

I.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
IİP FAKÜLTESİ  
Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon  
Anabilim Dalı

**TENS, DİADİNAMİ ve ENTERFERANS  
AKIMLARININ AĞRI ÜZERİNE  
ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

(UZMANLIK TEZİ)

**Dr. Bülent BÜTÜN**

Antalya, 1988

+

Bu çalışmamın gerçekleşmesi için her aşamada yardımlarını esirgemeyen ve yetişmemde büyük katkısı olan değerli hocam Sayın Prof.Dr.Aker Akyokuş'a, çalışmamda ilgi ve desteklerini gördüğüm ve ihtisas boyunca değerli katkılarından faydalandığım Sayın Doç.Dr.Mehmet İ.Arman'a, klinik çalışmalarımda teşvik ve desteklerini gördüğüm Sayın Yrd.Doç.Dr.Tiraje Tuncer'e, Dr.Ali Galip Gündoğar'a, Dr.Mualla Mut'a, Dr.Neriman Torgay'a sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Çalışmamın oluşmasında çok büyük yardımlarını ve iyi niyetlerini gördüğüm kliniğimizin değerli mensupları, Fzt.Emine Daş'a, Fzt.Yasemin Bakır'a, Fzt.Esin Sarı ve Fzt.Saniye Büyükkurt'a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Dr.Bülent Bütün

## İ Ç İ N D E K İ L E R

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| Giriş ve Amaç . . . . .     | 1-2   |
| Genel Bilgiler . . . . .    | 3-33  |
| Materyal ve Metod . . . . . | 34-39 |
| Bulgular . . . . .          | 40-45 |
| Tartışma . . . . .          | 46-52 |
| Sonuç . . . . .             | 53-54 |
| Özet . . . . .              | 55    |
| Kaynaklar . . . . .         | 56-61 |

## G İ R İ Ş V E A M A Ç

Ağrı, koruyucu bir mekanizma olarak, kişinin sağlığında bazı problemlerin varlığını ortaya koyan bir du-yudur. Canlılar için sık karşılaşılan, rahatsız edici bir semptomdur. Bu bakımdan ağrı ile mücadele, insanlığı en fazla meşgul eden konulardan biridir.

Çeşitli fizik tedavi olanakları, bilinçli veya bilinçsiz olarak, asırlardan beri ağrı tedavisinde kullanılmıştır. Bugün için gelişen teknolojileri ile fizik tedavi ajanları, bu alanda gittikçe artan bir şekilde kullanılmakta, yan etkilerinin son derece az olması, hemen her durumda kullanılabilmesi nedeniyle, pek çok ağrı kesici ilaca rağmen bu alandaki kıymetli yerini korumaktadır.

Alçak ve orta frekanslı akımlar, ağrı kesici etkileri nedeniyle, uzun zamandır fizik tedavi alanında kullanılmaktadır. Son 10-15 yıldır, yine alçak frekanslı akımlardan olan ve TENS adı altında toplanan akım türleri, bu amaçla yaygın bir şekilde denenmektedir. Bu alandaki etkinliği deneysel olarak gösterilmiş olmasına rağmen klinik hüviyetini daha henüz bulamamıştır.

Bu çalışmada, analjezik etkinliği yıllardır klinik olarak isbatlanmış olan diadinamik ve enterferansiyel akımlarla TENS'i, çift kör ve kontrollü olarak kar-

şılaştırdık. Amacımız, TENS'in etkinliğini, bildiğimiz diğer iki akım ve kontrol grubu ile kıyaslamak ve literatürde pek rastlıyamadığımız böyle bir çalışma ile klinik olarak kronik ağrılarda TENS'in analjezik etkisini araştırmaktır.

## GENEL BİLGİLER

### DIADİNAMİK AKIMLAR

Frekansı 1000 Hz'in altında olan akımlara alçak frekanslı akımlar denir. Pierre D. Bernard tarafından bir tesadüf eseri bulunan diadinamik akımlar da sinüzoidal ve periyodik tipte alçak frekanslı akımlardandır. Analjezik ve trofik tesirlidirler(2,8,49).

Tedavide en çok kullanılan diadinamik akım türleri şunlardır :

1- Monofaze fiks : Adi bir sinüzoidal akımın negatif fazı bir redresör ile ortadan kaldırılacak olursa, arada boşluklar ihtiva eden tek fazlı bir akım meydana gelir ki Pierre Bernard buna " Monofaze fiks " akım ismini vermiştir (Şekil 1a). Uyarı ve dinlenme süreleri 10'ar msn.dir. Bu akımın dinamojenik etkisi uzun sürdüğünden hasta meydana gelen titreşimleri kuvvetle ve uzun süre hisseder. Akımın geçişi sırasında cilt direncinde büyük bir azalma olmaz. Monofaze fiks akımın özelliklerini şöyle özetleyebiliriz : Uzun süren dinamojenik etki, geç inhibisyon ve çok uzun bir zaman sonra beliren bir alışkanlık devresi. Bu sebeple, sabit difaze şeklin kullanılışı sırasında, cildin duyarlılığı azalmaya başlar başlamaz, sabit monofaze akım şekline geçmelidir.

2- Difaze fiks : Bu akım türünü elde etmek için, şehir cereyanı, birbirine aksi yönlerde sarılmış

transformatörlerden geçirilir. Böylece birbirinden tamamen aksi yönde gelişme gösteren ters iki sinüzoidal akım elde edilmiş olur. Bu akımın bir yöndeki bütün fazları bir valv ile ortadan kaldırılırsa iki fazlı ve saniyede 100 frekanslı dalgalı bir akım elde edilir(Şekil 1b). Her stimulusun süresi 10 msn dir. Bu sabit difaze şekilli diadinamik akımdır. Orta yoğunluktaki böyle bir akım vücuttan geçerken, başlangıçta titreme şeklinde rahatsız edici bir hisse sebep olursa da, bu dinamojenik etki kısa zamanda ortadan kalkar, uyarılma eşiği yükselerek analjezi meydana gelir. Bu analjezik etki, akım geçirilmeye başlandıktan yarım ile bir dakika sonra akım şiddetinin arttırılmasına rağmen hastaların hiç rahatsız olmamaları ile de belli olur.

3- Rithm senkop : Sabit monofaze akımın kesik kesik verilmesiyle elde edilir. Akımın geçiş ve kapanış süreleri bir saniye olup, birbirine eşittir. Burada, sabit monofaze akımın her saniyede bir kesilmesi inhibisyon ve alışmayı önler, dinamojenik etki devam eder. Bu akım şeklini hastalar, bütün tedavi süresince hisseder. Tedavi sırasında adaleler bile kasılabilir.

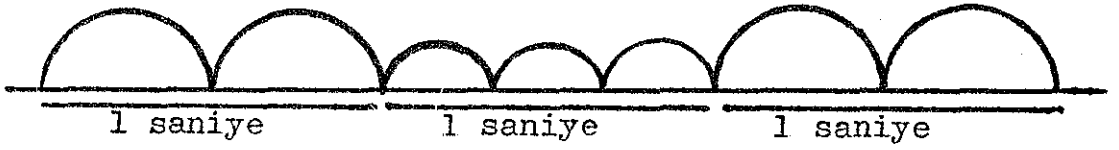
4- Kısa devreli modüle akım( courte periode ) : Bu akım, difaze bir akımda frekansın muntazam aralıklarla, mesela her saniyede elliden yüze ve sonra yüzden elliye inip çıkmasıyla elde edilir. Kısaca, akımda bir kesinti olmadan periyodik frekans değişiklikleri olur. Böylece, aynı frekansın kullanılmasıyla beliren inhibisyon önlenmiş olur (Şekil 1c).



Şekil 1a : Monofaze fiks akım



Şekil 1b : Difaze fiks akım



Şekil 1c : Kısa devreli modüle akım (courte periode)



Şekil 1d : Uzun devreli modüle akım (long periode)

5- Uzun devreli modüle akım ( long periode ) : Bu akım şeklinde de periyodik olarak frekans elli ile yüz arasında değişir. Fakat değişiklik her oniki,on-beş saniyede bir meydana geldiğinden bu akımın inhibis-



yon özelliği kuvvetli, buna karşılık dinamojenik etkisi önemsizdir. Ayrıca bu dinamojenik etki, uzun kronaksileri olan çizgisiz kaslar dışında çizgili kaslarda görülmez (Şekil 1d).

Yukarıda bahsedilen diadinamik akımların özellikleri Tablo 1'de topluca gösterilmiştir(49,51).

### DIADİNAMİK AKIMLARIN TEDAVİDE KULLANILIŞI

Diadinamik akımların sabit difaze şekilleri bir çok ağrılı durumda ve bilhassa sempatik sinir sistemindeki düzensizliklere bağlı olarak ortaya çıkan, omuz-el sendromu gibi hastalıklarda başarı ile kullanılabilir. Yalnız bu akımın meydana getirdiği inhibisyon çabuk kaybolduğundan tedaviye uzun devreli modüle akımla(long period) devam etmelidir(49). Bu akımların temin edeceği analjezi, tedricen azalmak şartıyla, altı saat ve hatta daha uzun süre devam eder(8).

Sinir iletisinde inhibisyon yapmak suretiyle tesir eden bu iki akım şeklinin vejetatif sinir sistemi üzerine de inhibitör tesirleri vardır. Bu sebeple, sempatik sinir sisteminin inhibisyonu icap eden hallerde (omuz-el sendromunda, üst ekstremitelerdeki sudeck atrofilerinde ve diğer nörovasküler sendromlarda, Raynoud hastalığında stellar gangliona, alt ekstremitelerde sudeck atrofisi, Burger hastalığı gibi hastalıklarda da lumbosakral sempatiklere ve femoral damar üzerine) sempatik merkez ve ganglionlara difaze fiks ve uzun periodlu diadinamik akımlar tatbik edilir(2,8).

TABLO 1 : Dinamik akımların etki ve özellikleri

| AKIM ŞEKLİ               | Ö Z E L L İ K L E R İ           |                                  | ALİŞKANLIK      |
|--------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------|
|                          | Inhibisyon Etkisi               | Dinamojenik Etki                 |                 |
| Difaze Fiks              | Erken belirir ve çabuk kaybolur | Kısa sürer, 15-30 saniye         | Erken belirir   |
| Mohofaze Fiks            | Geç belirir ve uzun sürer       | Uzun sürer                       | Çok geç belirir |
| Ritm Senkope             | Çok geç olarak görülebilir      | Güçlü ve uzun sürelidir          | Çok geç belirir |
| Kısa Devreli Modüle Akım | Uzun bir süreden sonra görülür  | Kuvvetlice                       | Çok geç belirir |
| Uzun Devreli Modüle Akım | Uzun ve devamlı                 | Yalnız çizgisiz kaslarda görülür | Çok geç belirir |

Difaze akımın erken beliren ve çabuk kaybolan inhibisyon etkisi, sabit monofaze akımla devam ettirilebilir. Sabit difaze ve monofaze akımlarla tedavi, özellikle kaslarda spazm ve ağrının birlikte bulunduğu durumlarda başarılı sonuçlar vermektedir(49).

