

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FİZİK TEDAVİ YÖNTEMLERİ VE
MİKRODENETLEYİCİLİ TENS TASARIMI**

**YÜSEK LİSANS TEZİ
Raşit BURAN**

Anabilim Dalı : ELEKTRONİK VE HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ

Programı : BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ

MAYIS 2002

**FİZİK TEDAVİ YÖNTEMLERİ VE
MİKRODENETLEYİCİLİ TENS TASARIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Raşit BURAN
504961417**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 Mayıs 2002
Tezin Savunulduğu Tarih : 30 Mayıs 2002**

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Mehmet KORÜREK

Diğer Jüri Üyeleri Y. Doç. Dr. Zümray DOKUR ÖLMEZ

Y. Doç. Dr. Feza BUZLUCA

MAYIS 2002

ÖNSÖZ

Fizik tedavi ve rehabilitasyon, tıbbın önemli bir alt bilim dalı olup, tarihi gelişim açısından geleneksel yöntemlerle başlayıp, elektrik enerjisinin kullanılmaya başlamasıyla gelişme göstermiş, elektronik ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ise kullanımına kolaylık ve yaygınlık kazandırmıştır.

Fizik tedavi cihazları, fiziksel vasıtaları kullanarak, genel olarak insan vücudundaki sinir ve kas sistemi arazlarını tedavi etmektedir. Böylelikle ilaç kullanımını da en aza indirgeyerek ilaç yan etkilerini ortadan kaldırmaktadır. Bu cihazlarda fiziksel etki olarak ışınlar (lazer, kızılötesi, ultraviyole), ısı (ultrason, kısa dalga, mikro dalga diatermi), mekanik tedavi araçları ile elektrik akım modifikasyonları kullanılmaktadır.

Ancak bu tedavi yöntemlerinde zararsız ve etkili sonuçlar elde edebilmek için yüksek beceri, bilgi, dikkat ve özen gerekmektedir. Aksi takdirde olumsuz sonuçlar hatta hayatı tehlikeye sokan durumlar söz konusu olabilir. Bunun için, bu tedavi yöntemleri ve cihazları fizyoterapist hekimler gözetiminde kullanılmalıdır.

Fiziksel etken olarak elektrik akım modifikasyonları kullanan elektroterapinin en kullanışlı ve etkili yöntemi olan transkütan elektrik stimülasyonu (TENS), 1960'lı yılların ortalarında ABD'de uygulanmaya başlamıştır. TENS ülkemizde de 1980'lerden sonra akut ve kronik ağrı tedavisinde oldukça yaygın olarak kullanım alanı bulmuştur.

TENS cihazlarının en önemli avantajı; cep telefonu boyutlarında, pille çalışarak şehir şebekesine bağıllığı ortadan kaldıracak, ticari şekillerinin olmasıdır. Bu sayede hastalar tedavi için bir fizik tedavi birimine gitmek külfetinden kurtularak, kendi kendilerine tedavi programı uygulayabilmektedirler. Ancak yine de cihazı kullanmadan önce bir hekim görüşü alarak ne tip bir akım modifikasyonu uygulayacağını bilmesi ve cihazı bu parametrelere göre ayarlaması gerekir.

Bu çalışmada tasarımı yapılan TENS cihazı, hastanın böyle bir bilgiye gereksinimini de ortadan kaldıracaktır. TENS cihazının farklı akım modifikasyonları onbeş dakikalık bir program halinde herhangi bir ayar yapmak gerekmeden verilmektedir. Bu program döngüsü cihaz üzerinde tek bir düğmeye basılarak durmakta ve program aynı akım modifikasyonunda devam etmektedir. Böylece hasta kendi durumuna uygun tedavi için gerekli akım modifikasyonuna ulaşmış olacaktır.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde başta beni yetiştiren anne babama, değerli hocam Doç. Dr. Mehmet KORÜREK'e, desteklerini ve yardımlarını eksik etmeyen Dr. Ahmet AKBAŞ, Dr. Mehmet TEKTAŞ, Ali Kemal ÖZER ve Arrow Elektronik ailesine teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
SEMBOL LİSTESİ	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xi
1. GİRİŞ	1
2. KIZILÖTESİ IŞINLARLA TEDAVİ	3
2.1. Kızılötesi Üreteçleri	4
2.1.1. Kızılötesi Lambalar	4
2.1.2. Resistantlı Kızılötesi Üreteçler	5
2.2. Kızılötesi Üreteçlerin Fizyolojik Etkileri	5
2.3. Kızılötesi Tedavinin Endikasyon ve Kontrendikasyonları ile Kullanım Şekli	6
3. ULTRAVİOLE IŞINLARLA TEDAVİ	7
3.1 Ultraviole Işınlrın Fizyolojik Etkileri	7
3.2 Ultraviole Tedavinin Endikasyon ve Kontrendikasyonları ile Kullanım Şekli	8
3.2.1 Kullanıldığı Durumlar	8
3.2.2 Kullanılmasının Uygun Olmadığı Durumlar	8
3.2.3 Kullanım Şekli	8
4. ULTRASONİK TEDAVİ	10
4.1 Ultrason Cihazı	10
4.2 Ultrasonun Fizyolojik Etkileri	12
4.2.1 Isıya Bağlı Etkiler	12
4.2.2 Isıya Bağlı Olmayan Etkiler	13
4.3 Kullanım Şekli	14
4.4 Endikasyon ve Kontrendikasyonları	15

5. LAZER TEDAVİ	16
5.1 Lazer Üretimi	16
5.2 Lazerin Fizyolojik Etkileri	18
5.3 Endikasyon ve Kontrendikasyonları	19
6. KISA DALGALI DİYATERMİ	20
6.1 Cihazın Özellikleri	22
6.2 Uygulama Yöntemleri	23
6.2.1 Kondansatör (Kapasitör) Tekniği	23
6.2.2 İndüksiyon Tekniği	24
6.3 Kısa Dalgalı Akımların Fiziki Etkileri	25
6.4 Kısa Dalgalı Akımların Biyolojik Etkileri	26
6.5 Kullanıldığı Durumlar	26
6.6 Yan Etki ve Önlemler	27
7. MİKRODALGA DİYATERMİ	29
7.1 Yayılm ve Emilim Özellikleri	29
7.2 Fizyolojik Etkileri	30
7.3 Yan Etkileri	30
8. ELEKTROTERAPİ	32
8.1 Elektrik Akımının İnsan Organizmasına Etkileri	33
8.2 Elektroterapide Akım Formları	35
8.2.1 Doğru Akım (Galvanik Akım)	35
8.2.1.1 Galvanik Akım Tedavisinin Pratik Uygulamaları ve Kullanım Alanları	36
8.2.1.2 İyontoferez	39
8.2.2 Alçak Frekanslı Akımlar	39
8.2.2.1 Fizyolojik Etkileri	40
8.2.2.2 Klinik Etkileri	40
8.2.2.3 Faradik Akım	41
8.2.2.4 Denerve Kasların Elektriksel Stimülasyonu	42
8.2.2.5 Ekspansiyel Akım	43
8.2.3 Diadinamik Akımlar	45
8.2.4 Orta Frekanslı Akımlar	47
8.2.4.1 İnterferansiyel Akımlar	47
8.2.4.2 Uygulama Yöntemleri	49
8.2.4.3 Tedavi Tekniği	50
8.2.4.5 Endikasyon ve Kontrendikasyonları	51

9. TENS	52
9.1 Tensin Uygulama Modları	53
9.1.1 Geleneksel Mod	53
9.1.2 Alçak Frekanslı (Akapuntur Benzeri) Mod	54
9.1.3 Burst Modu	55
9.1.4 KısaYoğun Mod	55
9.1.5 Modülasyonlu Mod	56
9.1.5.1 Değişken Modülasyonlu Akımlar	57
9.2 Endikasyonları	58
9.2.1 TENS'in Ağrı Etki Mekanizmaları	59
9.2.1.1 I. Seviye : Kapı Kontrol Teorisi	59
9.2.1.2 II.Seviye: Ağrı Modülasyonunun Santral Mekanizmaları	61
9.2.1.3 III. Seviye : Endorfinler Ve Ağrı Modülasyonu	62
9.3 Uygulama Tekniği	63
9.4 Kontrendikasyonları	64
10. GERÇEKLEŞTİRİLEN CİHAZ DEVRE BİLGİLERİ	65
10.1 Tens Koşulları	65
10.1.2 LCD Ekran Koşulları	66
10.1.3 Mikrodenetleyici Koşulları	66
10.1.3.1 Neden PIC 16F84	67
10.1.3.2 PIC Asembly Komutları	67
10.1.4 Besleme Devresi Koşulları	69
10.1.5 Tuş Takımı Koşulları	69
10.1.6 Tampon Devresi Koşulları	70
10.1.7 Gerilim Yükseltici Katı Koşulları	70
10.1.8 Sabit Akım Kaynağı Koşulları	70
10.1.9 Elektrot Koşulları	71
10.2 Mod A ve Mod B için Üretilen Akım Modülasyonları	71
11.SONUÇLAR VE TARTIŞMA	74
KAYNAKLAR	75
EKLER	78
ÖZGEÇMİŞ	91

KISALTMALAR

TENS	: Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation
LCD	: Liquid Crystal Displays
UV	: Ultraviole
LASER	: Light Amplification Emission of Radiation
MASER	: Microwave Amplification Emission of Radiation
ATP	: Adenosine Triphosphate
EKG	: Electrocardiogram
EMG	: Electromyogram
EEG	: Electroencephalogram
FNS	: Fonksiyonel Nöromusküler Stimülasyon
ACTH	: Adreno Cortico Tropin Hormone
PIC	: Peripheral Interface Controller
ASCII	: American Standard Code of Information Interchange
RISC	: Reduced Instruction Set Computer

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1 : Farklı çap ve frekansta ultrason tedavi başlığının yakın alan uzaklığı	11
Tablo 9.1 : TENS'in uyarı özelliklerine göre sınıflandırılması	53
Tablo 10.1 : Cihazın Mod A'daki akım modülasyonları ve frekans büyüklükleri	73
Tablo 10.2 : Cihazın Mod B'deki akım modülasyonları ve frekans büyüklükleri	73

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1 : Kızılötesi lamba	4
Şekil 4.1 : Ultrason cihazı	12
Şekil 5.1 : Lazer terapi cihazı	17
Şekil 6.1 : Uzunlamasına uygulama. Kuvvet çizgileri iletkenliği fazla olan kan, sinir, kas gibi dokularda yoğunlaşır	21
Şekil 6.2 : Enine uygulama. Kuvvet çizgileri iletkenliği az olan kemik, fasya, tendon gibi dokularda yoğunlaşır.	21
Şekil 6.3 : Kısa dalga diyatermi prensib şeması	22
Şekil 8.1 : Düz akım ve alçak frekanslı akımlarla tedavide elektrodların yerleştirme biçimleri	37
Şekil 8.2 : Dört hücre galvani banyosu	38
Şekil 8.3 : Elektrostimülasyonda akım formları	40
Şekil 8.4 : Ekspansiyonel akımla el bileği ekstansörlerine stimülasyon uygulaması.	44
Şekil 8.5 : Diadinamik akım formları	45
Şekil 8.6 : İnterferensiyel akım	47
Şekil 8.7 : Nemec yöntemi ile interferensiyel akım elde etme.	50
Şekil 9.1 : Eğimli frekans sitimilasyonu	57
Şekil 9.2 : Frekans modülasyonu	57
Şekil 9.3 : Tekrarlayan tek yönlü doğru akım	57
Şekil 9.4 : Sinyal süresi bloğu	57
Şekil 9.5 : Genlik modülasyonu	57
Şekil 9.6 : Genlik modülasyonunun oluşturduğu frekans modülasyonu	58
Şekil 9.7 : Üstel sinyal	58
Şekil 9.8 : Sinyal katarı	58
Şekil 9.9 : Çift yönlü akım	58
Şekil 9.10 : Dorsal boyutta presinaptik inhibasyon	60
Şekil 9.11 : Desandan inhibasyon “Santral etkilenme”	62
Şekil 9.12 : Endorfinler ve ACTH yoluyla modülasyon	63
Şekil 9.13 : Amputelerde fantom ağrısına TENS uygulaması.	63
Şekil 10.1 : Tasarlanan cihazın blok şeması	65
Şekil 10.2 : Cihazın ürettiği akım modülasyon tipleri	72

SEMBOL LİSTESİ

E	: Enerji
h	: Planck sabiti
f	: Frekans
d	: Dalga boyu
v	: Hız
ç	: Transdüser çapı
r	: Transdüser yarıçapı
H	: Spesifik absorpsiyon oranı
G	: Dokuların iletkenliği

FİZİK TEDAVİ YÖNTEMLERİ VE MİKRODENETLEYİCİLİ TENS TASARIMI

ÖZET

Bu çalışmada, öncelikle elektrik enerjisiyle uygulanabilen fizik tedavi yöntemleri ve her yöntemin vücut üzerindeki etkileri incelenmiş; özellikle elektroterapide yaygın olarak kullanılan transkütan elektrik stimülasyonu (TENS) cihazı üzerinde durulmuştur. Çalışmanın pratik kısmında ise bir TENS cihazı tasarımı yapılmıştır. Tasarlanan cihazın benzerlerinden farkı ve ortaya koyulan yenilik; TENS'in farklı mekanizmalar üzerinden etki göstererek farklı ağrı paternlerinde kullanılan modalitelerinin, mikrodenetleyici yardımıyla bir program halinde otomatik olarak hastaya uygulanmasıdır. Cihazın alçak ve orta frekanslı farklı akım modülasyonlarının yer aldığı Mod A ve Mod B olarak isimlendirilen iki ayrı programı mevcuttur. Zamanlayıcı sayesinde her program onbeş dakika boyunca sürmekte, bu süre sonunda uygulama kendiliğinden sona ermektedir.

Kullanıcı, hangi bölgedeki, ne çeşit ağrıya hangi frekanstaki hangi akım modülasyonunu uygulayacağını bilmesi gerekmeden ve cihaz üzerinde parametre ayarlama kulfeti olmadan; sadece cihazı açarak ve mod seçici düğmeden modu seçerek uygulamaya başlayabilecektir. Burada kullanıcının yapması gereken tek şey, uygulama bölgesinde aneljezik etki oluştuğunu hissettiği anda cihazın üzerindeki HOLD düğmesine basarak programın aynı akım modülasyonu ve frekansında devam etmesini sağlamak olacaktır. Ayrıca cihazın üzerindeki LCD displayden programın kalan süresini, mod çeşidini ve uygulanan frekansın büyüklüğünü gözlemek mümkün olacaktır.

PHYSICAL THERAPY METHODS AND DESIGN OF TENS WITH MICROCONTROLLER

SUMMARY

In this study, previously, physical therapy methods which applicable by electrical energy and influences of each methods on body are examined. Especially, Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) which used widely in electrotherapy is considered. In addition to this, such a TENS design is realized. Difference and renewal of this TENS from similar equipments is: Different modalities which applied different pain pattern are applied by microcontroller. Different body mechanisms, are effected by these modalite. Our tens is included two mode program which called Mod A and Mod B. Mod A and Mod B include different current modulations with low and medium frequencies. Owing to timer, program continues fifteen minutes and end of this time, program turns off automatically.

In order to designed TENS, knowledge of how current modulation is applicable on which local of body and pain pattern doesn't necessary for patient. So, adjustement of parametres is not required on TENS. Patient only turn on the TENS and choose mod from mod button. When patient feels analjezic effect on application local, patient has to push HOLD button on TENS. HOLD button is used maintaining same current modulation and frequency magnitude. Furthermore, remainder time of program, mod type and frequency magnitude are seen by LCD display on the designed TENS.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 71 nk,
Sonra: 18 nk

Biçimlendirilmiş: Altbilginin kenara
uzaklığı: 1,4 cm

1. GİRİŞ

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Fizik tedavi, fiziksel vasıtaların tedavi amacıyla kullanılmasına verilen isimdir. Bu nedenle ısı, ışın, su, elektrik ve başka fiziksel büyüklükler ile tedavi de yirminci yüzyılın başlarında gerek Avrupa ve gerekse A.B.D. de fizik tedavi vasıtası kabul edilmiş ve kullanılmıştır. Fizik araçlar geliştikçe ve araştırmalar arttıkça insan organizmasına yaptıkları etkiler daha iyi anlaşılmış ve uygulama alanları abartıdan ve kuşkudan uzak daha sağlam temellere oturtulmuştur. Işıktan elektrik akımlarına, traksiyondan ultrason, masaj ve egzersize kadar birçok fizik araç FTR uzmanı hekimlerin endikasyon ve kontrollerinde uygulanagelmıştır. Bununla birlikte, bu yüzyılın ilk yarısının sonuna doğru fizik tedavi, hekimlerin organizasyon ve yayınlarının adı olmaktan çıkmış, yerini fiziksel tıpa bırakmıştır.

Fiziksel tıp, tıbbi rehabilitasyonun önemli bir parçasıdır; fiziksel ajan ve tekniklerin yetersizlik ve bir dereceye kadar sakatlığın tanı ve tedavisinde kullanılması anlamına gelir.^{[1],+} Fiziksel ajan ve tekniklerin bilimsel olarak yetersizlik ve sakatlıklara uygulanmasıyla hastanın psikolojik, sosyal ve mesleki problemleri azalacaktır. Fiziksel tıbbın tanı teknikleri denilince özellikle elektrofizyolojik incelemeler akla

gelmelidir. Bu nedenle tıbbi rehabilitasyonla uğraşan her hekimin elektrofizyolojik incelemeler, özellikle de elektromiyografik incelemeler yapacak bir eğitim alması gereklidir-[2].^a

Tedavide fizik vasıtaların kullanılması çok eskilere dayanır. İsa'dan seneler önce torpida balığının saldığı statik elektrik tedavi amacıyla kullanılmıştır. Grekçe elektron anlamına gelen kehribarın kumaşa sürtülmesiyle bir kuvvet elde edildiğinin farkına varılmış ve bu kuvvet İngiltere kraliçesi Birinci Elizabeth'in hekimi olan William Gilbert tarafından "De Magnete" isimli kitabında ilk defa "electricitas" şeklinde belirtilmiştir. Ancak elektrik enerjisinin tıbbi uygulamaya girmesi yıllar sonra gelişen elektrik üretme teknikleriyle olabilmektedir. Onyedinci yüzyılda Otto von Guericke, sürtünme ile statik elektrik elde etmiş, bunu onsekizinci yüzyılda Benjamin Franklin hastalıkların tedavisinde kullanmıştır. Elektrik enerjisinin fizyoloji ve tedavide bilimsel kullanımının italyan Luigi Galvani'nin çalışmaları ile onsekizinci asrın sonunda başladığı genellikle kabul edilmektedir. Volta, kendi adıyla anılan pili yapınca, doğru akım veren devamlı bir akım kaynağı elde etmiş oldu. Böylece, ondokuzuncu asırda, insan organizması üzerine elektrik akımının fizyolojik etkileri Du Bois Raymond, Duchenne, Erb, Faraday, D'Arsonval, Bourguignon gibi daha birçok araştırmacı tarafından incelenmiş ve bugün bile değerini koruyan elektrofizyolojik esaslar tayin ve tespit edilmiştir.²[3].

Görüldüğü gibi insan fizyolojisinde elektrik akımının öneminin saptanması ile elektriğin tedavide bilimsel olarak kullanılması Avrupa'da başlamıştır. Bu başlangıç ondokuzuncu yüzyılın sonlarında gerek tanı ve gerekse tedavi yönünden oldukça ileri seviyelere erişerek, çok geçmeden Amerika Birleşik Devletleri'ne de girmiştir. Yirminci yüzyılda elektrik enerjisinin daha kolay ve yaygın bir şekilde elde edilişi ve kullanımındaki gelişmeler; fizik tedavide kullanılan ısı, mekanik tedavi araçları ile elektrik akım modifikasyonlarının elde edilmesi ve uygulanmasına çok büyük kolaylıklar getirmiştir.

Bu çalışmada öncelikle elektrik enerjisiyle uygulama imkanı bulan fizik tedavi yöntemleri ve her yöntemin vücut üzerindeki etkileri incelenmiş; özellikle elektroterapinin en kullanışlı halini almış olan Transcutaneous Electrical Nerve

Stimulation (TENS) cihazı üzerinde durulmuştur. Çalışmamın pratik kısmını ise TENS cihazı tasarımı oluşturmuştur. Tasarlamış olduğum cihazı benzerlerinden ayıran farklılık ve ortaya koyulan yenilik; TENS'in farklı ağrı paternlerinde kullanılabilen ve farklı mekanizmalar üzerinden etki gösteren modalitelerinin mikrodenetleyici yardımıyla, belli bir zaman boyunca bir program halinde otomatik olarak hastaya verilmesidir. Bu sayede kullanıcı hangi bölgedeki ne çeşit ağrıya hangi modaliteyi uygulayacağını bilmesi gerekmeden ve cihaz üzerindeki parametreleri ayarlama kulfeti olmadan, sadece cihazı açarak uygulamaya geçebilecektir. Kullanıcının yapması gereken tek şey, uygulama bölgesinde aneljik etki oluştuğunu hissettiği anda cihazın üzerindeki HOLD düğmesine basarak, programın aynı şekilde devam etmesini sağlamak olacaktır.

← **Biçimlendirilmiş:** Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 71 nk,
Sonra: 18 nk

2. KIZILÖTESİ IŞINLARLA TEDAVİ

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Bu tedavi yönteminde yararlanılan enerji foton enerjidir. Foton, Planck'ın kuantum teorisine göre $E=h.f$ ile ifade edilen enerjiye sahiptir. “h” Planck sabiti, “f” ise fotonun frekansdır. Frekans ışık hızının dalga boyuna bölünmesi ile hesap edilir. Foton bir elektromagnetik radyasyondur ve atomdaki elektronların hareketi ile oluşturulur. Bir atomun elektronları yörüngeleri arasında gidip gelirse foton açığa çıkar. Elektron geriye dönerken bir elektromagnetik dalga açığa çıkar ki, bu enerji fotondur.^[4]

Meydana gelen elektromagnetik dalganın türü, elektron atlamasında söz konusu olan elektron yörüngeleri arasında gidip gelen elektronun hareketine bağlıdır. Bu nedenle her element ısıtıldığında kendine özgü ışın spektrumunu ortaya çıkarır. Örneğin sodyum ısıtıldığında spektruma sarı renk hakimdir.^[5]

Isıtılan cisimler ilk önce etrafa uzun dalga boylu kızıl ötesi (infraruj) ışınlar yayar. Isı derecesi yükseldikçe ortama yayılan ışınların dalga boyu da kısalmır. Yayılan ışınların

dalga boyu 750 nm'ye ininceye kadar bu ışınlar görülmez, ancak ısı şeklinde hissedilir. Metaller kızılör dereceye kadar ısıtıldıklarında yayılan ışınların dalga boyu 750 nm'nin altına inmiş demektir. Isıtılmaya devam edilerek akkor dereceye geldiğinde artık bütün görünen ışınlar yayılmaktadır ve yayılan ışınların dalga boyu 390 nm'ye kadar inmiş demektir. Dalga boyu küçüldükçe frekans yükseleceği için kısa dalga boylu ışınların içerdikleri enerji, uzun dalga boylu ışınlardan daha yüksektir.

Kızılötesi ışınlar, sınırları kesin olmamakla birlikte, 750- 400000 nm dalga boyuna sahip elektromagnetik dalgalar olarak kabul edilir.³[4]. Ancak bunların 12000 nm'nin altındakiler ve görünen ışınlardan da 550 nm'ye kadar olanların sıcaklık etkisi vardır. 1400 nm ile 12000 nm arasında dalga boylu olanlar uzak kızılötesi; 700 nm ile 1400 nm arasında dalga boylu olanlara yakın kızılötesi ışınlar denir. Yakın kızılötesi ışınların giriciliği, uzak kızılötesi ışınlara göre daha fazladır. En girici ışınlar 800 nm dalga boyu civarında olanlardır. Bir santimetre doku derinliğinde karbon flamanlı lambaların %0,9'u, tungsten flamanlı lambaların %1,9'u, gün ışığının %2,3'ü oranında enerji saptanmıştır.⁶[6].⁴

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk,
Sonra: 12 nk

2.1 Kızılötesi Üreteçleri

Genel prensipleri elektrik enerjisi kullanmak sureti ile— maddelerin ısıtılmasına dayanan kızılötesi cihazları— iki şekilde yapılır.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk,
Sonra: 6 nk

2.1.1 Kızılötesi H Lambalar

Bunlar içlerinde bir soy gaz bulunan veya havası boşaltılmış, tungsten ve ya karbon flamanlı, camdan üretilen lambalardır. Elektrikle ısıtılan flamanları yüksek ısı değerine çıkarılarak akkor haline getirilen bu lambalar görünen ışık ile beraber 350 nm-4000 nm dalga boylu ışınlar saçarlar. Lambaların saçtığı ışık karışımı içerisinde en fazla 1000 nm dalga boyu civarında kızılötesi ışınlar bulunur.³[4]. Pratikte güçleri 40-500 watt arasında değişen kızılötesi lambalar kullanılır. Bazı kızılötesi lambaların

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

camları, kızılötesi dışındakileri absorbe edip-, yalnız kızılötesi ışınları geçiren bir renkte yapılarak daha saf kızılötesi ışınları temin ederler. Bu lambaların renkleri genellikle kırmızıdır. Bazı lambalar ise mavi renkte yapılarak yakın kızılötesi ışınların -bir kısmını ve maviye yakın renkleri geçirmesi sağlanır. Ampüllere verilen özel şekillerle (mantar şekli) ve arka kısımları kapatılarak parlatılması sureti ile daha homojen hüzmeli kızılötesi ışınlar elde edilmiştir. Şekil 2.1 de kızılötesi lamba görülmektedir.



Şekil 2.1 Kızılötesi lamba.

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Şekil 4.2.2.1.1 kızılötesi lamba

Küçük wattlı, kızılötesi lambalar daha çok birkaç bir arada ve özel cihazlar arasında kullanılır-. Geniş vücut sağlığında kızılötesi tatbik etmek için kullanılan bu cihazlara “ışık banyosu” denilir. İçlerine cihazın büyüklüğüne göre 6-10 adet küçük wattlı (40-

75 watt) -kızılötesi lamba yerleştirilmiş olan ışık banyolarıyla ihtiyaca göre lambaların hepsi veya bir kısmı yakılmak suretiyle tedavi yapılır.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk,
Sonra: 6 nk

2.1.2 Resistantlı Kızılötesi Üreteçler

Bunlar görünen ışık vermeyen kızılötesi üreteçleri olup, kızılötesi lambaların flemalarına kıyasla az ısınır. Bu sebeple 750-15000 nm dalga boylu ışınlar verirler, fakat en çok yayılım 4000 nm dolayındadır.³[4]. Resistantlı kızılötesi üreteçleri-, içinden elektrik akımı geçirilerek ısıtılan madeni bir direncin- yalıtkan bir maddeden yapılmış yansıtıcı bir çanak üzerine sarılması suretiyle yapılmıştır .Bu üreteçlerin gücü 300 - 1500 watt arasında değişmektedir.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

2.2 Kızılötesi Üreteçlerin Fizyolojik Etkileri

İnsan cildi üzerine tatbik edilecek kızılötesi ışınlar-, dalga boylarına göre deri tabakaları tarafından tutulurlar veya deri tabakalarının altına kadar geçerler. Normal tedavi dozunun maksimum -şiddetlerine dahi, kızılötesi ışınlar birkaç mm.' den daha derine geçmeden emilirler. Genellikle uzun dalgalı kızılötesi ışınların-, büyük kısmı derinin üst tabakalarında emilir -ve bu sebeple daha yüzeysel bir tesir göstererek derinin üst tabakalarını ısıtırlar. Bununla beraber- kısa dalgalı yakın kızılötesi ışınlar ile görülebilen ışık ışınları -cilt altı yağ dokusu ve ince ciltlerde adale -dokusuna kadar varan nüfuz kabiliyeti gösterirler-.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk,
Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Kızılötesi ışınların fiziki tesiri vücut dokularında meydana getirdiği ısınmadır. Dokularda veya insan vücudunun bütününde -meydana gelecek ısınma , tatbik edilen kızılötesi cihazının -ışın şiddeti ve -ışınlanan vücut -bölümünün genişliği- ile doğru orantılıdır.

Kızılötesi ışın tatbik edilen cilt sahasında tatbikattan birkaç dakika sonra kızarıklık meydana gelir. Meydana gelen bu kızarıklık tatbik edilen kızılötesi ışının şiddeti ve

devam süresine bağlı olarak tedavi kesildikten birkaç saniye sonra kaybolur. Kızılötesi ışınların vazo motor -sinirlerde meydana getirdiği uyarım sebebiyle oluşan ve vazodilatasyon-,_meydana gelen kızarıklık sebebidir. Bu nedenle arter ve ven dolaşımında- hızlanma ve dokularda kanlanma artar. Kızılötesi ışınlanma ile deride ve ter bezlerinde bir uyarım meydana gelerek- vücut terler.

Kızılötesi ışınların lokal tatbikler esnasında bile, -vücudun genel ısını arttıran bir tesir yaparlar. Bu-, kızılötesi ışın tatbik edilen dokulardaki ısının kan yoluyla organizmaya -yayılmasında meydana gelir. Organizma artan ısını dengelemek için-, gerekli regülasyon mekanizmasını harekete geçirir. Bu sebeple terleme-, dolaşım-, nabız ve teneffüs sayısı ve böbreklerde süzülme artar , kan basıncı düşer. Genel ışık banyolarında buna ilave olarak , ter ile su, tuzlar, üre ve diğer azotlu maddeler atılır, kan ve dokularda alkali rezervi artar. Bu sebeple bir miktar kilo kaybı da olur-[6].⁴

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk,
Sonra: 12 nk

2.3 Kızılötesi Tedavinin- Endikasyon ve Kontrendikasyonları ile Kullanım Şekli

Kızılötesi ışınlarla yapılan tedavilerde amaç ve beklentiler sıcaklığın biyolojik ve fizyolojik etkileri çerçevesinde düşünülmelidir. Kanama riski olmayan travma tik bozukluklarında, lenfler ve omurgada osteoartosis, ağrılı adale kasılmalarında ve aktif ve pasif hareket egzersizleri ve masaja yardımcı olarak kullanılmaktadır.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Ağrı kesici ve kas gevşetici özelliklerinden romatizmal hastalıkların tedavisinde yararlanır. Romatoid eklemlerde ısı artışı varsa dikkat edilmelidir. Eklemlerde yüksek ısı akut yangı varlığını gösterir; ki bu durumda sıcak uygulama kontrendikedir.

Periferik tıkaçıcı arter hastalıklarında hafif dozda yerel ışık banyosu önerenler de bulunmakla birlikte gangren olasılığını hiç bir zaman gözardı etmemek gerekir. Kanama olabilecek rahatsızlıklar olan mide ülseri ve hemoptiste, hamilelik ve adette, anestezi ve termal hipoestesi bölgelerinde kullanılması uygun değildir. Ayrıca

hastanın ısıya verdiği tepkilere dikkat edilmeli ve tedavi seansından sonra hastanın aniden soğuması engellenmeli; gözler , kafatası ve medulla bölgesi korunmalıdır.

Kızılötesi ışın tedavisi daima çıplak deri üzerine ve hastanın tatlı bir sıcaklık duyacağı dozda uygulanır. Işınlara uygulama alanına dik gelmesine özen gösterilir. Uygulama yüzeyine dik gelen ışınlar absorpsiyon maksimaldir. Dik gelmeyen ışınların büyük bir kısmı geldikleri açı ile yansır. Cihazı ileri geri hareket ettirerek doz zayıflar. Bir yüzeye düşen ışının şiddeti uzaklığın karesi ters orantılıdır. Uygulama süresi ve dozu amaca ve hastalığın durumuna göre değişir. Genellikle subakut durumlarda hafif dozda 10-15 dakika, kronik durumlarda 15-30 dakika ve günde bir kaç kez uygulanabilir-[6].⁴

← **Biçimlendirilmiş:** Aralık Önce: 71 nk,
Sonra: 18 nk

|

|

|

|

|

|

3. ULTRAVİOLE IŞINLARLA TEDAVİ

Ultraviole ışınlar elektromagnetik spektrumun 185 nm ile 400 nm dalga boyu arasındaki bölümü teşkil eden ışınlardır. A, B ve C ışınları olmak üzere üçe ayrılırlar.

Ultraviole A, 314 nm'den 400 nm'ye kadar olan aralıktır. Güneş ışınlarında olduğu gibi karbon arkları ve akkor lambalarda da elde edilirler. Ancak, bu dalga boyları yüksek dozlarda olmadıkça kızarıklık meydana getirmezler. Deride renklenme oluşturur.

