kasanın bağlantı kablosu ve kasanın güç fişi mevcuttur (3 noktalı İngiltere için ve hastane adaptörü Amerika için).
- Diğer ülkelere gönderilen cihazlarda kasa bağlantı kablosu mevcuttur ancak kasa güç fişi yoktur.

Kasanın güç kablosunun telleri genellikle aşağıdaki renk kodları şeklindedir:

RENK	BAĞLANTI
Kahverengi	Canlı
Mavi	Normal
Yeşil / Sarı	Topraklama

Tablo 3.1: Kasa güç kablosu bağlantı renkleri

- Kasa fişinin takılması gerektiğinde, bağlantıların doğru yapıldığından emin olunmalıdır.
- Topraklama teli (yeşil / sarı), topraklama prizine bağlanmalıdır.
- İngiltere ve Amerika'ya gönderilen cihazlar için uygun ve doğru yuva kullanıldığında topraklama bağlantıları otomatik ayarlanır.
- Kasa fişinin takılması gerektiğinde, 13 A'lık yuva kullanılmalıdır.
- Cihaz için kullanılması gereken fişler ve kablolar, cihaz ile gönderilenler veya onlarla aynı standartlarda olanlardır. Adaptör fişleri veya uzatma kabloları kullanılmamalıdır.
- Sadece yeterli donanım ve teknik bilgiye sahip eğitimli personel, cihaz elektriğe bağlıyken gerekli ayarları, bakımları ve onarımları yapmalıdır. Koruyucunun kaldırılması gerekiyorsa cihaz elektrikten kesilmelidir.

3.1.1. Haricî Cihaz Bağlantısı

ENG-EMG cihazında kendi aparatlarının dışında harici cihaz bağlantısı bulunmaz. Teknolojik gelişmelere paralel olarak yenilenen ENG-EMG cihazlarında bağlanacak olan harici cihazlar, cihazın kendi bünyesine dâhil edilmiştir. Ayrıca ENG-EMG cihazına uygulanan şebeke geriliminin düzenli olması için cihazın girişine UPS (Kesintisiz güç kaynağı) bağlanmasında çok büyük fayda vardır.

- Bağlantı pozisyonları için cihazın arkasına yerleştirilmiş olan bilgi kâğıdına bakılmalıdır.
- Çalıştırılmadan önce preamplifikatörü ve diğer donanımları bağlanmalıdır.
- 2 kanallı preamplifikatör bağlantısı:
 - Preamplifikatör kablosu bulunmalıdır.
 - Küçük prizle preamplifikatöre, büyük olanla “Premiere Plus”a bağlanılır.
- Preamplifikatörün küçük fişini takmak
 - Preamplifikatörde, fişli küçük yuva bulunmalıdır.
 - Kablo kısılacının yanındaki yuva tutturulmalıdır (silindir olandaki değil) ve yuvasına itilmelidir.

- Preamplifikatörün büyük fişini takmak
 - “Premiere Plus”ta yuvalı büyük fiş bulunmalıdır.
 - Kablo kıskacının yanındaki yuvayı tutturulmalıdır (silindir olandaki değil) ve yuvasına itilmelidir.
- Preamplifikatörden çıkarmak
 - Kabloya bağlı konnektör uzak tarafından tutulup yavaşça çıkarılır.
 - Premiere plustan çıkarılmalıdır.
 - Yukarıdaki işlemin aynısı tekrarlanmalıdır.
- Kanallı preamplifikatör bağlantısı
 - Bir 4 kanallı preamplifikatörün çıkarılamayan ayrılmaz bütün bir kablosu vardır.
 - Preamplifikatörün kablosu bulunmalıdır.
 - Büyük fiş “Premiere Plus”a bağlanmalıdır.
- Preamplifikatörün fişini takmak
 - Premiere Plusta, yuvalı büyük fiş bulunmalıdır.
 - Kablo kıskacının yanındaki yuvaya tutturun (silindir olandaki değil) itin, yuvaya tam oturduğunda klik sesi çıkacaktır.
- Premiere plustan çıkarmak
 - Kabloya bağlı konnektör uzak tarafından tutulup yavaşça çıkarılmalıdır.
- Footswitches (Ayak anahtarı)
 - Ayak kontrolünün iki şalteri vardır ve iki tane 4 mm fişi vardır. Active store select şalteri ve acquire aç/kapa şalteri
 - Kabloların üstündeki açıklamaları, kabloları ayırt etmek için kullanılmalıdır ve arka panelde doğru yerlere yerleştirilmelidir.