Rithm senkop akımı, uzun ve güçlü bir dinamojenik etki yaptığından, lokal adale jimnastiği için kullanılabilir. Bacaklardaki ödemlerin tedavisinde de bu akımlar başarıyla kullanılabilir. Bu arada, barsak atonilerinde de rithm senkop'un müsbet tesirleri vardır ve kabızlık hallerinde bir tedavi vasıtası olarak kullanılabilir(8,49).

Kısa devreli modüle akımlar da (courte periode) güçlü bir dinamojenik etkiye sahiptir. Dolayısıyla bu akım şekli de venöz kapakcıkların iyi iş görmediği zamanlarda meydana gelen ödem ve ağrıların tedavisinde başarı sağlar. Kaslarda tonüsü arttırır ve atonileri önler. Ağrılı adale spazmlarında, adale tonüsünü iyice arttıracığından, kısa devreli modüle akımlar iyi sonuç vermez. Bunun aksine, uzun devreli modüle akımlar, devamlı bir inhibisyon yapmaları ve dinamojenik etkilerini yalnız çizgisiz kaslarda göstermeleri nedeniyle ağrılı adale spazmlarında, tortikolisde, lumbagoda v.s. başarıyla kullanılabilir. Çeşitli ağrıların, ayrıca barsak ve mide atonilerinin tedavisinde uzun devreli akımlardan çok faydalanılır(49).

Diadinamik akımlar ihtiyaca göre değişik modülasyonlar halinde, aynı seansta, arka arkaya kullanılabilir.

Mesela bir mafsal burkulmasında ağrıyı gidermek üzere difaze fiks veya uzun periodlu akımla tedaviye başlamak ve meydana gelen hematomu azaltmak üzere uyarım yapan rithm senkop ile devam etmek mümkündür(8).

Diadinamik akım tatbik etmek için kullanılan elektrodlar, küçük sahalarda yapılan tatbiklerde, çapı 1-5 cm olan dairevi süngerden yapılmıştır. Geniş sahalarda yapılan tatbiklerde geniş sünger, keçe veya bez elektrodlar kullanılır(8).

Diadinamik akımlarla üç ile beş dakikadan uzun tedavi hiçbir fayda temin etmez; çünkü beş dakikadan sonra alışkanlık meydana gelir ve akımın etkisi kaybolur(49). Ancak bazı kaynaklarda geniş sahalardaki uygulamalarda daha uzun süre tatbik edilebileceği belirtilmektedir(8). Elde edilen iyi sonuçların devamlı olabilmesi için, 12-48 saat ara ile tedavilerin birkaç kez tekrarlanması uygun olur. Ayrıca 10-15 seanstan sonra, alışkanlığın meydana gelmemesi için, tedaviye bir müddet ara veril-melidir(49).

Diadinamik akım veren cihazların bazılarında bu akımları, galvani akımı ile karıştırmak suretiyle tatbik'e müsait kısımlar vardır. Bunlarda "basis" denilen galvani akımının şiddeti ayrı, "dosis" denilen diadinamik akımların şiddeti de ayrı bir potansiyometre ile ayarlanılır(8,49).

## ENTERFERANS AKIMLARI

Frekansı 3-10 bin arasında bulunan akımlara orta frekanslı akımlar denir. Kullanılan akımların frekansı oldukça yüksek olduğu için cildin direnci kolaylıkla yenilebilir ve daha etkili bir tedavi yapmak mümkün olur, yani akım daha kolay bir şekilde derinlere intikal eder (49). Bununla beraber frekansın artması, elektrik akımına karşı duyarlılık eşiğinin de yükselmesine sebep olur. Bu hususlar dikkate alınarak, deri üzerinden, büyük bir elektrik akımı hissi verilmeden ve derinin büyük bir direnç göstermediği iki orta frekanslı akım devresini ayrı ayrı geçirerek, bunların girişim (interferans) yaptığı bölgede meydana gelen, yeni ve daha az frekansta, bir girişim akımı tedavi maksadı ile kullanılabilir. Bu noktadan hareket eden Nemec, enterferans akımlarını fizik tedavi alanında kullanılır hale getirmiştir(8).

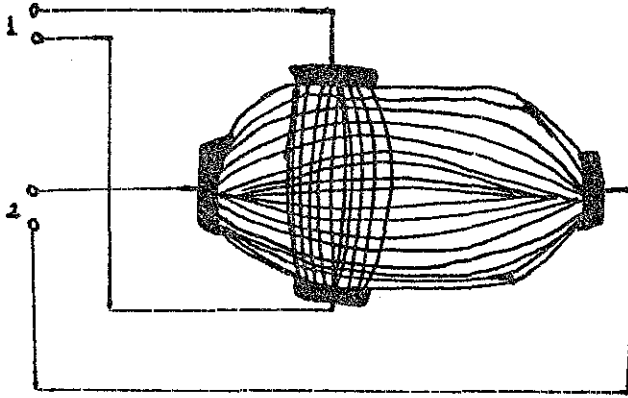
Enterferans akımları, biri frekansı sabit(4000 Hz), diğerinin frekansı elle veya otomatik olarak değiştirilebilen (3900-4100 Hz) iki ayrı devreden gelen orta frekanslı akımın girişiminden elde olunur. Aynı anda birbirine üstüne düşen bu iki akım arasında meydana gelecek faz farkı dolayısıyla, girişim frekansı iki akım devresindekinden farklı olur. Bu şekilde aralarında  $\pm 100$  frekans farkı olan iki akım girişiminden saniyede 0-100 frekanslar arasında alçak frekanslı akımlar elde olunur. Farklı frekansta olan bu iki akımın, iki ayrı devreden

organizmaya verilmesi halinde, girişimin meydana geldiği yerde 0-100 frekanslar arasında ayarlanabilen alçak frekanslı bir akım elde edilmiş olur(8) (Şekil 2).

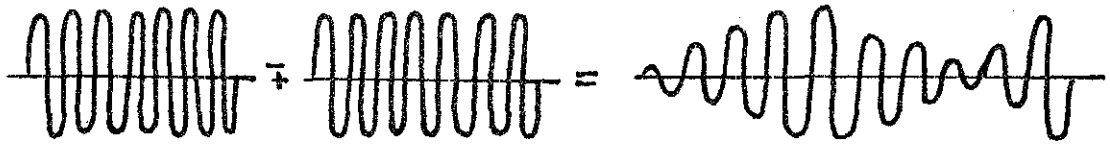
Birinci frekansı sabit devre ile, ikinci frekansı ayarlanabilen devre aynı istikametlerde tatbik edilecek olursa, şekil 3'de görüldüğü gibi, frekansı ikinci devrenin frekans farkına uyan bir akım meydana çıkar. Eğer ikinci akımın frekansı 100 değerleri arasında düzenli bir şekilde alçaltılıp yükseltilirse " Mutor akım " dediğimiz akım türü ortaya çıkar. Mutor akımın frekansı sürekli değiştiği için alışkanlık yapmaz. Mutor akımın frekansı, 15 saniyede bir 0'dan 100'e çıkar ve iner şekilde ayarlanmıştır. Eğer akım devreleri birbirine paralel olacak yerde dikey konulacak olursa, şekil 4'de görüldüğü gibi, girişim neticesi trapezoid şekilde seyreden bir alçak frekanslı akım şekli meydana gelir ki bu akım şekline de " Rotor akım " denir(8).

Frekansı 100 olan sabit enterferans akımları, sempatik sinir liflerinde ve ganglionlarında iletimi zorlaştırır, vejetatif sinir sisteminde inhibisyona sebep olur. Bu yolla ağrılar ortadan kaldırılabilir, iç organların düzenli bir şekilde çalışmaları sağlanabilir. Bu akımlar, omuz-el sendromu, südeck atrofisi, paroksizmal taşikardi, spastik kabızlık, dismenore ...vb tedavisinde başarılı sonuçlar verebilir(49).

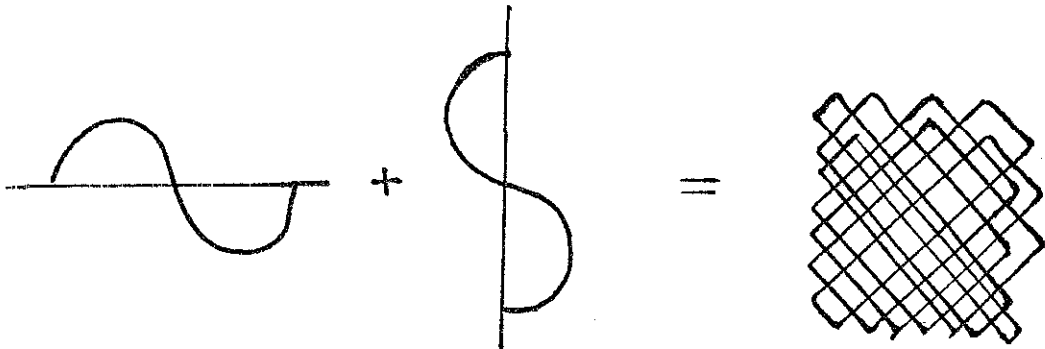
Frekansı 1-10 arasında olan sabit enterferens akımları, motor sinirleri uyarır, sağlam adalelerde kalsımalara neden olur. Uzun süre çalışmayan adalelerde



Şekil 2



Şekil 3



Şekil 4 : Rotor Akım

görülen atrofileri, bu akımla tedavi etmek mümkündür(49).

Frekans ritmi 10 olan, yani frekansları 90-100 arasında ritmik olarak değişen bu enterferans akımlarının etkileri, frekansı 1-10 arasında bulunan sabit enterferans akımlarına benzer. Frekans ritmi 0-100 arasında değişen motor akımlar yoğun bir hiperemi meydana getirirler. Hücrelerin metabolizmasını düzenler. Bu özellikleri sebebiyle bu akımlar ödemlerin, travma ve eklem burkulmalarının tedavisinde kullanılır(49).

Rotor akım da motor uyarım tesirinden başka, bilhassa analjezik bir tesiri vardır(8).

Enterferansiyel akımlar bipolar, tripolar veya tetrapolar olarak uygulanabilir. Ped veya plak elektrodlar yada vakum elektrodlarla uygulanabilir(46,49). Vakum yapan elektrodlar ile enterferans akımların vücuda gönderilmesi tedavilerin etkisini arttırır, kas ve sinirler daha kolaylıkla uyarılabilir(49). Analjezik, trofik ve sempatikolitik tesir elde edilmek istenilen durumlarda akım şiddetini, kasılma meydana getiren dozların altında tutmak lazımdır. Uygulama süresi hastalığın cinsine, uygulanacak bölgenin büyüklüğüne göre değişmek üzere genelde 10-20 dakikadır(8,46,49).Tedaviler, gün aşırı veya hergün yapılabilir(49).



## T E N S

" Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation " kelimelerinin baş harflerinden oluşan TENS, deri aracılığı ile çevre sinirlerin uyarılması anlamındadır. Son 15-20 yıldır akut ve kronik ağrıları gidermek amacıyla kullanılmaktadır. Bildiğimiz klasik alçak frekanslı akımlardan çok büyük farklar göstermeyen bir akım karakterine sahiptirler(1,52). En göze çarpan farkı impuls süresinin çok daha kısa olması ve akımı oluşturan bütün parametrelerle oynanabilmesidir.