Ultraviole B, 280 nm'den 315 nm'ye kadar olan aralıktır. Bu grup ışınlar cıva buharlı lambalarda, metal elektrotlu lambalardan elde edilirler. D vitamini sentezinin ve sonuç olarak kalsiyumun metabolizmaya katılmasını sağlar.

Ultraviole C, 185 nm'den 280 nm'ye kadar olan aralıktır. Özel karbon arklı lambalar ile elde edilirler. Bakteri kırıcı etki yaparlar. ~~Şekil 4.3a'da ışınlama hücresi, şekil 4.3.b 'de UV lambası görülmektedir.~~

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

.

▲

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 18 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk,
Sonra: 12 nk

3.1 Ultraviole Işınlrnrn Fizyolojik Etkileri

Ultraviole ışınların nüfuz kabileyeti çok azdır. İnce bir giyim eşyası ya da ince bir kağıttan bile geçemezler. Adi pencere camı, 320 nm dalga boylarının -ve hava ile kuartzda 185 nm' den yukarı- dalga boylarının geçişine müsaade eder. Bu sebeple ultraviole lambaları kuartzdan yapılır. İnsan derisi ultraviole ışınların tamamını tutar, derinin 2 mm altına, ancak 450 nm' den yukarı dalga boyundaki ışınlar geçebilir.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Ultrason ışınlarla ultraviole A grubuna bağlı bulunan ışınlar, insan cildinde daha derine giderlerse -daha az biyolojik etki yaratırlar. Bu ışınlar, 310 nm'nin üstündeki dalga boylarıdır. 310 nm - 400 nm dalga boyları arasındaki -ışınlar daha çok biyolojik tesir eden ışınlardır.

Ultraviole ile ışınlanan insan cildi, ışınlamanın şiddetine göre- değişik miktarlarda kızarıklık meydana getiririr. Deride meydana gelen bu kızarıklık 1-8 saat sonra ortaya çıkar. Işınlamanın şiddetine -göre sadece ışınlama sahasına etki eden dört derece kızarıklık deride açığa çıkmaktadır.

Ultraviole ışınlar bir kısım metabolik tesirlerde gösterirler. Bunlar arasında 7-dehidroxy-kolestrolden D vitamini oluşmasına sebep olur. Bunun yanında kanda eritrosit- ve redikülositlerin-, kan hemoglobinin artmasını temin eder. Normalde bir değişiklik yapmaz ise de-, diabetik hastalarda- kan şekerini geçici olarak düşürür. Ultraviole ışınlamasından sonra derinin turgor ve elastisitesinin, müdafa_a reaksiyonlarının arttığı ve bünyede genel bir iyilik hissi meydana geldiği görülmüştür-[6].

4

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk, Sonra: 12 nk

3.2 Ultraviole Tedavinin Endikasyon ve Kontrendikasyonları ile Kullanım Şekli

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

3.2.1 Kullanıldığı Durumlar

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

- >Dermotolijide akne-, keloit soriasis tedavisinde
- >Riket hastalığı
- >Tetanos
- >Astım
- >Herper zoster hastalığı
- >Algodisterofi
- >Asteni
- >Romatizma-;_ağrılı dermatomlarda uygulanır-[6].⁴

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

3.2.2 Kullanılmasının Uygun Olmadığı Durumlar

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

- >Akciğer tüberkülozu
- >Kalp, kan ve renal bozukluk veya yetmezlik

>Arterioscleriosis

>Şeker hastalığı[6].⁴

3.2.3 Kullanım Şekli

>Hasta ve uygulayan kişinin gözleri UV opak gözlükler ile korunmalıdır.
(Konjoktivit, blerafit ve foto- optalmi riskine karşı).

>Sıvı cıva içeren lamba hastaya asla dik yerleştirilmemelidir. Lamba patladığında yanık riski vardır.

>Uygulamaya başlamadan önce her hastanın ultraviole ye karşı hassaslığı Siedman testi ile kontrol edilerek başlangıç dozu belirlenmelidir. Bu doz yavaş yavaş arttırılmalıdır. Çünkü yanma riski daha büyüktür. Bunun nedeni ise ultraviolenin kızılötesi gibi ısı hissi oluşturmaktadır.

>Aşırı radyasyon olmamalıdır, cilt atropisi ve cilt kanseri riski vardır.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 71 nk,
Sonra: 18 nk

|

|

4. ULTRASONİK TEDAVİ

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Ultrason yüksek frekanslı ses dalgasıdır. Normal kulak saniyede 16 Hz– 20 KHz frekans aralığındaki sesleri duyabilir. Ultrason frekansı ise 20KHz’in çok üstündedir. Tıpta tedavi ve tanı amacıyla kullanılan ultrason cihazlarında yüksek frekanslı ses dalgaları piezzo-elektrik kristallerle elde edilir.

Ses dalgaları, içinde seyrettikleri ortama ve ortamın ısısı gibi fiziksel durumlara bağlı olarak belirli bir hızda yayılırlar. Havada 340 m/sn, suda 1500 m/sn, kas dokusunda 1560 m/sn, kemikte 3000 m/sn, cam ve çelikte 5000 m/sn, hızla yayılır. Diğer dalga şekillerinde olduğu gibi, ses dalgaları da yansıma, kırılma, yayılma ve ortamdan geçerken zayıflama gibi fiziki durumlar gösterirler.

Ultrason fiziki etkileri şu şekilde sıralanır:

- Termal
- Mekanik

Ultrason dalgalarının bir ortam tarafından absorpsiyonu– ısı enerjisinin meydana gelmesine sebebiyet verir. Meydana gelen ısı miktarı, tatbik edilen sonik enerjinin miktarı ve ortamın sonik empedansı ile orantılıdır.

Ultrasonik mekanik tesirleri, ortam içerisinde meydana getirdiği basınç -farklarından meydana gelir. Böylece ortam içerisindeki moleküllerde vibrasyon oluşur. Doz ve şiddet artınca bir periyodun yarısında bir araya sıkışmış olan moleküllerin periyodun diğer yarısında ani olarak genişlemesi bir patlama tesiri gibi rol oynar (kavitasyon).

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk,
Sonra: 12 nk

4.1 Ultrason Cihazı

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Bir ultrason cihazının düzeneğinde iki temel kısım bulunmaktadır. Birincisi yüksek frekanslı akım üreticidir, ki bu 50 Hz'lik şehir şebeke akımını istenilen frekansa akıma yükseltir. İkinci bölüm, üreteçde elde edilen akımı, mekanik enerjiye (maddesel titreşime) dönüştüren güç çevirici (transduser)dir.

Transduser, silindirik kesilmiş kuvartz, baryum--titanat gibi kristal yapıda olup, akımın yönüne göre şekli periyodik olarak değişir, deforme olur. Bu olay, kristalde ve kristalin bulunduğu ortamda titreşime neden olur. Kristalin titreşim frekansı üreteçten gelen akımın frekansına eşit olmalıdır. Bazı kristallerin ses enerjisini elektrik enerjisine çevirme özelliği vardır. Buna piezoelektrik özellik denir. Ultrason cihazlarının işleyiş mekanizmasının esası piezoelektrik olaya dayanır.

Transduserden çıkan ses demetinin özellikleri başlığın çapına ve enerjinin dalga boyuna bağlıdır. F, frekans, v hız, d dalga boyu olmak üzere $f = v/d$ eşitliği geçerlidir. Sesin frekansı değişmez, ilk kaynakla aynıdır; iletildiği ortamda değişen sesin hızı ve dalga boyudur.

Transdüserden çıkan ses demeti bir süre silindirik şekilde gittikten sonra belli bir açı ile yayılarak birbirinden ayrılır. Bu ayrılma açısı transdüserin çapına ve sesin dalga boyuna bağlıdır. Ayrılma açısının sinüsü, dalga boyunun transdüser çapına oranı ile doğru orantılıdır: $\sin a = 0,61.d/\lambda$. (d: dalga boyu, λ : transdüserin çapı). Bundan çıkan sonuç, ultrason başlığının çapı ne kadar büyükse, ses demeti o kadar uzak mesafeye silindirik ya da ona yakın şekilde seyredecek demektir. Fakat bu ses demeti hiç bir zaman homojen değildir. Ses yoğunluğu transdüserden itibaren azalıp çoğalarak, an çok ve en az ses yoğunluğu oluşturarak seyreder. En çok ses yoğunluğunun olduğu bölgeye yakın alan denir. Buradan itibaren ses demeti daha homojen olarak fakat azalarak seyreder, bu bölgeye de uzak alan denir. Tedavi cihazlarında yakın alanın uzaklığı önemlidir.

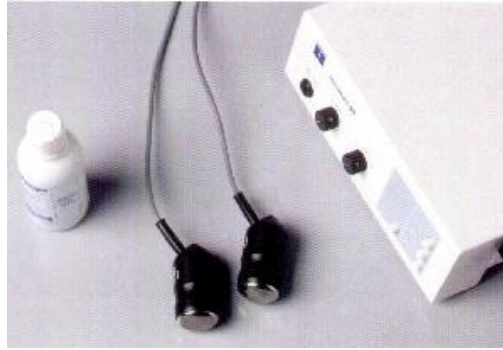
Yakın alan; r transdüser yarıçapı, d dalga boyu olmak üzere $2r/d$ ile bulunur. Bu eşitlik, $d = v/f$ olduğundan $2r.f/v$ şeklini de alır. Transdüserin yarıçapı ve ses frekansı ne kadar büyükse yakın alan o kadar uzundur. (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: Farklı çap ve frekansta ultrason tedavi başlığının yakın alan uzaklığı¹

Başlık Çapı (mm)	Frekans (Mhz)	Yakın alan uzaklığı (cm)
15	1	15
15	3	45
10	1	6,5
20	1	26,5

Ultrason yoğunluğu watt/cm² cinsinden ifade edilir. Bu ortalama yoğunluktur. Yani başlık yüzeyinin her cm²'sine düşen enerji yoğunluğudur. Ultrason işitilen seslerde olduğu gibi kompresyon ve dekompresyon yaparak ortam içinde yayılır. Ortamdaki parçacıkların hareketi dalga yayılımı yönüne paralel olarak hareket eder.

İçinde erimiş gaz bulunan sıvıda, ses dalgasının gevşeme fazında ortam basıncı düştüğü için erimiş gaz parçacıkları bir araya gelebilir ve kabarcık oluşturabilir. Sıkışma fazında bu gaz kabarcığı çevredeki sıvılar içine dağılır, ya da yeni oluşan gaz kabarcıkları ile birleşerek büyür. Buna kavitasyon denir. Büyüyen bu gazlı boşluklar dağılarak bir takım mekanik olaylara neden olabilir veya sonik enerjinin iletimini de etkileyebilirler. [Şekil 4.1 de ultrason cihazı görülmektedir.](#)



Şekil 4.1 Ultrason cihazı

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk, Satır aralığı: 1,5 satır

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk, Satır aralığı: 1,5 satır

Biçimlendirilmiş Tablo

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 9 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk, Satır aralığı: 1,5 satır

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 9 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk, Satır aralığı: 1,5 satır

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 9 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk, Satır aralığı: 1,5 satır

Biçimlendirilmiş Tablo

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 9 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk, Satır aralığı: 1,5 satır

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

4.2 Ultrasonun Fizyolojik Etkileri

Ultrasonun fizyolojik etkilerini bu enerjinin özelliklerini göz önüne alarak iki grupta tolayabiliriz:

4.2.1 Isıya Bağlı Etkiler

Ultrason enerjisinin dokularda emilmesi ile ısı yükselmesi ortaya çıkacağı için ısıya bağlı tüm reaksiyonların ısı ile de görüleceğini varsaymak gerekir. Ultrason ile tendonların uzayabilirliği artmaktadır.[7].[#] Eklem kapsülleri de tendon gibi bol miktarda kollajen içerdiklerine göre eklem kontraktürlerinde hareket genişliğini artırmak için germe egzersizleri ile birlikte uygulanabilir.[8].^{##}

Bazı araştırmacılar tarafından ultrasonun reobazda azalma, kronakside artma ve izole sinirde blok yaptığı bildirilmişse[9].^{IV} de, daha sonraki yıllarda radyal sinirin deri dalı üzerine uygulanmasıyla latans düşüklüğü dışında bir değişiklik görülmediği gözlenmiştir.[10].⁵ Latans düşüklüğü iletim hızındaki artıştan ileri gelmektedir ki bu da tedavi dozunda ısıнын görünen bir etkisidir.

Normal tedavi dozlarında ultrasonun sinirler üzerine zararlı bir etkisi yoktur. Görülen bazı olumsuz etkiler, örneğin sinir bloku gibi, aşırı ısıya bağlıdır. Sinir lifleri içinde C₁ lifleri daha hassastır ve diğer ısı vasıtaları gibi ultrasonla da ağrı eşiği yükseltebilir.[9].^{IV} Sempatik sinirler ve ganglionlar üzerine uygulamakla kanlanma ve deri ısısında artma görülür. Stellar gangliona 0,75 watt/cm² kesikli ultrason ile parmak ucunda ısı yükselmesi olmamış, 1,5 ve 3 watt/cm² sabit uygulamakla anlamlı fark saptanmıştır.[11].^V

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk,
Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Tedavi dozlarında kemikler üzerine yararlı veya zararlı bir etkileri görülmemiştir. Yüksek dozlarda kırıklara yol açabilir. Metabolizmadaki artış ve biyolojik membranlarda geçirgenliğin artması ısının dozuna bağlıdır.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk,
Sonra: 6 nk

4.2.2 Isıya Bağlı Olmayan Etkiler

Tedavi dozunda ultrasonun uygulandığı alanda görülen etkiler büyük oranda ısıya bağlı olan reaksiyonlardır. Ancak bu reaksiyonların tamamını ısı etkisi ile açıklamak mümkün değildir. Isı etkisinin yanında mekanik etkilerinin olabileceğini, bazı durumlarda her iki etkinin de bir arada bulunabileceğini kabul etmek gerekir.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Hücre zarının geçirgenliği artmakta, zar potansiyeli değişmektedir. Bu etki belirgin ısı artışı olmadan da görülebilmektedir. Ultrasonun mekanik gücü hücreler üzerinde baskı oluşturarak veya sıkışma ve gevşeme fazlarında vibrasyon etkisi yaratarak zar geçirgenliğini etkileyebilir. Ayrıca doku sıvıları üzerindeki karıştırıcı etkisi iyon hareketlerine neden olarak zar potansiyelini değiştirebilir.[9].^{iv} Alyuvarların ve trombositlerin damar yatağında kümelenmelerine neden olabilir.[6].⁴

Ultrasonun en önemli mekanik etkis kavistasyondur; ortamın akışkanlığı yüksek, hücre yoğunluğu düşükse ve yüksek doz ultrason uygulanırsa ortaya çıkar. Kavitasyon hemoliz, kanama ve doku nekrozuna yol açar. Kavitasyonu önlemek için uygulama tekniğine dikkat etmeli, sabit uygulamadan kaçınmalı, gereksiz yüksek doz kullanılmamalıdır.[9].^{iv}

Uygun dozda kesikli ultrason doku rejenerasyonunu artırır. Dyson ve arkadaşları üç ayrı doz uygulayarak rejenerasyon hızını değerlendirmişlerdir. Birinciye 0,1 W/cm² kesikli (1/5 kesikli 0,5 Watt/cm²), ikinciye 0,1 W/cm² sürekli, üçüncüye 0,1 W/cm² kesikli (fakat 1 msn 8 Watt/cm² uygulama, 79 msn boş) uygulama yapılmıştır. Birinci ve ikincilerde rejenerasyon hızlanmış; üçüncüde gecikmiştir. Üçüncüdeki gecikmeyi, yüksek şiddette verilen ultrasonun kavitasyon etkisine bağlanmıştır.[12].

vi

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk,
Sonra: 12 nk

4.3 Kullanım Şekli

Tedavide kullanılan 0.5-4 MHz frekanslı dalgalar seramik bir parça ya da piezzo elektrik kristal tarafından üretilir ve ilerlemek için katı veya sıvı bir ortama ihtiyaç duyar. Frekans azaldıkça insan vücudundan geçmesi kolaylaşır. Lakomotor sistem patolojisinde genellikle 1MHz. kullanılır, etkili tedavi derinliği 8 cm.'dir. Ultrason yayını sürekli sinyaller veya kesikli sinyaller şeklinde olabilmektedir. Bu uygulanan yayının değerinin belirli bir değerde olması gerekmektedir .Bu değer aşılsa hastanın canı yanabilmektedir. Bu nedenle uygulanması gereken maksimum güç 2 watt/cm^2 , seansın maksimum süresi de 10 dakika olarak sınırlandırılmıştır.[9].^{iv}

Ayrıca gönderilen ve alınan dalgaların kesişmesini engellemek için kullanılan probun cilt üzerinde hareket ettirilmesi gerekmektedir. Ultrason probu ultrason dalgalarının tatbik edilen sahada etkili olabilmesi için uygulama sahasında daireler çizerek hareket ettirilir. Uygulama alanı dar olduğu takdirde de başlığın hareket ettirilebilmesi için küçük başlık kullanılması yararlıdır.

Bu işlem yapılmadan önce tedavi uygulanacak bölgeye jel sürülmesi gerekmektedir. Hava kötü bir iletken olduğu için boşluktan çıkan ultrason dalgalarının bir kısmı hava molekülleri tarafından absorbe edilir. Ayrıca hava ile cilt arasındaki yoğunluk farkı nedeniyle dalgaların büyük kısmı geri yansır, bu da enerji kaybına sebep verir. Bu jel sayesinde başlıktan çıkan ses dalgaları havaya oranla çok hızlı ilerleyerek vücut bölgesine ulaşmaktadır.[11]. Eğer tedavi uygulanacak kısımlar su içerisine konabilecek (el, ayak gibi) durumda ise su içerisinde tedavi yapılır. Su içerisindeki tedavi bölgesi ile su içerisindeki ultrason başlığının tesirli yüzü birbirine paralel ve birkaç santimetre uzakta olmak üzere tedavi yapılır. Bazı intizamsız lokal sahalara ultrason tatbik etmek için hususi adaptörler de kullanılır.

Komplikasyonlar doz fazlalığından, sakıncalı bölgeye uygulama yapmaktan veya ultrason dozunu bölgenin özelliklerine göre ayarlamamaktan ileri gelir.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Komplikasyonların da ısıya bağlı olanları ve olmayanları vardır. Isıya bağlı olanlar ağrı, doku harabiyeti ve yanıklardır. Tedavi dozunda ısıya bağlı komplikasyonların meydana gelmesi uygulama tekniği ile ilgilidir. Örneğin başlık uzun süre sabit tutulursa, kemik yüzeylerinden yansıyan kesişen dalgalar odaklaştığı noktalarda yüksek ısı oluşturur.

4.1.24 Endikasyon ve Kontrendikasyonları Kullanıldığı Durumlar

Romatizmal hastalıklar, dejeneratif eklem hastalıkları, travmalar ve hareketsizliğe bağlı yumuşak doku sertlikleri ve eklem kontraktürlerinde, ultrason enerjisi kapsülde selektif ısınma yaptığı için diğer derin ısıtıcılara tercih edilmektedir. Kalçanın osteoartrozunda giriciliği ve kapsülde selektif ısınma yaptığı için diğer diatermi araçlarından üstündür. İnternal fiksasyon bulunan kalça eklemi kontraktürlerinde de ultrason önerilmektedir[9].

Ultrasonun etkinliği istatistiksel ya da diğer objektif yöntemlerle değerlendirilmemiş durumlar vardır. Bu grup içinde ankilozan spondilit, inaktif romatoid artrit, sekonder kontraktürler, deri, deri altı ve kasların fibrozis ve eskar dokuları, kapsül ve ligaman kısılıklarına bağlı hareket kısıtlılıkları vardır. Bu bozukluklar kontrakte kollajen doku selektif olarak ısıtılabilir. Travma ve yanıklara bağlı nedbeleşmeler, Dupuytren kontraktürü, bursit ve tendinitlerin kronik aşaması endikasyon alanına girer. Variköz ülserlerde ve bası yaralarında da haftada üç gün 1 watt/cm² kesikli ultrasonla iyi sonuçlar alınmıştır[13].

Isının genel kontrendikasyonları dışında ultrasonlar sıvı içeren organlara, özellikle kalp, göz ve gebe uterusu uygulanmamalıdır. Tedavi dozlarında dahi kavitasyon görülebilir ve zararlı olabilir. Laminektomi yapılmış omurga üzerine uygulanırken dikkat etmek gerekir. Omurilik sıvısında kavitasyona yol açabileceği gibi omurilik fonksiyonlarını da etkileyebilir. Dikkatle yönlendirilirse böyle vakalarda bile faset eklemleri tedavi edilebilir. Büyümekte olan kemikler üzerine tedavi dozlarında bir sakıncası yoktur[9].

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 18 nk, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk, Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 71 nk, Sonra: 18 nk

5. LAZER TEDAVİ

Kısaca yoğunlaştırılmış ışık olarak tanımlayabileceğimiz LASER, “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” kelimelerinin baş harflerinden oluşmuştur. Lazerin temelinde 1917 yılında Einstein tarafından ortaya konulan kuantum kavramı vardır. 1950’de Townes bu kavramı MASER (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation) şeklinde pratiğe aktarmıştır. 1960’da Theodore Maiman ilk lazer aletinin yapımını gerçekleştirmiştir. Günümüz tıbbında lazerler, koroner arter trombusünün eritilmesinden, retina dekolmanı veya postherpetik nevralji tedavisine kadar yayılabilen farklı kullanım alanlarına sahiptir[14].

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

5.1 Lazer Üretimi

Lazer ışınları ışık ve kızılötesi ışınları bazı özel yöntemlerle kuvvetlendirilmesi suretiyle elde edilen daha güçlü hüzmeleridir. Adi ışık kaynakları (lamba, ark gibi) foton enerjisi saçarlar. Bu fotonların titreşim hızları her renk için beyaz ışık farklı dalga boyunda bulunan foton enerji karışımıdır. Bu, nedenle beyaz ışık bir çok renkten oluşan ışık karışımıdır. Halbuki lazer tekniğiyle monokromatik (tek renk) foton enerjisi normal kaynaklardan elde edilebilen ışınlardan çok daha kuvvetli elde edilebilir.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk,
Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Bir elektrik lambasından çıkan beyaz ışık çok renkli olması sebebiyle düzgün olmayan bir şekilde her yöne ayrılırlar. Buna incoherent ışık denir. Bunun aksine lazer ışınları, conherenttir. Yani tek bir dalga boyundaki ışınlardan meydana gelir ve bu ışınlar tek bir yöne yönelmiştir. Bütün ışınların dalga boyları aynı fazdadır. Lazer ışınları diğer ışık kaynakları gibi konik bir şekilde yayılmadan, silindirik bir hüzmeye gibi uzun mesafelere giderler.

Lazer ışını veren cihazlarda ana prensip: Bir ışık kaynağından çıkan foton enerjisini, değişken bir ortam üzerine vererek, bu ortamın atomlarındaki elektronların dönüş hızını arttırmak ve bu suretle, gelen ışınlardan çok farklı dalga boyunda yeni bir ışın elde etmek ve bu ışınları tek bir doğrultuya sevk etmektir. Her atomun elektronlardan

dönüş hızı arttırıldığında, değişik dalga boyunda bir ışık meydana çıkar. Bu sebeple gaz, sıvı veya kristalin yapıldığı maddeye göre değişik dalga boyunda lazer elde edilir. Şekil 5.1 de lazer terapi cihazı görülmektedir.



Sekil 5.1 Lazer terapi cihazı

Lazer ışını veren cihazların kristal, sıvı veya gaz olan kısımlarındaki atomların, elektronlarının dönüş hızını arttırmak için, yalnız ışık kullanılmaz. Aynı işi radyo dalgaları, elektrik akımı veya kimyasal olaylarda da yapmak mümkündür. Bazı lazerler kızılötesi ve ultraviyole gibi görünmeyen ışıklarda verirler. Bunlardan biri karbondioksit gazı ile çalışan ve kızılötesi ışını veren şimdiye kadar yapılmış en kuvvetli lazer cihazıdır. Kullanılan ana maddeye göre lazerler şu şekilde sınıflandırılabilir:[15].

1. Katı lazerler: En güçlü çıkışa sahiptir.

2. Sıvı lazerler: Organik boya maddelerinin genellikle alkol içinde çözündürülmüş eriyikleri, ışık güçlendirici maddeler olarak ve pompalama sistemi şeklinde kullanılır.

3. Gaz lazerler: En etkil olanlar He-Ne ve CO₂ lazerleridir. CO₂ lazeri çok yüksek frekanslıdır, hücreleri 500 watt'ta buharlaştırır[16]. He-Ne lazerinde neon lazer gazını, helyum enerji yükleme yani pompalama gazını oluşturur.

4. Yarı iletken lazerler: Değişik elektriksel iletici özellikleri olan yarı iletken tabakalardan oluşmuşlardır.

Lazer ışını optik, elektronik veya kimyasal bir dış enerji uygulanarak aktif bir ortamdaki çok sayıda molekülün elektronlarının yüksek enerji seviyesine pompalanması ile elde edilir. Bir lazer cihazının üç ana bölümü vardır: Lazer ortamı, enerji kaynağı ve rezonans aynaları. Lazer ortamındaki atomların elektronları enerji kaynağı tarafından aktif duruma getirilirler. Her yeni uyarı ile uyarılan atomların elektronları yörünge düzenlerini kaybederler. Yeniden eski yörüngelerine dönerken

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

foton şeklinde enerji açığa çıkarılır. Fotonların sayısı giderek artar. Bunlar lazer ortamındaki atomların frekans özelliklerine sahiptirler. Cihazın iki ucundaki paralel aynalar arasında gidip gelen fotonlar sürekli yansır ve düzenli bir osilasyon başlar. Aynalardan biri kısmen geçirgindir. Belli bir güce erişilince yoğunlaşmış ışın demeti dışarı yayılır[15].

5.2 Lazerin Fizyolojik Etkileri

Soğuk lazerlerin etkileri iki şekildedir: Dokulara direkt etki ve akupunktur noktalarına uygulandığında sistemik etki. Organizmadaki hücreler enerji seviyesinde iletişim kurabildiklerinden ışınlar ve elektromagnetik alanlara cevap verirler. Lazer ışınlarının fotonları biyolojik ortamlara girdiklerinde, kendileri ile uyumlu enerji seviyeleri olan organizma moleküllerine enerji verirler. Kırmızı ışık lazer (600-700 nm) suda absorbe olur, bu yüzden derinin altına 4-5 mm'den fazla nüfuz edemez. Kırmızı ötesi lazer suda absorbe olmaz ve eklem yüzleri sinir kökleri, kaslar gibi daha derin yapılara ulaşabilir. Deri yüzeyinden 5-6 cm uzaktaki hedef dokuyu etkileyebilir[15].

Lazer ışınlarının analjezik, antienflamatuar, biyostimülan etkileri vardır. Işığın hücreleri nasıl uyardığı birçok araştırmanın konusu olmuştur. Memeli hücrelerinde mitokondriler tarafından absorbe olan ışınlar, ATP havuzu ve stoplazmik hidrojen iyonu konsantrasyonunda artışa yol açan bir dizi reaksiyonu başlatır. Sonuçta hücre zarının iyonlara karşı geçirgenliği değişir[17]. Dalga boyu, enerji yoğunluğu ve frekansa bağımlı olarak makrofajlarda kalsiyum alımı etkilenir[18].

Işın tedavisi iyileşmenin enflamatuar fazında uygulandığında makrofajlardan yara mediyatörlerinin salındığı ve bu mediyatörlerin iyileşmenin geç dönemlerinin başlamasını uyardığı ileri sürülmektedir[19]. 660, 820 ve 870 nm dalga boylarındaki ışınlarla fibroblast proliferasyonuna neden olan mediyatörlerin açığa çıktığı gösterilmiştir[20]. Enflamasyonda önemli rolü olan mast hücreleri 660, 820, 940 ve 950 nm dalga boylarındaki ışınların etkisi ile sayıca artar ve degranülasyona uğrarlar[21].

Kırmızı ışık lazerle yapılan bir çalışmada kapillerlerin ısınan alana çekildiği ve bu şekilde doku beslenmesinin arttığı saptanmıştır[16]. Lazer ışınlarının etkisi ile kollajen dokuların elastikiyeti artar, ödem azalır, lenf akımı hızlanır[15]. Romatoid

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk,
Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

sinovyal hücrelerde protein sentezi fazlalaşır; böylece sinovyal membranda rejenerasyonun başladığı düşünülmektedir. Lazer ışıını kemik iliğinde hematopoezi uyandır, kronik osteomiyelitte bu etkilerinden faydalanılabilir[22].

Lazerlerin analjezi sağlama mekanizması tartışma konusudur. İnvitro çalışmalarda alçak güçlü lazerlerin nöral dokularda aktiviteyi artırdıklarının saptanmasına rağmen, 1988’de Lundeborg ve arkadaşları He-Ne ve galyum-arsenit lazerlerinin nosiseptörler üzerinde etkisi olmadığını ileri sürdüler[23]. Tavşan korneasında gerçekleştirilen elektrofizyolojik çalışmalarla alçak güçlü lazer ışınlarının A delta lifleri veya C afferent nosiseptörlerde aktiviteyi uyarmadığı gösterilmiştir. Farelerde lazer analjezisi naloksonla geri dönüşümlü değildir. Buna karşılık alçak güçlü lazerlerin dokularda endorfin seviyesini arttırdığını ileri sürenler de vardır[24].

5.3 Endikasyon ve Kontrendikasyonları

Lazer cihazları tıpta teşhis ve tedavide kullanılır. Kızılötesi lazerlerin iyi ayarlanmış şekilleri, deride ortaya çıkan kanserlerin, verrülerin kansız bir şekilde tahrip edilmesinde kullanılmaktadır. Lazer ile yapılan tahriplerde sıcak bir mum dalgasının yapacağı kadar bir sıcaklık ve yanma duyulur, tatbikten sonra hiçbir acı kalmaz. Fiziyatride lazerler osteoartröz-Ağrı kesici, fibrolitik ve yatıştırıcı; ultrasonik dalgalar romatizma ve travmatolojide kullanılır ve da çok artikular patolojide kullanılır. Tendin it (ten don iltihabı), kapsüller, tenosinovitte, epikondilit, dupuytren hastalığı, eklem sertliği, miyalji, burkulmada kullanılır.

Fibrotik ve keloidik yaralarda kullanılır.

Astım; kosteroidal eklemler üzerindeki sabit bir noktada 30 saniye boyunca uygulanır. Maksimum güç 1w/cm^2 ’dir.

4.1.3 Kullanımının Uygun Olmadığı Durumlar

Aktif veya akut patoloji, kötü huylu hastalıklar, tüberküloz,, enfeksiyon v.b.

Tüm vücut içi protez malzemesi bulunan hastalıklarda ısınma ve yerinden oynama riski

Hamilelikte bebekte sağlık riski

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk,
Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

~~-Birleştirilmemiş kırıklarda~~

~~-Yakın zamanda doku nakli yapılmış ise~~

~~-Çocuklarda verimli epifises~~

tendinit, bursit, epikondilit, periartrit, romatoid artrit, sjögren sendromu, trigeminal nevralsi, postherpetik nevralsi, periferik fasiyal paralizi, fibromiyalsi, kronik osteomiyelit ve basınç yaraları tedavisinde kullanılabilir[25].

Çocuklarda kapanmamış fontaneller üzerine, hamilelerde, kanserli lezyonlara yakın bölgelere, variköz venlere, iltihaplı alanlara uygulanmamalıdır. Endokrin bezler üzerine tatbik edildiğinde salgı artışına neden olabilir. Bir metreden kısa mesafeden pupillaya yöneltilen lazer ışını kornea tarafından yoğunlaştırılabilir ve retinaya zarar verebilir. Hasta ve doktor koruyucu gözlük kullanmalıdır[26].

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 71 nk,
Sonra: 18 nk

6. KISA DALGALI DİYATERMİ

Diyatermi Grekçe "ısı vasıtası" anlamına gelen bir kelimeden türetilmiş ve ilk defa 1907'de Nagelschmidt tarafından kullanılmıştır[6]. Kısa dalga diyatermi yüksek frekanslı bir akımdır. Genellikle 30-50 MHz frekanslı elektromagnetik dalgalar kullanılır. Etkili bir tedavi için doku ısısının 40-45°C'ye kadar yükselmesi gerekir. İster kapasitans ister indüksiyon yöntemiyle uygulansın, enerjinin absorpsiyon oranı, şu formülle ifade edilir: $H=i^2/H$ (H. spesifik absorpsiyon oranı, i. meydana gelen elektrik akımı, G. dokuların iletkenliği) [27].