Çıkarmak için

- Tüm fişler tek tek dikkatlice ayrılmalıdır.

- Headphones(Kulaklık)
 - BF tipi izole edilmiş kulaklıklar IEC601-1 ve B55742 bölüm 1 ile uyumlu olarak kullanılmalıdır.
 - Yuvalı fiş doğru şekilde seçilmeli ve “Premiere Plus”taki yuvasına oturtulmalıdır.

Çıkarmak için

- Fiş tutulup dikkatlice çıkarılmalıdır.

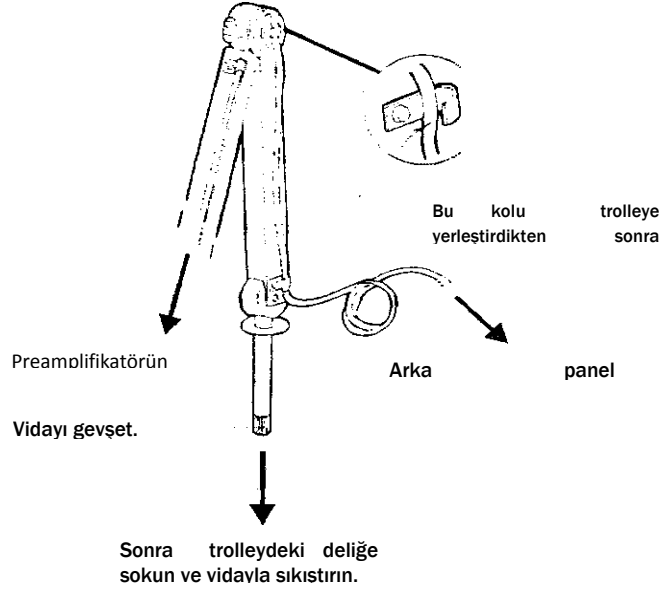
- Yazıcı
 - “Premiere Plus”la gelen güç kablosu kullanılmalıdır.
 - Yazıcıyla gelen kasa güç kablosu şimdilik kullanılmamalıdır.
 - Arayüz bağlantısının klipsler ve vidalar gibi güvenlik mekanizmaları vardır.
 - Bağlantıları yavaşça yuvalarına itilir ve vidalanır.
- Arayüz bağlantısını çıkarmak
 - Güvenlik mekanizması kaldırılmalı ve bağlantılar çekilip ayrılmalıdır.
 - Kesinlikle paralel portlar kullanılmalıdır.
 - Epson EPL-5500 (220V) ve NEC - 660i (110V) önerilir.
 - Daha fazla bilgi için yazıcıyla gelen kitapçığa bakılmalıdır.
 - Yazıcı rafı gönderilmiştir.
- Display monitör
 - Premiere plus ile gelen güç kablosu kullanılmalıdır.
 - Monitörle yollanan kasa kablosu kullanılmalıdır.
 - Arayüz bağlantısının klipsler ve vidalar gibi güvenlik mekanizmaları vardır.
 - Renkli monitör girişine takılır (slave monitör girişine değil) ve vidalanır.
 - Monitör " slave monitör girişi " ne bağlanırsa hep EMG ekranı ve izler gösterilir(EMG modu yerine PC modu seçili olsa bile).
- Arayüz bağlantısını çıkarmak
 - Güvenlik mekanizması çıkarılmalı ve bağlantılar çekilip ayrılmalıdır.

Monitör, yollanan kaymayı önleyici altlığın üstüne konulmalıdır.