TENS'in ağrıyı etkileme mekanizmalarından bahsetmeden önce ağrı iletimiyle ilgili aşağıdaki bilgilerin tazelenmesinde fayda vardır:

Periferal somatosensoryal lifler 3 ana grupta toplanabilir(52) :

1- Kalın, ileti hızları yüksek, myelinli lifler, A alfa, beta ve gamma lifleridir. Bu lifler, dokunma ve propriosepsiyon duyusunu iletirler. Çapları 6-14 mikron arasında değişir. Hızları 30-100 m/sn civarındadır.

2- A delta lifleri, myelinli, çapları 2-5 mikron, ileti hızları 3-15 m/sn olan afferent liflerdir. Bir kısmı ağrı, bir kısmı ise proprioseptif reseptörlerden başlar.

3- C lifleri ise, myelinsiz, çapları 0.4-1.2 mikron, ileti hızları 0.5-2 m/sn'dir. Bu liflerin %90'ı ağrı reseptörleri ile ilişkilidir ve ağrı duyusunu taşır. Visseral orijinli ağrıyı da C visseral afferentleri taşır.

Afferent lifler arka kök ganglionlarında birinci sinapslarını yaptıktan sonra, kalın lifler arka boynuzun mediyal kısmına, ağrı duyusunu ileten A delta ve C lifleri ise arka boynuzun lateral kısmına gelirler. A delta ve C liflerinin dendritleri bu şekilde medulla spinalis'e girdikten sonra ya aynı seviyedeki yada 1-3 seviye alt veya üstteki arka boynuz laminalarında ikinci sinapslarını yaparlar. A delta lifleri arka kökten medulla spinalis'e(MS) girerken, bir kısmı sinaps yapmadan ayrılır ve diğer A lifleri ile birlikte dorsal kolondan yukarı doğru seyrederler, diğer kısmı ise substansia gelatinosa(SG)'da sonlanır. Myelinsiz C lifleri ise doğrudan doğruya SG'da sonlanır. Arka boynuzun orta kısmında, SG gibi bütün MS boyunca seyreden multipolar büyük hücreler vardır. Bu hücrelerden SG'ya en yakın olanlarına transmisyon hücreleri veya " T hücreleri " denir. Bu hücrelerin somaları SG dışında fakat dendritleri SG içinde kalır. Dolayısıyla A delta ve C lifleri T hücrelerinin bu dendritleri ilede sinaps yapmış olurlar. Kalın myelinli liflerin T hücreleri üzerinde inhibe edici, A delta ve C liflerinin ise fasilite edici etkisi vardır. Ancak A delta liflerinin bir kısmı ağrı dışı duyuları taşırlar, bunların etkileri, diğer A lifleri gibi olacaktır. Ağrı lifleri bu sinapstan sonra aynı segmentte commisura albi anterior'dan karşı tarafa geçerek lateral spinotalemik ve spinotektal traktuslardan yukarı doğru ilerler. Aynı zamanda ağrıyla ilişkili motor ve otonom refleks kavsi- ni oluştururlar.

Spinotektal traktusun lifleri medulla oblongata,

pons ve mesensefalondaki retiküler formasyonda(RF) sinaps yapar. Aslında, lateral spinotalamik traktusta ilerleyen kollateral liflerin de önemli bir kısmı RF'da sonlanır, fakat bu liflerin bir kısmıda kesintisiz olarak talamusa kadar ilerler ve talamustaki ventroposterolateral nükleusta üçüncü sinapsını yapar. Beyin sapında RF'da sonlanan liflerin özel bir önemi vardır. Bu sistemin uyarılması ile beynin genel olarak excitabilitesi artmakta, aktivitede azalma ise uyku hali doğurmaktadır.

Ağrı duyusunun kortikal bölgelerdeki iletimi hâlen çok karanlık olmakla birlikte genel olarak 4. nöron'un pariyetal loptaki postsentral girusta bulunan duyu korteksi olduğu bilinmektedir. Başın önemli bir kısmının ve yüzün ağrı duyusunu taşıyan afferent lifler, trigeminal nükleusta sinaps yaparlar, sinapstan sonra çaprazlaşır, talamusun ventroposterolateral nükleusuna yükselir ve somatosensoryal kortekste sonlanır. Ağrılı uyarılar talamusta bilinçli olarak hissedilir fakat kaba algı dışındaki özellikleri pariyetal korteks tarafından algılanır. Korteks, özellikle ağrının ayırıcı, tam ve anlamlı değerlendirilmesi ile ilgilidir(52).

1965 yılında Melzack ve Wall tarafından ilk olarak ortaya atıldığında büyük yankılar uyandıran, ağrı olayına yaklaşımda yeni bir çağır açan, ünlü kapı kontrol kuramına göre ağrının hissedilmesi, diğer bir deyişle aksiyon sisteminin aktive olması için T hücrelerine gelen uyarıların belirli bir seviyenin üstüne çıkması gerekir. SG'nın T hücreleri üzerinde inhibe edici

bir etkisi vardır. Ağrı duyusunu taşıyan afferentlerin SG üzerine inhibe, diğer afferentlerin ise uyarıcı etkisi vardır. Kalın afferentlerin sahneye hakim olmaları durumunda SG aktive edilmiş ve dolayısıyla SG'nın T hücrelerine etki eden inhibitör mekanizması fasilite edilmiş olacağından, presinaptik inhibisyonla ağrı liflerince taşınan uyarıların T hücrelerine geçişi azaltılmış, kapı kapatılmış ve böylece aksiyon sisteminin aktivasyonu önlenmiş olacaktır. İnce liflerin hakimiyeti ise tam ters bir sonuç doğuracaktır. Bu kavrama göre kalın liflerin seçici olarak uyarılmasıyla ağrı duyusunun, medulla spinalisten üst merkezlere iletilmesini, dolayısı ile algılanmasını önlemek mümkündür(52).

Bu ünlü kuramın ortaya atılması, afferent lifleri seçici olarak uyardığı iddia edilen çeşitli mekanik ve elektriksel uyarımların, bu alanda kullanımlarının artmasına ve dolayısıyla konunun çeşitli araştırmacılar tarafından enine boyuna irdelenmesine yol açtı. Bir bakıma da bu tedavi yöntemleri, ihtiyaç duydukları teorik desteği bulmuş oldu.

Melzack ve Wall kapı kontrol kuramında post-sinaptik bir inhibisyondan da bahsetmekte, ancak bunun, MS üzerindeki merkezlerde, ağrı dışı duyuları taşıyan afferent liflerce harekete geçirildiğini varsaymışlardır. Oysa artık bir negatif feedback kontrol sisteminin bulunduğu ve kısmende olsa bu sistemin, ağrı duyusunu taşıyan afferent liflerin etkisiyle harekete geçtiği bilinmektedir(54). Nitekim Melzack, 1981 yılındaki makalesinde açıklamala-

rını bu bulguya oturtmaktadır(52).

Bu post-sinaptik inhibitör etkiyi yaratan merkezler bu işlevlerini bazı taşıyıcı maddeler kullanmak suretiyle yapmaktadırlar(54). Bunların içinde en önemlileri serotonin, endojen bir afyon benzeri olan enkefalin ve beta-endorfin'dir. Asırlardır afyonun çok kuvvetli bir analjezik ve eforik ajan olduğu bilinmektedir. Ancak afyonun ve morfinin MSS'ne hangi yolla etki ettiği bilinmiyordu. MSS'de morfin reseptörlerinin ve bu reseptörlere bağlanan endojen morfin benzeri maddelerin ortaya çıkarılmasıyla pek çok sorunun cevabı da bulundu. Artık eksojen morfinin, aynen endojen morfin gibi, bu reseptörlere bağlanarak etki ettiği biliniyor(24,39,44,54).

Elektriksel uyarımla sağlanan analjezide, gerek serotonin gerekse beta-endorfin ve enkefalin salgısının arttığı iddia edilmektedir(54). Bu iddiaların kanıtlanması iki soruyu da gündeme getirmektedir. Birincisi, ne tür bir elektriksel uyarım bunu sağlayacaktır, ikincisi, pratikte bunun doğruluğu nasıl isbatlanacaktır? Bir morfin antagonisti olan naloxone bu sorulara cevap teşkil edebilecek pekçok çalışmanın yapılmasına imkan tanımıştır. Naloxone, morfin reseptörlerini bloke ederek morfinin sağladığı analjezik etkiyi ortadan kaldırır. Acaba elektrik uyarımla sağlanan analjezi üzerinde de benzer etkisi var mı? Bu konuda yapılan araştırma sonuçları birbiriyle çok çelişmektedir :

Abrams(1981), düşük şiddetli ve yüksek frekanslı TENS ile oluşturulan analjezide naloxane kullanmış, an-

cak analjezide herhangi bir azalma görmemiştir. Benzer bir çalışmayı, aynı akım şekliyle, akut ağrılı hastalar üzerinde Woolf(1978) yapmış ve oda aynı sonucu almıştır. Oysa Chapman ve Benedetti(1977)'nin çalışmaları, yüksek şiddetli, düşük frekanslı TENS ile sağlanan analjezinin naloxone tarafından kısmen azaltılabileceğini göstermiştir. Sjölund(1976) ve Mayer(1977) tarafından yapılmış iki ayrı araştırmada ise elektroakupunktur analjezisinin naloxone tarafından değiştirilebileceği gösterilmiştir(52).

Aslında birbiri ile çelişir gibi görünen bu sonuçlar, farklı irritasyon yöntemlerinin etki mekanizmalarının da farklı olabileceğini göstermesi bakımından ilginçtir. Nitekim 1975 yılında Melzack, bu farklı etkilenmeyi de göz önüne alarak kapı kontrol kuramına yeni açıklamalar getiren bir makale yayınlamıştır. Makalenin içeriği kısaca şöyledir :

Periferden kısa süreli fakat ağrı meydana getirecek şiddette bir uyarı verilirse, A delta ve C lifleri uyarılmış olur. Bu durumda ağrı iletimi spinal seviyede bloke edilmeyecek (kapı açık), ancak bu sefer beyin sapında, merkezi gri maddenin bulunduğu bölgeden inhibisyon sağlanacaktır. Periferden verilen ağrılı uyarılarla beyin sapında inhibitör aktivite başlatılmış olacak ve böylelikle başka bölgelere ait kronik ağrı duyusunun iletimi bloke edilecektir(52).

Akupunktur ve kısa süreli, akım şiddeti yüksek TENS uygulamasının etki mekanizmalarının aynı olduğunu savunan Melzack, her ikisi ile sağlanan analjezinin na-

loxone ile azaltılışını bu savına kanıt olarak getirmektedir. Sonradan bu savı destekleyen pek çok çalışma yapılmıştır.