Kısa dalga diyatermilerde kondansatör tekniği ile yağ dokusu kaslara göre daha fazla ısınır. Çünkü yağların spesifik absorpsiyon oranı kaslardan daha fazladır. Ancak elektrodların yerleştirme şekline göre derin dokular üzerine daha etkili olmak mümkündür. Tedavisi gereken bölgeye yakın olan elektrodu daha küçük boyutta seçerek burada daha yoğun magnetik alan yaratılabilir. Kemiklerle yağların dielektrik özellikleri birbirine benzer.

İndüksiyon tekniği ile belirli şekillerde yerleştirilerek kaslarda yağlardan daha etkili ısıtma sağlamak mümkün olmaktadır. Bu, sirküler elektrik alanının indüksiyonu ya da dokularda meydana gelen Eddy akımları ile olmaktadır[6].

Derin dokuları ısıtmaya çalışırken, yağların absorpsiyon oranını en aza indirmek için şu hususlara dikkat etmek gerekir:

1- Uygulanan magnetik alanın büyüklüğü. Dokularda ısıya dönüşecek spesifik absorpsiyon oranının miktarını tayin eder.

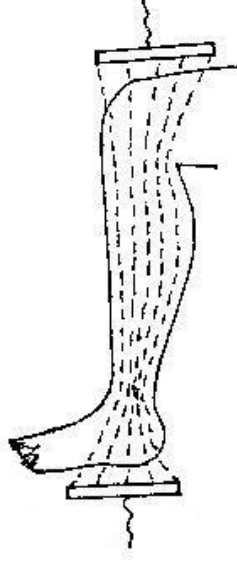
2- Magnetik alanın kesit yeri. Isıtılacak dokunun derinliği ve kas-yağ ısı oranını tayin eder.

3- Magnetik alanın doku yüzeyine olan doğrultusu. Absorbe edilecek enerji miktarını tayin eder.

Bunların pratiğe uygulanması şöyle olmaktadır: Örneğin, bir elektrod dize diğer elektrod ayak tabanına uygulansa en fazla ısınma, iletkenliği fazla olan (dielektrik sabitesi yüksek) kan, sinir, kas dokularında olacaktır (Şekil 6.1). Eğer elektrodlar

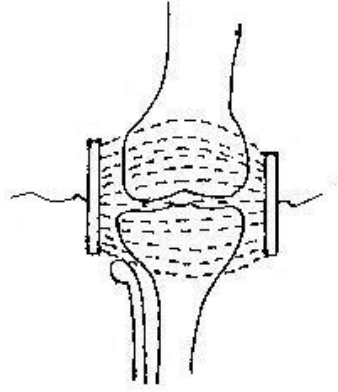
Bicimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

dizin iki yanına konursa, elektrik alanı eşit dağılacığı için iletkenliği düşük (empedansı yüksek, dielektrik sabitesi düşük) kemik, fasya, tendon gibi dokularda ısınma daha fazla olacaktır (Şekil 6.2).



Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Sekil 6.1 Uzunlamasına uygulama. Kuvvet çizgileri iletkenliği fazla olan kan, sinir, kas gibi dokularda yoğunlaşır.



Biçimlendirilmiş: Sola, Girinti: Sol: 0 cm, Asılı: 1,27 cm, Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 12 nk, Satır aralığı: tek

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Sekil 6.2 Enine uygulama. Kuvvet çizgileri iletkenliği az olan kemik, fasya, tendon gibi dokularda yoğunlaşır.

Diyatermi ile dokularda oluşturulan ısı değerleri; enerji kaynağının gücü, uygulama yöntemleri, dokuların fiziksel özellikleri, dokuların kan dolaşımı ve refleks cevabın ortaya çıkışı gibi fizyolojik faktörlere bağlıdır.

Biçimlendirilmiş: Sola, Girinti: Sol: 0 cm, Asılı: 1,27 cm, Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 12 nk, Satır aralığı: tek

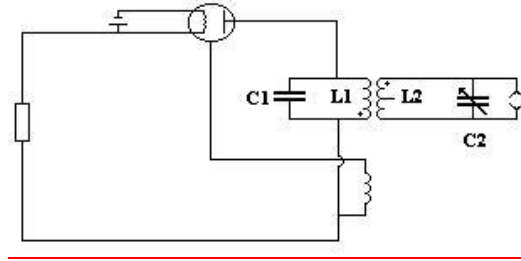
Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk, Sonra: 12 nk, Tek kalan satırları önleme, Latince ve Asya metni arasında boşluk ayarlama, Asya metni ve sayıları arasında boşluk ayarlama

6.1 Cihazın Özellikleri

Kısa dalga diyatermi cihazlarında üç temel donanım devresi bulunmaktadır. (a) Akım kaynağı, şehir akımıdır. (b) Makine devresi (osilasyon devresi) şehir akımını istenen kısa dalga frekansına yükseltir. (c) Hasta devresi (rezonans devresi) hastaya uygulandığında, alanının kapasitesine göre makine devresi ile aynı frekansın elde edilmesini sağlar.

Kısa dalga cihazları 3-30 metre dalga boyundadırlar. Çoğunun dalga boyu 11 metre civarındadır. Uygulama sırasında, hasta devresi makine devresi ile manuel ya da otomatik rezonansa getirilir. Cihaz üzerinde kesin doz ayarlaması mümkün olmadığı için, dışardan uygulamalarda ısı derecesini, hastanın duyarlılığına göre ayarlamak gerekir. Vajina, rektum gibi dahili uygulamalarda ise bir ısı ölçer kullanmak gerekir.



Şekil 6.3 Kısa dalga diyatermi prensip şeması

Kısa dalgalı diyatermi cihazlarında, yükseltici bir transformatörden elde edilen yüksek voltajdaki alternatif akım doğrultmaç devresi ile doğrultularak yüksek voltajlı doğru akıma çevrilmektedir. Şekil 6.3'de görülen diyatermi prensip şemasında, L₁ bobini ile C₁ kondansatörü devresi osilatör devresidir. Bu devre bir triyod lamba üzerinden yüksek voltaj kaynağına bağlıdır. Bir başka kaynaktan triyod lambanın flamanı ısıtılarak elektron saçmasını sağlar. Bu elektronlar lambanın plakası pozitif elektrik yükü ile yüklendiğinde, flamandan plakaya doğru akarak yüksek frekans devresinden akım geçmesini temin ederler. Negatif yükler L₁ bobini üzerinden geçerken meydana gelen akım ızgarasının (griy) yükünü negatif hale getirdiğinden triyod lambada flamandan çıkan elektronların plakaya varmasını önler ve bu suretle yüksek voltaj devresinde akım akışı kesilir. Tekrardan lambanın plakası artı yüklenmeye başlar ve bu olaylar sürekliliğini korur. Böylece gerekli olan osilasyon sağlanmış olur.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Bu osilasyon L_2 bobinine manyetik olarak uygulanır ve L_2 bobini tarafından yükseltilir. L_2 bobini ile buna bağlı C_2 ayarlı kondansatörü hasta devresinde resanatör devresini oluşturur. C_2 'nin ayarı sürekli değiştirilerek hasta devresi rezonansta tutularak hastaya verilecek enerji gücünün yüksek olması sağlanır. Bu yüksek güçlü enerjide elektrotlar aracılığıyla hastaya uygulanmaktadır.

6.2 Uygulama Yöntemleri

6.2.1. Kondansatör (Kapasitör) Tekniği

Hastanın tedavi edilecek bölgesi iki kapasitör plaka arasına yerleştirilir. Kapasitör plakaları sert ya da yumuşak plastik malzeme içine konabildiği gibi, cam koruyucu içine de yerleştirilebilir. Rektum, vajina gibi dahili uygulamaya uygun şekilde olanları da vardır. Uygulamada dikkat edilmesi gereken husus metal kapasitörün cilde değmesini önlemektir; esasen elektrotlarda bu önlem alınmıştır.

Vücut dokuları iletken ve yalıtkan kısımlardan ibarettir. Doku sıvıları ise elektrolittir. Yüksek frekanslı bir akım olan kısa dalga kapasitör tekniği ile uygulandığında iyonlar, dipoller ve yalıtkan kısımlar üzerine çeşitli etkiler gösterirler.

Elektrik akımı geçirildiğinde elektrolit içindeki iyonlar yüklerine göre kutuplara doğru hareket ederler. Ancak yüksek frekanslı değişken akımda iyonlar yer değiştiremez, bulundukları yerde "titreşim" yaparlar. Dipoller de aslında toplam yükleri nötr olmasına karşın bir ucu pozitif diğer ucu negatif olduğu için magnetik alan içinde devamlı "rotasyon" yaparlar. Yağ dokusu gibi yalıtkan maddeler üzerinde kısa dalga diaterminin kapasitörler yoluyla etkisi daha ilginçtir. İletken maddeler elektrik akımının etkisi altında dış yörüngedeki elektronları yer değiştirerek komşu atoma geçer. Yalıtkan maddelerde ise atomun dış yörüngesindeki elektronlar çok sıkı bağlandıkları için yörüngeden ayrılamaz, fakat yörüngenin, dolayısıyla atomun şekli değişir. Akım ters yönden akmaya başlayınca bu defa atomun şekli tekrar değişir. Buna "moleküler distorsiyon" denir. Bütün bu olaylar dokularda elektrik akımcıkları oluşturarak Joule yasasına göre ısı artışına yol açarlar[5].

Elektrodlara yakın bölgede elektromagnetik kuvvet çizgileri daha yoğun olduğuna göre uygulamada yüzeysel dokularla dielektrik katsayısı yüksek olan dokularda (empedansı düşük) ısı üretimi daha fazla olacaktır. Elektrotları uygulama alanından daha büyük tutarak yüzeysel ısı yoğunlaşmasından kaçınmak mümkündür. Ancak çok

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil, Alt simge

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil, Alt simge

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Alt simge

Biçimlendirilmiş: Alt simge

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Alt simge

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk, Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

büyük elektrod kullanılırsa bir kısım elektromagnetik kuvvet çizgileri uygulama alanının dışından geçeceği için yarar sağlamayacaktır.

Çapı 13 santimetre olan kondansatör diskoid elektrodlarla diz ekleminde yapılan çalışmada hastalar yeterli sıcaklık hissettikleri halde eklem içinde ortalama sıcaklık en çok 37.81°C bulunmuştur[28]. Benzer bir çalışmada omuz ekleminde eklem içinde en yüksek ortalama sıcaklık 38.52°C olmuştur[29]. Kısa dalga diyatermilerde eklem içi ısı, uygulanan enerjinin yoğunluğuna ve uygulama süresine bağlı olarak değişik oranlarda yükselir. Ancak hastaya rahatsızlık vermeden eklem içinde 40°C'ye ulaşmak oldukça zordur[30].

6.2.2 İndüksiyon Tekniği

Bu teknikte uygulama indüksiyon bobini ile yapılmaktadır. Bobini teşkil eden kablo çeşitli şekiller verilebilir. En çok uygulanan bobin şekilleri monod, diplod ve sarmaldır. Monod, kablonun bir bobinin iki ucuna bağlanmış şeklindedir. Bu düzenek plastik bir koruyucu içine alınarak aplikatör durumuna getirilmiştir. Diplod, monoda benzer. Ancak burada aynı kabloda birbirinden ayrı iki sargı bulunmaktadır. Her iki sargı ayrı ayrı plastik koruyucuya alınmıştır. Orta kısımda bulunan menteşe, uygulama kolaylığı sağlar. Sarmal şekilde, kablonun orta kısmı kendi etrafında dolanarak monod gibi ya da ekstremitelere sarılarak uygulanır[9].

Kısa dalga diyatermilerde kondansatör tekniği ile meydana gelen elektromagnetik alanda kuvvet çizgileri, iletkenliği fazla olan dokular ile yüzeysel dokularda yoğunlaştığı için, en çok ısınma da buralarda görülür ki bu, elektrik alan etkisidir. Oysa indüksiyon tekniği ile uygulamada elektrik alan etkisi olmakla birlikte magnetik alan etkisi ön plandadır.

Kablo uygulamalarında hem elektrik alan hem de magnetik alan bulunur. Kablonun uçlarına yakın bölgelerde elektrik alanı (kapasitör gibi etki gösterir), orta kısmında ise magnetik indüksiyon alanı oluşur. Magnetik alan içinde bulunan bir iletken (kan, kas gibi) içinde elektromagnetik indükleme ile oluşan elektron hareketleri Eddy akımlarını meydana getirir[5]. Magnetik alan etkisi büyük oranda Eddy akımlarının Joule yasasına göre ısıya dönüşmesine bağlıdır. Bu da iletkenliği fazla olan dokuların daha fazla ısınacağı anlamına gelir. Ancak monod ve diplod elektrodlarla yapılan uygulamada magnetik alan doku ortak yüzeylerine dik olarak yönlendirilirse veya kablo uygulama bölgesine bobin gibi sarılırsa derin dokuları da ısıtmak mümkün

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

olur. Ancak yine de iletken dokular (kaslar), ligamentöz yapılara göre daha fazla ısınır. Eğer kapsül, ligaman gibi dokuları ısıtmak gerekiyorsa kondansatör tekniğini, kasları ısıtmak gerekiyorsa indüksiyon tekniğini kullanmak daha doğrudur[31].

Kısa dalga diatermi ile tedavide elektrod seçimi uygulama alanının şekli, büyüklüğü ve etkilemek istenilen dokunun cinsine bağlıdır. Heliks şeklinde sarılmış bir kabloda ısı daha çok çevrede, dipten ile uygulamadaysa merkezde oluşur[9].

6.3 Kısa Dalgalı Akımların Fiziki Etkileri

Kısa dalgalı akımlar çok yüksek frekanslı akımlar olduğu için elektromanyetik bir özellik gösterirler. Bu sebeptendir ki, tatbik edildikleri madde iletken olsun veya olmasın üzerinden geçerler. Yüksek frekanslı radyo dalgaları da böyledir. Bilindiği gibi, radyo dalgaları havada yayıldığı gibi, kapalı bir oda içerisinde antensiz bir radyoya ulaşabildikleri gibi, denizdeki bir gemiye de ulaşarak telsiz veya radyodan alınabilirler. Genellikle kısa dalgalı akımlar, üzerinden aktıkları cismin bu akıma gösterdiği omik dirençle ilgili olarak bir sıcaklık, joule kanununa göre hesaplanabilir. Ancak alternatif ve yüksek frekansta olan kısa dalgalı akımların elektromagnetik etkisi dolayısıyla, iletken olmayan cisimlerin üzerinden ısı meydana getirmeden geçmesi mümkündür[31].

İnsan organizmasındaki her dokunun, kısa dalgalı akımlara karşı gösterdiği bir direnç vardır. Bu direnç biri gerçek omik direnç ve diğeri de kapasitif dirençtir. Uzun dalgalı akımlar insan vücuduna tatbik edildiklerinde daha çok cilt ve cilt altı dokularından ve elektrotların kenarlarından geçerler. Kısa dalgalı akımlar için cilt altı yağ dokusu az bir az bir resistans ve biraz kapasitans gösterdiğinden, akım kapasitans üzerinden çok az geçer ve meydana gelen az ısı, yağ dokusunun kıs dalgalara gösterdiği az miktardaki omik direncindendir. Halbuki adale dokuları ile iç organlar kısa dalgalı akımlara karşı daha çok omik direnç ve az kapasitans gösterdiğinden, bu bölgede daha fazla ısınma meydana gelir. İşte bu sebeple kısa dalgalı akımlar insan vücudunda derin dokularda daha fazla ısınma meydana getirdikleri için, kullanımda hızla uzun dalgalı diatermilerin yerini almıştır.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk, Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk, Sonra: 12 nk

6.4 Kısa Dalgalı Akımların Biyolojik Etkileri

İnsan organizmasına tatbik edilen elektrik enerjisi, tatbik edilen enerjinin şekil ve cinsine göre değişik reaksiyonlar gösterirler. Organizmaya verilen doğru akım, dokulardaki iyonları hareketlendiren akımın akıtılmasında veya akıtılmamasında, uyarılabilen hücre membranında depolarizasyon yaparak uyarım meydana getiren bir etki yapar. Alçak frekanslı akımlardan 0.2 msn devam süresi gösteren her akım şeklinde, yeteri bir şiddete neden olduğundan, uyarılabilen hücrelerde uyarım meydana getirir. Ancak frekans arttıkça bir yarı periyodun devam süresi 0.2 msn'nin çok altına düştüğünden uyarılabilen hücrelerde uyarım meydana gelmez. Bu nedenle uzun dalgalı veya kısa dalgalı olsun, yüksek frekanslı akımlar alçak frekanslı akımlardan çok daha fazla şiddetlerde (100-200 mA) insan organizmasına zarar vermeden tatbik edilebilirler. Böylece bir tatbikatın insan organizmasında meydana getireceği etkiler termal ve termal olmayan etkiler olarak ayırmak mümkündür.

Yüksek frekanslı akımların tatbiki ile meydana gelen ısının (termal etki) insan organizmasına yapacağı etkiler çeşitlidir. Organizma ısının sabit tutulmasını meydana getirme ihtiyacı belirlediğinde, bu ısı yüksek frekanslı bir akım etkisi ile verilecek olursa, organizmanın ısı meydana getiren rezervleri sarf edilmiş olur. Vücut veya doku ısı artınca, dokuların fizik, biyolojik reaksiyonları da hızlanır ve bu sebeple dokuların çalışması, dolaşımlarının da artması ile daha iyi bir duruma getirdiği gibi, enfeksiyonlara ve diğer harici tesirlere karşı da dayanıklılıkları artar.

Kısa dalgalı akımların ısısal hissi meydana getirmeyeceği ve az dozda dahi bir kısım biyolojik değişiklikler meydana getirdiği düşünülmüştür. Bunlar; sempatik tonusta azalma, parasempatik tonusta ve hücre faaliyetlerinde artma, hücre zarında permeabilite değişimleri gibi, ısı ile ilgili olmadığı ileri sürülen bir kısım nontermal tesirlerden bahsedilse de bunlar ispatlanamamıştır[30].

6.5 Kullanıldığı Durumlar

Kısa dalgalı akımların endikasyonları oldukça geniştir. Kısa dalgalı akımlar daha çok kronik nonspefik iltihapların tedavisinde kullanılırlar. Bunlar arasında kronik ve alevli devrede mafsalsal ve mafsalsal çevresi romatizmaları, kronik pelvik organ hastaları (overit, peri ve parametrit, prostatit, sistit), postoperatuar intraabdominal iltisaklardan

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk, Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

ileri gelen ağrılar, sinüsitis, iritis, polinöritis, facial sinir felcinin akut safhası gibi hastalıklar söylenebilir. Bunlardan başka vazodilatasyon meydana getirerek doku dolaşımını arttıran bir tesir gösterdiği için kısa dalgalı akımlar, dolaşım bozukluklarının tedavisinde de kullanılır.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Sıklıkla kas-iskelet sisteminin sekonder kas spazmına yol açan durumlarda özellikle ankilozan spondilite kullanılır. Eklemlerde selektif ısınma yapmamasına rağmen kas spazmı veya eklem sertliğine iyi gelir. İnce kas tabakası ile örtülü eklemler selektif olarak ısıtılabilir. Bu nedenle eklem kontraktürlerinde eklem hareket açıklığını artırmak amacıyla yapılacak egzersizlere hazırlık olmak üzere yararlanılır. Fibrozit, miyofasiyal ağrı sendromu, travmatik artritlerde kan dolaşımını artırır. Periferik arter yetmezliklerinde tıkanmanın proksimaline uygulandığında distalde refleks vazodilatasyon ya da derin kollateral oluşturarak yararlı olmaktadır. Kronik pelvis yangılarında vazodilatasyon yaparak rezolüsyonu ve aynı zamanda antibiyotiklerin etkisini artırdığı öne sürülmüştür[9].

6.6 Yan Etki ve Önlemler

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk, Sonra: 12 nk

Kısa dalga ve mikrodalgaların biyolojik sistemler üzerine etkilerini incelemek amacıyla oldukça çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu suretle biyolojik etkileri aydınlatılmaya çalışılmış, ortak bir görüş oluşturulmak istenmiştir. Ancak biyolojik yapının karmaşıklığı ve çeşitliliği araştırma yöntemlerinin farklılığı buna olanak tanımamaktadır. Araştırmalarda büyük oranda insan doku ve hücreleri yerine hayvan modelleri, invivo çalışmalar yerine invitro çalışmalar yeğlenmiştir. Bu yüzden insanlar üzerindeki etkileri hakkında görüş birliği sağlamak zorlaşmaktadır.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Bu tür radyo frekansların çeşitli doz ve sürelerle uygulanması ile oldukça farklı sonuçlar ortaya çıkar. Enzim aktivasyonu önce artar sonra durur. Yüksek yoğunlukta mutojenesisi artırır. Isı kontrol edilirse mutojenik etki görülmez. Membran permeabilitesi değişir. Sodyum ve potasyum iyonlarının geçişi hızlanır.

Deneysel hayvan çalışmalarında annede yüksek ısı yoğunlaşması ve uygulama süresine bağlı olarak embriyoletal ve teratojenik etki görülebilir. 40°C'nin üzerinde uzun süre ısınlama malformasyonlara veya prenatal ölüme neden olabilir[32].

Kan tablosunda önemli bir değişiklik meydana getirmez. Fakat testislerde ödem, atrofi ve sperm sayısında azalma saptanır[33]. Endokrin sistem değişiklikleri genelde

hipotalamus- hipofiz aks sisteminin etkilenmesine bağlıdır. Yüksek frekanslı akımlar burada stressör olarak etki yapmaktadır. Stres reaksiyonu yaratan etkinin doğrudan doğruya yüksek frekanslı akımlar olup olmadığı hakkında kesin kanıt yoktur. Yüksek ısı da aynı reaksiyonu uyandırmaktadır. Diğer taraftan beyinde nöroaktif proteinlerin seviyesinde değişimler, kan-beyin bariyerinde geçirgenlik artışı görülür. Böbrek, beyin ve miyokardda da bozulma görülür. Uygulamanın doz ve süresine bağlı olarak stres reaksiyonu ve nöroendokrin yanıtlar olur ve immünolojik sistemde de bir takım değişiklikler ortaya çıkar. Göze direkt uygulanması ile katarakt meydana gelmektedir. İnsan başına kesikli radar uygulanırsa karışık sesler duyar. Bu sesler darbe frekansı ile değişir[33].

Bu yöndeki bütün çalışmalar hayvan deneyleri ile veya invitro gerçekleştirilmiştir. İnsanı üzerinde tedavi dozlarında bu kadar önemli yan etkiler meydana getirmesi beklenmemekle beraber, bazı organlar üzerine uygulamalara dikkat etmek gerekir.

Akut artritlerde kollajenaz aktivitesini artırarak ve yangısal reaksiyon yaratarak sinoviti hızlandırır. Diz eklemine tedavi dozunda uygulanan kısa dalga diaterminin kollajen yıkımı yapmadığı hidroksiprolin seviyeleri ölçülerek gösterilmiştir[34].

Tıkaçıcı arter hastalıklarında lezyonun distaline diğer sıcak tedavi vasıtaları gibi kısa dalga diatermi de uygulanmaz. Oksijen açığı yaratarak ağrıya neden olurlar. Metal implant, kardiyak pacemaker ve bakır içeren rahim içi araç taşıyanlarda kontrendikedir[9].

Metal parçalar etrafında yüksek ısı meydana geldiği için uygulama sırasında, hastanın üzerinde metal parça bulunmamasına özen gösterilmeli ve hasta tahta, masa üzerinde tedaviye alınmalıdır.

← **Biçimlendirilmiş:** Aralık Önce: 71 nk,
Sonra: 18 nk

7. MİKRODALGA DİYATERMİ

Mikrodalgalar (radar) elektromagnetik ışınsamanın bir şeklidir. Genellikle tıpta tedavi amacıyla kullanılanlar 2456, 434 ve 915 MHz olanlardır. Elektromagnetik dalgalar enerji hızıyla hareket ederler. Çarptıkları yüzeylerde ışıın kurallarına bağlı olarak emilebilir, yansıyabilir ve kırılabilir.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Radar dalgaları da denilen bu elektromagnetik titreşimlerin elde edilmesi için özel düzenekli bir diyod lamba gerekir. "Magnetron" tüpü de denilen bu lambanın eksenî boyunca bir flaman (katod) bulunur. Çevresinde ise üzerinde girintiler bulunan ve anod görevi yapan elektromagnet vardır. Katoddan harekete geçirilen elektronlar elektromagnet tarafından çekilerek ve girintiler içinde hızla dolanarak çok yüksek frekanslı elektromagnetik dalgalar meydana gelir. Elde edilen elektromagnetik dalgalar bir koaksiyal kablo ile alınarak, anten görevi yapan bir elektrod ve bir de yansıtıcı yoluyla istenilen yöne doğrultulabilir.

Radar cihazlarının başlıkları anten görevi gören bir elektrod ile elektromagnetik dalgaları istenilen yöne sevketmeye yarayan reflektörden ibarettir. Bu başlıkların değişik modelleri bulunmaktadır. Yarım küre reflektörlü ve bir antenden oluşan modellerinde ışıın yoğunluğu halka şeklinde çevrede daha fazladır. Merkeze yaklaştıkça azalır ve yarı değerine düşer. Diğer modellerinde ise köşe yansıtıcı anten çubuklarının boyu ya dalga boyu kadar ya da yarısı kadardır. Bu tip başlıklardan çıkan radyasyonun yoğunluğu merkezde, oval şekildedir.

Bu başlıklar deriden 3-5 cm uzaklıktan uygulanırlar. Uygulama dozu, hastanın belli bir sıcaklık hisedeceği dozdur. Cihaz üzerindeki mekanizma ile dozun ayarlanması gerekir. Doğrudan temas sağlayan başlıklarla daha iyi ısınma sağlandığı öne sürülmektedir[35].

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk,
Sonra: 12 nk

7.1 Yayılım ve Emilim Özellikleri

Radar dalgalarının dokular tarafından absorbsiyonu kendine özgüdür. Kısa dalga diyatermilerde dokulardaki ısı derecesi, dokuların spesifik absorbsiyon oranı ve

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

magnetik alanın yoğunluğuna bağlıdır. Bu nedenle spesifik absorpsiyon oranı yüksek olan yağ ve benzeri ligamentöz yapılar daha fazla ısınırlar. Radar dalgalarında ise durum farklıdır; su içeriği fazla olan kas tabakası daha fazla ısınır[35].

Başlıktan çıkan radar dalgaları ışınal şekilde açılarak seyreder. Deri yüzeyinde %50'ye varan oranda yansımaya uğrar[28]. 2450 MHz radar dalgaları kaslarda 3 cm, 915 MHz radarlar ise 4 cm derine girebilmektedir. 915 MHz radarlar ile kas dokusunun kemiğe kadar nispeten homojen olarak ısıtılabilceği belirtilmektedir. Kas kemik ortak yüzeyinde radar dalgalarının yansımaya bağlı sıcak noktalar bulunabilir. Radarın dalga boyu ile yansımaya arasında yakın bir ilişki vardır. Dalga boyu kısaltıkça yansımaya oranı artar. Buna göre 2450 MHz frekansındaki radar dalgaları, aynı yüzeyde 434 ve 915 MHz gibi daha düşük frekanslı olanlara göre daha fazla yansımaya gösterir. Ayrıca akciğer, kalp gibi içi boş organlar, göz gibi içi sıvı dolu organlar ve metal implantlar farklı şekilde ısınırlar[9].

434 MHz ve 2450 MHz'lik radarlarla diz ve omuz eklemlerine yapılan uygulamalarda sırasıyla ancak 37°C ve 38°C derecelere varan ısı yükselmeleri elde edilmiştir[28, 29].

7.2 Fizyolojik Etkileri

Mikrodalga diaterminin fizyolojik yanıtları, diğer elektromagnetik enerjiler gibi, absorblandıklarında ısıya dönüşmelerine bağlıdır. Elde edilen fizyolojik yanıtların derecesi ortaya çıkan ısı derecesine bağlıdır. Bununla birlikte ısıya bağlı olmayan etkilerin olabileceği de öne sürülmektedir[33]. Tedavi açısından mikodalga enerjilerinin emildikleri dokularda ısı artışına neden oldukları için, ısıнын biyolojik ve fizyolojik etkilerinin ortaya çıkması için enerji emiliminin yeterli düzeye ulaşması önemlidir. Kasları selektif olarak ve eşit olarak ısıtırlar. Uygun aplikatör ve yöntemle eklemlerin içini de ısıtmak mümkündür[28, 29].

7.3 Yan Etkileri

Su içeriği fazla olan dokular tarafından yoğun biçimde emildikleri dikkate alınırsa, mikrodalgaanın bazı organlara zarar verebileceği kesindir. Gözün sıvı içeriğinde aşırı ısı yükselmeleri görülür. Katarakta yol açması bu ısı yükselmesine bağlı olabilir.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk,
Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk,
Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Testisler overlerden daha hassastır. Bunun nedeni overlerin üzerinde kalın bir yumuşak doku tabakasının bulunmasıdır[9, 33].

Kemik büyümesini hızlandırdığı, ancak acı duygusuna ulaşılmayan bir ısınlama ile kemik büyümesinin uyarılamayacağı öne sürülmüştür. Gebe uterusu konjenital anomalilere yol açabileceği saptanmıştır[36].

Kısa dalga diatermilerde olduğu gibi bu elektromagnetik enerjilerde de metal ve elektronik cihaz taşıyanlar, vücutlarında metal implant, pacemaker ve metal içeren rahim içi araç taşıyanlarda ya bozulma ya da metaller çevresinde aşırı ısınma ortaya çıkar.

Diz eklemine tedavi dozunda yapılan uygulamanın kollajen yıkımını artırmadığı görülmüştür[34]. Doğrudan kafatasına yapılan uygulamalar beyinde ısı artışına yol açabilir. Bu özellikle 12 mW/cm²'nin üzerindeki uygulamalarda görülür.

← **Biçimlendirilmiş:** Aralık Önce: 71 nk,
Sonra: 18 nk

8. ELEKTROTERAPİ

Elektroterapi ,fiziksel tıbbın ana dallarından biridir. Elektroterapi elektrik akımının tedavi amacı ile kullanımını kapsar. Galvani-faradi testi ve şiddet-zaman eğrisi gibi klasik elektrodiagnoz, günümüzde büyük bir gelişme gösteren EMG, ENG ve uyarılmış potansiyeller gibi bio-elektrik potansiyellerin incelenmesini sağlayan yöntemler yanında tarihi bir önem kazanmıştır.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Elektroterapide, fiziksel etken olarak elektrik akımından ve elektromanyetik dalgaların kuantum enerjilerinden yararlanılır. Elektroterapide, akımın frekansına göre bir sınıflandırmanın, daha önceleri yapılmakta olan akım formlarına göre sınıflandırmaya oranla, biyolojik ve klinik etkileri açısından daha yararlı ve anlamlı olduğu düşünülmektedir[37]. Teknik olarak 0 frekans akımı galvanik akımı ifade eder. 1-1000 Hz arası alçak frekanslı akımları, 1000 Hz' in üzeri orta frekanslı akımları, 300KHz ile 24500MHz arası ise yüksek frekanslı akımları kapsar. Ancak tedavi amacı ile bu frekansların daha sınırlı bir alanı kullanılmaktadır.

Eskiden elektrik akımının tedavi amacı ile kullanıldığı tüm yöntemler elektroterapi kapsamına sokulurdu. Bu kapsama, yüksek frekanslı elektrik akımının yanı sıra, elektrik akımı ile elde edilen fototerapi,ultrason gibi yöntemlerde girerdi. Ancak günümüzde elektrik akımının tıbbi cihazlardaki çok yaygın kullanımı, elektroterapinin kapsamının sınırlandırılması gereğini doğurmuştur[38].