- Depolama sepeti
 - Gönderilen depolama sepeti, cihazın yan panelindeki deliklere asılır.
 - Bilgisayar klavyesi ‘F’ tuşları
 - EMG modundayken bilgisayar klavyesi ‘F’ tuşları F1-F5 kullanılabilir. Bu tuşların fonksiyonları kontrol panelinin ‘F’ tuşları F1-F5’ ile aynıdır.
 - Bilgisayar klavyesinin ‘F’ tuşlarından F8 etiket listesi F9(tam-yarım ekran) ve F10(sonuçlar) EMG modundayken kullanılabilen diğer tuşlardır. F10 sonuçlar tuşu eğer NCV2/F-W yüklüyse çalışır.
 - Programla birlikte yollanan 015K053 kiti, F tuşlarının fonksiyonları tanıtmak için kullanılır.
- Kabloların bağlantısı
 - Cihaz, kablolar sıkışmayacak ve çıkmayacak şekilde yerleştirilmelidir.
 - Kablolar her zaman doğru şekilde çıkarılmalı, kablodan tutulup çekilmemelidir.

- Kablo yırtılırsa veya yanlış çıkarılırsa içindeki teller zarar görebilir. Bu zarar güç kaynağında veya verilerde hataya sebep olabilir.
- Kabloların ve bağlantıların hasarlara karşı her gün gözlemlenmesini, kontrol edilmesini (kırılma ve yırtıklara karşı) önerir. Bir hasar durumunda kablo kullanılmayıp servise gönderilmelidir.

3.1.2. Preamplifikatörü Destek Koluna Yerleştirmek



Preamplifikatörü destek dirseğine yerleştirmek

- Kolun sonunda bir eklem ve dirsek vardır.
- Dirsek, preamplifikatörü kaldırır.
- 2 kanallı preamplifikatör klipslerle yerinde tutulur.
- Kanallı preamplifikatör, yerinde iki vidayla tutulur. Preamplifikatör ve vidalar bulunmalı, vidalar sıkıştırılmalıdır.

1-Kolun iki bağlantısındaki vidalar alyen anahtarıyla sıkıştırılır ve ilerideki kullanımlar için saklanır.

2-Uyarıcı A'nın konnektör (bağlantı) kutusu ayrıca dirsek tarafından desteklenir(Konnektör kutusu ayrıca kontrol panelinin aşağısına da yerleştirilebilir.).

3-Diğer destekler aynı zamanda B uyarıcısı içinde sağlanır.

Çalıştırmak

Önemli: Bütün yan donanımlar (preamplifikatör ve tüm harici yazıcı, klavye vb.) "Premiere Plus" a bağlı olmalıdır.

- Cihazın konnektöre uyan kasa fişi bulunmalı ve arka paneldeki yuvasına sokulmalıdır.
- Sonra kasa güç fişi elektrik kaynağına takılıp çalıştırılmalıdır.
- Kasanın aç/kapa düğmesi “Premiere Plus” kontrol panelinin sağındadır. Oradan açılmalıdır.
- Cihazın ön tarafında sol üst köşedeki gösterge ışığı, elektrik kaynağı bağlandığında yanar.
- Cihaz kendi içinde gereken testleri yapar ve test menüsü ekrana gelir.
- Elektrotlar bağlamadan önce cihaz açılmalıdır.

Kapamak

- Cihazı kapamadan önce bütün elektrotlar çıkarılmalıdır.
- Cihazın disket sürücüsü varsa ve kullanımdaysa kapamadan önce disket çıkarılmalıdır.
- Arka paneldeki düğmeden kapamadan önce, güç girişindeki kapanmalıdır.
- Cihaz kapatılıp açılacaksa 5 sn. beklenmeli, sonra açılmalıdır.

Kullanım için özel açıklamalar:

- Elektrotları bağlamadan önce cihaz açılmalıdır.
- Kapamadan önce bütün elektrotlar çıkarılmalıdır.
- Empedans kontrolünü ünitesi kullanmadan önce preamplifierden ERG elektrotları çıkarılmalıdır(karbon filtreler-korneal elektrotlar).