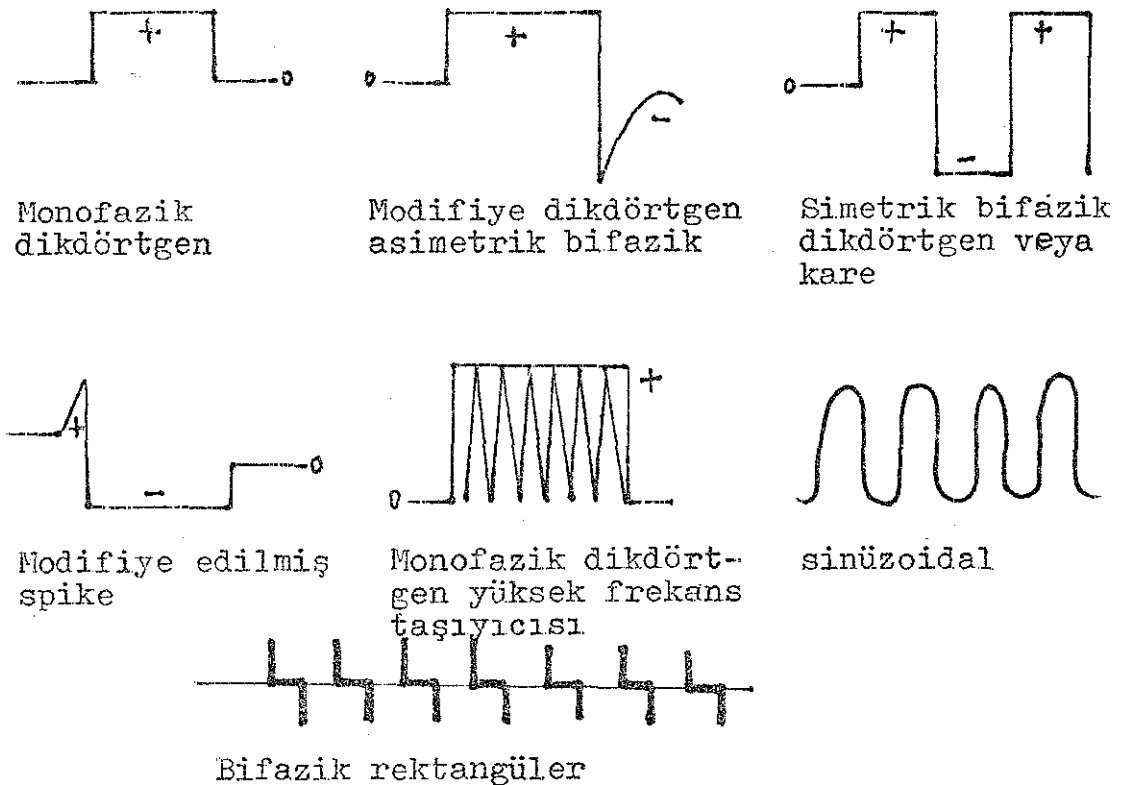
Ancak son zamanlarda yapılmış 4 çalışma bazı ilişkiler gösteriyor. Hansson ve arkadaşları hem alçak hemde yüksek frekanslı TENS ile elde edilen rahatlama naloxone kullanmış ancak ağrıda bir değişiklik oluşmadığını bildirmişlerdir(21). Lundeborg ve arkadaşları primer dismenoreli kadınlarda düşük ve yüksek frekanslı TENS uygulamış, bunlardan ağrısı azalanlara naloxone vermiş, düşük frekans verilmiş olanlarda ağrı duyusu geriye dönmüş olmasına karşın yüksek frekans verilenlerde ağrıda değişim olmamıştır(36). Hughes ve arkadaşları, sağlıklı bireyler üzerinde yaptıkları çalışmalarda yüksek frekanslı-düşük akım şiddetli, düşük frekanslı-yüksek akım şiddetli ve placebo akım verilenlerden rahatlama olanlara naloxone vermişler, ancak ağrı değişimi açısından gruplar arasında bir fark görememişlerdir(24). O'brein ve arkadaşları da oluşturdukları benzer gruplarda sonuçlar arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır(44).

Tüm bu çalışmalardan görüldüğü gibi endojen opiatlara bağlanan post-sinaptik inhibisyon konusu teorik açıdan birçok soruya cevap teşkil etmekte ancak pratikte isbatlanması daha pek çok araştırmayı gerektirmektedir.

Kapı kontrol kuramının ortaya atılması ile üzerindeki çalışmalar artan TENS akımları, dalga şekli, impuls süresi, frekansı, amplitüdü gibi özellikleri üzerinde rahatlıkla oynanabildiğinden, çok çeşitli akım kombinasyon-

yonları ortaya çıkmaktadır. Hangi akım türünün ne tür bir rahatsızlıkta ne süre uygulanmasının daha iyi olacağı konusu, yapılan pek çok çalışmaya rağmen hala kimliğini bulamamıştır.

TENS'in etkilerinin dalga şekline göre de değişeceği bildirilmiştir(52). Şekil 5'de görüldüğü gibi, monofazik dikdörtgen, asimetrik bifazik, simetrik bifazik dikdörtgen veya kare, modifiye edilmiş spike, monofazik dikdörtgen, sinüzoidal, bifazik rektangüler gibi değişik dalga tipleri olmakla birlikte, yaygın olarak bunlardan sadece ikisi, monofazik dikdörtgen ve asimetrik bifazik dalga tipi kullanılmaktadır(30,52). Katıms ve arkadaşları ise sinüzoidal dalga formu ile maksimum etki elde edilebileceğini belirtmişlerdir(30).



ŞEKİL 5 : TENS'in dalga formları



Jancko ve Trontelz (1980), değişik dalga formları arasında farklı etki olmadığını bildirdiler. Oysa Shealy, simetrik sinüzoidal(1972), asimetrik spike ve kare dalga(1974) formlarının en ideal olduğunu iddia etmiştir(4).

Lampe'ye göre, afferent lifler, impuls süresi 130 mikrosaniye altında olan yüksek frekanslı akımlar tarafından uyarılmaktadır. Yapılan çalışmalar 10-60 mikro saniye impuls süreli akımlar ile afferent liflerin seçici olarak uyarılabildiğini göstermiştir(52). 60 mikro sn' nin üzerinde, lifler arası seçicilik kaybolmaktadır. 10 mikro sn'nin altı seçicidir ancak bu durumda herhangi bir uyarım elde etmek için akım şiddetinin çok yükseltilmesi gerekmektedir ki buda piyasadaki TENS aletlerinde yoktur. Motor lifleri stimüle eden impuls süreleri ise 500 mikro sn ve üstüdür(52,54).

Liflerin seçici olarak uyarılmasını sağlayan diğer bir öge de frekanstır. İnsan için en uygun frekans henüz belirlenmemiş olmakla birlikte, 100 Hz üzerindeki frekansların sağlanan etkiyi arttırmadığı saptanmıştır. Bu değerın üzerine çıkıldığında periferik uyum ve merkezi alışkanlık gelişmektedir. 1-100 Hz arasında hangi frekansın uygulanması daha verimli olur konusunda çok miktarda çalışma yapılmış olmasına rağmen otörler arasında tam bir birlik oluşmamıştır. Bu çalışmaların çoğu deneysel ağırlı üzerinedir(52).

Yoğunluk ve frekansları açısından farklı tipte birkaç TENS, fizik tedavi alanında kullanılmaktadır(27):

1- Yüksek frekanslı TENS ( 40-150 Hz, 50-100 mikro sn impuls süreli, orta şiddette akım yoğunluğu )  
( Konvensiyonal TENS )

2- Alçak frekanslı TENS ( 1-4 Hz, 100-400 mikro sn impuls süreli, yüksek şiddette akım yoğunluğu )  
( Akupunktura benzer TENS )

3- Patlayıcı (burst) frekanslı TENS ( Birbirini izleyen yüksek 70-100 Hz ve alçak 1-4 Hz frekanslı uyarımlar. 100-250 mikro sn impuls süreli, yüksek akım şiddetli )

4- Hiperstimülasyon TENS ( 1-4 Hz, 10-500 msn impuls süreli, yüksek akım şiddetli )

5- Yüksek frekanslı ve yüksek akım şiddetli TENS

Woolf ve arkadaşları(1979), Zoppi ve arkadaşları (1981), farklı TENS formlarının ağrı eşiğini hiç değıştirmediğini, hatta bazen düşürdüğünü iddia ettiler.

O'Brien ve arkadaşları, yüksek ve düşük frekanslı TENS ile deneysel ağrı üzerinde yaptıkları çalışmada ikisi arasında anlamlı bir fark bulamadılar(44). Hansson ve arkadaşları da akut oro-facial ağrı üzerinde, yüksek ve alçak frekanslı TENS arasında anlamlı bir fark göremediler( 20). Oysa, Andersson ve arkadaşları(1976), kronik ağrı üzerinde her iki frekansı uyguladılar ve yüksek frekanslı TENS ile belirgin bir fayda gördüler, ancak her ikisinin de etkisi kümülatif değildi. Mannheimer ve Carlsson da, romatoid artritli hastalarda yüksek frekanslı ve patlayıcı form TENS'i daha etkili buldular(1979). Ancak son söylenen iki çalışmayı Jette eleştirmiş, düzgün ve uy-

gun bir istatistiksel karşılaştırma yapılmadığını iddia etmiştir. Otörün kendisi 5 farklı TENS formunu karşılaştırmış ve aralarında anlamlı bir fark bulamamıştır(27).

Barr ve arkadaşları, çeşitli frekanslarla yapılan çalışmaların sonuçlarının tatmin edici olmadığını belirtmiş ve bunun nedenini de kullanılan metodların, istatistiksel hesaplamaların yalnışlığına yada kontrol grubu kullanılmayışına bağlamıştır. Kendi yaptıkları çalışmada, konvensiyonal TENS'i muhtelif frekanslarda denemişler ve 60 Hz'i en uygun bulmuşlardır(4).

Ekblom ve Hansson, kontrollü olarak yaptıkları çalışmada, akut oro-facial ağrı üzerine, ekstrasegmental olarak uyguladıkları alçak ve yüksek frekanslı TENS arasında anlamlı bir fark bulamadılar(11).

Lundeberg ve Lundström, primer dismenorede, yüksek frekanslı TENS'i daha etkili bulmuşlar, ancak daha sonra yaptıkları bir başka çalışmada aralarında fark görememişlerdir(36).

Erikson ve arkadaşları, kronik ağrısı olan 123 kişilik seride, hastaların % 70'inde yüksek frekanslı, % 30'unda ise alçak frekanslı ve patlayıcı TENS ile fayda temin ettiler(14).

Frekans açısından yukarıda bahsedilen tüm çalışmalar büyük bir tezat ve karışıklık sergilemekle birlikte genel eğilim, yüksek frekanslı TENS'in ağrıyı azaltmada daha etkili olduğu yolundadır.