Dar kapsamda elektroteapiden, organizmadaki elektriksel olayların dışarıdan verilen elektrik akımıyla doğrudan etkilendiği yöntemler anlaşılır. Bunlar düz akım ile alçak ve orta frekanslı akımları kapsamaktadır. Burada genel bir kuraldan bahsedilebilir: Elektrik akımının frekansı arttıkça, organizma bunları elektrik stimülüs olarak algılayamaz duruma gelir. Bu da direkt elektriksel etkiyi ortadan kaldırır. Buna karşı frekans artışı moleküllerin titreşim hızını arttırarak, belli bir sınırdan sonra termik etki yaratır. İşte bu nedenle en önemli özelliği ısı etkisi olan yüksek frekanslı akımlar, dar alanda elektroteapi kapsamı dışında bırakılmıştır.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk,
Sonra: 12 nk

8.1 Elektrik Akımının İnsan Organizmasına Etkileri

Bicimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

İnsan organizması, çeşitli aktif ve pasif elektriksel olayların meydana geldiği bir ortamdır. Bizim konumuz ,bu kendi içinde çeşitli elektriksel fenomenlerin cereyan ettiği organizmaya, dışarıdan tedavi amacı ile verilen çeşitli nitelikteki elektriksel uyarıların nasıl ve ne gibi etkiler yarattıklarıdır. Bunun içinde önce organizmanın kendi içerisindeki elektriksel fenomenlerini incelemek gerekir.

Bicimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Tüm gelişmiş canlılar, temelde iki iletişim sistemine sahiptir: Endokrin sistem ve biyoelektriksel sinyal sistemi. Konumuzu ilgilendiren bu ikinci sistemin fonksiyonu için gerekli potansiyeller hücre membranında oluşurlar. Bunların oluşumunun temelinde hücre membranının iki temel özelliği yatar:

1-İyon konsantrasyonu farklılığı: Hücre membranının içindeki ve dışındaki iyon konsantrasyonları farklıdır. Bu farkın giderilme çabası ve membran “seçici geçirgenlik” olayının sonucu, bir difüzyon olayı meydana gelmektedir. Elektrofizyolojik olayların cereyanı için hücre içinden dışına potasyum yoğunluğunda, hücre dışından içine ise sodyum yoğunluğunda bir fark oluşması önemlidir. İşte bu fark ya da gerilim bir güç oluşturur.

2-Seçici geçirgenlik: Hücre membranı bazı iyonları geçirme, bazılarını geçirmeme seçiciliğine sahiptir Bu özelliğini aktif olarak korumalıdır. Sinir ve kas lifleri sükunet halinde potasyumu sınırlı olarak geçirir. Biyoelektriksel potansiyellerin ortaya çıkması ile, geçici olarak sodyumunda geçmesine izin verir.

Sinir ve kas lifleri sükunet halindeyken elektriksel bir potansiyele sahiptirler. Buna potansiyel elektromotor güç adı verilir. Potansiyel elektromotor güç sinir liflerinde 70 mV, kaslarda 90 mV civarındadır. Bunu sağlayan başta K iyon farklılığıdır. Hücre membranının sodyum-potasyum pompası ile K iyon farkı yaratılmaya çalışılır.

Başka kaynakların elektriksel etkisi ile bu sükunet potansiyeli bozulabilir ya da değişebilir. Membran potansiyelleri ekstresek faktörlerden şu yollarla etkilenebilir:

(a) Polarize membranları enine çaprazlayan elektrik akımları, membran potansiyellerini arttırabilirler veya azaltabilirler. (b) İyonlar tarafından taşınan doğru akım, uzun süreli etki ile ekstrasellüler iyon konsantrasyonlarını değiştirebilir.Bu da membran fonksiyonlarını bozabilir.

Her tür elektriksel uyarı, bazı organların fonksiyonlarını etkiler. Bundan en fazla etkilenen dokular; sinirler, reseptörler ve iskelet kaslarıdır. Etkileme, söz konusu organ ya da dokuların uyarılabilir membranları üzerinden olur. Böylece bir anlamda elektriksel uyarın elektriğin tedavi edici etkisini doğurur: Elektriksel uyarı, uyarılabilir membranı doğrudan etkiler ve elektroterapi etkisi ortaya çıkar.

Membranların uyarılabilirliği uyarana ve uyarılabilirliği arttıran ve azaltan faktörlere bağlıdır:

(a) Uyarılar: Geniş bir alana yayılabilir veya lokal olarak kalabilirler.

(b) Uyarılabilirlik çeşitli faktörlerle arttırılabilir ya da bastırılabilir.

Sinir ve kas liflerinin polarizasyonu sinir hücreleri ve düz kaslara göre oldukça stabildir. Uyarılabilmesi için özel stimuluslar gerekir. Sinir ve kas liflerinin uyarılmasıyla bir reaksiyon potansiyeli oluşur. Uyarın ile oluşan değişimin başlangıcında membranın permeabilitesi yüksek oranda bulunan ekstrasellüler sodyum için gittikçe artar. Bu depolarizasyondan sonra oluşan repolarizasyon çok daha yavaş seyreder.

Biyoelektriksel ileti sistemi, didaktik amaçlarla elektrik akımının iletisine benzetilir. Ancak arada çok büyük bir fark vardır. Pratikte elektrik akımı son noktaya kadar kesintisiz akar. Biyoelektriksel uyarı ise, sinir lifinin her noktasında yeniden oluşur ve kaybolur. Ayrıca bu iletişim sisteminde, tek bir elektriksel sinyalin karakteristik özellikleri değil, ardarda gelen sinyallerin zamansal ilişkisi önemlidir.

Enformasyon iletisi; uyarıları sinir ya da kaslar boyunca yayılması; bir uyarının zamansal ve yöresel olarak ikinci bir uyarı tarafından izlenmesi tarafından oluşur. Tüm elektriksel ya da biyoelektriksel fenomenlerin temelinde elektromotor kuvvetlerinin etkisi yatar. Bunlar belirli lokalizasyon ve yapılara ilişkin akım ve gerilim kaynaklarıdır.

Pratikte kesintisiz bir iletken boyunca akan elektrik enerjisi, insan vücudunu da tek bir iletken olarak kullanır ve elektrik akımını bu tek hacim içinde her yönde cilde ulaşıncaya kadar ilerler. Burada akım taşıyıcı, metal iletkenlerdeki gibi elektronlar değil, iyonlardır. Her yönde yayılan akımın yoğunluğu, geçtiği vücut bölgesinin darlık ya da genişliğine göre farklılıklar gösterir. Tüm gövdeye dağılım, organizmada cereyan eden her tür elektriksel fenomenin cilt üzerinden kaydedilmesine olanak sağlar: EKG, yüzey EMG'si, EEG gibi yöntemler işte bu şekilde çeşitli organ ya da

sistemlerin elektriksel aktivitelerinin söz konusu organ ya da dokunun direkt olarak kendisine ulaşmasına gerek kalmaksızın yüzeyden de incelenmesine dayanırlar. Bundan, elektroterapi açısından iki yararlı ipucu elde edebiliriz:

1- Şinirsel dokuların uyarılması: Reseptörlerin doğal yollardan uyarılmasının yanı sıra, sinir dokusunun her noktasından da elektriksel ve mekanik uyarılar verilebilir.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

2- Sinir bloğu: Bir sinir yada sinir dokusu her noktasında elektriksel ya da farmakolojik olarak uyarı ileti yetisini reversibl olarak kaybedebilir. Bu suretle enformasyon iletimi geçici olarak kesilebilir.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Dışarıdan verilen elektriksel uyarılarla da aynı prensipten yararlanılarak iç organlar deri üzerinden uyarılabilirler. Elektroterapi bundan yararlanan yöntemleri içerir. Klasik elektrodiagnoz da aynı yöntemden yararlanır. Uyarılmış potansiyellerle tanı ise, dışarıdan verilen bir stimülüse organizmanın biyoelektriksel cevabının incelenmesidir. Burada dış uyarı akustik, mekanik, vizüel olabileceği gibi elektrikselde olabilir. Bu durumda ise hem organizma potansiyellerinden, hem de dışarıdan verilen elektriksel potansiyellerden yararlanır.

8.2 Elektroterapide Akım Formları

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk, Sonra: 12 nk

8.2.1 Doğru Akım (Galvanik Akım)

Kesintisiz doğru akım (galvanik akım), tipik olarak bir pilden elde edilen, akımın sürekli olarak yön ve şiddet değiştirmeden aynı yönde aktığı akımdır.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Doğru akımın etkisi sadece elektrikselidir. Isı yaratıcı etkisi yoktur. Doğru akım alanında iyonlar elektrik yüklerine bağlı olarak bir yöne göç ederler. Elektriksel olarak aynı yüklü iyonlar ya da elektronlar benzer kutuptan uzaklaşır ve zıt kutba doğru yaklaşır. Buna karşı negatif yüklü Klor iyonları anoda yaklaştıklarından anyon olarak adlandırılırlar.

İyonlar, elektrotlarda yani kutuplarda yüklerini verir ve kimyasal aktivitelerini yeniden kazanırlar. Anotda asitler (HCl), katodda ise bazlar oluşur (NaOH). Bu olay elektroliz olarak adlandırılır. Metal elektrotlarda cereyan eden bu olay direkt olarak deri ya da mukoza ile temas halindeyken oluşursa, asit ya da baz birikimi doku yıkımına yol açar. Elektroterapi uygulamalarında karşımıza çıkabilen bu komplikasyonda, anot da asitle oluşan zarara koagülasyon nekrozu adı verilir; katot

da baz birikimiyle oluşan olaya ise kollikuasyon nekrazu adı verilir. Nötral, metal olmayan elektrotlar kullanılarak bu zararlar önlenmeye çalışılmalıdır.

Doğru akımın bir başka etkisi, iyonlara ayrışamayan elektronların transportudur. Bu olay elektroferez olarak adlandırılır. Elektroferez elektriksel olarak nötral büyük moleküllerde meydana gelebilir. Bunlar yağ, protein, nişasta, kan hücreleri gibi yapılardır. Elektriksel alanda farklı göç özellikleri olan bu maddelerin birbirlerinden ayrılması, tıpta tanınal açıdan yaygın kullanıma sahiptir.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Bazı maddelerin elektrik akımı yardımıyla ciltten derin dokulara geçirilmesi olayına iyonteferez denilir[39]. İyontoferezde iyon göçünden tedavi amacı ile yararlanılır. Elektrolitlerine ayrılan ilaçların ciltten geçişi artırılmaya çalışılır.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Elektrik akımlarıyla hücre membranı üzerinden sağlanan sıvı kitlesi kaymaları olayı elektroozmos adını alır.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Doğru akım devresi içinde kalan insan vücudunda, anyon ve katyonlar birbirinin zıddı yönde hareket ederler (kutuplaşma etkisi). Bu etki iki bölgede yoğun olarak gözlenir:

1- Direkt olarak elektrotların uygulandığı bölgedeki deride,

2- Uyarılabilir membranların geçiş bölgelerinde.

Miyelinsiz sinir uçlarının reseptörleri, yani ağrı ve ergoreseptörler yada nosireseptörler, doğru akımla uyarılırlar. Bunun sonucu olarak, gerek deride gerek daha derin doku katmanlarında, kısmen hoşla gitmeyen bir karıncalanma, batma ya da yanma hissedilir.

Çıplak sinir uçlarının uyarılma eşiği ya da dozu, iyon değişiminin yoğunluğu ve bu yoğunluğun değişimi ile ilişkilidir. Doğru akım tedavisi sonrası ise, değişmiş olan iyon ortamı bu reseptörlerin uyarılabilirliğini belirgin şekilde azaltır. Sonradan ortaya çıkan bu olaya hipoaljezi denir. Doğru akım bu etki ile çıplak ağrı reseptörlerinin uçlarını uyarır.

8.2.1.1 Galvanik Akım Tedavisinin Pratik Uygulamaları ve Kullanım Alanları

Alçak frekanslı akımların ağrı tedavisinde kullanımlarının yaygınlaşmasından önce de, galvanik akım analjik olarak kullanılmıştır. Günümüzde ise, çeşitli alçak frekanslı akımların artmasıyla analjezi amacıyla galvanije hemen hiç başvurulmaz olmuştur.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

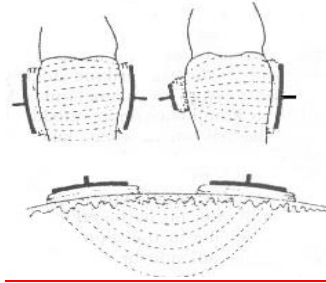
Bununla birlikte, birçok klinikte kullanılmakta olan diadinamik akım, doğru akım üzerine bindirilmiş sinüzoidal akım modifikasyonlarından oluşmaktadır. Doğru akım tedavisi Orta Avrupa ülkelerinde kas tonusunu etkilemek için yaygın olarak kullanılmaktadır[40].

İki türlü uygulama tekniği vardır: (a)Yüzey elektrotları ile. (b)Hidroelektrik banyolar şeklinde. Hidroelektrik banyolar dört hücre banyosu ve kuvvet banyosu olarak iki şekilde uygulanır:

a)Yüzey elektrotları: Alçak frekanslı akımlardakine benzer şekilde , bir metal plaka ile bununla cilt arasına yerleştirilen sünger, keçe, tekstil gibi sıvı emici maddelerden oluşan elektrotlar, ya da karbon-kauçuk karışımı elektrotlar ile uygulama yapılır. İyontoferez uygulamalarında filtre kağıdı da kullanılabilir.

Doğru akım elektrot altında sınırları keskin, 1-2 saat süren hiperemi yaratır. Artı kutbun sedatize edici, eksi kutbun ise uyarılabilirliği stimüle edici, eksi kutbun ise uyarılabilirliği stimüle edici etkisi olduğu kanısı vardır. Yani pozitif kutup inhibitör, negatif kutup ise eksitördür.

Elektrotlar akımın geçmesinin istendiği bölgenin iki ucuna yerleştirilir (Şekil 8.1.). 10-15 dakika süreyle, hasta iğnelenme, karıncalanma hissedecek dozda akım verilir.



Sekil 8.1 Düz akım ve alçak frekanslı akımlarla tedavide elektrotların yerleştirme biçimleri.

b)Hidroelektrik banyolar:

Dört hücre banyosu: Suyun elektrik akımı için iyi bir akım olmasından yararlanılarak su ile bir dizi uygulama yapılır. Bunlar içinde yaygın olanlardan biride dört hücre banyosudur. Burada, her birinin içine eksremitenin sokulduğu dört kap vardır. Bu kapların içinden doğru akım geçirilir. Dolayısı ile eksremiteler ve gövde doğru akım devresi içerisinde kalır. Bir kabın her iki yanındaki elektrotlar arasından akım geçirilirse sadece o kaba sokulmuş eksremite tedavi edilmiş olur. Kapların her biri

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

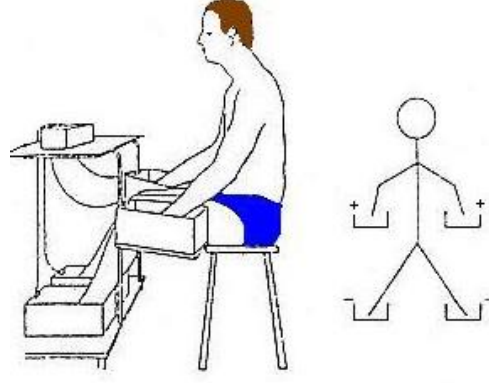
Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

farklı kutuplar arasına getirilirse, gövde üzerinden bir eksremiterden diğerine elektrik akımı geçişi sağlanmış olur.(Şekil 8.2) Sudan doğru akım yerine kesik galvanik akım da geçirmek mümkündür.



Şekil 8.2 Dört hücre galvani banyosu

Su sıcaklığı 36-37°C olmalıdır. Kutuplaşmada kollar anot, bacaklar katot olursa dessendan; bacaklar anot, kollar katot olursa assendan uygulamadan söz edilir. Akım şiddeti yavaş bir şekilde duyu ya da tolerans sınırına kadar arttırılmalıdır; hiçbir zaman 10 mA'in üzerine çıkılmamalıdır[41].

Dört hücre banyosu uygulamalarının özellikle nöropatilerde sinir rejenarasyonu üzerinde etkili olduğu eskiden beri süre gelen görüş mevcut ise de, yeterli kanıttan yoksundur. Buna karşın, paretezilerde özellikle kesikli galvani uygulamasının olumlu etkisi beklenebilir.

Küvet banyosu: Dört hücre banyosuna benzer bir uygulamanın küvet içinde yapılmasıdır. Hastanın tümü ile içine girdiği banyo küvetin çeşitli yerlerinde elektrik akımının su içerisine verilmesini sağlayan elektrotlar vardır. Akım etkili olunmak istenen vücut bölgesi göz önünde tutularak, bu elektrotlar arasından küvetten enine, boyuna veya çapraz olarak geçirilir. Böylece dört hücre banyosuna göre daha az hedefe yönelik, ancak tüm gövdeyi kapsayan bir tedavi uygulanmış olunur.

Su sıcaklığı 35-38°C, akım şiddeti hissedilir düzeyde olmalıdır. Anotun kraniyal, katodun kaudalde olduğu uygulama sedadif; katodun kraniyalde, anodun kaudalde olduğu uygulama ise uyarıcı etki yapar. Uygulama süresi 10-20 dakikadır. Haftada 1-3 tedavi yapılmalıdır[41]. Endikasyonları dört hücre banyosu ile aynıdır.

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk,
Sonra: 6 nk

8.2.1.2 İyontoferez

Doğru akımdan yararlanılarak bazı ilaçların deriden emiliminin artırılmasıdır. Söz konusu ilaç ya da kimyasal madde, sıvı ya da jel formunda uygun kutuptaki elektrottan verilir. İlacın bulunduğu kutup aktif kutup olarak adlandırılır. Hangi ilacın hangi kutuptan verileceğine kimyasal formülüne bakarak karar vermek yeterli değildir; bunun için daha önceden saptanmış listelerden yararlanmak gerekir[37, 39].

Uygulama için önce anot ya da katodun aktif kutup olarak kullanımına karar verilir. Önceden saptanmış akım değer ve sürelerine uyulur. Doz ayarında elektrik akımı etkisi kadar ilacın lokal etkisi de göz önünde tutulmalıdır.

İyontoferez ile ilaç emiliminin artışı, klinikte, bu maddelerin idrarla atılımıyla gösterilir. Ayrıca son yıllarda yapılan hayvan deneyleri, iyontoferez etkisiyle hiç olmazsa derin deri katmanlarında ilacın difüzyonunun arttığını göstermiştir.

Uygulamada elektrotla aynı boyutta sünger veya filtre kağıdına ilaç emdirilir. Emici meteryal deri ile aktif elektrot arasına konarak ilacın akım devresinde kalması sağlanır.

8.2.2 Alçak Frekanslı Akımlar

Teorik olarak 1-1000Hz arasında yer alan alçak frekanslı akımların, elektroterapi uygulamalarında 1-100Hz arasında kalan alanından yararlanılır.

Alçak frekanslı akımları diğer elektriksel uyarılardan ayıran en önemli özellik, her alçak frekanslı akım darbesine organizmanın senkron olarak reaksiyon vermesidir. Yani bir alçak frekans darbesinin ardından, organizmadaki akıma duyarlı hücreler benzer bir cevap verirler. Bu ancak düşük frekansla sağlanabilir. Organizma bu sayede bir sonraki uyarana cevap vermek için toparlanacak zamanı bulabilir.

Ya hep ya hiç kuralı, tek bir sinir ya da kas lifine yöneliktir. Ancak, uyarı çoklukla geniş bir alanda tüm sinir veya kası uyaran yüzey elektrotları ile sağlanır. Bu nedenle eşik değerde bir uyarı bir ya da az sayıda siniri uyarırken, uyarının yoğunlaşması daha fazla birimin cevap vermesine, dolayısı ile klinik olarak güçlü bir cevaba yol açar. Tedavi edici doz bu nedenden dolayı ayarlanabilir. İskelet kaslarında kas ve sinir lifleri yan yana yer aldıkları halde, sağlıklı bir kasın uyarılması daima sinirle olur. Bununla birlikte siniri tamamen denerve olan kas, doğrudan uyarılabilir.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Üst simge/Alt simgeAltı kesik çiziliDeğil

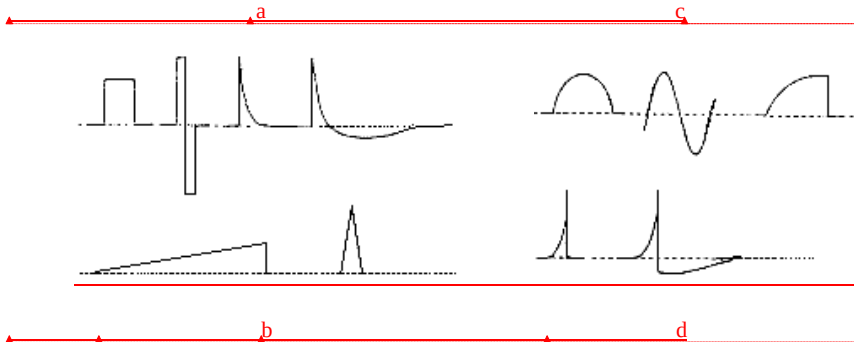
Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Bir uyarının etkisi sadece genlik değil, uyarının şekline de bağlıdır. Bir darbe ne kadar dik yükselir, ne kadar hızla gelişirse, etkisi de o kadar fazladır. Uyarı, anot açılma ve katot kapanma sırasındaki değişimleriyle oluşur.

Alçak frekanslı akımlarda kabaca dört artış konumu vardır (Şekil 8.3):a) Dik artış. Dik olmasına rağmen ideal bir artış söz konusu değildir. b) Üçgen artış.c) Regresif artış.d) Progresif artış.



Sekil 8.3 Elektrostimülasyonda akım formları

8.2.2.1 Fizyolojik Etkileri

1- Uyarı yerinde: Sinire verilen darbe uyarı yerinden perifeze ve merkeze doğru olmak üzere iki yönde yayılır. Perifere giden kas kontraksiyonuna, merkeze giden duysal ya da refleks uyarılara yol açar.

2- Yorgunluğa bağlı sinir iletisi bloğu: Elektroterapide kullanılan sabit darbeler, sinir lifi membranın birkaç dakika içerisinde yorulmasına neden olur. Refrakter faz uzar. Uyarı eşiği yükselir. Ardından sinir membranı, uyarılmasını ve sinir iletisini geçici olarak kaybeder.

3- Denerve kasın uyarılması: İnnerve kas direkt olarak elektriksel uyarandan etkilenmezken, denerve kas uzun süreli, üçgen şeklindeki stimülüslerle uyarılabilir[42].

8.2.2.2 Klinik Etkileri

Alçak frekanslı akımların etkilerini motor ve duysal fonksiyonlara yönelik etkiler başlığı altında toplayabiliriz. Aslında bu etkiler sinirsel ileti sistemini etkileyen tüm elektriksel uyarılar için geçerlidir.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk,
İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Sola, Aralık Önce:
6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk,
İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk,
İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk,
İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın,
İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

1. Motor fonksiyona yönelik etkiler: Kasın stimilasyonu, kas kitesini arttırmak ya da kas metabolizmasını aerob bir egzersizdeki gibi arttırmaktan çok, istemli kas kontraksiyonunun uyarılmasını, bir çeşit proprioseptif uyarı yaratılması sonucunu doğurur. Periferden verilen sensör uyarımlarla, merkezin motor uyarımlarının arttırılması gibi bir çeşit yol açma prensibine dayanan bu yöntemi, miyofeedback yönteminin öncüsü olarak ta görebiliriz. Zira bu yöntemlerin ilk ortaya konduğu dönemlerde, beklentiler daha çok kas ve sinir stimilasyonunun bu dokularda trofik etkiler yaratması idi. Dolayısı ile rejenarasyonun artması bekleniyordu. Ancak zaman içinde bu yeterince gösterilemedi[43]. Fakat yinede bu yöntemlerin klinikte gözlenen belli yararları vardı. Bunların daha sonra ortaya konan feedback yöntemleri benzer olduğu görülmüştür.

2. Duysal fonksiyonlara ait etkiler: Bunlar büyük ölçüde ağrının azaltılmasıyla ilgilidir. Alçak frekanslı akımların analjezik etkisi farklı teorilerle açıklanmaya çalışılır:

Kapı kontrol teorisi ya da örtme efekti: Özellikle hızlı ileten afferent liflerin ağrısız elektriksel uyarımı, santral sinir sisteminin çeşitli düzeylerinde, yavaş ileten afferent ağrı sistemini inhibe eder[44].

Zıt irritasyon (ağrılı zıt uyarı prensibi): Her tür lokal, akut ve güçlü ağrı uyarısı, beyin kökündeki tüm nosiseptif inhibitör veya modülatör merkezleri inhibe eder. Bunlar da santral sinir sisteminden kaynaklanan tüm ağrı afferentlerini baskılar ya da kontrol ederler. Bu yöntem ampirik geleneksel uygulamalarda çok yaygındır. Hacamat, kupa çekme, akupunktur gibi ağrı uyandırıcı yöntemlerin etkileri bu teori ile açıklanabilir[37].

Doğru akım etkisi: Doğru akım komponenti de taşıyan impulsif akımlar ince miyelinsiz liflerin reseptörlerinin uyarılma eşiğini yükseltir.

Diğer etkiler: Hiperimize edici etki, rezorpsiyonu stimüle edici etki, beslenmenin artması, iskelet kaslarının detoniyalizasyonu, düz kasların uyarılması, tromboz profilaksisi.

8.2.2.3 Faradik Akım

Klasik faradik akım, alçak frekanslı bir alternatif akım olarak tanımlanabilir. Zamanın teknolojisi indüksiyon bobiniyle üretimini mümkün kıldığından, uzun süre

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

bu akımdan yararlanılabilmektedir. Faradi düzensiz bir akım görünümündedir; frekans ve darbe şekilleri standardize değildir. Daha sonra tanımlanmış olan neofaradik akım ise üçgen şeklinde ki düzenli düz akım darbelerinden oluşmaktadır. Darbe süresi 1 msn. ve ara (pause) süresi 20 msn dir.

Fizyolojik etkileri: Sağlıklı çizgili kasta yeterli akım şiddetinde tetaniye yol açar. Tanı amacı ile kısa süreli verilebilir. Tedavi amacıyla kabaran akım (schwellstrom) şekli, yani zaman içinde genliği artan neofaradik akım serileri kullanılır. Bu stimülüs, kasların normal hareket kontraksiyonları ile benzerlik gösterdiğinden, eletrojimnastik amacı ile kullanılabilir.

Endikasyonları: Elektrojimnastik amacı ile inaktivite atrofilerinde kullanılabilir. Yani kasın niteliklerinin bozulmadığı ancak kontraksiyon ve alışkanlığının kaybolduğu durumlarda uygulama alanı bulur. Günümüzde faradik akımlardan psikiatri kliniklerinde histerik felçlerin tedavisinde plasebo olarak yararlanılmaktadır.

Uygulama tekniği: Yüzey elektrotları ile uygulanır. Elektrotlar aynı boyuttur. Bunlar uyarılmak istenen kasın iki ucuna yerleştirilir. Grup stimilasyonunda , sinir elektrotları küçük bir elektrotla (noktasal elektrot, kalem elektrot) uyarılır. Küçük aktif elektrot katot, büyük indifereant elektrot ise anot olarak kullanılır. Scwellstrom adı verilen elektrojimnastik uygulamasında optimum akım artış ve eksiliş dakikada 16-20 defadır. Tedavi 5 dakika kadar sürmelidir[40, 41].

8.2.2.4 Denerve Kasların Elektriksel Stimülasyonu

Denerve kaslarda sorun santral sinir sisteminden gelen uyarıların alınmamasıdır. Bu uyarılar hem kasın tonusundan hem de kontraksiyonlarından sorumludurlar. Uyarı eksikliği sadece kasın fonksiyonunu değil beslenmesini de olumsuz etkiler. Yani merkezden uyarılmayan kas kısa sürede atrofiye uğrar. Gerçi, merkezden uyarılan ancak hareketliliği kısıtlanmış kasta da (örneğin alçıya alınmış ve hareket ettirilemeyen ekstremitte kasları) hız atrofi oluşur. Ancak, santral uyarıdan mahrum kaslardaki atrofi daha dramatik ve irreversibldir[45].

Bu nedenle denerve kasın rehabilitasyonunda sadece elektrik tedavisi ile yetinilmemeli, bir çeşit feedback etkisi yaratmak amacı ile daha önemli olan gerçek hareket uyarılarına yer verilmelidir. Kısaca kas santral sinir sistemi ile bağlantılı stimülüsle beslenir. Ayrıca denerve kasın tedaviye cevabı denervasyonun derecesi ile de ilişkilidir.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Denervasyon dereceleri şöyle sıralanabilir: Tam denervasyon, tam olmayan denervasyon, kısa süre olmuş reinnervasyon, spinal düzeyde ileti olan durum.

Kası inerve eden sinir, yukarıda da denildiği gibi, şu iki görevi yerine getirmeye çalışır: Fonksiyonel ve trofik görev.

a)Fonksiyonel görev: Sinir lifi kas ile santral sinir sistemi arasında karşılıklı enformasyon iletisini sağlar. Sinir iletisi olmaksızın iskelet kası sürekli gevşek kalır. Diğer yandan bu durumdaki kastan merkezde enformasyon gitmediğinden bir süre sonra periferin merkezdeki imajı gittikçe silikleşir. Adeta merkez periferi, yani o kası ve fonksiyonunu unutmaya başlar. Kas aktivitesinin tümüyle kaybını kas atrofi izler.

b)Trofik (beslenmeye ilişkin) görev: Aksonal akımlar büyük olasılıkla kas lifine beslenmede etkili maddeler taşımaktadır. Sinir lifleri kısaca dokuların yaşamsal devamlılığını sağlar. Eksiklikleri ise doku niteliklerinin yani distorfiye yol açar.

Elektrostimülasyonun denervasyona bağlı kas atrofisine etkileri: Prensipte elektro stimülasyonun denervasyona bağlı kas antorfisine olumlu katkısı olduğu düşünülür. Hayvan deneyleri ve insan üzerindeki gözlemler, gerçekten de dejenarasyon reaksiyonunun yavaşlatılabileceğini göstermiştir. Ancak reinnervasyon gerçekleşmezse, kas atrofi kaçınılmaz hale gelir[42, 45].

Pratikte sorun, kas dokusunun beslenmesinin artırılması gibi teorik bir hedef değildir. Gözlemler kitlesel olarak küçük kasların, büyük kaslara göre elektrostimülasyondan daha iyi etkilendiğini göstermiştir.

Merkezdeki kas ve hareket şablonlarının korunması ya da yeniden oluşturulması, şüphesiz elektrostimülasyonun en önemli etkisidir. Burada başarının koşulu tam bir denervasyonun gelişmemiş ve reinnervasyonun başlamış olmasıdır. Stimülasyonun sinir dokusu rejenerasyonu ya da kollateraller gelişmesi ile ilgili bir etkisi şimdiye kadar gösterilmemiştir.

8.2.2.5 Ekspansiyonel Akım

Ekspansiyonel akım kabaca üçgen şeklindedir; ancak üçgenin yükselen kolu ekspansiyonel bir eğri şeklindedir. Akım şiddetinin bu şekilde yavaş yükselmesi, kasın uyarılabilme dolayısıyla uyarıya kontraksiyonla cevap verebilme yetisini arttırmaktır. Tersine darbe araları azaldıkça, kas her darbeye yanıt veremez hale gelir

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

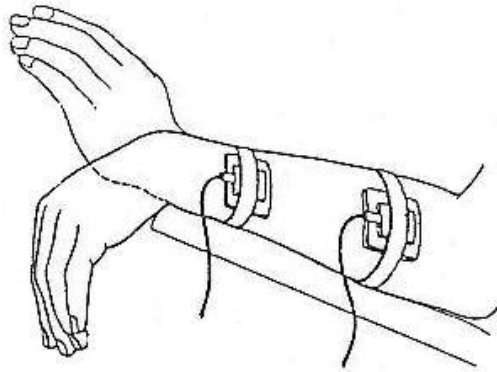
ve sonuçta tetanizan etkisi ortaya çıkar. Bu nedenle gerek tanısal gerekse tedavi amaçlı kullanılır.

İkinci motor nöron lezyonlarına bağlı denerve kasların gevşek felçlerde kasların uyarılması bu akımlar ile sağlanır. Yukarıda da sözü edildiği gibi, uzun zaman bu uyarıların kas atrofilerini engellediği düşüncesi hakim olmuştur. Ancak bu tür bir elektrostimülasyonla bu tür bir atrofinin engellendiği değil, bir tür proprioseptif uyarı oluşturulduğu düşünülmektedir. Ekspansiyel akım stimülasyonu ile egzersiz tedavinin etkisini yaratmak mümkün görülmemektedir[37].