3.1.3. Elektriksel Uyarıcı Elektrotların Bağlantısı

Cihazın üzerinde bulunan elektrot çıkışlarının elektrot bağlantı kutusuna bağlantıları yapılır.

- Elektrik uyarıcılar sadece tıp eğitimi almış ve gerekli bilgi donanımına sahip eğitimli personel tarafından kullanılmalıdır.
- Elektrotlar asla yanlış yerleştirilmemelidir, öyle ki elektrik akımı kalbin karşısından akar. Örneğin, asla pozitif elektrot bir uzva, negatif olan da başka bir uzva uygulanmamalıdır.
- Elektrotların yüzeyi, deri yüzeyiyle iyice temas etmelidir.

3.1.4. Elektriksel Uyarım

- Maksimum yoğunluk --> 300 V sürekli akım veya 100 mA sürekli akım
- Üst sınır --> 0 - 300V veya 0 – 100 mA
- Alt sınır --> 0 – 75 V veya 0 – 25 mA
- Maksimum süre --> 1 ms (nabız başına)
- Maksimum yineleme --> 1 ms 'nin altında 100 nabız

- Uyarıcılar
 - A ve B uyarıcılarının çıkışları premiere konsolunun arkasında yer alır.
- Uyarıcısı
 - A uyarıcısı bağlantı kutusuna 1,5 mm'lik "touchproof" fişlerle bağlanır.
 - Bağlantı kutusunun “Premiere Plus”a tam uyan uzun yuvalı fişi vardır.
 - Bağlantı kutusu preamplifikatör için destek kolunun dirseğine veya kontrol panelinin alt tarafına veya yatak gibi elverişli yapılara yerleştirilebilir.

Bağlantı kutusuna bağlanmak için;

- “Premiere Plus”taki uygun yuvalı fiş bulunmalıdır.
- Kablo kıskacının yanındaki yuvaya tutturulur (silindir olandaki değil) ve halka saat yönünün tersine çevrilebildiği kadar çevrilir.
- Fiş yuvaya itilir ve halka saat yönünde çevrilir.

Çıkarmak için;

- Halka saat yönünün tersine çevrilmelidir.
- Kabloya tutulu konnektör en uzak tarafından tutulur ve dikkatlice ayrılır.

- (B) Uyarıcısı

Bağlantı kutusuna bağlanmak için;

- “Premiere Plus”taki uygun yuvalı fiş bulunmalıdır.
- Kablo kıskacının yanındaki yuvaya tutturulur (silindir olandaki değil) ve halka saat yönünün tersine çevrilebildiği kadar çevrilir.
- Fiş yuvaya itilir ve halka saat yönünde çevrilir.

Çıkarmak için;

- Halka saat yönünün tersine çevrilir.
- Kabloya tutulu konnektör en uzak tarafından tutulur ve dikkatlice ayrılır.

3.1.5. Yazılım Programı Yükleme

- Elinizdeki cihazın işletim sistemi yüklenmemiş olabilir eğer öyleyse yüklenmelidir. Günümüz cihazlarda özellikle PC kontrollü cihazlarda eğer cihaza özel bir yazılım yoksa standart bir işletim sistemi üzerinden yazılım programını yüklemek gerekebilir. Bu durumda servis el kitabı ve bilgisayar kurulumu sırasında karşılaşılan direktiflere harfiyen uymak cihazın doğru ve güvenilir çalışması için oldukça önemlidir.

3.1.6. Cihazın Bakımı

Cihaz tamamıyla güvenlidir, bakıma ve parçaların değiştirilmesine gerek duyulmayan birçok transistörlü elektronik bileşenler içerir. Genel bakım periyodu yeterlidir.

3.1.7. Sigortalar

Tekrarlanan herhangi bir sigorta hatasında distribütör veya üreticiye başvurulmalıdır.