Bazı araştırmacılar ise, frekans değişikliklerinden ziyade akımın amplitüdünün daha önemli olduğunu sa-

vunurlar(34,56). Amplitüdü önceden belirlenmiş belli sayılardan ziyade hastanın subjektif hissine göre ayarlamak daha emniyetli ve mantıklı görünüyor. Hastanın hissi genelde 3 boyutta değerlendirilmektedir : Karıncalanma hissinin duyulduğu an, ağrı hissinin duyulduğu an ve ağrıya dayanılabilen maksimum nokta. Bu üç kavram, karıncalanma eşiği, ağrı eşiği ve maximum ağrı tolerasyonu olarak kullanılmaktadır. Karıncalanma eşiğinin ağrıyı gidermek açısından en etkili olduğu genelde kabul edilmektedir. Kalın lifleri stimüle etmekte en etkili dozun bu olduğu belirtilmiştir(45). Ancak, yüksek şiddetteki uyarıların daha etkili olduğunu iddia eden araştırmacılar da vardır(26,37). Fakat bu tip yüksek şiddetli ve yüksek frekanslı TENS'lerin etkisinin kısa süreli olduğu bildirilmiştir(42). Eğer rahatsızlık devam ediyorsa veya kronikleşmişse, stimülasyonun periyodik olarak uygulanması veya etkisi uzun olan bir başka stimülasyon formuna geçilmesi tavsiye edilmektedir(41).

TENS uygulamalarında en önemli hususlardan biri de elektrodların yerleştirilmesidir. Uyarıların verileceği noktalar saptanırken, ağrının etyolojisinin bilinmesi şarttır; ancak benzer yakınmaları olan değişik hastalarda elektrodları aynı şekilde yerleştirmek her zaman umulan yararı sağlamayabilir. Bu gibi durumlarda değişik yerleştirme yöntemleri ile başarılı sonuçlar elde edilebilir. Elektrodların yerleştirilmesi, anatomik ve fizyolojik prensipler göz önünde bulundurularak değişik şekillerde yapılabilir(52) :

1- Özel Yerleştirme Noktaları : Trigger noktası, motor nokta veya akupunktur noktası olarak bilinmektedir. Bu noktalara uygulanan tedavilerin buralardan kaynaklanan ağrıları geçirdiği pek çok çalışma ile gösterilmiştir.

2- Ağrılı bölgeye uygulama : Çok kullanılan bir yöntem, elektrodların doğrudan ağrılı bölgeye yerleştirilmesidir. Özellikle ameliyatlardan sonra oluşan kesi yeri ağrılarında, elektrodların insizyon sahasına mümkün olduğunca yakın yerleştirilmesi ile iyi sonuçlar alındığı bildirilmiştir(52).

3- Dermatome üzerine : Ağrının duyulduğu dermatome elektrodların uygulanması da baş vurulan bir yöntemdir. Belirli bir bölgenin üzerindeki deri, alttaki yapılarla aynı sinir tarafından innerve olur. Bu ilişki, dermatomlar, myotomlar, sklerotomlar için genellikle geçerlidir. Ancak vücudun bazı bölümlerinde derinin, kasın ve kemiğin dermatomları farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, kalçanın lateralinde durum böyledir. Toraks gibi çift dermatomal dağılımı olan bölgelerde çift kanallı bir aletle aynı anda bilateral stimülasyon sağlamak mümkündür.

4- Spinal kord segmentlerine : Elektrodları vertebraların yanına veya spinöz prosessusların arasına yerleştirmek lokalize vertebral kolon ağrısını gidermekte başarılı olmaktadır(40). Bir elektrodu spinal kord segmentine, diğerini de ilgili segmente yada sinirin yüzeyelleştiği noktaya yerleştirmek daha da etkili olabilmektedir, bilhassa siyatik sinir ağrısının tedavisinde.

5- Periferik sinir lokalizasyonuna : Eğer ağrıya yol açan olay sinir kökü lezyonuna değil de periferik sinir lezyonuna bağlı olarak gelişmişse elektrodları sinirin yüzeyelleştiği noktalara yerleştirmek daha anlamlı olur; ancak elektrodu lezyonun üzerindeki bir seviyeye yerleştirmek çok önemlidir, yoksa ağrıda artma görülebilir.

Ağrılı bir kasın tedavisinde, proksimal elektrodun periferik sinire, distalin ise motor, trigger veya akupunktur noktasına yerleştirilmesi sıklıkla başvurulmuş bir uygulamadır. Ağrılı bölgedeki skar dokusunun deri rezistansını yükselttiği durumlarda da doğrudan ağrılı bölge yerine o bölgeyi innerve edilen siniri uyarmak daha etkili olabilir.

#### 6- Değişik yöntemler :

a) Çift kanal yerleştirilmesi : Bu sistemde kullanılan 4 elektrod ile daha geniş sahalara yayılan ağrıların tedavisi mümkündür. Böyle bir uygulamada saha büyük olduğu için ya elektrod boyutlarını büyültmek veya akım şiddetini arttırmak gerekecektir.

b) Bilateral yerleştirme : Etkiyi arttırma amacıyla, hastanın tek taraflı ağrısı olmasına rağmen, elektrodların iki taraflı olarak yerleştirilmesidir.

c) Kontra lateral yerleştirme : Kozalji veya postherpetik nöraljide proprioseptif bilgileri taşıyan kalın myelinli lifler harap olmuş, buna karşın C liflerinin uyarılma eşiği düşmüş olabilir. Böyle bir durumda ağrılı bölgeden stimülasyon uygulamak ağ-

rıyı daha da arttırabilir. Kontralateral periferel sinirin veya dermatomun uyarılmasıyla başarılı sonuçlar alınabilir; ancak ağrının giderilmesi için daha uzun süreli uygulamalara gereksinim olacaktır(40).

d) Çok sayıda elektrod kullanımı :

Bazı TENS aletleri 4'den fazla sayıda elektrod kullanımına olanak verir.

e) Elektrodları çaprazlama : Elektrod-

lardan bir üçgen veya kare meydana getirerek ağrılı bölge çember içine alınabilir. Akımların ağrılı bölgede çaprazlaşması etkiyi daha da arttıracaktır(40).

f) İlgisiz bir bölgeye elektrod yer-

leştirilmesi : Tüm elektrod yerleştirme yöntemlerinin etkisiz kaldığı durumlarda, ilgisiz bir bölgeye TENS uygulanmasıyla benzer olumlu sonuçların alındığı bildirilmiştir(40).

Berlant, derinden kaynaklanan ağrılarda o bölge dermatomundan yüzeysel uyarı yapılmasının veya spinal kord segmentinden uyarım verilmesinin yetersiz kalabileceğini iddia etmekte ve o bölgeyi innerve eden sinirin yüzeyleştiği noktalardan uyarım yapmanın daha etkili olacağını savunmaktadır. Sinirin uyarılacağı optimal stimülasyon sahalarını tesbit etmek amacıyla da çok basit bir yöntem tarif etmektedir. Bir elektrod hastanın diğeri de uygulayıcının avuç içine tesbit edilir ve uygulayıcı işaret parmağını sinir trasesi üzerinde gezdirerek hastanın ifadesine göre optimal uyarım noktalarını tesbit eder. Berlant ayrıca, akım şiddeti tayininde kullanılan "karıncalanma hissi" konusunda da bir uyarı yapmakta ve

bu hissin hatalı olarak kullanıldığını belirtmektedir. Hemen elektrodlar altında duyulan yüzeyel karıncalanma hissinin yetersiz olduğu, esas olanın "derine doğru yayılan, derine işleyen " karıncalanma hissi olduğunu belirtmektedir(5).

Sistemik etkilerinin olmayışı, görünen önemli bir yan etkisinin bulunmayışı, her ağrılı durumda kullanılabilmesi sebebiyle alçak frekanslı akımlar bilhassa fizik tedavide uzun zamandır kullanılmaktadır. Bu kapsamda ortaya çıkan ve 15-20 yıldır geniş bir kullanım sahası bulan TENS, fizik tedavi dışında birçok branş tarafından da ağrı kesici olarak duydukları eksikliği kapatmak amacıyla, kullanılan bir yöntem olmuştur.

TENS'e ümit bağlayan branşlardan biri de kadın doğumdur. Gebelik ve emzirme döneminde ilaçların yan etkileri nedeni ile çok daha hassas olunması bunun en büyük sebebidir. Harrison ve arkadaşları, medulla spinalis segmentlerinden 50 gebeye TENS uygulamışlar, yöntemi emniyetli bulmakla birlikte yeterince etkili görememişlerdir. Aletin gebeler için uygun şekilde restore edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır(23). Harrison, 150 gebe üzerinde yine TENS'i uygulamış, kontrollü ve karşılaştırmalı olarak yaptığı bu çalışmada da TENS'i plasebo'dan farklı bulmamıştır. Ancak doğumdan sonra annelere sorulan işe yararlık veya yaramazlık kavramlarında büyük oranda işe yarar olarak değerlendirilmesi çelişkili karşılanmıştır(22). Fisher ise, gebelikte oluşabilen meralgia paraesthetica olgularında TENS'i başarılı bul-



muştur(15).

Angina pectoris'te ağrının azaltılması başlı başına önemli bir olaydır zira ağrının devam etmesi, sempatik aktiviteyi arttırmak suretiyle sekonder olarak myokard infarktüsünü arttırır. Dolayısıyla bu olumsuz fasit dairenin kırılması gerekir. Bu amaçla 23 hasta üzerinde TENS'i deneyen Mannheimer, onu bu alanda ümit vadedici olarak görmüştür(38,39).

TENS'le tinnitus üzerinde de yoğun çalışmalar vardır, ancak sonuçlar oldukça çelişkilidir. Engelberg ve arkadaşları düşük amperaj ve alçak frekanslı TENS'i 30 tinnituslu hasta üzerinde uygulamışlar ve başarılı sonuç aldıklarını belirtmişlerdir(13). Ancak Dobie ve arkadaşları ise, tinnitus üzerinde TENS'i pek etkili bulamadıklarını bildirmişlerdir(9). Karlsten ve arkadaşları, 30 tinnituslu hastada TENS uygulamışlar, sadece 2'sinde fayda temin etmişlerdir(29).

Sylvester ve arkadaşları, fonksiyonel abdominal ağrısı olan 29 hasta üzerinde TENS'i uygulamışlar ve bu alanda etkili bulmuşlardır(50).

Ortopedi ve Travmatoloji alanında da TENS kullanılır hale gelmiştir. Daha önce yapılanın aksine artık hastalar olabildiğince çabuk mobilize edilmektedir. Ağrı ise bu açıdan en büyük engellerden birini teşkil eder. Quinton ve arkadaşları, akut el enfeksiyonlarında olabildiğince çabuk mobilizasyonu sağlamak için, ilk cerrahi müdahaleden sonra ağrıyı gidermek amacıyla TENS uygulamışlar ve yaptıkları bu kontrollü çalışmada TENS'i fay-

dalı bulmuşlardır(47).

Yamamoto ve arkadaşları ise, bir tesadüf eseri TENS'in hemifasiyal spazm üzerinde etkili olduğunu gözlemişler ve son 2 senedir bu alanda oldukça başarılı sonuçlar aldıklarını bildirmişlerdir(53).