Uygulama yine aynı akım türünün kullanıldığı klasik elektrodiagnostan elde edilen parametrelerden yararlanılarak yapılmaktadır. Uyarılmak istenen kasın lokalizasyonuna göre, iki geniş yüzey elektrotundan yararlanılabileceği gibi, fasiyal parazi örneğinde olduğu gibi küçük kaslar ve dar alanların tedavisinde ise noktasal elektrotlardan aktif elektrot olarak yararlanılırken, yüzey elektrotu indiferekt elektrot olarak görev yapar.

Tedavi süresi ve dozu: Akım şiddeti kas kontraksiyonunun gözlemlendiği en az akım şiddetine ayarlanır. Tedavi sırasında bu dozun etkisiz hale gelmesi halinde yeniden doz yükseltilebilir. Kas yorulup cevap veremez hale geldiğinde de tedavi kesilir.

Tedaviye olabildiğince erken başlanmalıdır. Uzun süreli uygulama değil, olabildiğince kısa süreli ve sık uygulamalar yapılmalıdır. Kas kontraksiyonunun güçlü olacağı uyarılar yararlıdır. Uyarılar akımın kesilmesinden sonrada olsa ağrıya yol açmamalıdır. Bipolar uyarı uygulanmalıdır. Elektrotlar kasın büyük kısmını, özellikle tüm enini kapsayacak pozisyonda olmalıdırlar (Şekil 8.4).



Şekil 8.4 Ekspansiyel akımla el bileği ekstansörlerine stimülasyon uygulaması.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 12 nk

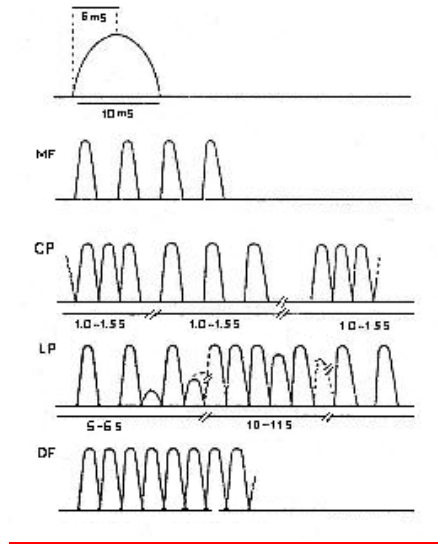
8.2.3 Diadinamik Akımlar

Adlarını doğru akım üzerine bindirilen sinüzoidal akım nedeni ile, ikili akım anlamından almaktadırlar[46]. Hem doğru akım hem de stimülasyon etkisini birlikte içerir. Frekansları 50-100Hz arasındadır. Akımın temel elemanı 10msn süreli tek yönlü sinüzoidal akım oluşturur. Bu çok yavaş yükselen stimülüs miyelinize olmayan sinir liflerini selektif olarak uyarır. Temel sinüzoidal akımın çeşitli frekanslardaki modülasyonları ile farklı diadinamik akım türleri ortaya konmuştur (Şekil 8.5). FTR dünyası uzun süre bu modülasyonların farklı etkilerini ortaya çıkarmak için uğraşmıştır. Ancak bugün TENS'le ilgili çalışmalar bu frekans modülasyonların en önemli etkisinin alışma efektini engellemek olduğu kanısını doğurmuştur.

Diadinamik akım modülasyonları:

Difaze fiks (df) : Art arda gelen iki fazlı 100 Hz frekanslı yarım sinüzoidal akım dalgalarından oluşur. Dolaşımı arttırdığı, aneljik etkisi olduğu ve otonom sinir sistemini baskıladığı öne sürülür. Diğer akımlarla tedavinin başında kullanılır.

Monofaze fiks(mf): Tek fazlı yarım sinüzoidal akım pulslarından oluşur. Bu nedenle her 10 msn süreli darbenin ardından aynı süre kadar ara (pause) vardır. Frekansı bu durumda 50 Hz dir. Aneljik etkisi ön plandadır, df sonrası uygulanır.



Şekil 8.5 Diadinamik akım formları

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Kısa periyod(cp): df ve mf modülasyonlarının kombinasyonudur. Her iki akım türü bire saniye sürer, sonra diğeri başlar. Aneljik, rezorpsiyon arttırıcı, kas tonusunu azaltıcı etkileri beklenir.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Long (uzun) period: (lp): İki monofaze fiks akım birbirinin içerisine geçirilmiştir. Ancak bunlardan birinin genliği periyodik olarak yavaş yavaş artar ve azalır. Aneljik etkisi ön plandadır.

Ritm senkop (rs): mf bir saniye sürer . Sonra bir saniye süre ile akım kesilir. İnaktivite atrofilerinde yararlanır.

Endikasyonları:Günümüzde diadinamik akımların en çok aneljik etkisinden yararlanır. Özellikle kas tonusu artışının belirgin olmadığı yumuşak doku olayları diadinami için uygun bir uygulama alanı oluşturur. Otonom sinir sistemi üzerinde de etkili olabilir. Bazı frekansların stimüle edici niteliği vardır.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Uygulama tekniği: Diadinamik akımlar yüzey elektrotları ile uygulanırlar. Klasik ped elektrotlar, tıpkı galvanik akım uygulamasındaki gibi, sünger, keçe, havlu gibi sıvı emdirilmiş bir metaryel ve bu sayede deri ile teması engellenen metal plakadan oluşur. Bu elektrotlar bir sabit bandajla uygulama alanına sabitlenirler. Bu şekilde aynı büyüklükteki iki elektrot karşılıklı olarak kullanılır. Karşılıklı iki farklı elektrotun kullanılması akımın bir bölgede yoğunlaşmasına yol açar. Yüzey elektrotlarının boyutları 10x6 cm ya da daha büyük olarak 13x8 cm'dir. "Ütü elektrot" bu tür bir sabitlemenin zor olduğu bölgeler için geliştirilmiştir. Tedavi süresince her iki kutbu da taşıyan bu metal kol elle tutulmak zorundadır. Son zamanlarda interferens uygulamalardakine benzer vakum elektrotları diadinami içinde kullanılır olmuştur[40].

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Enine ya da uzunlamasına uygulamalar, ağrılı dokuyu tümü ile içine almayı amaçlar. Bir eksremiteden enine ya da uzamına akım geçirilebilir. Ağrılı nokta çevresinde noktasal uygulama yapılabilir. Uygulama sinir trasesi boyunca da yapılabilir. Otonom sinir sistemini etkileyebilmek için bu bölgeyi içine alabilecek uygulamalara başvurulabilir.

Akım şiddetinin ayarlanması: Önce baz adı verilen galvanik akımın şiddeti ayarlanır. Bunun için 2-3 mA akım şiddeti yeterlidir. Bu sırada hastanın akım şiddetini algılaması mümkün değildir. Daha sonra diadinamik akım modülasyonu açılır ve yavaş yavaş hastanın hissettiği düzeye çıkarılır. Uygulama 3-5 dakika

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

devam eder; genellikle yarı sürede kutup değiştirilir. Sürenin kısa tutulması alışma efektinin oluşmaması açısından önemlidir. Birkaç bölge tedavi edilecekse toplam süresi 10-15 dakikayı geçmemelidir. Tedaviler arasındaki süre çok uzun olmamalıdır.

Kontrendikasyonları: Pacemaker başta olmak üzere vücuda implante elektronik cihazların bulunması halinde, ki bunlarda elektronik stimilatörlerdir, diadinamik akımların karışmasıyla frekanslar birbirini etkileyebilir. Özellikle kardiyak ritm bozukluğu için pacemaker implantları taşıyanlar, alçak ve yüksek elektroterapi uygulamalarının yapıldığı alanlara bile girmemelidirler .

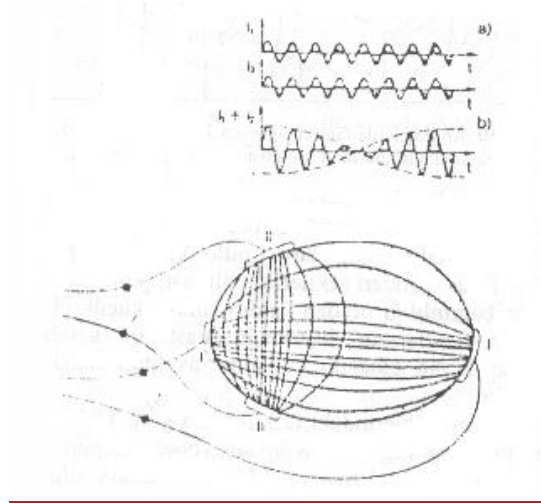
Elektrotların yerleştirildiği bölgelerdeki deri devamlılığının kaybolduğu haller ile lokal ya da genel duyu veya algılama bozuklukları da tedaviyi ve subjektif doz ayarlarını engelleyecekleri için kontrendikasyon oluştururlar.

8.2.4 Orta Frekanslı Akımlar

Orta frekanslı akımların pratikte uygulama modülasyonları interferansiyel akımlardır. Orta frekanslı akım deyince hemen daima interferansiyel akımlar akla gelir.

8.2.4.1 İnterferansiyel Akımlar

İnterferansiyel akımlar, iki orta frekanslı akımın doku içinde girişimi ile ortaya çıkan ,genliği ritmik olarak artıp eksilen elektrik akımlarıdır (Şekil 8.6).



Şekil 8.6 İnterferansiyel akım

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 12 nk

İnterfrekansiyel akımların elde edildiği orta frekanslı akımlar, 1-100 (1000-100000Hz) arasındaki simetrik alternatif akımlardır. Tedavi amacı ile genellikle 4000Hz civarı orta frekanslı akımlar kullanılır.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Girişim (interferens) sonucu elde edilen akımların frekansının, genlik modülasyonunun ritmi ile eşdeğer olduğu düşünülmektedir. Bu ise 1-100Hz arası bir değerdedir. Bu nedenle interferansiyel akımların büyük ölçüde alçak frekanslı akımlara benzer etkileri olduğu düşünülür. Tedavide başta interferansiyel akımlar olmak üzere genlik modüle orta frekanslı akımlara başvurulur.

Orta frekans uyarısı: Orta frekanslı akımlarda, alçak frekanslı akımlardaki “periyodla senkron uyarı” prensibi geçerli değildir. Her bir darbeye bir uyarı oluşmaz. Frekansın büyüklüğüne bağlı olarak darbe süreleri uyardıkları dokuların refrakter periyodundan kısadır. Membran potansiyeli bu uyarıları takip edemez. Hızlı periyodik akım şiddeti değişimleri, uyarılan membranlarda birbiri içinde erirler. Darbeler belli bir oranda bir bütün olarak etkirler.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biriken bu uyarılarla bir çeşit doyma sınırına gelindiğinde, bir başka ifade ile etkili süre sonunda, sinir ya da kas dokusunda depolarizasyon oluşur. Buna reaktif depolarizasyon adı verilir. Sinir ya da kas liflerinin bu tür bir sumasyon ile uyarılabilirliğine gildemester efekti denir.

Uyarılabilir dokularda alçak frekanslı akımların etkisiyle oluşan kutuplaşma, orta frekanslı akımlarda meydana gelmez. Burada apolar uyarı prensibi geçerlidir. Katot kapanma ve anot açılma kontraksiyonları elde edilmez. Sinirin iki uçtan uzamına uyarılması ile, uyarı sınırı aşıldığında, iki tepeli bir aksiyon potansiyeli gözlenir; ki bu da iki ucunda aynı derece etkili olduğunu gösterir.

Orta frekanslı akımlara karşı derinin direnci çok düşüktür. Zira, derinin kapasitif direnci geçen akımın frekansına bağlıdır; frekans arttıkça, çok belirgin olarak azalır. Bu ağrısız bir uygulanmaya ve doku derinliklerine penetrasyona olanak sağlar.

Frekansın yüksek olması, hızlı yön değişimine bağlı olarak deride elektrolit değişimlerinin oluşmasını, dolayısıyla deri nekrozlarının oluşumunu engeller. Metal elektrotlar doğrudan deriye uygulanabilir.

Apolarite prensibi ile oluşan orta frekans uyarısı akomodasyon göstermez. Uyarıcı akım şiddeti eşik değerini aştığında, darbenin hızlı ya da yavaş bir şekilde artması

farketmez. Gözlemler üçgen ya da dikdörtgen şeklindeki darbelerin birbirinden farksız akım şiddeti eğrileri verdiğini ortaya koymuştur .

Sürekli olarak aynı genlikte devam eden bir orta frekanslı akımın, uyarılabilir dokular üzerindeki etkisi, bir süre sonra kaybolur. Wedenski adı verilen bu fenomen engellenmesi için genliğin ritmik olarak artıp azaltılması gerekmektedir.

Orta frekanslı akımlarda hemen tamamen ağrısız olarak güçlü kas kontraksiyonları elde edilir. Bu subjektif olarak gerilim ve basınç hissi verir. Alçak frekanslı akımlarda görülen sedadif etki, orta frekanslı akımların sadece düşük frekanslarında vardır. Derideki tipik orta frekans hissi tipik karıncalanmadır.

Orta frekanslı akımlar, özelliklede interferansiyel akım etkisiyle bazı araştırmacılar dolaşım hacminde artış saptamıştır. Bu, büyük ölçüde kas kontraksiyonları ile açıklanmaya çalışılır. Aneljik etki makenizması alçak frekanslı akımlar için geçerli olan teorilerle açıklanabilir.

8.2.4.2 Uygulama Yöntemleri

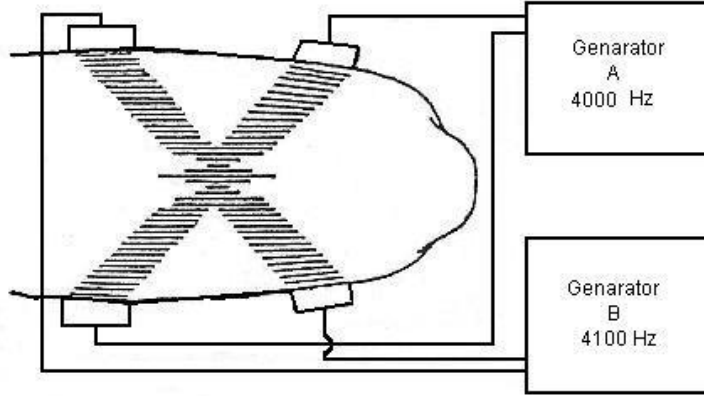
Nemec yöntemi: İlk olarak uygulanan klasik yöntemlerdir. Genelde interferansiyel akımlardan söz edildiğinde bu yöntem anlaşılır. Birbirine yakın ancak farklı frekanslarda iki orta frekanslı akım devresi, tedavi edilmek istenen alana çaprazlama uygulanır. Örneğin, 4000 ve 4100 Hz. frekanslı iki akım girştirilir. Elde edilen interferansiyel akımın frekansının bu iki akımın frekanslarının farkı ile aynı olduğu kabul edilir. Bizim örneğimizde interferansiyel akımın frekansı 100 Hz dir (Şekil 8.7). Girişim frekansının tüm uygulama boyunca aynı kaldığı tedaviye statik interferens denir. Ancak, pratikte genellikle orta frekanslı akımların frekansları sürekli değiştirilerek, girişim frekansı da ritmik olarak, örneğin 1-100 Hz arasında değişmesi sağlanır. Bu ise diadinamik interferens olarak adlandırılır.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk



Sekil 8.7 Nemec yöntemi ile interferensiyel akım elde etme.

Stereodinamik interferens: Nemec yönteminin bir versiyonudur. Aynı frekanstaki üç orta frekanslı akım, fazları birbirlerine göre kaydırılarak girştirilir. Bunlar birbirlerini ritmik olarak modüle ederler. Adından da anlaşılacağı gibi, burada üç boyutlu bir uygulama söz konusudur.

Genlik modüle orta frekans elektrostimilasyonu: Sadece bir tek orta frekanslı akım devresinden elde edilir. Doku içinde interferens söz konusu değildir. Orta frekanslı akım modülasyonu alet içinde sağlanır. Yüzeysel etkilidir.

Wymoton yöntemi: Genlik modüle orta frekans elektrostimilasyonuna benzer; orta frekanslı bir akımın, bir başka devresinde elde edilen alçak frekanslı akım aracılığı ile alet dışında hemen doku yüzeyinde modüle edilmesidir.

8.2.4.3 Tedavi Tekniği

Elde edilmek istenen akım türüne göre, farklı sayı ve şekilde elektrotlar kullanılır.

Klasik orta frekanslı akım uygulaması için iki elektrot yeterlidir. Nemec yönteminde, iki ayrı akım devresi kullanılacağından 4 elektrot gereklidir. Stereodinamik interferenste üçer guruplu iki elektrota başvurulur. Elektrotların uygulama yöntemi alçak frekanslarla aynıdır. Avantaj olarak burada doku nekrozu tehlikesi çok düşüktür.

Uygulama türleri: Lokal uygulama: Ağrı ya da diğer nedenlerle tedavi edilmek istenen bölgeye direkt uygulama. Nöral uygulamalar: Segmenter uygulama, rediküler uygulama, ağırlı nokta uygulaması, gangliotrop uygulama.

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın,
İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Elektrotlar: Yüzey elektrotları: Alçak frekanslı akımlarda da kullanılan yeterli iletkenliğe sahip meteryalden elektrotlardır. Dört elektrot ayrı ayrı olduğu gibi, iki ya da dördünün bir araya getirilmiş de vardır.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Vakum elektrotları: Gene, yüzeysel ve sabit uyarı piresibine uygun, ancak vakum pompasına bağlı, lastik vantuz şeklinde, çeşitli çaplarda (8,10,12 cm) elektrotlardır. “Endovac” isimli tedavi sırasında aynı zamanda ritmik vakum masajına da olanak sağlar. Ayrıca deriye kendiliğinden tespit edilir.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Eldiven (kese) elektrot: Terapist tarafından eldiven gibi giyilip, tedavi sırasında uygulama bölgesinde dolaştırılmaya uygun yüzey elektrotlarıdır.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Frekans seçimi ve dozaj: Anelji ve sedasyon sağlamak için 50-100Hz arası değişen frekanslar ya da 100Hz sabit frekans kullanılır. Motor etki yaratarak kas kontraksiyonu sağlamak için 50Hz sabit ya da 0-100Hz değişken frekanslara başvurulur. İnterferansiyel akımlarda akım şiddeti, tedavi süresi, tedavi sıklığı ve tekrarında alçak frekanslı akım prensilerinin aynısı geçerlidir.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

8.2.4.5 Endikasyon ve Kontrendikasyonları

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

İnterferansiyel akımları gerek klinik gözlemler ve bilimsel araştırmalar sonucu, gerekse ampirik olarak ortaya konmuş etkilerini şöyle sıralayabiliriz: Sedasyon, anelji, motor sinirlerin ve çizgili kasların stimilasyonu, uyarı sonrası gevşeme, lokal dolaşım artışı, efferent otonom sinir sistemi liflerinin ve bunların etkisindeki düz kasların uyarılması, difüzyon stimülasyonu, metabolizma artışı, rejenarasyon stimilasyonu. İnterferansiyel akımlar şu semptomlarda endikedir: Ağrı (özellikle kısa, tendon, ligaman, eklem kapsülü ve sinir gibi derin doku ağrıları), kas atrofileri.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Alçak frekanslı akımların kontrendikasyonları, burada da geçerlidir: Ateş, tümör, tüberküloz yanında lokal enflamasyonlar, tromboflebit, lenfanjit, kanama halleri, gebelik, pacemaker, metal implantlar. Eklem protezlerinde gevşeme olabileceği hayvan deneylerinde isbatlanmıştır. Bunun için çimentolu protezlerde erken dönemde interferens uygulaması yapılmamalıdır.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 71 nk, Sonra: 18 nk

9. TENS

Bundan 50 yıl kadar önce elektroterapinin, fiziksel tıbbın neredeyse temel direği konumunda olduğunu, bir dönem biraşımızın “fizik ve elektrik tedavileri” olarak adlandırılmasından anlıyoruz. Hemen her yöntemin ilk ortaya konduğu aşamada olduğu gibi, elektroterapide bir süre çok büyük beklentilerin kaynağı olmuştur. Daha sonra söylenen etkilerin ispatlanamaması ya da büyük beklentilere cevap verememesi, elektroterapinin değer kaybına, küçümsenmesine, hatta plasebo uygulamalarına eş tutulmasına yol açmıştır. 1980’lerden sonra ise, gerek TENS ile ABD’de elektroterapinin adeta yeniden keşfi, fonksiyonel noromüsküler stimilasyon (FNS) yöntemlerinin geniş bir kullanım alanı kazanması; gerekse önce elektronikte sonra bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerle, elektroterapi cihazlarının boylarının küçülmesi, taşınabilir hale gelmeleri ile, kolay kullanımları ile elektroterapi; tıbbın hemen her alanında uygulanır olmakta ve hatta hastaların kendi kendilerine uygulayabileceği bir hale gelmektedir. Gelişmeler, gelecekte elektroterapi uygulamalarının da tıpkı farmakoterapi gibi, tüm klinik dalların ortak kullanımına gireceğini düşünmektedir. Şimdiden ağrı tedavisi için anesteziye, onkolojide, obstetrikte bu cihazların kullanımı rutine girmiştir[47].

1960’lı yılların ortalarında medulla spinalise implante edilen elektrotların, deri üzerinden stimülasyonuyla anelji yaratmak için geliştirilen bu yöntemin, daha sonra klasik alçak frekanslı akımlarinkine benzer endikasyonlar gösterdiği gözlenmiştir. Adeta, alçak frekanslı elektroterapi yöntemlerinin Anglosakson ülkelerinde, özellikle Amerika’da kabul görmesini sağlamıştır. Diğer yandan, bu yöntemleri eskiden beri uygulayan kıta Avrupasına daha geniş ve esnek bir bakış açısı kazandırmıştır. Yöntem hala transkütan elektriksel sinir stimülasyonu anlamına gelen ilk adını, artık o anlamda anlaşılmasa da, korumaktadır. Transcutaneous(T) Electrical(E) Nerve(N) Stimulation(S) [47].

Yöntemin avantajı, klasik alçak frekanslı elektroterapi yöntemleri gibi, sabit bazı parametrelerle çalışmasındandır. Frekansı 10-200Hz Arasında, darbe süresi 0.05-0.5 ms arasında değişmekte, akım şiddeti 50mA’e kadar çıkabilmektedir. Bu arada

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

hasta, kendisine en etkili aneljik etkiyi deneyerek, sınavarak bulabilmektedir. Akım şekli dörtgen monofazik, dörtgen bifazik veya basit kondansatör deşarjı şeklinde olabilmektedir.

Cihaz birden fazla çıkışa sahip olabilmektedir, böylece birden fazla elektrot çiftinin kullanımıyla aynı anda birden fazla alan tedavi edilebilmektedir. Cihazların pille çalışabilmesi, cepte taşınacak ticari şeklinin olması, şehir cereyanına bağımlılığı ortadan kaldırmaları, küçük cihazların fiyatlarının düşüklüğü, hastalara kendi kendine TENS cihazı kullanma imkanı sağlamaktadır.

Uyarı özelliklerindeki farklılıklara göre TENS'i sınıflandırmak mümkündür. Konvansiyonel, akapunktur benzeri, yüksek yoğunluklu ardıl darbeleri, kısa şiddetli.

9.1 Tensin Uygulama Modları

Tensin değişik modları her biri farklı ağırlı modülasyonları sağlayan değişik parametre ayarlarına sahiptir. Akım parametreleri büyüklük, frekans ve sinyal süreleridir. Günümüzde 5 mod (veya teknik) bulunmaktadır[48] ve bunların özellikleri Tablo 9.1'de gösterilmiştir.

Tablo 9.1 TENS'in uyarı özelliklerine göre sınıflandırılması

Tens modu	Frekans (Hz)	Sinyal süresi (usn)	Genlik (mA)
<u>Geleneksel</u>	<u>50-100</u>	<u>40-75</u>	<u>10-30</u>
<u>Akupunktur benzeri</u>	<u>1-4</u>	<u>150-250</u>	<u>30-80</u>
<u>Burst</u>	<u>70-100 (2)</u>	<u>100-200</u>	<u>30-60</u>
<u>Kısa yoğun</u>	<u>100-150</u>	<u>150-250</u>	<u>30-80</u>
<u>Modülasyon</u>	<u>Modülasyolu akım</u>		

9.1.1 Geleneksel Mod

Geleneksel veya yüksek frekanslı TENS her türlü ağırlı durumlarda uygulanabilir ama genellikle ani gelişen durumlarda ve operasyon sonrasında uygulanır. Alt-motor uyarımı rahattır ve iç organlardan beyne giden sinirlerin uyarılmasını sağlar. Ağrı kesici özelliği omurga kapı mekanizmasına göredir. Yüksek frekanslı, kısa akım geçiş

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk, Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk, Kalın

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk, Kalın

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk, Kalın

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk, Kalın

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş Tablo

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş

sürelili orta şiddette akımlar şeklide uygulanan bu modalite kas kontraksiyonu oluşturmaksızın paresteziye neden olmaktadır. 15 dakika içinde ortaya çıkan analjezik etki 30 dakika ila 2 saat kadar devam etmekte, bazen bu süre daha da uzun olabilmektedir. Başlıca kalın çaplı A Alfa, A Beta, A Gamma liflerini uyaran konvansiyonel TENS'in etkisi periferik düzeyde kapı kontrol teorisi ile açıklanmaktadır. Kullanım alanları ve kullanılmayan alanlar şunlardır.

Kullanım Alanları: Ağrılı her durumda özellikle kasılmanın ağrı yaptığı ve kasılma olmaması gerektiğinde, ani yaralanmalarda buz, elevasyon ve kompresyon ile birlikte, ameliyat sonrası ağrı azaltmada.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Kullanılmayan Durumlar: Ön boyunda, uyarının karotid sinüsün aktive olmasına ve farinjeal adelelerin kasılmasına sebep olduğunda ,aritmilerde ve miyokardial (kalp kası ile ilgili) problemler olduğunda.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Uygulama: Üniteye şu parametreler bulunmalıdır:

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Sinyal süresi: 10 µsn'den az

Sinyal yoğunluğu: Saniyede 60-100 darbe

Büyükölük: Algı sinirlerinde güçlü alt motorda düşük.

Teorik olarak, tedavi 24 saat sürebilir. Fakat hastanın 30 dakikalık süre boyunca uygulaması ve ağrının azalıp azalmadığını kontrol etmesi istenebilir. Eğer ağrı azalmıyor ise elektrot yerleri rehabilitasyon sürecini etkilemeyecek şekilde düzeltilmelidir.

9.1.2 Alçak Frekanslı (Akapunktur Benzeri) Mod

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Alçak frekanslı TENS akapunktur ve akapunkturun sağladığı ağrı azaltıcı özellik ile eşittir. Bu mod daha sağlıklıdır ve kronik ağrıları azaltmak, akapunktur noktalarını uyarmak amacı ile kullanılır. Endojenit opietlerin salgılanmasını sağlayarak daha uzun süreli ağrı kesilmesi özelliği sağlar. Düşük frekanslı, uzun akım geçiş süreli ve yüksek şiddette akımlar veren akupunktur benzeri TENS parestezi meydana getirmeksizin gözle görülür ritmik kas kontraksiyonları oluşturmaktadır. Etkisinin başlama süresi 30 dakika olup 2-6 saat gibi uzun bir analjezi sağlayabilmektedir. İnce çaplı A delta ve C liflerini uyaran bu modalitenin santral ve nörohumal mekanizmalar üzerinden etki gösterdiği düşünülmektedir. Kullanım alanları ve kullanılmayan alanlar şunlardır:

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Kullanım Alanları: Ağrı (hasta adale kasılmasından rahatsız olmadığında), akupunktur noktalarının uyarılması, adale spazmı.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Kullanılmayan Alanlar: Ön boyunda, uyardının kartid sinüsün aktive olmasına ve farinjeal adalelerin kasılmasına sebep olduğunda, aritmilerde ve miyokardial (kalp kası ile ilgili) problemler olduğunda.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Uygulama: Aşağıdaki parametreler kullanılır:

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Sinyal süresi: 200-300 µsn.

Sinyal yoğunluğu: Düşük, saniyede 2-4 darbe

Büyüklik: Güçlü (gözle görülen kasılmalar olmalı fakat acı vermemeli)

Tedavinin geleneksel TENS tekniği ile başlatılması, ani bir ağrı dindirme elde edilmesi açısından önerilir. Ağrı azaldıkça ağrının dinme süresini ayarlamak için parametreler ayarlanmalıdır.

9.1.3 Burst Modu

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Bu mod alçak frekanslı TENS'in etkinliği ile geleneksel TENS'in rahatlığını (hasta açısından rahatlık) birleştirmek amacıyla ortaya çıkmıştır. Yüksek yoğunluklu bir akım (saniyede 80-100 darbe) uyarıları paketler (2 saniyelik) veya bir başka deyişle yayılımlar halinde gönderecek şekilde bir çalışma döngüsünde çalıştırılmaktadır. Sinyaller ve taşıyıcı akımlar hissedilmez. alçak frekanslı TENS'den daha konforludur. Ağrı kesme mekanizması alçak frekanslı TENS ile aynıdır. Uyanım esnasında hem parestezi hem de ritmik kas kontraksiyonları oluşur. Etkisi 2-6 saat sürmektedir.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Uygulama: Aşağıdaki parametreleri kullanılır.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Sinyal süresi: Geniş 100-200µsn.

Sinyal yoğunluğu: Alçak, saniyede 2-4 darbe

Büyüklik: Güçlü (gözle görülür kasılmalar olmalı fakat ağrı vermemelidir)

9.1.4 Kısa Yoğun Mod

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Bu moda hiperstimulasyon anagesiği denir (yüksek uyarımla ağrı kesme). Bunun nedeni ağrıtan bir sinyalin kontrol mekanizması üzerinden ağrı kesme amacıyla verilmesidir. Bu nöromodülasyon modu nokta uyarıcıları ile birlikte kullanılır ve

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

sinyal büyüklüğü maksimum dayanılabilecek değerde olmalıdır. Pedin ufak çapta olması, hedef bölge veya sinir üzerine yüksek yoğunluklu akım gönderirken diğer bölgelerin can yakıcı bu sinyalden etkilenmemesini sağlar. Üniteler bir ohmmetre ile alt deri direncinin düşük olduğu tetikleme ve akapuntur noktalarını içeren bölgeleri bulabilecek şekilde dizayn edilebilir. Optimum düzeyde ağrı kesme için vücut nokta tablolarına başvurulabilir.

Kullanım: Ağrılı durumlar. Akut ve kronik.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Kullanılmayan Yerler: Ön boyunda, uyarının karotid sinüsün aktive olmasına ve farinjeal adalelerin kasılmasına sebep olduğunda, aritmilerde ve miyokardial (kalp kası ile ilgili) problemler olduğunda.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Uygulama: Aşağıdaki parametreler kullanılır.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Sinyal süresi: 200µsn'den uzun(ideal olarak 1ms.'nin üstünde lif uyarımı için)

Sinyal yoğunluğu: Saniyede 100-150 darbe

Büyüklik: Dayanılabilecek kadar.

Nokta Bulunması: Doğru noktaları bulmak için vücut ve akapuntur noktalarına başvurulur. Prosedür hastaya anlatılır, hasta toprak probunu elinde tutar. Deri taban direncini belirlemek üzere probun hassasiyeti ayarlanır. Ölü deriler ve yağ iletkenliği artırır. Prob tetikleme bölgesi üzerinde bastırılarak gezdirilir. Sesli bir sinyal veya deri direnci ibresinde ani sapma noktayı belli edecektir.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Uyarım: Sıfırdan başlayarak hasta hissedene kadar yoğunluk artırılır. Akım derinin empedansını değiştireceğinden farklı bir durum ortaya çıkabilir. Klinisyen sinyal büyüklüğünü ve yoğunluğunu hızlı bir şekilde kontrol edebilmelidir. Her nokta 30 saniye uyarılır. Eğer aşırı hassas ise o nokta 60 saniye uyarılır.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

9.1.5 Modülasyonlu Mod

Sinir adaptasyonunu azaltmak için birbirine göre farklı bir çok TENS modu akımla ilgili özellikler ayarlayarak elde edilebilir. Bu çeşitlilik sayesinde bir çok değişik amaca yönelik çalışma yapılabilir. Bölüm 9.1.5.1'de çeşitli akım modülasyonları topluca verilmiştir.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

9.1.5.1 Değişken Modülasyonlu Akımlar

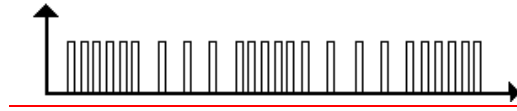
Şekil 9.1 – Şekil 9.9’ da farklı akım modülasyonları gösterilmiştir. Bölüm 8.2 ve Bölüm 9.1 de farklı akım modülasyonları anlatılmış ve her birinin endikasyon ve kontrendikasyonlarından bahsedilmiştir.