Arka panel sigortaları

Sigorta sayısı	Sigorta Derecesi	
x	100 V/120 V için	220V/240 V için
F1/P2 Ana hat girişi	T16A	T8A
Low Breaking, Sigorta Kapasite Tipi(*)		

Sigorta sayısı	Sigorta Derecesi
	için 100 V/120 V
F3/F4 çıktısı	T8A
F5 İç güç tedarigi	T4A
Low Breaking, Sigorta Kapasite Tipi(*)	

Arka kasa panelindeki sigortalar gerekli olduğu zaman kolaylıkla değiştirilebilir.

Bir sigortayı çıkarmak

İlk olarak cihazın güç şalterlerindeki elektrik kapatılmalı ve kablo çekilmelidir. Sigorta tutacakları tornavidayla sökülmeli ve çıkartılmalıdır. Sigorta, sigorta tutacağının içine yerleştirilmiştir ve kolaylıkla çıkarılabilir.

3.1.8. Temizlik

- Kasa, paneller ve ekran su ve deterjanla nemlendirilmiş bez kullanılarak temizlenebilir.
- Cihazın kutusuna su kaçmamasına dikkat edilmelidir.

- Cihaz ayrıca düşük basınçlı temizleyici aletle veya uygun aksesuarlı süpürge ile temizlenebilir.
- Cihazın hiçbir parçası temizlenirken aseton kullanılmamalıdır.
- Cihaz sıvı malzemeyle temizlenirken kapatılmalı ve fişten çekilmelidir.

3.1.9. Test Ayarlarının Back-Up 'ı

Disket sürücülü bir cihazınız varsa ve test ayarlarının kendi gereksinimlerinize göre yapıldıysa bunları formatlanmış bir diskete kaydedilmesi tavsiye edilir(2 boş disket önerilir). Bu batarya hatalarına ve bunlara bağlı kayıplara karşı önlemdir.

3.2. EMG-ENG Fonksiyon Testi

EMG-ENG fonksiyon testleri cihazın tüm sisteminin bir bütünlük içerisinde çalıştığını gözlemlenmek açısından önem taşımaktadır. Bu testler cihazın kendi kendine (self testing) yapacağı testler olabileceği gibi bir simülasyon yardımıyla da yapılabilen testlerdir.

3.2.1. EMG-ENG Simülasyonu

- **Özellikleri ve kullanımı:** ENG-EMG cihazının simülasyonu cihaz açık iken simülasyon butonuna basılarak gerçekleştirilir. Bu butona basıldığında cihazın bir aparatı olan lambanın istenilen frekansta yanıp söndüğü gözlenir. ENG-EMG cihazlarında simülasyon butonunun yeri farklı yerde olabilir fakat ENG-EMG çekimleri sırasında kullanıcıyı zorda bırakacak bir yere yerleştirilmez. ENG-EMG cihazının simülasyonunda lamba ışığı hastanın göz kapaklarının üzerine gelecek şekilde ayarlanır ve çalıştırılır. Simülasyon işlemi başladıktan sonra doktorun vermiş olduğu programa göre cihazın çalışıp çalışmadığı gözlenir.
- **Simülasyon ile EMG-ENG işaretlerinin ölçülmesi**



Resim 3.2: Simülasyon uygulaması

Simülâtör butonuna basıldığında xenon lamba(flash lamb) istenilen frekansta yanıp söneceğinden lambanın ışığının hastanın göz kapaklarına gelecek şekilde konumlandırılması gerekir. Simülâtör butonuna basıldığında lamba istenilen frekansta yanıp sönecek ve EMG-ENG cihazından ilgili sinyalleri alınacaktır. Bu sinyallerin içerikleri hakkında hekim karar verecektir.

ENG-EMG simülâtörü sırasında kullanılan lambanın xenon lamba olması ve istenen frekansta yanıp sönmeye ve bu frekansın ayarlanabilir olması tüm ENG-EMG cihazlarının ortak özellikleridir.