TENS'in sinir iletisi üzerine etkileri dışında başka etkilerinin olup olmadığını araştırmak amacıyla yapılan çalışmalar literatürde oldukça az yer tutmaktadır. Aynı şekilde, TENS'in etkilerini objektive etmeye yönelik çalışmalar da fazla değildir. Leandri ve arkadaşları, muhtelif frekans ve şiddetlerde TENS'in lokal etkilerini teletermografik olarak araştırmışlar ve sonuçta, küçük elektrodlar ile uygulanan yüksek frekanslı ve ağrı eşiği amplitüdlü formunun, deri ısısında, lokal olarak, anlamlı bir artma oluşturduğunu tesbit etmişlerdir. Bu tür uygulamaların, myofasiyal sendromlarda tetik noktalara yapılmasının çok faydalı olabileceğini belirtmişlerdir(32).

Weinberger ve arkadaşları, tavşanların diz eklemlerinde TENS'in lokal etkilerini araştırmışlardır. Eklem içi ve dışı ısılarında TENS uygulanmasını takiben anlamlı bir yükselme bulmuşlar, eklem içi basıncının da artma meylinde olduğunu tesbit etmişlerdir. Bu sonuçlara dayanarak, TENS'in ağrı kesici etkisinin, kısmen de olsa, eklemdaki ısı ve basınç değişikliklerine bağlı olabileceğini iddia etmişlerdir(55).

Golding ve arkadaşları TENS'i somatosensoryal uyarılmış potansiyellerle araştırmışlar ve ağrı tedavisi

için uygun olduğu kanısı edinmişlerdir(17).

Gönen ve arkadaşları, TENS ve Diadinamik akımların motor sinir iletimine etkilerini araştırmışlar ve sonuçta TENS'te daha belirgin olarak, her ikisinin de iletim zamanını uzattığını tesbit etmişlerdir(18).

Eberhardt ve arkadaşları ise, ciltte deneysel olarak oluşturulan eksudanın hücre kompozisyonu üzerine TENS'in etkilerini araştırmışlar ve sonuçta TENS uygulamasından sonra o bölgede granülosit oranında büyük çapta bir artış olduğunu gözlemişlerdir. Granülositlerin dokü tamirinde önemli yeri olduğu hatırlatılarak harap olmuş dokularda da TENS'in uygulanabileceğini öne sürmüşlerdir(10).

Son zamanlarda, periferik dolaşım bozuklukları üzerine TENS uygulanmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Raynoud sendromlu, Burger'li ve diabetik vaskülitli hastalar üzerinde bu metodla olumlu sonuçlar alınmıştır (28).

Ağrıya yakın bir duygu olduğu için "kaşıntı" üzerinde TENS'in etkisini araştıran Ekblom ve arkadaşları (1984), hem yüksek hemde alçak frekanslı TENS'in intra-segmental uygulandığında kaşıntıyı azalttığını bildirmişlerdir. Yine aynı araştırmacılar deneysel olarak oluşturdukları "kaşıntı" üzerine TENS'i bu sefer ekstrasegmental olarak uygulamışlar ve sadece düşük frekanslı akım türü ile anlamlı düzelme saptamışlardır(12)

Chan ve Tsang, konvensiyonal TENS'in insan fleksi-

yon refleksi üzerinde etkilerini elektromyografik olarak araştırmışlar ve alt ekstremité proksimal fleksörlerinin fleksiýon refleksinde anlamlı bir inhibisyon tesbit etmişlerdir. Araştırmacılara göre, kalın çaplı liflerin konvensiyonal TENS ile uzun süre stimülasyonu, bir kısım alt ekstremité motor nöronlarında ilerleyici ve uzun süreli bir inhibisyona neden oluyor. Bu inhibisyonun tedrici olarak artması ve azalması, TENS'in ağrı kesici rolünü, endojen opiatlar üzerinden uyguladığı izlenimini vermektedir(7).

Casale ve arkadaşları, sağlıklı bireylerin sempatik sistemlerinde yüksek frekanslı TENS'e bağılı olarak görülen değışiklikleri araştırmışlar ve TENS'i, beklenenin aksine, sempatikomimetik bulmuşlar ve dolayısıyla bir ağrı kontrolörü olarak TENS kullanımının, kritik bir gözle değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır(6).

Belirtilen bu çalışmalarda da görüldüğü gibi, TENS ile ilgili daha birçok soru işareti gündemdedir. Bunlara cevap teşkil etmek için de daha pek çok çalışmaya gerek vardır. Bu alandaki klinik araştırmalara ufak bir katkısı olması ümidiyle bu çalışma yapıldı.

## M A T E R Y A L V E M E T O D

Gruplar, Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon kliniğine baş vurup fizik tedavi için uygun görülen hastalardan oluşturuldu. Belli bir standardizasyonu sağlamak için hasta seçiminde aşağıdaki prensiplere uyuldu :

1- Çalışma kapsamına sadece dejeneratif ve/veya ekstraartiküler romatizmal hastalığı olan hastalar alındı.

2- Okuma-yazma bilmeyen hastalar çalışmaya alınmadı ( Daha sonra açıklanacak olan ağrı skalasını okuyup değerlendiremeyecekleri için ).

3- Hekimle arasında iyi bir diyalog kurulamamış olan hastalar çalışmaya girmedi.

4- Psikolojik sorunları ağır basan hastalar olabildiğince çalışmaya alınmadı.

Bu kapsamda 152 hasta değerlendirildi. Metabolik, infeksiyöz, neoplastik, enflamatuvar ve diğer sistemik hastalıkları ekarte etmek açısından gerekli araştırmalar yapıldı. Her hastadan rutin tam kan, tam idrar, glisemi, kan yağları, ürik asit, BUN ve kreatinin, SGOT, SGPT, Asit fosfataz, alkalen fosfataz, Ca, P, ASO, CRP, Romatoid faktör, yöremizde çok görüldüğü için Brucella agglutinasyonu istendi. Ayrıca hastalığın lokalizasyonuna göre gereken radyolojik muayenesi yapıldı. Radyografiler, biri

rad-yo-log olmak üzere, en az iki hekim tarafından kontrol edildi. Tüm bu kontroller sırasında, çalışma kapsamına almayı düşündüğümüz hastalıklar dışında başka bir rahatsızlıktan şüphelenilenler çalışmaya alınmadı.

Bu tetkikler sonucunda 80 hasta çalışma kapsamına girdi. Çalışma, çift-kör ve kontrollü olarak yapıldı. Hastalara araştırma ve tedavilerin cinsi hakkında herhangi bir bilgi verilmedi. Hastalar fizyoterapistler tarafından rastgele 4 gruba ayrıldılar. Sayıca eşit olan bu gruplardan birine TENS, ikincisine Diadinami, üçüncüsüne Enterferans uygulandı; dördüncü gruba ise plasebo TENS verildi(kontrol). Sadece plasebo TENS verilen hastalara fizyoterapistler tarafından, akım verildiği konusunda inandırıcı olmak için, "başlangıçta akımı hissedecekleri ama sonradan duymayacakları, bunun ise normal olduğu" söylendi. Buna uygun olarak başlangıçta, hastanın hissedebileceği ölçüde, 1-2 sn süreli akım verildi, sonra kesildi.

TENS, Petaş firmasının çift kanallı, 4 elektrodlu, portabl SMS-103 aletinden elde edildi. Her hastaya standart bir şema uygulandı. Frekans sabit 80 Hz, impuls süresi 0.2 msn, akım şiddeti hastanın duyduğu karıncalanma hissine göre ayarlandı. Toplam 20' uygulandı. Elektrod yerleşim yerleri, bu konuda eğitilmiş personel tarafından ve gerekirse hekime danışılarak, genellikle ağrılı saha iki elektrod arasına alınarak veya biri medüller segmente diğeri ağrılı bölge sınırına konularak tayin edildi.

Diadinamik akımlar, Petaş firmasının portoped 100,

petdin 100 ve Siemens'in neuroton 627 aletlerinden elde edildi. Long period olarak ve kutup değiştirerek 1.5 dk + 1.5 dk, toplam 3 dk uygulandı.

Enterferansiyel akım, Petaş firmasının interpet-100 cihazından elde edildi. Sabit 100 frekansta, akım şiddeti hastanın hissine göre ayarlandı ve 4'l vakum yapan elektrodlarla toplam 10' uygulandı.

Tüm gruplara ağrı kesici akım yanında infraruj 10' ve plasebo ultrason verildi. Plasebo ultrason, srtmenin fleraj etkisi de hesaba katılarak, her hastaya 3' uygulandı.

Toplam 2 hasta, düzenli gelmedikleri için çalışmadan çıkarıldı. Çalışma kapsamında kalan 78 hastanın hastalıklara ve gruplara göre dağılımı tablo 2a ve 2b'de gösterilmiştir. Hastalar günde 1 kez olmak üzere toplam 15 seans tedaviye alındılar. Toplam 15 hastanın tedavisi, çeşitli nedenlerle 10. günde sonlandırıldı(Tablo 2c). Başlangıçta, 6. ve 11. seansların başında, 15. seans sonunda olmak üzere toplam 4 kez değerlendirme yapıldı. Ağrı değerlendirilmesi, tablo 3a'da görüldüğü gibi, 5'li bir skala ile yapıldı(1,25). Her kontrolde hasta ve hekim kendi açılarından bu skalayı değerlendirdi. 1. haftadan itibaren " ağrının başlangıca göre değişimi "ni kapsayan yine 5'li bir skala hasta tarafından değerlendirildi(1)(Tablo 3b). Böylece tedavilerin hasta üzerindeki etkinlikleri üç boyutlu olarak araştırıldı. Hasta başlangıçta hangi pozisyon ve hareketle(basmakla, ne

TABLO 2a : Olguların tanı ya da yakınımına göre dağılımı

| Tanı ya da Yakınım                 | Sayı |
|------------------------------------|------|
| Gonartroz                          | 22   |
| Bel ağrısı ve<br>Funiküler Sendrom | 26   |
| Servikal Spondiloz                 | 18   |
| Omuz periartriti                   | 9    |
| Fibrozit                           | 3    |
| T o p l a m                        | 78   |

TABLO 2b : Olguların gruplara göre dağılımı

| Gruplar     | Sayı |
|-------------|------|
| TENS        | 20   |
| Diadinami   | 20   |
| Enterferans | 19   |
| Kontrol     | 19   |
| T o p l a m | 78   |

Tablo 2c : Çalışmaya 10 ve 15 seans devam edenlerin gruplara göre dağılımı

| Gruplar     | 10<br>Seans | 15<br>Seans | Toplam |
|-------------|-------------|-------------|--------|
| TENS        | 4           | 16          | 20     |
| Diadinami   | 5           | 15          | 20     |
| Enterferans | 1           | 18          | 19     |
| Kontrol     | 5           | 14          | 19     |
| T o p l a m | 15          | 63          | 78     |



TABLO 3a : Ağrının değerlendirilmesi (hasta ve hekim için)

---

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| A ğ r ı   y o k             | 0 |
| Ç o k   a z   a ğ r ı       | 1 |
| A z   a ğ r ı               | 2 |
| O r t a   a ğ r ı           | 3 |
| Ç o k   a ğ r ı             | 4 |
| Ç o k   f a z l a   a ğ r ı | 5 |

TABLO 3b : Ağrının başlangıca göre değişimi

---

|                                          |   |
|------------------------------------------|---|
| A r t t ı                                | 0 |
| A y n ı                                  | 1 |
| B i r a z   a z a l d ı                  | 2 |
| O r t a   d e r e c e d e<br>a z a l d ı | 3 |
| Ç o k   a z a l d ı                      | 4 |
| H i ç   k a l m a d ı                    | 5 |

fleksiyonla, yana fleksiyon ile...vb) ençok ağrı duyuyor ise değerlendirmelerde gerek hasta gerek hekim açısından hep o pozisyonda yapıldı.