Şekil 9.1 Eğimli frekans sitimülasyonu

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

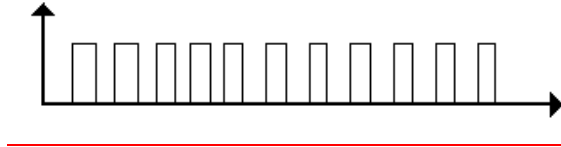
Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk



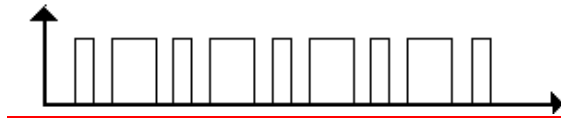
Şekil 9.2. Frekans modülasyonu

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın

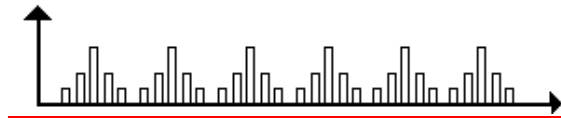
Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 12 nk



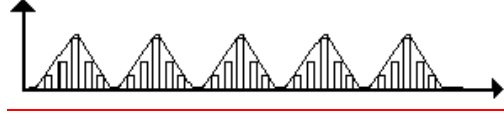
Şekil 9.3 Tekrarlayan tek yönlü doğru akım



Şekil 9.4 Sinyal süresi bloğu



Şekil 9.5 Genlik modülasyonu



Sekil 9.6 Genlik modülasyonunun oluşturduğu frekans modülasyonu

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil



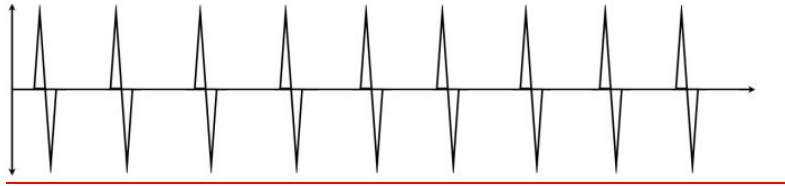
Sekil 9.7. Üstel sinyal

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk



Sekil 9.8. Sinyal katarı



Sekil 9.9. Çift yönlü akım

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

9.2 Endikasyonları

TENS'in en büyük etkisi aneljik olmasıdır. Ancak, ağrıya yol açan kas spazmı ve enflamasyon üzerinde de bir ölçüde etkili olduğu öne sürülür. Akut ve kronik ağrılı durumlarda, özellikle postoperatif ağrıda etkilidir. Doğum ağrısını azaltır. TENS uzun süreli tedaviyi gerektiren kronik ağrılı durumlarda çok uygun bir tedavi yöntemidir. Onkolojik ağrılar, fantom ağrısı, kronik romatizmal ağrılarda etkilidir; kullanılması öğretildikten sonra hastanın tedaviyi evde sürdürebilme olanağı, yöntemin en önemli avantajlarından biridir. Alışkanlık yapmaması, hemen hiç yan etkisinin olmaması ile de yoğun aneljik kullanımının gerekli olduğu durumlarda ilaçlara göre büyük avantajlara sahiptir.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk, Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

9.2.1 TENS'in Ağrı Etki Mekanizmaları

T'ENS ile ilgili araştırmaların çoğu bu elektroterapotik modalitenin klinik etkinliğinin oldukęa yüksek olduğunu göstermekteyse de etki mekanizmaları konusunda hala tam bir görüş birliğine varılabilmiş değildir.Yapılan çalışmalarda değişik görüş ve teoriler ortaya atılmış, kimi zaman birbiri ile çelişen sonuçlar bildirilmiştir[49].

Tüm bu araştırmalardan çıkan ortak sonuçların ışığında günümüzde en çok çok kabul gören görüşlere göre TENS'in ağrı modüasyon mekanizmaları başlıca üç seviyede incelenebilir[50]:

I. Seviye : Periferik düzeyde "Kapı Kontrol Teorisi"

II. Seviye : Ağrı modüasyonunun santral mekanizmaları / santral etkileşim

III. Seviye : Endorfinler ve ağrı modüasyonu

Burada hatırd tutulması gereken önemli bir nokta, bu seviyelerin birbirlerinden tamamen bağımsız olmadıkları ve ağrı modüasyonu esnasında karşılıklı etkileşimler gösterdikleridir.

9.2.1.1 I. Seviye : Kapı Kontrol Teorisi

İlk kez 1965 yılında Melzack ve Wall adlı araştırmacılar tarafından ortaya atılan bu teori [51], üzerinde bazı modifikasyonlar yapılmış olmakla birlikte hala geçerliliğini korumakta ve TENS analjezisinin açıklanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Orijinal teori, medulla spinalis'in gri cevherinin arka boynuzundaki substantia gelatinosa'da (Lamina II) bir "kapı"nın ince çaplı afferent liflerin (nosiseptif) aktivitesi ile açıldığı ve kalın çaplı afferent liflerin (mekanoreseptif) aktivitesi ile kapandığı esasına dayanmaktadır. Şekil 9.10' da görüldüğü gibi periferik stimülayonla oluşturulan darbeler başlıca üç sisteme iletilmektedir :

-Substantia gelatinosa'daki hücreler

-Beyne doğru projekte olan dorsal kolon lifleri

-Bilginin beyne doğru iletilmesinde aracılık eden spinal kord transmisyon (T) hücreleri

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın

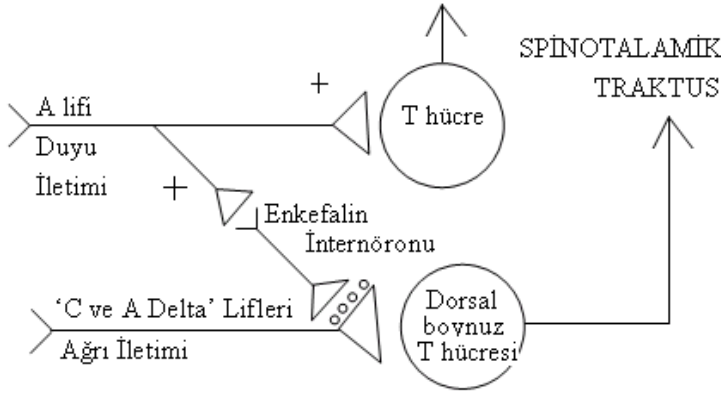
Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk



Sekil 9.10 Dorsal Boyutta presinaptik inhibasyon

Bu teoriye göre:

(1) Sinir impulslarının afferent liflerden spinal korddaki T hücrelerine iletimi dorsal boynuzdaki bir spinal kapanma mekanizması ile modüle edilmektedir.

(2) Spinal kapanma mekanizması kalın çaplı ve ince çaplı liflerin aktivitesinin göreceli miktarından etkilenmektedir: geniş çaplı liflerin aktivitesi iletimin inhibisyonuna (kapıyı kapayarak), ince çaplı liflerinki ise iletimin kolaylaştırılmasına (kapıyı açarak) yol açmaktadır.

(3) Spinal kapanma mekanizması beyinden inen sinir darbelerinden etkilenmektedir.

(4) Geniş çaplı hızlı ileten liflerin oluşturduğu "santral kontrol sistemi" selektif kognitif işlevleri aktive etmekte, bu da inen yollar aracılığı ile spinal kapanma mekanizmalarının özelliklerini etkilemektedir. Bu hızlı iletim beyne hareket sistemi aktive olmadan önce, kendisine ulaşan duyu darbelerinin tanımlanması, değerlendirilmesi, lokalize edilmesi ve selektif olarak modülasyonu imkanı vermektedir.

(5) Spinal kord transmisyon hücrelerinden çıkan darbeler kritik düzeye ulaşınca ağrıya yanıt olarak verilen hareketlerin ve tecrübe ile kazanılmış davranışların ortaya çıkmasından sorumlu nöral bölgeleri uyarmaktadır[52].

Kapı kontrol teorisi, ağrı ile uğraşan araştırmacılara yeni ufuklar açmış, bu konuda yürütülen çok sayıda çalışmadan elde edilen verilerle teori üzerinde bazı modifikasyonlar yapılmıştır[51]. Nörofizyoloji alanındaki son çalışmalarla dorsal

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

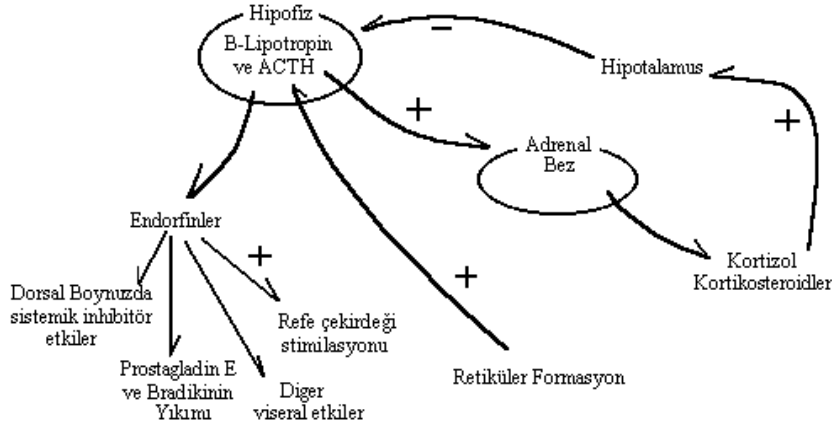
kolonda yeni internöron tipleri belirlenmiştir. Bu internöronlar “enkefalin” olarak adlandırılan nörotransmitterleri içermektedir. Opiat benzeri bir madde olan enkefalinde de opiatlarda olduğu gibi opiat reseptör bölgelerine bağlanan aktif terminaller bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar hızlı ileten kalın çaplı A Alfa, Beta ve Gamma liflerinin kısmen de olsa enkefalin internöronlarını aktive ettiği, bu maddenin de P maddesinin salınımını ve C lifleri ile iletilen uyarıları presinaptik olarak inhibe etme özelliği olduğu ortaya koymaktadır. Enkefalin'in oldukça kısa bir yarılanma ömrüne sahip olması (BOS'ta ortalama olarak 45 saniye), ağrı tedavisinde en sık kullanılan modalite olan "yüksek frekanslı" veya konvansiyonel TENS'in kısa süren 30 dakika ila 2 saat analjezisini açıklar nitelikte olup, bu TENS modalitesinin etki mekanizmasının kapı kontrol teorisi ile açıklanabileceği görüşünü desteklemektedir.

9.2.1.2 II.Seviye: Ağrı Modülasyonunun Santral Mekanizmaları

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk,
Sonra: 6 nk

Beyin sapında dorsal boynuzlar veya asandan yollar üzerindeki sinapslardaki iletim üzerine güçlü baskılayıcı etkisi olduğu bilinen önemli bir inhibitör kontrol merkezi bulunduğu bilinmektedir. Başlıca periakvaduktal gri madde ve rafe çekirdeğinde lokalize olan bu bölgeler birer "santral etkilenme mekanizması" olarak işlev görmektedir. Vücudun her bölgesinden gelen bilgileri spinal kord ve beynin tüm seviyelerine göndermektedir. Çoğunlukla ince çaplı miyelinsiz C liflerinin uyarılması ile aktive olan bu bölgeler endojen opiatların başlıca etki alanıdır. Rafe çekirdeği desandan kontrol sisteminin ana kaynağı olarak kabul edilmektedir. Bu çekirdek dorsolateral trakt yoluyla spinal kordun çeşitli düzeylerine doğru uzanan çok sayıda serotoninerjik nöron içermektedir. Bu nöronlar ince çaplı liflerin uyarılması veya opiat türü analjeziklerle uyarılmaktadır. Bu desandan inhibituar sistemin etkisini asandan sistemin ilk sinapslarının bulunduğu dorsal boynuzda enkefalin internöronlarının uyarılması yolu ile gösterdiği düşünülmektedir. Böylece bu santral mekanizma ile de presinaptik bir inhibisyon oluşmakta ağrı duyumu azalabilmektedir (Şekil 9.11).

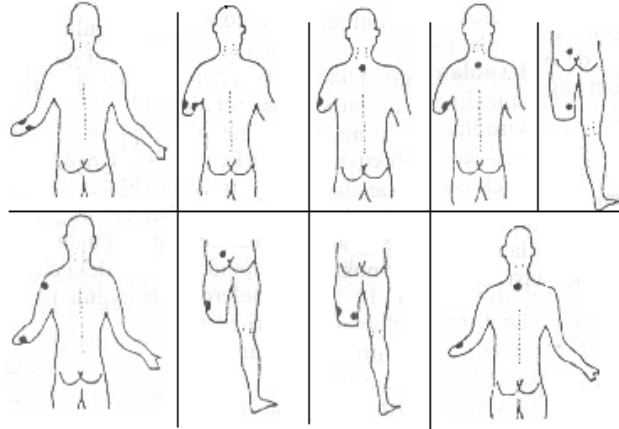
TENS modaliteleri içinde akupunktur benzeri olarak ta adlandırılan ve yoğun uyarı vermesi nedeniyle bir "hiperstimülasyon analjezisi" metodu olan düşük frekanslı TENS in ağrı duyumunu ileten ince çaplı C liflerini uyararak biraz önce sözü edilen santral mekanizma yolu ile etki ettiği kabul edilmektedir[48].



Şekil 9.12 Endorfinler ve ACTH yoluyla modülasyon.

9.3 Uygulama Tekniği

Yüzey elektrotları ile uygulanır. Elektrotlar karbon-silikon alaşımındadır. Elektrotlar ile deri arasındaki teması sağlamak için iletken jel sürülür. Elektrot yerleştirilirken tedavi edilmek istenen bölgenin anatomik ve fizyolojik özellikleri göz önünde tutulmalıdır. Bunlar ,ağrılı noktalar, sinir trasesi, omur ilik segmenti, sinir pleksusu, dermatom alanı olabileceği gibi tetik nokta, motor nokta yada akapunktur noktasıda olabilir. Şekil 9.13’de amputelerdeki fantom ağrısında TENS uygulama yerleri gösterilmiştir. Siyah noktalar elektrod yerlerini göstermektedir.



Şekil 9.13, Amputelerde fantom ağrısına TENS uygulaması.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk,
Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın,
İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk,
Kalın

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Akım şiddeti ile elektrot yüzeyi birbirine ters oranda etkilidirler. Yüzeyi 10cm olan elektrotta akım şiddeti 0.5-2.0 mA'ı aşmamalıdır. Hastanın akıma toleransı en önemli kriterlerden biridir. Yanma hissi oluşturmamalıdır.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Genel bir kural olarak, akım şiddeti ne kadar düşük ise tedavi süresi o kadar uzun olmalıdır. Çoğunlukla süre 10-20 dakikadır.30 dakikayı aşmamalıdır. Göz üzerine uygulamalarda akım 1 mA'ı geçmemelidir.

Diadinamik akım uygulamalarında bazdaki doğru akım zor hissedilecek bir dozda olmalıdır. 0.5-1 mA arası.

Cizgili Kas Ve Motor Noktalara Uygulama: Sinir lezyonu yoksa: Kabaran akım, neofaradik akımlarla uygulama yapılır (1 ms süreli, 50Hz frekanslı). Sinir lezyonu sonucu oluşan gevşek felçlerde: Ekspansiyel akım, şiddet/süre eğrisinden elde edilen değerlere uygun artış süresi ile uygulanmalıdır. Ara (poz) süresi darbe süresinin iki üç katı olmalıdır. Akım şiddeti motor uyarı eşiği ile paraleldir.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: İtalik Değil

Parasempatik uyarı için: Olabildiğince düşük yoğunluklu ekspansiyel akım uyarılarından yararlanmalıdır. (0.5-1 mA) .Anot ağrı bölgesine, katot daha distale ya da dermatoma uygun olarak yerleştirilir; 20 Hz frekanslı ve 20 msn süreli akım uygulanır.

Sempatik uyarı için: 4-10 Hz frekanslı dikdörtgen şeklindeki darbeler uygulanır; katoda aktif elektrot olmalı, akım şiddeti duyu eşiğine göre ayarlanmalıdır. Sempatik inhibasyon için: 100Hz frekanslı ekspansiyel akım, 140Hz frekanslı dikdörtgen akım ya da diadinamik akım modülasyonlarında difaze fiks kullanılır[47].

9.4 Kontrendikasyonları

Elektronik pacemaker kullanan hastalarda bu cihazlarla alçak frekans stimülüslerinin karışma olasılığı nedeniyle TENS kontrendikedir. Yeterli kooperasyon gösteremeyen hastalarda ve deri duyarlılığının kaybolduğu hallerde etkinliğin saptanması ve doz ayarı mümkün olmadığından, tedavi uygulanamaz. Uygulama bölgesindeki cildin devamlılığının kaybolması halinde de uygulama mümkün değildir.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın, İtalik Değil

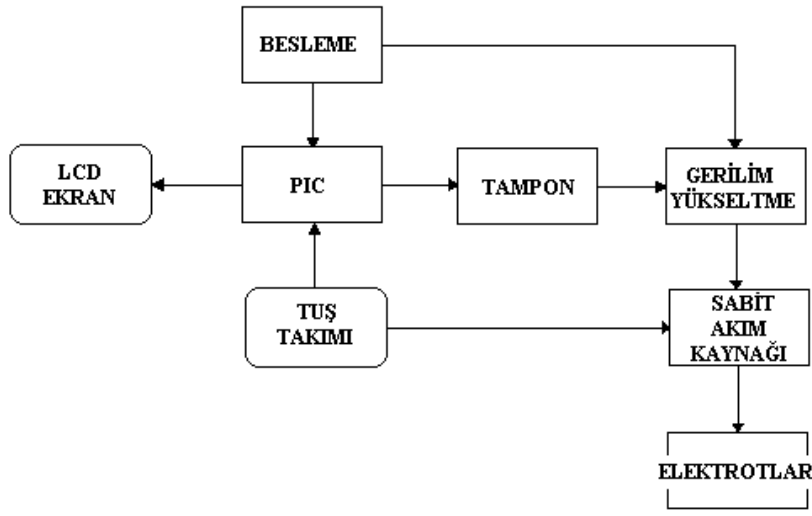
Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk, Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 71 nk, Sonra: 18 nk

10. GERCEKLEŞTİRİLEN CİHAZ DEVRE BİLGİLERİ

Tasarlanan TENS cihazı başlıca 8 ana bloktan oluşmaktadır. Bu blok şema Şekil 10.1’ de gösterilmiştir. Ayrıca cihazın güç katı ve kontrol katı devre şemaları EK-A’da verilmiştir.



Sekil 10.1 Tasarlanan cihazın blok şeması

10.1 Tens Koşulları

Tens yüksek çıkış empedansına (sabit akım modu), darbeli akım şekline, A sınıfı efferent sinir liflerine, kuplajı arttıran darbe tekrarlama oranına, bunun yanında efferent sinir (motor) sinir aktivasyonunun ve C sınıfı sinir liflerinin aktivasyonu sonucu oluşan tepkinin en aza indirgenmesine sahip olmalıdır. Ayrıca TENS bir pil ile besleniyorsa, pilin ömrü göz önüne alındığında küçük bir elektrik gücü cihazı çalıştırmaya yetmelidir.

Çıkış dalga şekli karakteristik olarak sabit voltajlı simetrik kare dalga olursa bir dezavantaj oluşturmaktadır. Sabit voltajlı asimetrik kare dalganın düşük kısmı iontophoresisi hızlandırır. Dolayısı ile lokal deri nociceptörlerini oluşturur ve hızlı

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk, Satır aralığı: tek

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: 10 nk

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 12 nk, Satır aralığı: tek

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 18 nk, Sonra: 12 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

çıkış ve düşüş süresi, elektrot uygulanan bölgeden uzakta karıncalanma hissine neden olan, derin duyu yollarının depolarizasyonuna sebebiyet verir.

Dolayısı ile sabit voltaj uyarımı, deri üstü uyarım için, sabit akıdan daha az etkilidir. Derinin yüksek geçirgenlik özelliği, jenaratörün eşit çıkış voltajları için, sabit voltajlı bir sistemden periferel sinire olan net şarj transferini azaltmaktadır.

10.1.2 LCD Ekran Koşulları

LCD ekran programın işleyişinde takip edilmek istenen her türlü değişikliği gösterebilecek nitelikte olmalıdır. LCD, mikrokontrolün çıkış sayısı düşünüldüğünde mümkün olduğu kadar az port ile haberleşmelidir. Karakterler net bir şekilde belli olmalıdır, gerekirse kontrast ayarı yapılabilir.

Bu projede yukarıda bahsedilen özellikleri sağlayan Samsung firmasının PC1602LR LCD ekranını kullanıldı .Bu LCD 16 karakter ve 2 satır olma özelliği ile bizim ihtiyacımız olan dakika (5 karakter), hold (4 karakter), frekans (6 karakter) ve mod (4 karakter) görüntüleme ihtiyacımızı fazlası ile karşılamaktadır. Kullanılan PIC 16F84 mikrodnetleyici ile 4 bit haberleşebilme özelliği de ayrı bir avantaj sağlamaktadır. Ayrıca bu LCD'nin nokta matris olması özelliği ile ekrana istediğimiz karakteri (ASCII kodları) yazdırabiliyor olmamız ayrı bir avantajdır.

10.1.3 Mikrodnetleyici Koşulları

Mikrodnetleyici çıkışına yazdırmak istediğim 1/o bilgisini istediğim şekilde işleyerek yazdırabileceğimiz türden olmalıdır. Programlamak kolay olmalıdır. Giriş ve çıkış bitleri devredeki bütün çevre birimlerine yetebilmelidir.Hafıza kapasitesi yeterli düzeyde olmalıdır. (Bir miktar hafıza boş kalabilmelidir. Sonraki geliştirmeler için.) Çalışması için çok fazla çevre birimine ihtiyaç duymamalıdır. Ayrıca cihazda sonradan yapılabilecek değişiklikleri donanıma dokunmadan, yazılım ile halledilebilecek türden olmalıdır. Yani geliştirmelere açık olmalıdır. Ucuz olmalıdır. Program yazılımında en önemli etken, akış diyagramları oluşturarak, yapılmak istenenleri en kolay ve gelişime en açık olarak yapmaktır. Geliştirilen programın akış diyagramları EK-B'de gösterilmiştir.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk,
Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk,
Sonra: 6 nk

10.1.3.1 Neden PIC 16F84

PIC16F84 (Peripheral Interface Controller) TENS uygulamamızdaki tüm ihtiyaçlarımızı karşılayabilecek niteliktedir. 13 I/O portu fazlasıyla çevre birimlerine yetebilmektedir. Ayrıca RISC mimarisiyle üretildiğinden dolayı komutları azdır (35 tane), bu da bizim program yazabilmemizi oldukça kolaylaştırmaktadır. Ayrıca bu kontrolörün defalarca programlanabilmesi ayrı bir avantajdır. Bu da 16F84'e yazılmış bir programı geliştirmeye açık hale getirmektedir. Çalışması için 4MHz. bir kristal osilatör ve birkaç kondansatör yeterli olabilmektedir. 5V ile beslenebilmesi portatif uygulamalar için çok idealdir.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

10.1.3.2 PIC Assembly Komutları

Cihaz için yazılan program EK-C' de verilmiştir. Kullanılan temel komutlar aşağıda verildiği gibidir:

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Yer değiştirme veya yükleme komutları:

MOVLW (Move Literal Word) =K sabitinin değerini W registerine yükler.

MOVF (Move F)=F registerinin içeriğini W veya F'e yükler.

MOVWF (Move W to F)= W registerinin içeriğini F'e yükler.

Registerin içeriğini değiştirme komutları:

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

CLRF(Clear F)=F registerinin içeriğini siler

CLRW(Clear W)=W registerinin içeriğini siler.

COMF(Complement F)=F registerinin içindeki sayı terslenir.

DECF(Decrement F)=F registerinin içindeki sayıyı 1 eksiltir.

INCF(Increment F)=F registerinin içindeki sayıyı 1 arttırır.

BCF(Bit Clear F)=F registerinin içindeki sayının 'b' nolu bitini sıfırlar.

BSF(Bit Set F)=F registerinin içindeki sayının 'b' nolu bitini set eder.

RLF(Rotate Left F)=F registeri içerisindeki sayıyı bir pozisyon sola kaydırır.

RRF(Rotate Right F)=F registeri içerisindeki sayıyı bir pozisyon sağa kaydırır.

SWAPF(Swap nibbles in f)=F registeri içerisindeki ilk 4 bit ile son 4 bitin yerini değiştirir.

Program akışını kontrol etme komutları:

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

GOTO(Goto address)=Program akışını k adresine dallandırır.

CALL(Call subroutine)=Program akışı K etiketinin bulunduğu yerdeki alt programa dallanır.

RETURN(Return from subroutine)=Alt programların en sonuna yazılan bu komut, program akışını ana programa geri döndürür.

RETLW=Alt programdan ana programa döndürür ve W registerine 2F yüklenir.

RETFIE(Return From Interrupt)=Program akışını interrupt alt programından na programa döndürür.

BTFSC(Bit Test F, Skip of Clear)=F registerinin 'b' nolu bitini test eder , eğer bu bit 0'sa program akışı bir sonraki komuta geçer.

BTFSS(Bit Test F, Skip of Clear)=F registerinin 'b' nolu bitini test eder , eğer bu bit 1'se program akışı bir sonraki komuta geçer.

DECFSZ(Decrement F, Skip Zero)=F registerinin içeriğini bir azaltır. Register içeriği 0'sa program akışı bir sonraki komuta atlar.

INCFSZ(Increment F, Skip of Zero)=F registerinin içeriğini bir arttırır. Register içeriği 0'sa program akışı bir sonraki komuta atlar.

Mikrodenetleyici kontrol komutları:

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

CLRWD(Timer)=Watch dog timer'ı 0'lar.

SLEEP(Go into stanby mode)=Mikrodenetleyiciyi uyuma moduna geçirir. Buradan reset, watchdog timer ve TOCI girişi aracılığıyla çıkar.

Mantıksal komutlar:

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

ANDLW(And literal with W)=W registerinin içeriğiyle k sabitine ve işlemini uygular.

ANDWF(And W with F)=W registeri ile F registerine and işlemini uygular.

IORLW=W registeri ile k sabitine or işlemini uygular.

IORWF=W registerinin içeriğiyle F registerinin içeriğine or işlemini uygular.

XORWF=W registeri ile F registerinin içeriğine xor işlemini uygular.

XORLW=W registeri ile k sabitine xor işlemini uygular.

Aritmetik işlem kodları:

ADDWF(Add W with F)=W registerinin içeriğiyle F registerinin içeriğini toplar.

ADDLW(Add Literal and W)=W registerinin içeriğini k sabitiyle toplar.

SUBLW(Subract W from Literal)=K sabit değerinden W registerinin içeriğini çıkarır.

SUBWF(Subract W from file register)=F registerinin içeriğinden F registerinin içeriğini çıkarır.

NOP(No Operation)=Bir komut saykılı süresince hiçbir işlem yapmayan komuttur.

10.1.4 Besleme Devresi Koşulları

TENS cihazının besleme devresi bir pil ise pilin gerilim ve güç değerlerinin cihazı sürebilecek nitelikte olması gerekmektedir. General purpose 6F22UP 9v.türündeki piller bu işi rahatlıkla yapabilmektedir (Bildığımız 9v.'luk pil).

Eğer besleme devresi trafolu bir devre ise, güç katı ve kontrol katını ayrı ayrı besleyebilecek nitelikte olmalıdır. Yani 5V ve 12V olarak iki çıkışı olursa güç katı ve kontrol katını ayrı ayrı besleyebilir. Bu iki katın birbirini yüklemesini önleyeceği gibi gayet kararlı bir çalışma sağlayacaktır. (Bakınız EK-A2)

10.1.5 Tuş Takımı Koşulları

Tasarlanan TENS cihazında HOLD ve MOD tuşları olmak üzere iki adet butonumuz vardır. HOLD istenilen frekans ve akım modülasyonunu tutmamızı sağlarken, MOD ise A ve B modlarından birisini seçmemizi sağlar.

Bu butonların panel altına monte edilebilen kaliteli mikro swich niteliğinde olmaları uzun süreli, kararlı bir çalışma için yerinde olur. Ayrıca cihazın çıkış genliğini ayarlayan potansiyometreyi de tuş takımları sınıfına alacak olursak, logaritmik stereo on/off kontrollü potansiyometre olmalıdır.On/off kontrolü cihazı açıp kapatabilmek içindir. (Bakınız EK-A1)

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın Değil

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

10.1.6 Tampon Devresi Koşulları

Tampon devresi TENS cihazında güç katı ile kontrol katının birbiriyle olan ilişkisini kesebilmek için arada 4N25 optokuplör, çıkış transformatörünü sürebilmek için darlington transistör çiftlerinden oluşmaktadır. Eğer çıkış kanalı çoğullanacaksa burada gerekli ayarlamaların yapılması gerekmektedir. (Bakınız EK-A1)

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

10.1.7 Gerilim Yükseltici Katı Koşulları

TENS cihazının çıkış gerilimi 220V'a kadar çıkabilmelidir. Bunun için ya bir trafo, ya da tek bir paket içinde üretilen DC/DC konverter kullanmak gerekir. Bu trafo veya konverter 5V'luk giriş gerilimini 220V seviyesine çıkarabilecek nitelikte olmalıdır. Ayrıca çıkış gücünde yaklaşık olarak 2W olmalıdır.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biz cihazımızda 2x4.5/220V ,2W'lık bir trafo kullandık. Böyle bir trafo beslemeyi fazla yüklemeyi, ayrıca istenilen gerilim değerini de verebilir. (Bakınız EK-A2)

10.1.8 Sabit Akım Kaynağı Koşulları

TENS cihazlarını kullanırken, insanın kan dolaşımının artması, terlemesi gibi durumlar meydana gelebilmektedir. Bu da insan vücudunun direncini değiştirmekte, böylece cihazın çıkış genliği ve cihazdan çekilen akım değerleri değişebilmektedir. Bu yüzden TENS cihazlarında bu çıkış değerlerinin hep ayarlanan değerde kalması istenir.

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Bunun için, tasarlanan cihazımızın çıkışında da sabit akım kaynağı kullanmayı uygun gördük. Böylece çıkış değerlerinin değişmemesini sağlamaya çalıştık.

Zener diyot baz-emitör jonksiyonunu oluşturur ve R direnci arasında sabit bir gerilim tutar. Transistörün baz-emitör geriliminin (v), karakteristik olarak sabit olmasından (ya da küçük tutulabilir) dolayı, transistör iletime geçtiği zaman R direncinde gerilim sabittir. Dolayısı ile R direncindeki akımda sabittir. Bu sebeple R değeri emitörden akan akımı belirler ve esasen kollektör akımıyla aynıdır.

$$I = \frac{V_Z - V_{BB}}{R} \quad V_Z = 5.2V. \quad V_{BB} = 0.6V.$$

$$I = \frac{4.5}{10150} = 0.442 \text{ mA.} \quad R = 10180 \text{ ohm}$$

$$I = \frac{4.5}{150} = 30 \text{ mA} \quad R = 180 \text{ ohm}$$

Biçimlendirilmiş: Alt simge

Biçimlendirilmiş: Alt simge

Biçimlendirilmiş: Alt simge

Biçimlendirilmiş: Alt simge

Çıkış akımı 0.442mA ile 30 mA arasında stereo logaritmik on/off kontrollü potansiyometreleri değiştirilebilir. (Bakınız EK-A2)

10.1.9 Elektrot Koşulları

Deri üzerinden uyarım yapan TENS cihazı deri üzerine yerleştirilen elektrotlar vasıtasıyla sinir sistemine kontrollü elektrik darbeleri uygular. Deri üstü elektrotlar için bir takım gereksinimler vardır. Bunlar; deri tahrişini önlemek, vücuda uyum sağlayabilmek için esnek yapıya sahip olmak ve akımı en az 4cm'lik bir alana yaymak gibi gereksinimlerdir.

Bu elektrotlar yaygın olarak iletim için gerekli karbon tanecikleri ile yüklü silikon lasiği gibi elastomerden yapılmaktadır. Uyumluluk-uygunluk elektrodun ince yapılmasıyla sağlanır. Karbon yüklü silikon lastiğin minimum direnci 10 ohm/cm²'dir.

Tasarlanan bu cihazda 4 cm. çaplı karbon parçacıklarıyla yüklü silikon lastik elektrotlar kullanıldı.