➤ **EMG ENG stimülâtörü**

EMG-ENG stimülâtörleri ergonomik tasarımlı ve çok amaçlıdır, stimülâtör tamamen kişiselleştirilebilir. Opsiyonlarla donatılmıştır. Intensity, stimülasyon, store, polarite seçimi ve iki isteğe bağı programlanabilir ekstra tuşu üzerinde barındırır. Sıklıkla yapılan işlemleri bu iki tuşa vererek makineden ve bilgisayardan tamamen bağımsız olarak sadece el stimulatoruyla çalışılabilir. EMG'de çekime başlamak ve durdurmak, kaydı baslatmak/durdurmak, kaydı saklamak ve anlık görüntü yakalamak için sadece stimulatoru kullanabilir ve tamamen cihaza ve bilgisayara dokunmadan tüm işlem el stimulator üzerinden yapılabilir. Stimulator üzerindeki ayar tekerleği sayesinde EMG'de Gain değiştirilebilir ve kaydedilmiş görüntülerde ileri geri gidilebilir. NCV'de programlanmış düğmeler ve stimulatorün diğer özellikleri sayesinde bir sonraki veya önceki sinire veya bölgeye ulaşılabilir ve tekerlek yardımıyla mesafe girilebilir. Stimulator uçları 90 derece döndürülebilir ve pediatrik hastalar için birbirine yaklaştırılabilir.