Çalışma boyunca bütün hastaların, eğer varsa, kullanmakta oldukları ve ağrıyı etkileyebilecek nitelikteki

bütün ilaçları bıraktırıldı ve rutin olarak hepsine, sadece ağrı nedeniyle ihtiyaç duydukları zaman kullanmaları ve bu takdirde bir tarafa not almaları kaydıyla, 500 mg paracetamol ( Termalgine tb) verildi. Her kontrolde kullandıkları ilaç miktarı kaydedildi.

Hastalar çalışma sonuna kadar aynı fizyoterapist tarafından tedaviye alındılar.

İstatistiksel olarak önemlilik saptanmasında, her grubun kendi içindeki istatistikî değeriendirme için Wilcoxon Signed Rank Test, gruplar arası karşılaştırma için de One-way Anova Testi kullanıldı.

## B U L G U L A R

Akdeniz Üniversitesi Hastanesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon kliniğine baş vuran 48 kadın, 30 erkek, toplam 78 hasta çalışma kapsamına alındı. Hastaların yaş dağılımı 29-76 arasındaydı(  $\bar{x}$ : 48.46).

Her grup kendi içinde tedavi başlangıç (1.kontrol), ve tedavi bitiş (4. kontrol) değerleri açısından karşılaştırıldı(tablo 4). Bütün gruplarda başlangıç değerlerine göre anlamlı bir düzelme saptandı(  $p < 0.05$  ).

Gruplar kendi aralarında karşılaştırılırken ilk on seans tedaviye devam eden 78 hasta ayrı, bunlar arasından onbeş seansı tamamlayan 63 hasta ayrı değerlendirilmeye alındı.

Gruplar arasında, tedavinin 5.(2. kontrol) ve 10. (3. kontrol) günü toplam 78 hasta üzerinden karşılaştırma yapıldığında, üç parametre (hastaya göre ağrı, hekime göre ağrı, hastaya göre ağrının değişimi) açısından da aralarında anlamlı bir fark bulunamadı. Her üç akım da kontrol grubuna göre daha etkiliydi ancak fark anlamsızdı ( $p > 0.05$ )(Tablo 5).

Tedaviye 15 seans devam eden 63 hasta üzerinde tedavi sonu(4. kontrol) gruplar arası yapılan karşılaştırmada "hastaya ve hekime göre ağrı" parametrelerinde, her üç akım türü de kontrol grubuna göre daha etkili görünüyordu ancak fark anlamsızdı( $p > 0.05$ ). Oysa "hastaya gö-

re ağrının değişimi" parametresinde gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu görüldü( $p < 0.05$ ). (Tablo 6).

Bu farkın hangi gruptan geldiğini araştırmak için gruplar kendi aralarında Hypothesis Test ile tekrar değerlendirildi (tablo 7). Sonuçta, TENS ve Enterferans'ın kontrol grubuna göre "ağrının hastaya göre değişimi" üzerinde anlamlı şekilde olumlu etkisi olduğu saptandı (belirtildikleri sıra ile  $p < 0.01$  ve  $p < 0.05$ ). Diadinami grubu da kontrol grubuna göre daha etkiliydi ancak fark anlamlı değildi( $p > 0.05$ ).

TABLO 4 : Her grubun kendi içinde 1. ve 4. haftalarının karşılaştırılması

|      | $\bar{X}_1$ | $\bar{X}_4$ | $S_1$  | $S_4$  | $n_1$ | $n_4$ | t      | p        |
|------|-------------|-------------|--------|--------|-------|-------|--------|----------|
| T H  | 3.1053      | 1.6842      | 0.6578 | 1.2496 | 20    | 16    | -2.535 | $< 0.01$ |
| T Do | 2.8947      | 1.5789      | 0.6578 | 1.2612 | 20    | 16    | -2.616 | $< 0.01$ |
| T A  | 2.4737      | 1.4211      | 1.4286 | 1.0706 | 20    | 16    | -2.368 | $< 0.05$ |
| D H  | 3.6316      | 2.2105      | 1.2115 | 1.2727 | 20    | 15    | -2.133 | $< 0.05$ |
| D Do | 3.0526      | 2.1053      | 1.2236 | 1.4101 | 20    | 15    | -2.213 | $< 0.05$ |
| D A  | 1.6316      | 3.0000      | 1.1161 | 1.1055 | 20    | 15    | -1.851 | $< 0.05$ |
| E H  | 3.5789      | 2.1579      | 0.8377 | 1.3023 | 19    | 18    | -2.173 | $< 0.05$ |
| E Do | 3.1053      | 2.3684      | 1.4101 | 1.4610 | 19    | 18    | -2.012 | $< 0.05$ |
| E A  | 2.5263      | 2.8421      | 1.1723 | 1.3443 | 19    | 18    | -1.650 | $< 0.05$ |
| K H  | 3.6316      | 2.3684      | 0.9551 | 1.4225 | 19    | 14    | 2.012  | $< 0.05$ |
| K Do | 3.4211      | 2.4632      | 1.1213 | 1.4848 | 19    | 14    | 2.093  | $< 0.05$ |
| K A  | 2.1579      | 2.8421      | 1.0145 | 1.2589 | 19    | 14    | 1.730  | $< 0.05$ |

T:TENS, D:Diadinami, E:Enterferans, K:Kontrol, H: Hastaya göre, Do: Doktora göre, A: Ağrının hastaya göre değişimi.

TABLO 5 : Tedavinin 5. ve 10. gün sonuçlarının karşılaştırılması (78 olgu)

|                 | T $\bar{X}$ | D $\bar{X}$ | E $\bar{X}$ | K $\bar{X}$ | Ts     | Ds     | Es     | Ks     | n  | F     | p      |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|--------|--------|--------|----|-------|--------|
| H <sub>2</sub>  | 2.100       | 3.050       | 2.737       | 2.757       | 1.1187 | 1.4327 | 1.2612 | 1.2402 | 78 | 2.136 | > 0.05 |
| H <sub>3</sub>  | 1.700       | 2.250       | 2.316       | 2.268       | 1.2496 | 1.2727 | 1.3023 | 1.4225 | 78 | 1.107 | > 0.05 |
| Do <sub>2</sub> | 2.200       | 2.600       | 2.579       | 2.526       | 1.1822 | 1.7933 | 1.4610 | 1.1723 | 78 | 0.437 | > 0.05 |
| Do <sub>3</sub> | 1.550       | 2.050       | 2.316       | 2.263       | 1.2612 | 1.4101 | 1.4610 | 1.4848 | 78 | 1.271 | > 0.05 |
| A <sub>1</sub>  | 2.400       | 1.650       | 2.421       | 2.158       | 1.4286 | 1.1161 | 1.1723 | 1.0145 | 78 | 1.915 | > 0.05 |
| A <sub>2</sub>  | 3.259       | 2.950       | 2.737       | 2.842       | 1.0706 | 1.1055 | 1.3443 | 1.2589 | 78 | 0.641 | > 0.05 |

H: Hastaya göre, Do: Doktora göre, A: Ağrının hastaya göre değişimi,  
 2: 5. seans değerlendirme, 3: 10. seans değerlendirme, T: TENS, D: Diadinami,  
 E: Enterferans, K: Kontrol.

TABLO 6 : Tedavinin 15. gün sonuçlarının karşılaştırılması

(63 olgu; T:16, D:15, E:18, K:14)

|        | $T\bar{X}$ | $D\bar{X}$ | $E\bar{X}$ | $K\bar{X}$ | $G\bar{X}$ | n  | F     | p        |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|----|-------|----------|
| $H_4$  | 1.125      | 2.000      | 1.556      | 1.786      | 1.603      | 63 | 1.183 | $> 0.05$ |
| $Do_4$ | 1.250      | 1.400      | 1.667      | 1.929      | 1.556      | 63 | 0.811 | $> 0.05$ |
| $A_3$  | 4.000      | 2.867      | 3.722      | 2.929      | 3.413      | 63 | 3.419 | $< 0.05$ |

$H_4$ : 15. gün (4.kontrol) hastaya göre ağrı

$Do_4$ : 15. gün (4. kontrol) doktora göre ağrı

$A_3$ : 15. gün hastaya göre ağrının değişimi

TABLO 7 : Tedavi sonunda "hastaya göre ağrının değişimi" değerlerinin gruplar arasında karşılaştırılması (63 olgu)

| 1. grup - 2. grup                   | $\bar{X}_1$ | $\bar{X}_2$ | $S_1$  | $S_2$  | $n_1$ | $n_2$ | t       | p      |
|-------------------------------------|-------------|-------------|--------|--------|-------|-------|---------|--------|
| K A <sub>3</sub> - E A <sub>3</sub> | 2.9286      | 3.722       | 0.8287 | 1.0741 | 14    | 18    | -2.2834 | < 0.05 |
| K A <sub>3</sub> - T A <sub>3</sub> | 2.9286      | 4.000       | 0.8287 | 0.8165 | 14    | 16    | -3.3571 | < 0.01 |
| E A <sub>3</sub> - T A <sub>3</sub> | 3.7222      | 4.000       | 1.0741 | 0.8165 | 18    | 16    | -0.8542 | > 0.05 |



## T A R T I Ş M A

Etkili, zararsız, her ortamda ve durumda kullanılabilir, alışkanlık yapmayan bir "ağrı kesici" ye hep ihtiyaç duyulmuştur. Piyasada sayısız ağrı kesici ilacın bulunması, bu sektöre büyük paralar harcanması, genelde bu ihtiyaçtan doğmaktadır. Bu tür ilaçların sistemik etkili olmaları, arzu edilen boyutlarda kullanılamamalarının en büyük nedenidir.

Alçak frekanslı akımlar yıllardan beri bu amaçla uygulanmaktadır. Son zamanlarda yeni bir akım türü olarak bilhassa Amerikalılar tarafından ortaya atılan TENS, bilinen alçak frekanslı akımlardan çok farklı olmamakla birlikte, güvenilir bir ağrı kesiciye olan ihtiyaçtan dolayı büyük kabul görmüştür. Portabl şekillerinin olması, süre olarak istenildiği kadar kullanılabilmesi, akım özellikleri ile rahatlıkla oynanabilmesi dolayısıyla alışma efektinin en aza indirilebilmesi, bu açıdan büyük avantajlar oluşturmaktadır. Bu avantajlarla tedavi sahasına giren TENS, en etkili formunun oluşturulması açısından hala deneme safhasındadır; dolayısıyla üzerinde pek çok çalışma yapılmaktadır.