10.2 Mod A ve Mod B İçin Üretilen Akım Modülasyonları

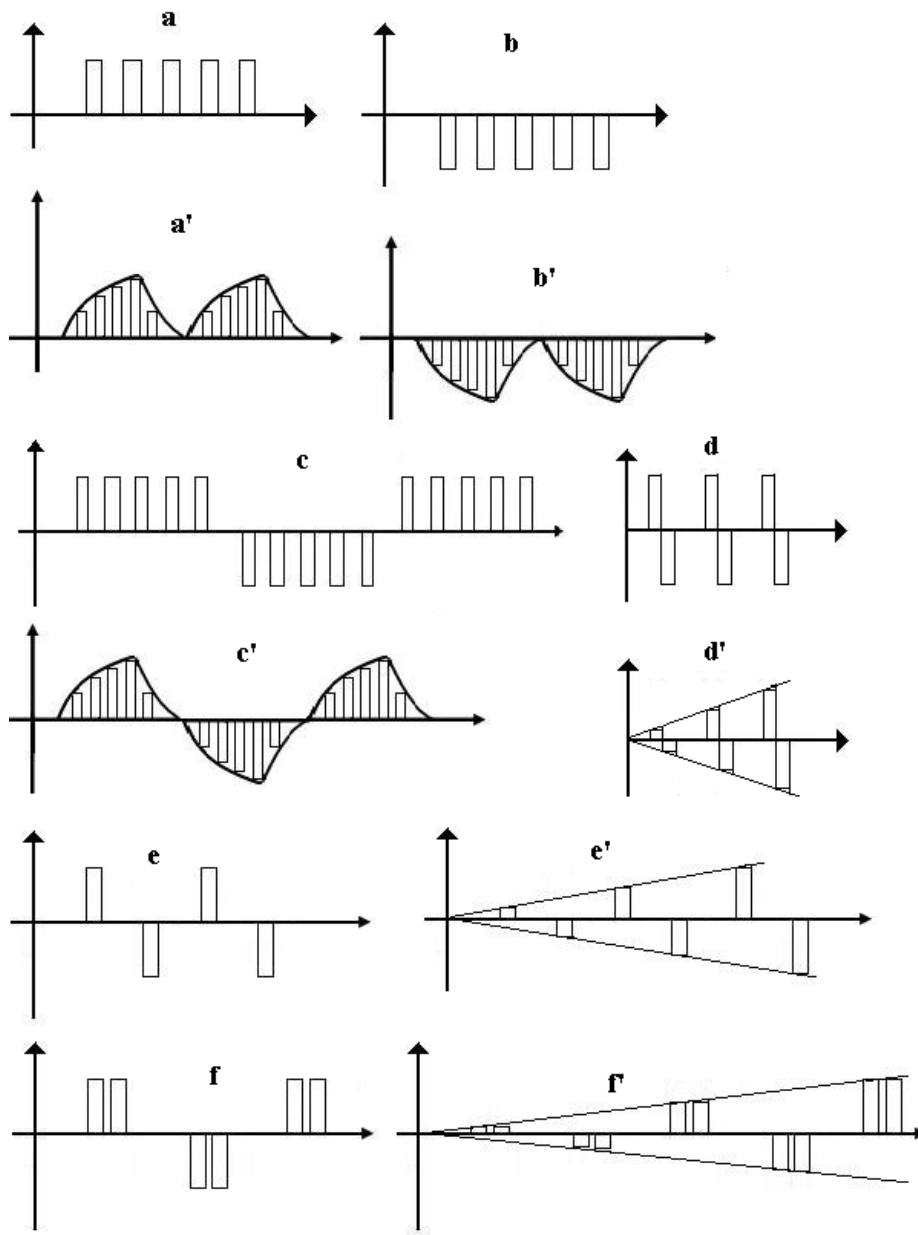
Tasarlanan cihazın Mod A ve Mod B programları için üretmiş olduğu akım modülasyonları ve frekans büyüklükleri Tablo 10.1 ve Tablo 10.2'de gösterilmiştir. Tablolarda kısaca mod diye belirtilen akım modülasyonları harflerle sembolize edilmiştir. Şekil 10.2'de ise tabloda belirtilen harflerin hangi dalga şekillerine karşılık olduğu gösterilmiştir.

Biçimlendirilmiş: Yazı tipi: Kalın

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 12 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Biçimlendirilmiş: Aralık Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk



Sekil 10.2 Cihazın ürettiği akım modülasyon tipleri

Biçimlendirilmiş: Ortadan, Aralık
Önce: 6 nk, Sonra: 6 nk

Tablo 10.1 Cihazın Mod A' daki akım modülasyonları ve frekans büyüklükleri

15.dak	14.dak	13.dak	12.dak	11.dak	10.dak	9.dak	8.dak	7.dak	6.dak	5.dak	4.dak	3.dak	2.dak	1.dak
f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod
2 f	40 e'	9 d'	20 d'	29 e'	5 f	50 d'	5 c'	50 c'	5 c'	50 c'	5 f	29 e'	20 d'	9 d'
5 f'	29 e'	20 d'	9 d'	40 e'	2 f	40 d'	5 c'	100 c	5 c'	100 c'	9 e'	20 e'	29 d'	2 f'
9 e'	20 e'	29 d'	5 d'	50 e'	5 d'	29 d'	9 c'	50 c'	2 f	50 c'	20 e'	9 e'	40 d'	5 f'
20 e'	9 e'	40 d'	2 f	40 e'	9 d'	20 d'	9 c'	40 c'	2 f	29 c'	29 e'	9 f	50 d'	9 e'
29 e'	5 f'	50 d'	5 f	29 e'	20 d'	9 d	20 c'	29 c'	9 c'	29 c'	40 e'	5 f	40 d'	20 e'
40 e'	2 f'	40 d'	9 e'	20 e	29 d'	5 d	29 c'	20 c'	20 c'	9 c	50 e'	2 f	29 d'	29 e'
50 e'	5 f'	29 d'	20 e'	9 e	40 d'	2 f	40 c'	9 c'	29 c'	2 f	40 e'	9 d'	20 d'	40 e'

Tablo 10.2 Cihazın Mod B' daki akım modülasyonları ve frekans büyüklükleri

15.dak	14.dak	13.dak	12.dak	11.dak	10.dak	9.dak	8.dak	7.dak	6.dak	5.dak	4.dak	3.dak	2.dak	1.dak
f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod	f(Hz) mod
67 c'	125 c'	77 b	125 c'	125 a'	125 a'	91 c'	100 a	125 a	67 c'	100 a'	77 b	125 c'	77 b	77 b
67 c'	77 c'	67 c	100 c'	100 a'	100 a'	100 c'	91 a	40 b	63 c'	125 a'	40 a'	77 a'	100 c'	100 c'
77 c'	125 c'	77 a	91 c	77 a'	100 a'	125 c'	77 c	125 b	77 a'	167 a'	67 c'	125 a'	125 b'	125 b'
77 c'	100 c'	91 a	77 c	100 a'	77 a'	167 c'	67 c	100 c	125 a'	167 a'	77 c'	100 c'	100 a'	100 a'
91 c'	91 c'	100 c	67 c'	100 a'	40 a'	67 c'	77 a'	91 c	100 a'	125 a'	91 a'	91 c'	77 a'	77 a'
91 c'	77 c'	125 c	77 b'	125 a'	67 c'	77 c	67 a'	77 c	100 a'	100 a'	91 c'	77 c'	67 c'	67 c'
100 c'	67 c'	40 c	77 b'	67 a'	77 c'	125 c	77 b'	77 c	77 a'	77 a'	100 c'	67 c'	77 c'	77 c'

Modülasyon kısmında belirtilen harflerin her biri farklı bir akım şekline karşılık ve Şekil 10.1 de gösterilmiştir.

11. SONUCLAR VE TARTISMA

Kullanmış olduğumuz PIC 16F84 kontrolörü ile yapılan programlama sayesinde, TENS cihazlarında kullanılan farklı akım modaliteleri ve farklı frekanslar bir döngü halinde, onbeş dakikalık iki ayrı program (Mod A ve Mod B) olarak verilmiştir. Cihazın üzerindeki Hold butonu sayesinde bu döngü kesilerek cihazın aynı çıkışı vermesi sağlanmıştır. Bu sayede her kullanıcının rahatsızlığını giderici akım formuna ulaşması mümkün olmaktadır.

Cihazın geliştirilmesi yönünde düşünülen bir konu; kullanıcının kendi rahatsızlığına uygun bir kaç akım şeklini hafızaya alarak, cihazın istediği akım formuna ulaşana kadar geçen süreyi ortadan kaldırmaktır. Bu, yazılımda yapılacak bir değişiklikle mümkün olabilir.

Kullandığımız kontrolörün flash belleğe sahip olması, yazılan programı silip yeniden yazmaya imkan tanır. Yazılan programın yapılabilecek bu tür değişiklik ve veya eklentilere müsait bir esnekliğe sahip olması da bir avantajdır. Yani cihazda yapılması düşünülecek geliştirmeler; sil baştan yeni bir program yazılmasını gerektirmeyecektir.

Geliştirmeye yönelik olarak cihazda bulunan Mod A ve Mod B olarak isimlendirilen iki ana programa, fizyoterapist hekimlerin tavsiye ve görüşleriyle tasarlanan farklı programlar da eklenebilir.

Cihazın besleme katında kullandığımız trafo yerine, 9 voltluk alkalin pil ile şehir şebekesine bağımlılığı ortadan kaldırıabiliriz. Ayrıca güç katında kullandığımız çıkış gücünü sağlayan trafoyu, özel siparişle daha küçük boyutta yaptırabiliriz. (Bu trafo cihazın istenen güçte ve stabil çalışması için oldukça kaliteli olmalıdır.) Bu sayede cihaz cep telefonu büyüklüğünde portatif hale getirilebilir.

Cihazımız uzman hekimler tarafından test edilmiş ve fonksiyonel olarak kullanılabilirliğine dair onay almıştır. Ayrıca piyasadaki benzerlerine nazaran ortaya koyduğu yenilikle kullanıcıların tercihde bulunacakları bir cihaz olduğu anlaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1]. Köroğlu, E., 1987. Sağlık Mevzuatımız. Hacettepe Yayın Birliği, Ankara, s.216
- [2]. Shahani,B.T., 1993 Rehabilitation medicine, A physiological approach to diagnosis and treatment, The 9th European Congress of PMR, Ghent, Belgium, June 01-04, p.39.
- [3]. Çetinyalın, İ., 1970. Fiziktedavi ve Rehabilitasyon, I Fiziktedavi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, İstanbul
- [4]. Forster, A. and Palastonga, N., 1985. Clayton's Electrotherapy, Theory and Practice Bailliere Tindall, London.
- [5]. Dyson, M., Woodward, B. and Pond J. B., 1971. Flow of red blood cells stopped by ultrasound, *Nature*, 232, 572-573.
- [6]. Lehmann, J. F. and De Lateur B. J., 1990. Therapeutic heat, in Lehmann J. F. (ed.) Therapeutic Heat and Cold, Williams and Wilkins, Baltimore, pp. 417-562.
- [7]. Basur, R. L., Shephard, E. and Mouzas, G. L., 1976. A cooling method in the treatment of ankle sprains, *Practitioner*, 216, 708-711.
- [8]. Lehmann, J. F., Bunner, G. D. and McMillan, J. A., 1958. The influence of surgical implants on the temperature distribution in thigh specimens exposed to ultrasound, *Arch Phys Rehab*, 39, 692-695
- [9]. Bini, G., Cruccu, G. and Hagbart, K. E., 1984. Analgesic effect of vibration and cooling on pain induced by intraneural electrical stimulation, *Pain*, 18, 239-248.
- [10]. Lehmann, J. F., De Lateur B. J., 1990. Diathermy and superficial heat, laser and cold therapy. Kottle, Lehmann (Eds). Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation, W. B. Saunders Philadelphia, pp 283-356.
- [11]. Lehmann, J. F., McDongall, J. A. and Guy, A. W., 1983. Heating patterns produced by shortwave diathermy applicators in tissue substitute models, *Arch Phys Med Rehab*, 64, 575-577.
- [12]. Lehmann, J. F., Bunner, G. D. and Stow, R. W., 1958. Pain threshold measurements after therapeutic application of ultrasound, microwaves and infrared, *Arch Phys Med Rehab*, 39, 560-565.
- [13]. Licht, S., 1965. Local cryotherapy, Therapeutic Heat and Cold New Haven, Connecticut, pp 538-545.
- [14]. Sengir, O., 1989. Fizik Tedavi Kitabı, İst. Ün. Tıp Fak. Yayınları, İstanbul.
- [15]. Werten, L., 1992. Lasers in medicine, *Acup. In Med. X* (1), 23-24.

- [16]. Glennie- Smith Keith, 1993. Low reactive level laser therapy in the treatment of post herpetic neuralgia, *Acup in Med XI* (1), 11-15.
- [17]. Kru, T. I., 1988. Molecular mechanism of therapeutic effect of low-intensity laser irradiation, *Lasers in Life Sci*, 2, 53-74.
- [18]. Young, S. R., Dyson, M. and Bolton, P. A., 1990. Effect of light on calcium uptake by macrophages, *Laser Therapy*, 2, 53-57.
- [19]. Young, S. R., Dyson, M., 1993. The effect of light on tissue repair, *Acup in Med XI* (1), 17-19.
- [20]. Young, S. R., Dyson, M. and Bolton, P. A., 1988. Macrophage responsiveness to light therapy, *Lasers in Surgery and Medicine*, 9, 497-505.
- [21]. El Sayed, S. O., Dyson, M., 1990. Comparison of the effect of multiwavelength light produced by a cluster of semiconductor diodes and of each individual diode on mast cell number and degranulation in intact and injured skin, *Lasers in Surgery and Medicine*, 10, 559-568.
- [22]. Bossy, J., Chevalier, J. M., 1985. In vitro study of low energy laser beam penetration in compact bone, *Acup Electro-Therap Res.*, 10, 35-41.
- [23]. Lundeberg, T., Hode, L. and Zhou, J., 1988. Effect of low-power laser irradiation on nociceptive cells in *Hirudo Medicinalis*, *Acup Electro-Therap Res.*, 13, 99-104.
- [24]. Baldry, P., 1993. A review of low-power laser pain-relieving controlled clinical trials, *Acup in Med. XI* (1) 2-10.
- [25]. White, A., 1993. Regulations governing the use of laser equipment, *Acup in Med XI* (1), 21.
- [26]. Tuna, N., 1989. Elektroterapi, Nobel Tıp Kitapevi, İstanbul.
- [27]. Schmidt, K. L., Ott, V. R. and Rocher, G., 1979. Heat, cold and inflammation, *Rheumatology*, 38, 391-404.
- [28]. Erdinç, Y., Akşit, R. ve Cüreklibatır, F., 1980. Ganglion stellareteye uygulanan ultrasonun distal deri ısısına etkisi, *Ege Ü. Tıp Fak. Dergisi*, 19, 55-61.
- [29]. Ertekin, C., 1987. Nörolojide Fizyoterapi ve Tedavi, Bilgehan Mat., Bornova, s. 87-92.
- [30]. Frizzel, L. A., Dunn, F., 1990. Biophysics of ultrasound, in Lehmann J. F. (ed.) *Therapeutic Heat and Cold*, Williams and Wilkins, Baltimore, pp. 632-395.
- [31]. Abramson, D. I., Hlilava, A. and Rickert, B., 1970. Effect of ischemia on latencies of the median nerve in the hand of various temperatures, *Arch Phys Med Rehab*, 51, 471-480.
- [32]. Fountain, F. P., Gersten, J.W. and Sengir, O., 1960. Decrease in muscle spasm produced by ultrasound, hot packs and infrared radiation, *Arch Phys Med Rehab*, 41, 293-298.
- [33]. Granberry, W. M., Janes, J. M., 1963. The lack of effect of microwave diathermy on rate of growth of bone of the growing dog, *J Bone Joint Surg*, 45, 773-777.

- [34]. **Kleinkort, J. A., Wood, F.**,1975. Phonophoresis with one percent versus 10 percent hydrocortisone, *Phys Ther*, 55, 1320-1324.
- [35]. **Halle, J. S., Scoville, C. R. and Greathouse, D. G.**, 1981. Ultrasounds effect on the conduction latency of the superficial radial nerve in man, *Phys Ther*,61, 345-350.
- [36]. **Hepgüler, S., Öztürk, C., Akşit, R. ve Cüreklibatır, F.**, 1993. Derin ısıtıcı fizik tedavi ajanları zararlı mıdır?, *Ege Tıp Der*, 32.
- [37]. **Senn, E.**,1992. Electrotherapy, Thieme, Stuttgart.
- [38]. **Tuna, N.**,1991. Elektrotterapi, Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul.
- [39]. **Pratzel, H. G.**, 1987. Iontophorese. Springer, Berlin.
- [40].**Edel, H.**, 1973. Fibel der Elektrodiagnostik und Elektrotherapie, Verlag Theodor Steinkopff, Dresden.
- [41]. **Knauth, K.**, 1975. Physiotherapeutisches Rezebtierbuch, Dietrich Steinkopf Verlag, Darmstadt.
- [42]. **Gutmann, E., Gutmann, L.**, 1942. The effect of electrotherapy on denervated muscels in rabbits, *Lancet* 1, 169-170.
- [43]. **Fischer, E.**, 1939. The effect of faradic and galvanic stimulation upon the course of atrophy in denervated skeletal muscles, *Am J Physiol*, 127, 605-619.
- [44]. **Melzack, R.**, 1975. Prolonged relief of pain by brief, intense transcutaneous somatic stimulation, *Pain*, 1, 357-373.
- [45]. **Pachter, B. R., Eberstein, A. and Goodgold, J.**, 1982. Electrical stimulation effect on denervated skletal myofibers in rats., *Arch Phys Med*, 63, 427-430.
- [46]. **Bernarnd, P. D.**, 1952. La therapie diadynamic, Les editions naim 9-14, Paris.
- [47]. **Ersek, R. A.**, 1981. Pain Control with TENS, Principles and Practice, Warren H. Green Inc., Missouri
- [48]. **Lampe, G. N., Mannheimer, J. S.**, 1984. Stimulation characteristics of TENS, In: Clinical Transcutaneous electrical nerve stimulation, Davis Company, Philadelphia. 199-218.
- [49]. **Hansson, P., Ekblom, A., Thomsson, M. and Fjellner, B.**,1986. Inflncl of naloxone on relief of acute oro-facial pain by transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) or vibration, *Pain*, 24, 323-329.
- [50]. **Hield, P., Struppler, A. and Gessler, M.**, 1979. Local anelgesia by percutaneous electrical stimulatón of sensory nerves, *Pain*,7, 129-134.
- [51]. **Wall, P. D.**, 1978. The gate control theory of pain mechanisms: a reexzamination and re-statement,*Brain*, 101, 1-18.
- [52]. **Erdine, S.**, 1987. Transkütan sinir stimülasyonu, Ağrı Sendromları ve Tedavileri, Nobel Tıp Kitabevi, 232-237.
- [53]. **Higgins, J. D., Tursky, B. and Schawartz**, 1971. Schock-elicited pain and its reduction by concurrent tactile stimulation, *Science*, vol.174, 866-867.

Bıçımlandırılmış: Yazı tipi: Kalın Değil

Bıçımlandırılmış: Sola, Aralık Önce:
6 nk, Sonra: 6 nk

- ¹ **Köroğlu, E.**, 1987. Sağlık Mevzuatımız. Hacettepe Yayın Birliği, Ankara, s.216
- ^a **Shahani, B. T.**, 1993 Rehabilitation medicine, A physiological approach to diagnosis and treatment, *The 9th European Congress of PMR*, Ghent, Belgium, June 01-04, p.39.
- ² **Çetinyalçın, İ.**, 1970. Fiziktedavi ve Rehabilitasyon, I Fiziktedavi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, İstanbul
- ³ **Forster, A. and Palastonga, N.**, 1985. Clayton's Electrotherapy, Theory and Practice Bailliere Tindall, London.
- ¹ **Dyson, M., Woodward, B. and Pond J. B.**, 1971. Flow of red blood cells stopped by ultrasound, *Nature*, 232, 572-573.
- ⁴ **Lehmann, J. F. and De Lateur B. J.**, 1990. [Therapeutic heat, in Lehmann J. F. \(ed.\)](#) Therapeutic Heat and Cold, Williams and Wilkins, Baltimore, pp. 417-562.
- ^{II} **Basur, R. L., Shephard, E. and Mouzas, G. L.**, 1976. A cooling method in the treatment of ankle sprains, *Practitioner*, 216, 708-711.
- ^{III} **Lehmann, J. F., Bunner, G. D. and McMillan, J. A.**, 1958. The influence of surgical implants on the temperature distribution in thigh specimens exposed to ultrasound, *Arch Phys Rehab*, 39, 692-695
- ^{IV} **Bini, G., Cruccu, G. and Hagbart, K. E.**, 1984. Analgesic effect of vibration and cooling on pain induced by intraneural electrical stimulation, *Pain*, 18, 239-248.
- ⁵ **Lehmann, J. F., De Lateur B. J.**, 1990. Diathermy and superficial heat, laser and cold therapy. Kottle, Lehmann (Eds), Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation, W. B. Saunders Philadelphia, pp 283-356.
- ^V **Lehmann, J. F., McDongall, J. A. and Guy, A. W.**, 1983. Heating patterns produced by shortwave diathermy applicators in tissue substitute models, *Arch Phys Med Rehab*, 64, 575-577.
- ^{VI} **Lehmann, J. F., Bunner, G. D. and Stow, R. W.**, 1958. Pain threshold measurements after therapeutic application of ultrasound, microwaves and infrared, *Arch Phys Med Rehab*, 39, 560-565.

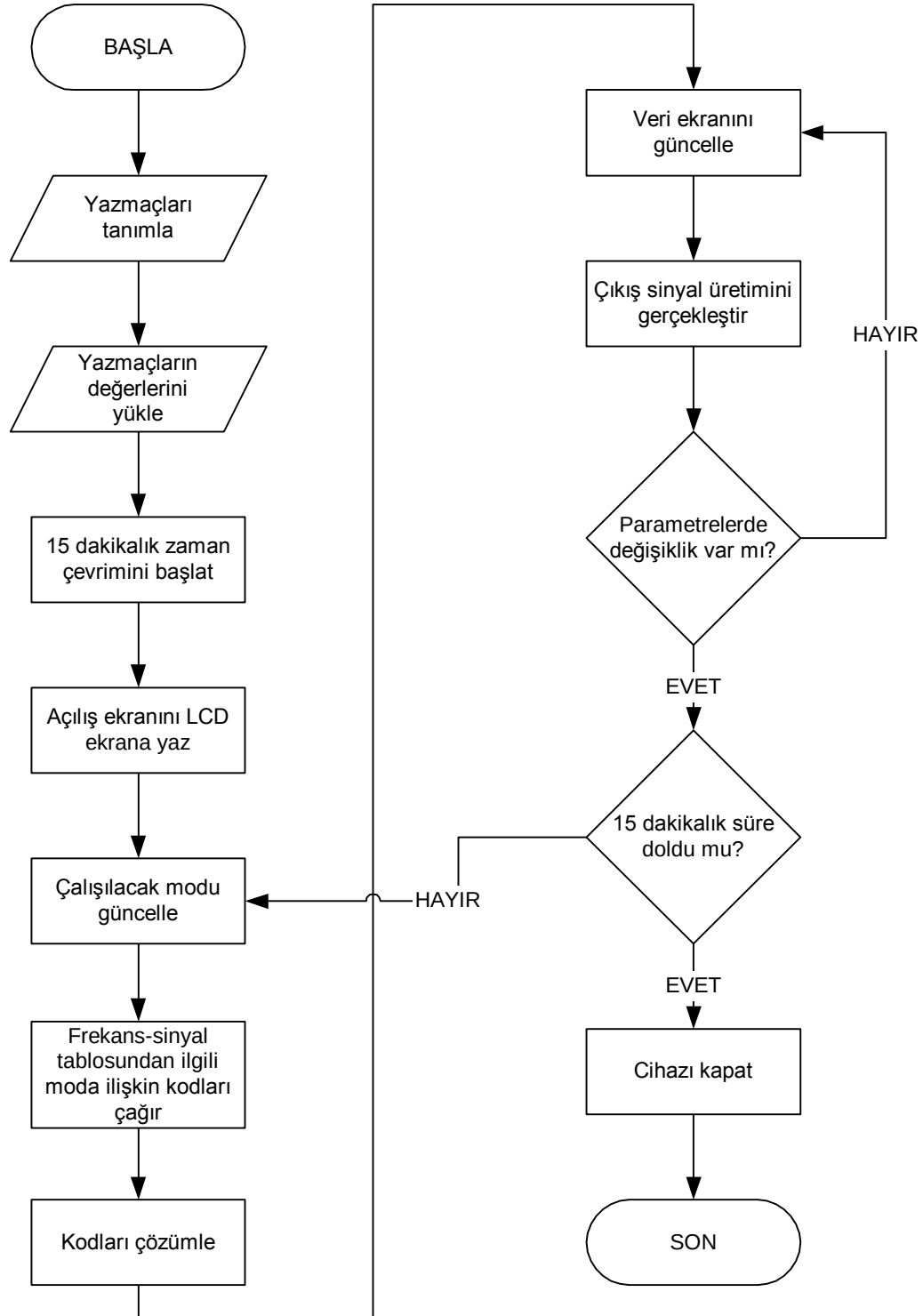
The diagram illustrates a temperature control system using a PIC16F84 microcontroller. The PIC is configured with a 4MHz crystal and a 10K pull-up resistor. It interfaces with an LM34 precision centigrade centimeter (IC-2) and a 7805 voltage regulator (IC-5). The PIC controls two relays (K1, K2) via two 4425 relays (IC-3, IC-4) and two 10K pull-up resistors (R15, R14). The circuit is powered by a 5V regulator (7805, IC-5) and a 12V regulator (LM334, IC-6). A 10K trimmer (R4) is used for temperature adjustment. The circuit is labeled with '1' and '2' at the top and bottom, and 'A' and 'B' on the sides.

Component List:

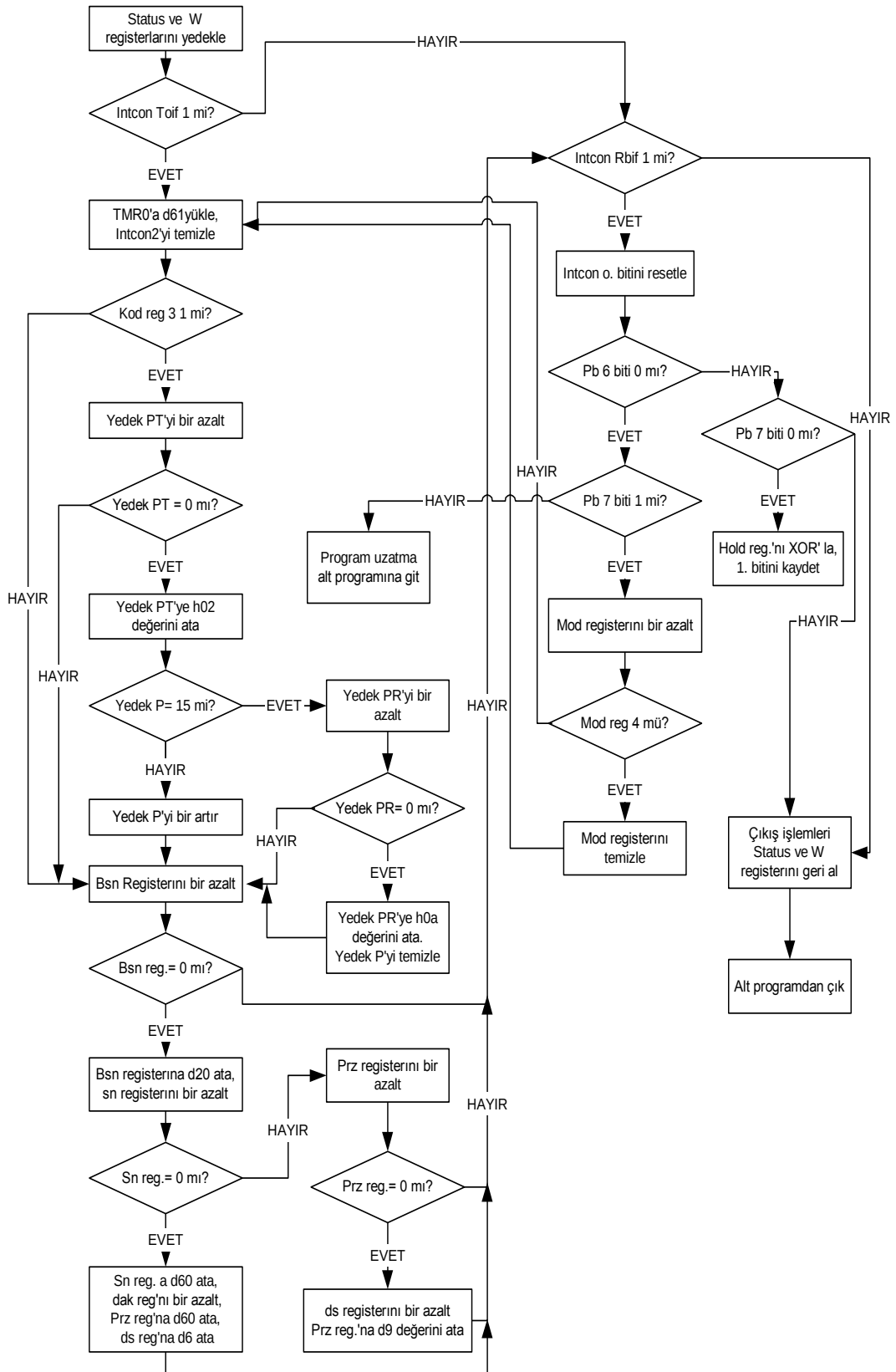
- IC-1: PIC16F84
- IC-2: LM34
- IC-3: 4425
- IC-4: 4425
- IC-5: 7805
- IC-6: LM334
- R1: 10K
- R2: 10K
- R3: 10K
- R4: 10K
- R5: 10K
- R6: 10K
- R7: 10K
- R8: 10K
- R9: 10K
- R10: 10K
- R11: 10K
- R12: 10K
- R13: 10K
- R14: 10K
- R15: 10K
- C1: 100nF
- C2: 100nF
- C3: 4MHz
- C4: 100nF
- C5: 100nF
- C6: 100nF
- C7: 100nF
- C8: 100nF
- C9: 100nF
- C10: 100nF
- C11: 100nF
- C12: 100nF
- C13: 100nF
- C14: 100nF
- C15: 100nF
- C16: 100nF
- C17: 100nF
- C18: 100nF
- C19: 100nF
- C20: 100nF
- C21: 100nF
- C22: 100nF
- C23: 100nF
- C24: 100nF
- C25: 100nF
- C26: 100nF
- C27: 100nF
- C28: 100nF
- C29: 100nF
- C30: 100nF
- C31: 100nF
- C32: 100nF
- C33: 100nF
- C34: 100nF
- C35: 100nF
- C36: 100nF
- C37: 100nF
- C38: 100nF
- C39: 100nF
- C40: 100nF
- C41: 100nF
- C42: 100nF
- C43: 100nF
- C44: 100nF
- C45: 100nF
- C46: 100nF
- C47: 100nF
- C48: 100nF
- C49: 100nF
- C50: 100nF
- C51: 100nF
- C52: 100nF
- C53: 100nF
- C54: 100nF
- C55: 100nF
- C56: 100nF
- C57: 100nF
- C58: 100nF
- C59: 100nF
- C60: 100nF
- C61: 100nF
- C62: 100nF
- C63: 100nF
- C64: 100nF
- C65: 100nF
- C66: 100nF
- C67: 100nF
- C68: 100nF
- C69: 100nF
- C70: 100nF
- C71: 100nF
- C72: 100nF
- C73: 100nF
- C74: 100nF
- C75: 100nF
- C76: 100nF
- C77: 100nF
- C78: 100nF
- C79: 100nF
- C80: 100nF
- C81: 100nF
- C82: 100nF
- C83: 100nF
- C84: 100nF
- C85: 100nF
- C86: 100nF
- C87: 100nF
- C88: 100nF
- C89: 100nF
- C90: 100nF
- C91: 100nF
- C92: 100nF
- C93: 100nF
- C94: 100nF
- C95: 100nF
- C96: 100nF
- C97: 100nF
- C98: 100nF
- C99: 100nF
- C100: 100nF