Resim 3.3: EMG-ENG cihazı photik stimülatörü

3.2.2. EMG-ENG Cihazı Fonksiyon Testi

EMG-ENG cihazı açık iken **kalibrasyon** tuşuna basılır, bu kalibrasyon işlemi, sertifika belgeli kalibrasyon işleminden farklıdır. Daha çok cihazı ilk açılış konumuna getiren bir self fonksiyon testi niteliğindedir. Ayrıntılı bilgi için Biyomedikal Cihazlarda Kalibrasyon modülüne bakılabilir. Kalibrasyon tuşuna basıldığında, EMG-ENG cihazı otomatik olarak sinyaller verir. Kalibrasyon tuşunun üzerindeki değerde çıkış sinyalleri alınıyorsa cihaz EMG-ENG çekimine hazırdır farklı çıkış sinyalleri alınıyorsa cihaz arızalıdır, bakım ve onarımının yapılması gerekir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Bu uygulama ile ENG-EMG bağlantı, ayar ve sistem bütünlüğünün kontrolü ile fonksiyon testlerini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Güç kablosunun güvenli bir şekilde bağlı olduğunu kontrol ediniz.➤ ENG-EMG 'nin harici cihazlara güvenli bir şekilde bağlı olduğunu kontrol ediniz.➤ Elektrotlarının ENG-EMG'ye güvenli bağlandığını kontrol ediniz.➤ Fiziksel uyarıcıların bağlantılarını kontrol ediniz.➤ Elektrotların bağlantılarını kontrol ediniz.➤ Yazılımı kontrol ediniz.➤ ENG-EMG gövdesinde elektrik kaçağı kontrolü yapınız.➤ ENG-EMG'nin çalışmasını kontrol ediniz.➤ ENG-EMG'nin topraklama kontrolünü yapınız.➤ Kaçak akım kontrolünü yapınız.➤ PC'ye kurulu özel ENG-EMG yazılımını çalıştırınız.➤ ENG-EMG simülatörünü çalıştırınız.➤ Uyarıcı testi yapınız.➤ Kalibrasyon dalga formunu kontrol ediniz.➤ PC donanımını kontrol ediniz.➤ Kaçak akım testi yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Temel ve alan özel iş güvenliği kurallarını uygulayınız.➤ İş disiplinine ve iş ahlakına sahip olunuz.➤ Zamanı iyi kullanınız ve dikkatli olunuz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Güç kablosunun güvenli bir şekilde bağlı olduğunu kontrol ettiniz mi?		
2. ENG-EMG'nin harici cihazlara güvenli bir şekilde bağlı olduğunu kontrol ettiniz mi?		
3. Elektrotlarının ENG-EMG'ye güvenli bağlandığını kontrol ettiniz mi?		
4. Fiziksel uyarıcıların bağlantılarını kontrol ettiniz mi?		
5. Elektrotların bağlantılarını kontrol ettiniz mi?		
6. Yazılımı kontrol ettiniz mi?		
7. ENG-EMG gövdesinde elektrik kaçağı kontrolü yaptınız mı?		
8. ENG-EMG'nin çalışmasını kontrol ettiniz mi?		
9. ENG-EMG'nin topraklama kontrolünü yaptınız mı?		
10. Kaçak akım kontrolünü yaptınız mı?		
11. PC ye kurulu özel ENG-EMG yazılımını çalıştırdınız mı?		
12. ENG-EMG simülatörünü çalıştırdınız mı?		
13. Uyarıcı testi yaptınız mı?		
14. Kalibrasyon dalga formunu kontrol ettiniz mi?		
15. PC donanımını kontrol ettiniz mi?		
16. Kaçak akım testi yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınızı “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () EMG cihazı güç gereksinimleri 100 V – 120 V veya 200 V – 240 V, 50/60 Hz.dir.
2. () Kulaklık, yazıcı, display monitör ve depolama sepeti bağlantıları haricî cihaz bağlantılarıdır.
3. () EMG cihazı preamplifikatörleri tek kanalıdır.
4. () EMG-ENG stimulatörleri ergonomik tasarımlı ve çok amaçlıdır, stimulator tamamen kişiselleştirilebilir.
5. () EMG cihazına ve bilgisayara dokunmadan birçok işlem el stimulatorü üzerinden yapılabilir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise ‘Modül Değerlendirme’ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Kasların kasılması sinirler aracılığıyla beyinden iletilmiş olan uyarıcı potansiyellerin kaslarda oluşturduğu motor ünite aksiyon potansiyelleri (MÜAP) olarak bilinen elektriksel potansiyeller sayesinde olur.
2. () Günlük kullanımında EMG incelemesi denildiğinde kas incelemesi anlamının yanı sıra sinir incelemesini de içeren testler bütünü anlamına gelmektedir.
3. () EMG işaretlerinin incelenmesi ile ilgili olarak son yıllarda yapılan çalışmalarda çoğunlukla dalgacık (wavelet) analizi yöntemi kullanılmıştır.
4. () MUAP'lar sinirler aracılığıyla beyinden iletilmiş olan uyarıcı potansiyeller tarafından oluşturulur. MUAP'ların sayısı ve sıklığı azaldıkça kasılma miktarı artar.
5. () İskelet kasları ince uzun hücrelerden meydana gelir ve bu hücrelere lif (fiber) adı verilir. Bu hücrelerin uzunlukları 1-50 mm ve çapları 10-100 µm arasındadır.
6. () Kan damarları vasıtasıyla beslenen kaslar, elektriksel uyarıları ise sinirler vasıtasıyla alır.
7. () Dört tip kas vardır ve bunlar; çizgili kaslar, çizgisiz kaslar, düz kaslar ve kalp kaslarıdır.
8. () EMG Cihazlarında elektrik stimülatörü uyarı süresi çeşitli hasasiyetlere ayarlanabilir.
9. () İzolasyon transformatörü EMG cihazı donanımlarından değildir.
10. () EMG aparatlarından olan Nor BNC Sinyal yönlendirme birimidir.
11. () EMG aparatlarından olan multi tester EMG sistem performansını test etmek için hassas sinyaller üretir.
12. () EMG cihazının çalışma ortamı sıcaklık aralığı -40 ile +40 derece arasındadır.

13. () EMG cihazının basit kaçak akım kontrolü faz kalem ile yapılabilir.

14. () EMG cihazı preamplifikatörleri tek kanallıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyetlere geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmenimize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Doğru
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru
9	Yanlış
10	Doğru
11	Doğru
12	Doğru
13	Doğru
14	Doğru
15	Doğru
16	Yanlış
17	Doğru
18	Yanlış
19	Yanlış
20	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	elektromiyografi
2	sinirlerin
3	C
4	B
5	A
6	Doğru
7	Doğru
8	Yanlış
9	Doğru
10	Doğru
11	Yanlış
12	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Doğru
5	Doğru

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Doğru
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru
9	Yanlış
10	Doğru
11	Doğru
12	Yanlış
13	Doğru
14	Yanlış

KAYNAKÇA

- www.uvm.edu (Temmuz 2009)