EK-B AKIŞ DİYAGRAMLARI

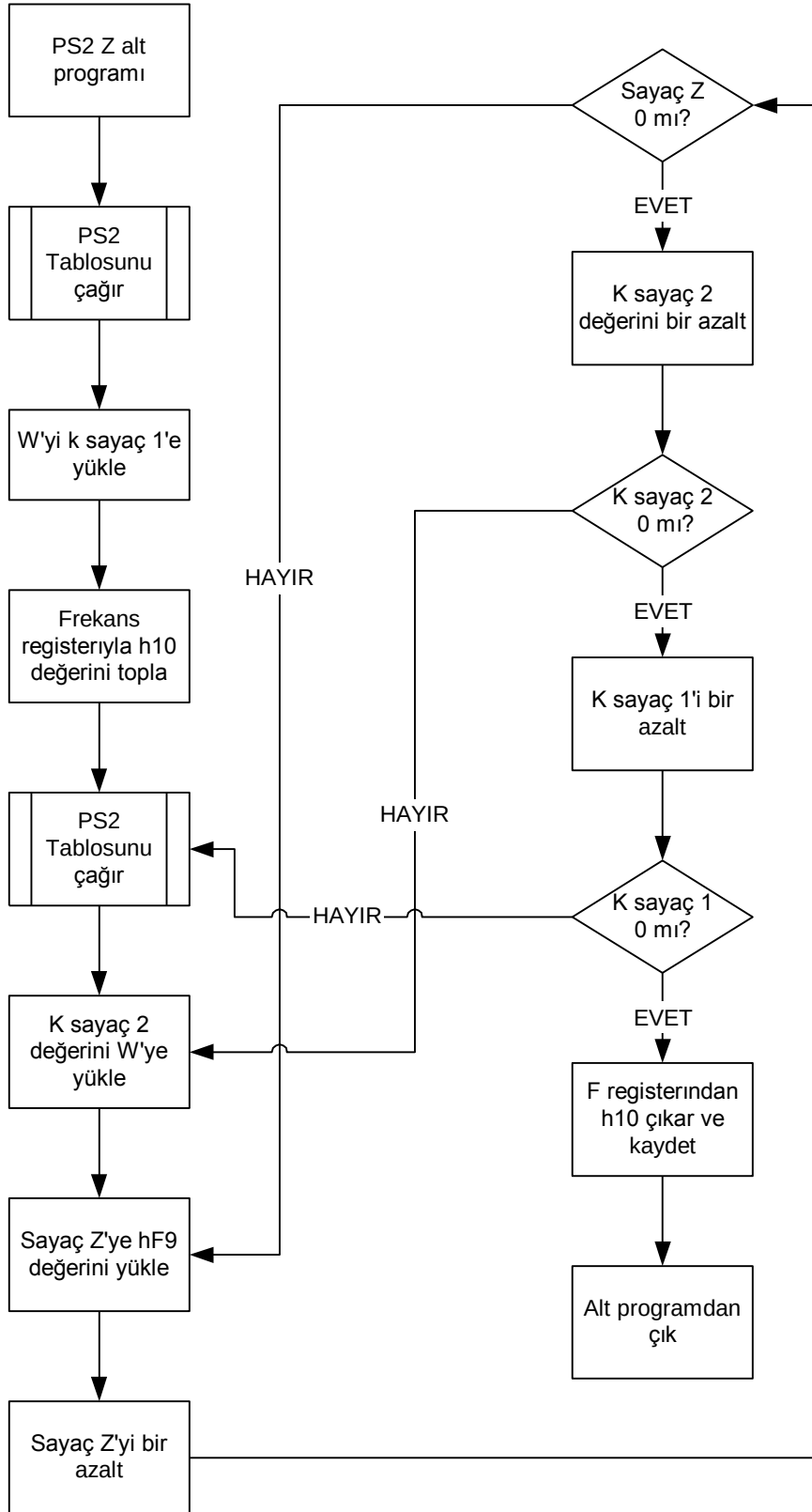
EK-B1 Ana Program Akış Diyagramı



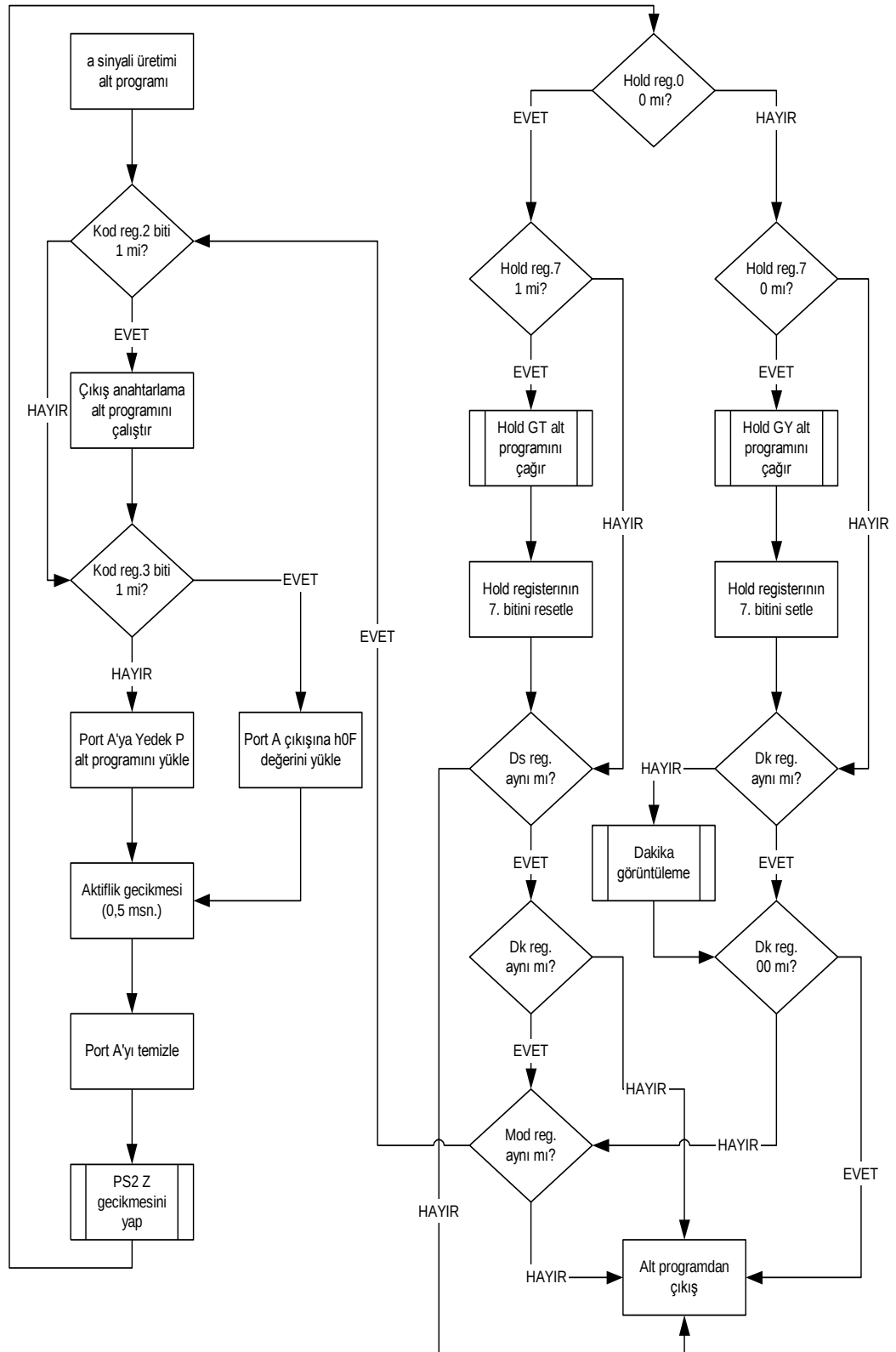
EK-B2 Interrupt Alt Programı Akış Diyagramı



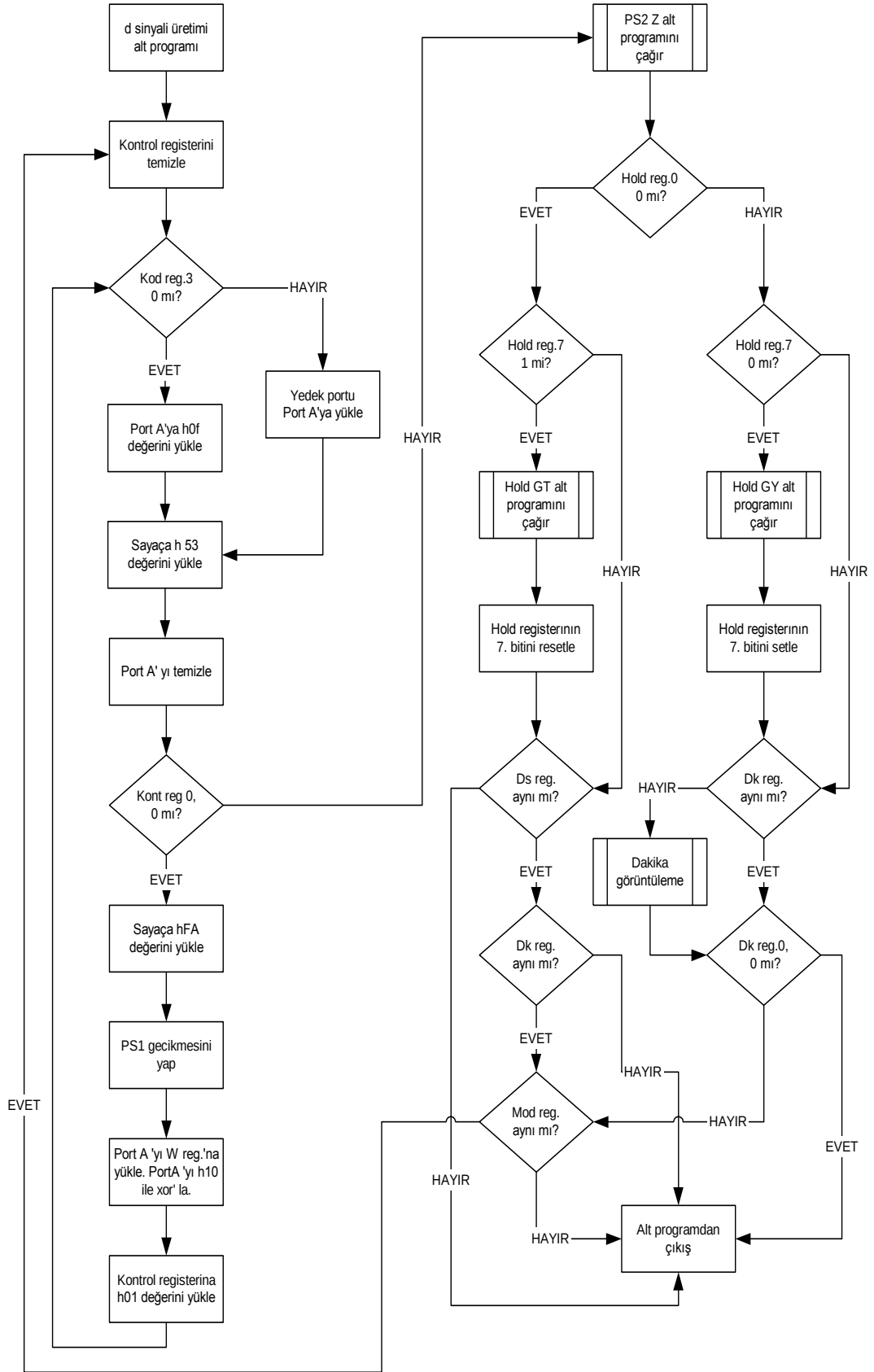
EK-B3 Sinyal Frekans Ayarı Akış Diyagramı



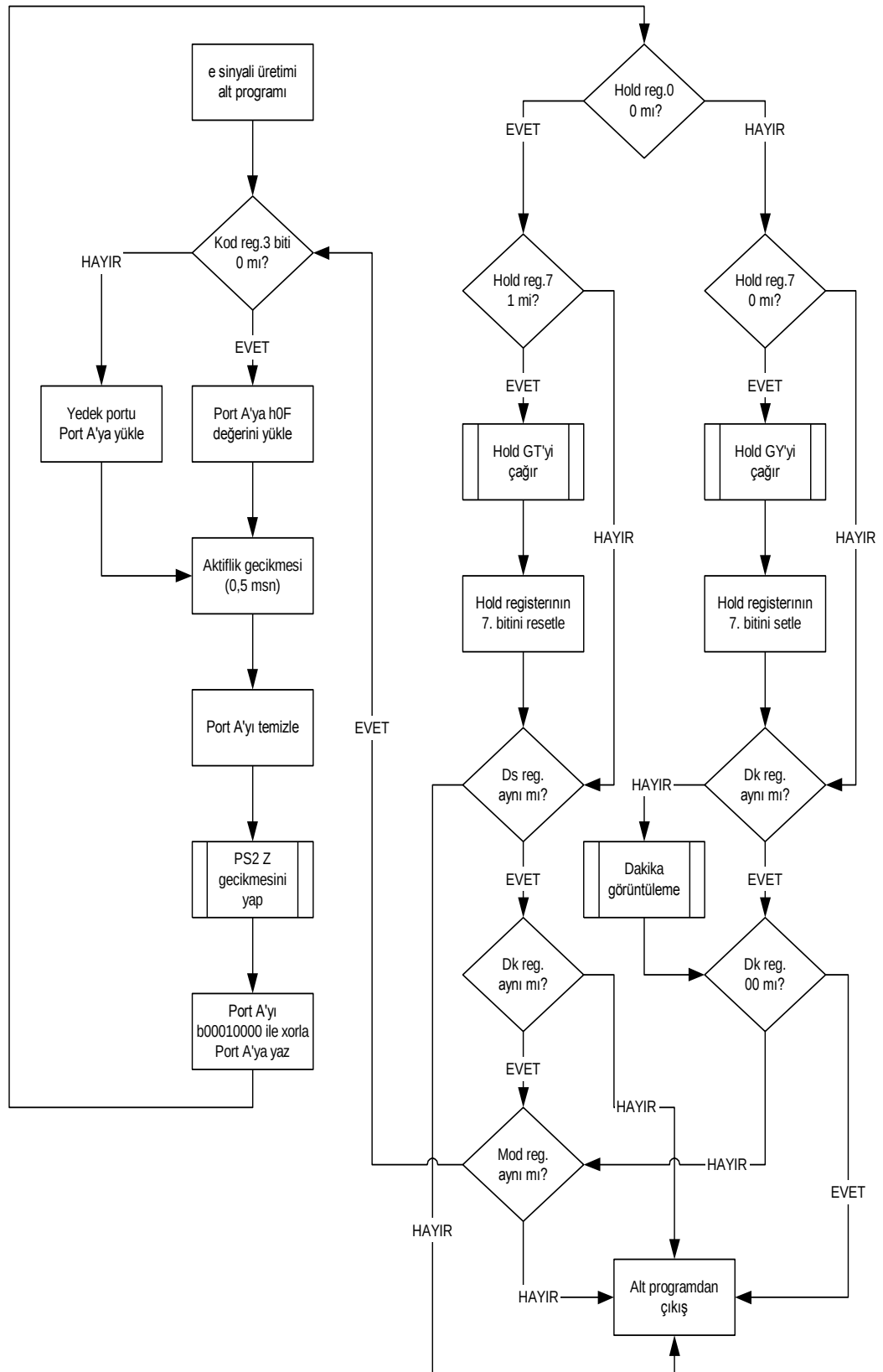
EK-B4 a Sinyali Üretimi Alt Programı Akış Diyagramı



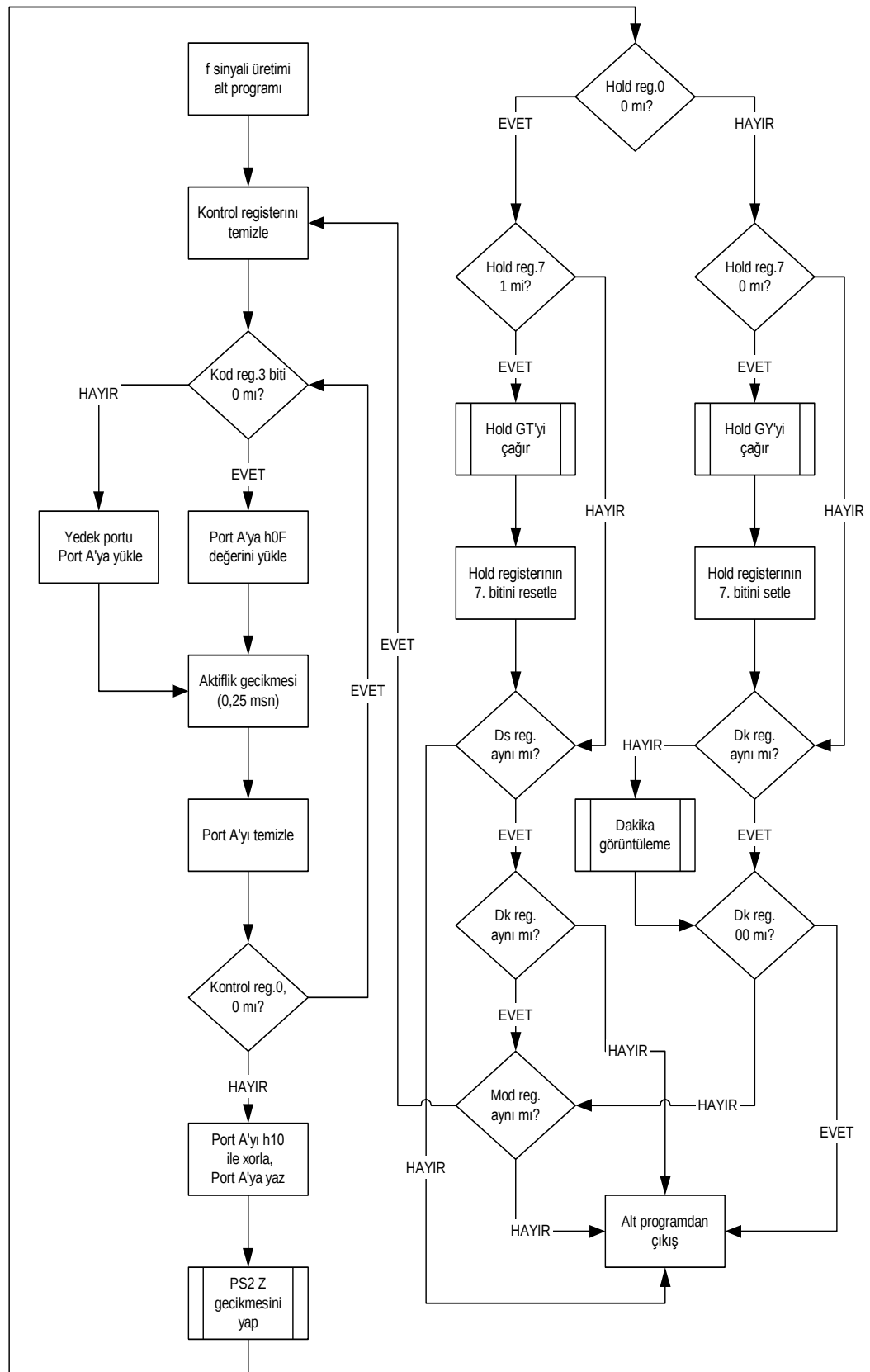
EK-B5 d Sinyali Üretimi Alt Programı Akış Diyagramı



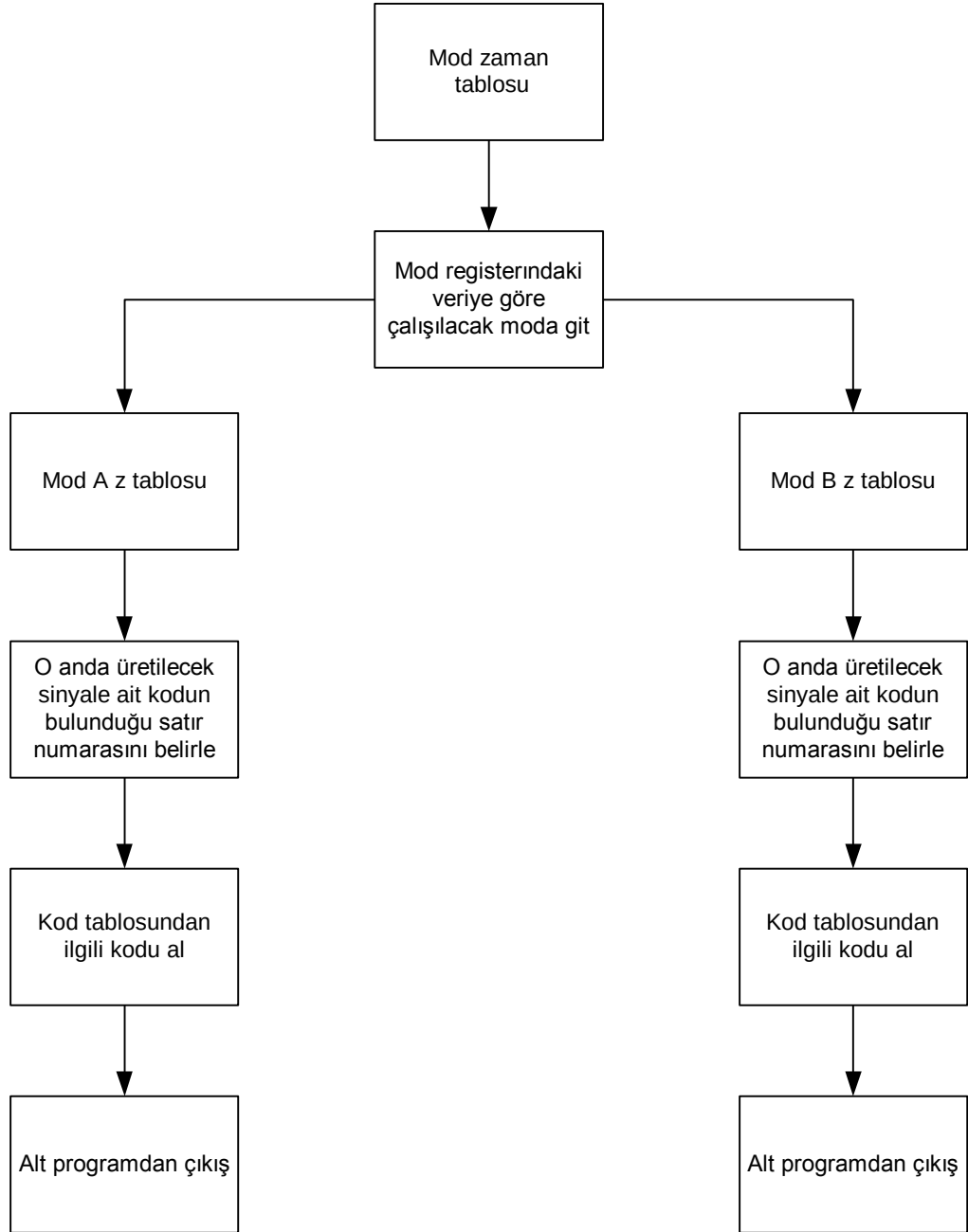
EK-B6 e Sinyali Üretimi Alt Programı Akış Diyagramı



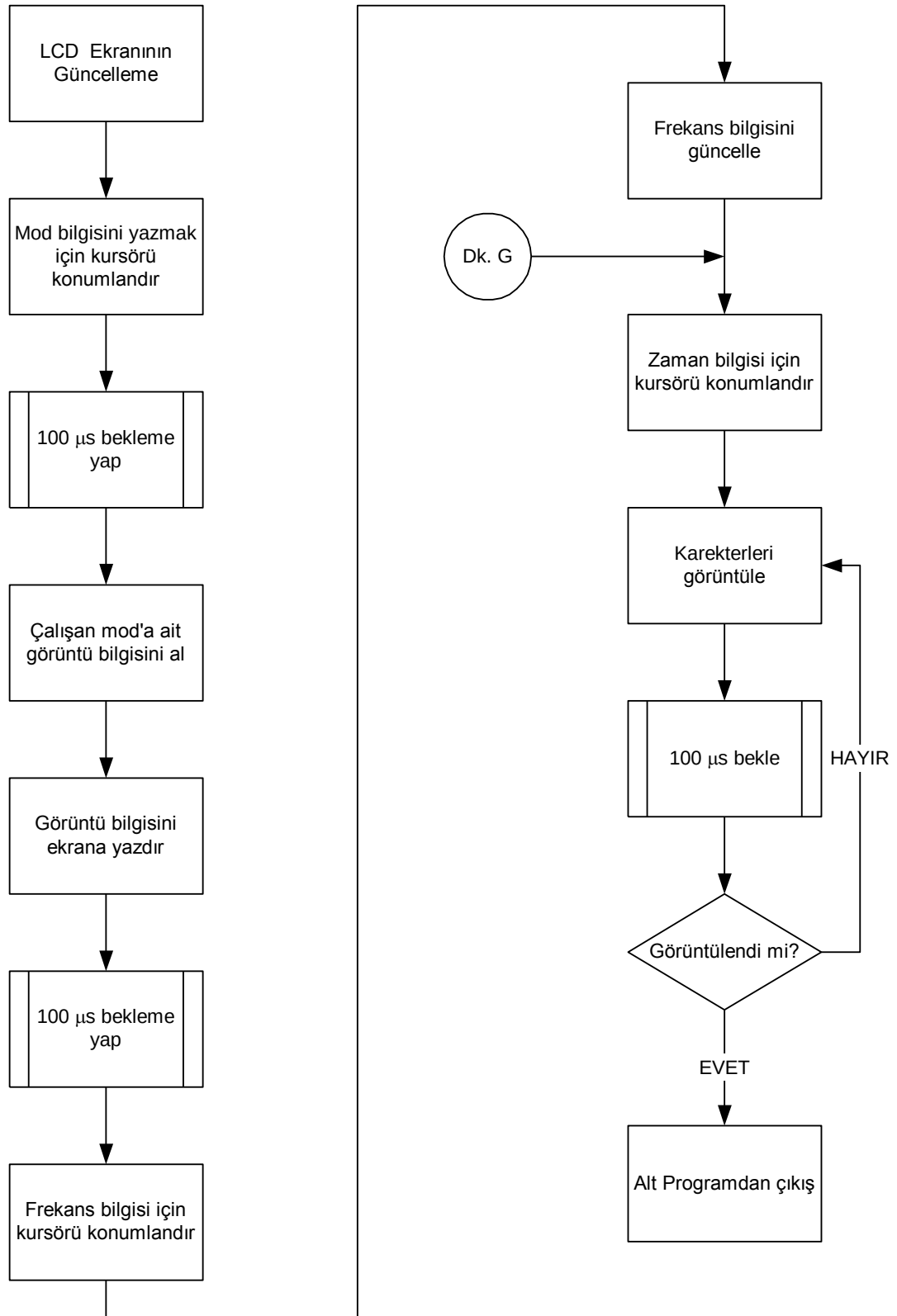
EK-B7 f Sinyali Üretimi Alt Programı Akış Diyagramı



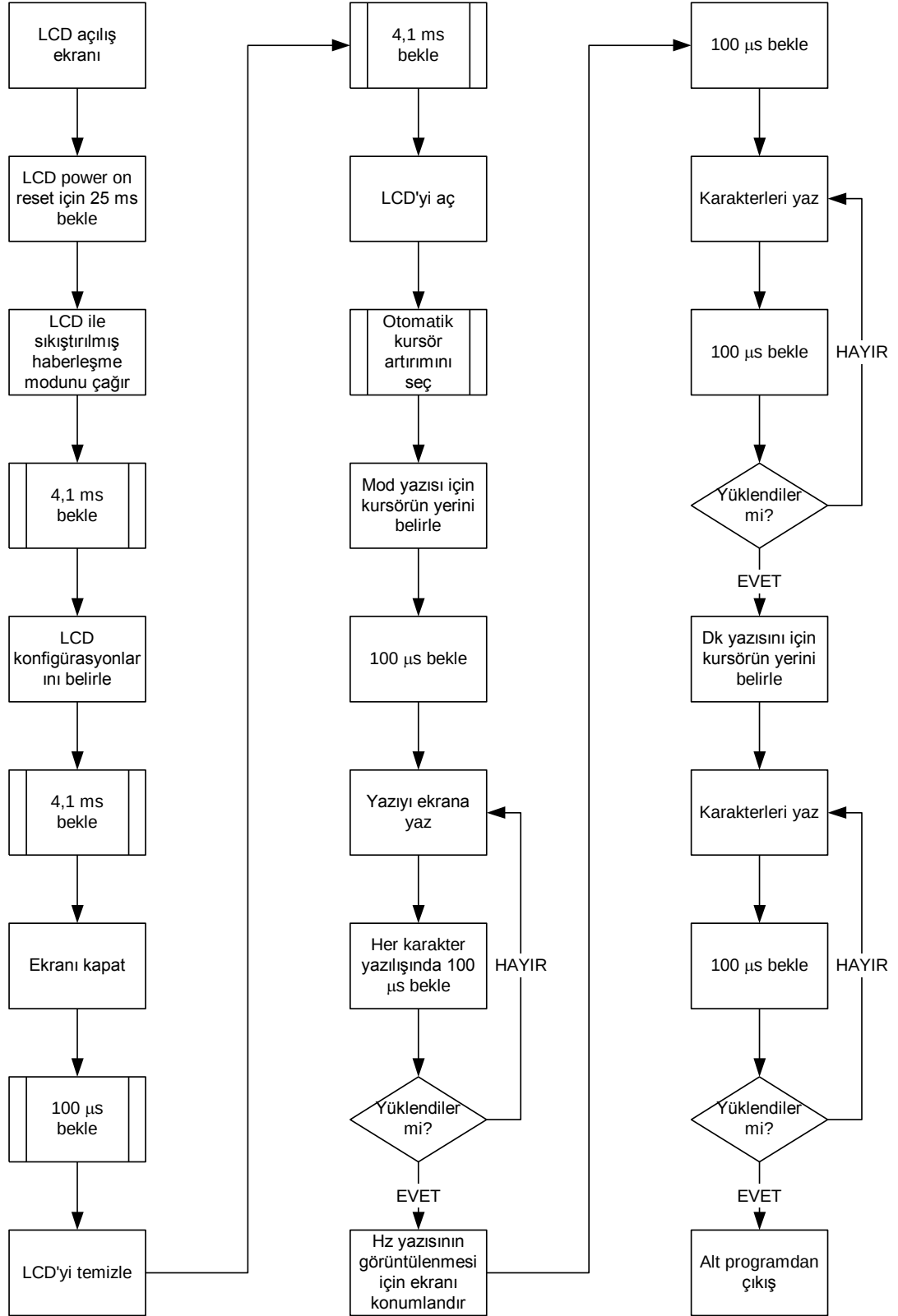
EK-B8 Mod Zaman Tablosu Alt Programı Akış Diyagramı



EK-B9 Veri Ekranının Güncelleşmesine İlişkin Akış Diyagramı



EK-B10 Açılış Ekranının Güncellenmesi Alt Programı Akış Diyagramı



EK-C Gerçekleştirilen TENS Cihazı İçin Mikrodenetleyici Programı Yazılımı

Yapmış olduğumuz mikrodenetleyici program yazılımı diskette verilmiştir.

ÖZGEÇMİŞ

1972 Orhangazi doğumludur. 1989 yılında İstanbul Şehremini Lisesi'nden, 1996 yılında Yıldız Üniversitesi, Kocaeli Mühendislik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği bölümünden mezun oldu 1995-1996 öğretim yılında İstanbul Eyüp ilçesinde bir ilköğretim okulunda vekil öğretmenlik yaptı. 1996-1997 öğretim yılında ise kadrolu olarak İstanbul Bahçelievler Endüstri Meslek Lisesi'nde elektronik bölümü öğretmeni olarak görev yaptı. Ekim 1997'de Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu'nda Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Kasım 1998'de ise aynı okulun Biyomedikal Cihaz Teknolojisi Programına Öğretim Görevlisi olarak atandı. Ağustos 1999 Mart 2000 tarihleri arasında Ankara'da kısa dönem askerlik vazifesini yaptı. Halen aynı okulda Öğretim Görevlisi olarak çalışmasına devam etmekte olup temel elektronik dersleri ile biyomedikal cihaz derslerine girmektedir. Ekim 2001'de yapılan I. Ulusal Meslek Yüksekokulları Sempozyumu'nda "Biyomedikal Eğitimi'nin Sorunları" adlı bir bildiri sunmuştur. Okul-sanayi işbirliği çerçevesinde biyomedikal sektöründeki firmalarla iletişim kurarak, okul bünyesinde seminerler organize etmektedir.