TENS diğer akım türlerine göre oldukça yeni olduğundan, literatür gözden geçirildiğinde, daha ziyade deneysel ve akut ağrılar üzerinde denendiğini görüyoruz. Zaten Rabin'de TENS'in akut ağrılarda faydalı olacağını, akut safha geçtikten sonra pek fayda görülemeyeceğini

ileri sürmüştür(48). Oysa bazı araştırmacılar tarafından, TENS'in kronik ağrıyı azaltmakta akut ağrıdan daha etkili görüldüğü bildirilmiştir(37,55). Bu araştırmacılara göre, kronik ağrıda C liflerinin fonksiyonu akut ağrıya nazaran daha fazladır, bu sebeple TENS'in kronik ağrıda daha etkili olabileceği söylenebilir.

Weinberger ve arkadaşları, periost, sinovya ve ligamentlerin ince, myelinsiz C afferent lifleri ile innerve olduklarını belirterek, teorik olarak eklem ağrısının TENS tedavisine cevap vermesinin bekleneceğini ileri sürmüşlerdir(55). Bu düşünceden yola çıkan bazı araştırmacılar bilhassa romatoid artritte TENS'i denemişler ve faydalı bulduklarını bildirmişlerdir(37,42). Oysa Harris (1984) ve Lewis'e(1984) göre TENS, lokalize vazodilatasyon ve ısı artışı yapmakta dolayısıyla enflamatuvar rahatsızlıklarda kollajen yıkımını daha da arttırarak eklem zarar verme tehlikesini getirmektedir. Nitekim Weinberger ve arkadaşları, son zamanlarda yaptıkları bir çalışmada, tavşanların diz eklemlerinde TENS uygulamasından sonra eklem içi ve dışı ısının arttığını tesbit etmişlerdir(55). Levy ve arkadaşları ise(1987), yaptıkları benzer bir çalışmada TENS'in eklem içi ısını arttırdığı ancak eklem içi basıncında ve sinovyal sıvı lökosit sayısında ise anlamlı bir düşme oluşturduğu sonucuna varmışlar ve inflamatuvar artritlerde kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bu konuda çalışmalar oldukça az ve sonuçlar çok çelişkili olduğu için ve aynı zamanda patolojik yönden belli bir standart oluşturmak amacıyla biz hastalarımızı dejeneratif karakterde ve non-enflama-

tuvar olgulardan seçtik.

Kronik non-enflamatuvar ve dejeneratif romatizmal rahatsızlıklar üzerinde TENS ile yapılan çalışmalara literatürde seyrek rastlanmaktadır. Mevcut sonuçlar da birbirleriyle oldukça uyumsuzluk göstermektedir. Shealy(1972), Augustinsson(1977), Burton(1976), Andersson(1976 ve 1979), Dougherty(1979), Francini(1981) ve arkadaşları, yaptıkları kontrolsüz çalışmalarda, kronik ağrılar üzerine TENS'i faydalı bulmuşlardır.

Long ve arkadaşları(1979) ise, kronik bel ağrıları üzerinde TENS'i plaseboda farklı bulamadıklarını bildirmişlerdir. Lehmann ve arkadaşları da(1986) son zamanlarda yapılan kontrollü bir çalışmada TENS'i plaseboda farklı bulamamışlardır(33,35).

Çalışmamız sırasında bizi en fazla zorlayan husus, bu tür araştırmalar yapan bütün araştırmacılar gibi, ağrının değerlendirilmesi oldu. Subjektif bir duygu olması nedeni ile ağrıyı değerlendirmek için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bunlar içersinde en fazla rağbet göreni, vizüel Analog Scala (VAS) olarak isimlendirilen, 10 cm'lik bir çizgi üzerinde, başlangıcını "ağrı yok", son noktasını ise "en kuvvetli ağrı" olarak kabul edip, hastanın kendi ağrısını çizgi üzerinde bu iki noktaya kıyasla göstermesini esas alan bir yöntemdir. Bunun haricinde 4'lü ve 5'li skalalar vardır. Biz, tedaviye aldığımız grubun daha kolay cevaplayabileceğini düşündüğümüz 5'li skalayı tercih ettik ancak ilave olarak hekim de bu skalayı kendi görüşüne göre değerlendirdi. Ayrıca "hastaya göre ağ-

rının değişimi" ni içeren 5'li bir skala daha kullanıldı. Amaç, değerlendirmesi çok güç olan ağrı duygusunu olabildiğince standart hale getirmek ve birkaç boyutta araştırmaktı.

Çalışmamız sonunda 10.gün her grubu kendi içersinde değerlendirdiğimizde(3.kontrol), hepsinde de başlangıca göre hem "hastaya ve hekime göre ağrı" hemde "hastaya göre ağrının değişimi" parametrelerinde anlamlı bir düzelme saptadık. Bu sonuca göre TENS'in kronik ağrıyı gidermede en azından diğer iki akım türü kadar etkili olduğu söylenebilir. Burada ortaya çıkan ilginç bir sonuç plasebo grubunda da anlamlı bir düzelme elde edilmesi oldu. Gruplar kendi aralarında mukayese edildiğinde( 4. kontrol değerlerine göre), "hastaya göre" ve "hekime göre" ağrı parametrelerinde  akım türü de plasebo gruba göre daha etkiliydi ancak aradaki fark anlamlı bulunmadı. "Hastaya göre ağrının değişimi" zerinde ise TENS ve Enterferans, kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede etkili bulundu. Bu sonuçlardan da TENS'in kronik ağrı tedavisinde rahatlıkla kullanılabileceği söylenebilir. Burada dikkat çekici bir diğer husus, "hastaya göre ağrı" ve "hastaya göre ağrının değişimi" değerlerinin birbirleriyle paralel seyretmesi beklenirken, enterferans ve TENS'in kontrolle kıyaslanmasında, sonuçların birinci parametre açısından anlamsız, ikinci parametre açısından ise anlamlı çıkmasıydı. Bu durum ağrının, bilhassa kronik ağrının birkaç boyuttan araştırılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Kronik ağrı üzerinde yapılan bu tür kontrollü çalışmalarda, plasebo grubun beklenenin üzerinde etkili bulunması, hep dikkat çekici olmuştur. Levine(1978) bunun sebebinin, plasebonun bilinmeyen bir mekanizma ile beta-endorfin salgısını arttırmasına bağlı olabileceğini ileri sürmüş, Hughes ve arkadaşları(1984) ise, muhtelif TENS formları ve plasebo ile yaptıkları bir çalışmada, beta-endorfinin plasma değerlerini ölçmüşler ve plasebo grupta % 30 artma tesbit etmişlerdir(24). Ancak O'Brien ve arkadaşları yaptıkları benzer bir çalışmanın sonuçlarına göre bunu pek desteklememektedirler(44).

Bizim çalışmamızda rutin olarak her gruba eklenen infraruj(15 dk) ve plasebo ultrasonun(3 dk) kontrol grubunda görülen olumlu etkiyi yaratması mümkündür. İnfrarujun lokal olarak dolaşımı ve metabolizmayı arttırmak suretiyle, inaktif olarak 3 dk uygulanan ultrasonun ise oluşturduğu öfleraj etkisiyle refleks olarak ağrıyı azalttığı düşünülebilir. Dolayısıyla bu faktörlerin ortadan kaldırılabilirdiği bir çalışmanın sonuçları daha farklı olabilecektir.

Hatırlanılması gereken diğer bir husus, bu çalışmada TENS türlerinden sadece konvensiyonel formun 20 dk olarak, diadinaminin sadece long period olarak ve kutup değiştirerek toplam 3 dk, enterferansın ise sabit 100 frekansta ve 10 dk uygulandığıdır. Değişik akım formları ve değişik sürelerle yapılacak bir çalışmada sonuçlarda değişiklik olabilecektir. Mannheimer, kronik ağrılarda tedaviye konvensiyonel TENS ile başlayıp fayda görmezse elektrod yerleşim yerlerini değiştirdiğini, gene fayda görmezse bu

sefer değişik stimölasyon formlarına geçtiğini belirtmiş-  
tir(41). Eriksson ve Sjolund(1976 ve 1978) konvensiyonel  
TENS'a cevap vermeyen olgularda yüksek şiddetli patlayıcı  
form ile gayet iyi neticeler aldıklarını bildirmiş-  
lerdir.

Kronik ağrıların değeriendirilmesinin bazı dez-  
avantajları vardır. Bir kere, deneysel ağrı gibi keskin  
bir duyu sınırı yoktur, yaygındır, künttür, sızlama tar-  
zındadır, birçok fizyolojik ve psikolojik komponentleri  
vardır. Dolayısıyla tedaviye cevabı etkileyen başka fak-  
törler de mevcuttur. Seanslar arasında hastanın neler yap-  
tığı, ağrıyı arttıracak veya azaltacak uygulamalarda bu-  
lunup bulunmadığı, tedavi boyunca sosyal ve emosyonel  
yaşantısındaki değişikliklerin ağrısı üzerine etkileri..  
..vb,dikkate alınması gereken hususlardır.

1975 yılındaki makalesinde Melzack, kronik ağrıda  
hafızaya benzer bir süreç ile kapalı devre nöron aktivi-  
te ağları kurulur ve bu nöronlar geriye dönen kollate-  
raller aracılığı ile kendi kendini uyarırlar, nöral ağlar-  
da ritmik bir aktivite başlar demektedir. 1981 yılında-  
ki makalesinde ise bu "ağrı hafıza halkaları"nı kırabil-  
mek amacıyla yeni bir öneri ortaya atmakta ve "herhangi  
bir şekilde kronik ağrılı hastanın belli bir süre için  
ağrıyı duymamasını sağlayabilirsek, ritmik aktiviteyi  
kırmayı başarabiliriz" demektedir. Melzack'a göre kısa  
bir süre için bile olsa, ağrının ortadan kaldırılması  
ile kişi, yürüme, çalışma gibi normal motor aktivitele-  
rini yapabilecektir. Bu durumun sonucu olarak ortaya

ıkan normal propioseptif inputlar, anormal sinirsel aktivitetlerin tekrar başlamasını önleyebilecektir. Melzack, anestezi bloklarla ağrıda görülen dinmenin bloğun süresini aşmasını bu görüşüne kanıt olarak getirmekte ve "tekrarlayan bloklarla ağrıyı tümüyle geçirebiliriz" demektedir.

Ağrı ile mücadelede ağrının üzerine gidilmesini savunan Melzack, 1981 makalesini "madem ki amaç bu hal-kayı kırmaktır, elimizde ağrı giderici ne teknik varsa uygulamalıyız ve belki bunları hep birlikte uygulamalıyız" diye bitirmektedir(43).

Üzerinde çok fazla tartışmalar olmasına rağmen hal-la önemini yitirmemiş olan bu teoriye göre, madem ki TENS ağrı kesici bir olanak olarak karşımıza çıkmıştır, o hal-de üzerinde çok daha etraflı çalışmalar yapılmasına değer gibi gözükmektedir.

## S O N U Ç

A.B.D.'nde ağrı tedavisinin maliyeti yılda 35-50 milyar doları bulmaktadır. Sıcak uygulamaları, krio, masaj, traksiyon, egzersiz ve diğer tedavi olanaklarıyla ağrı tedavisinde Fizik Tedavi ön plandadır. Ağrı tedavisinde son yıllarda ortaya çıkan bir olanak da TENS'dir.

Klasik ve alçak frekanslı akımlardan çok büyük farklar göstermeyen bir akım karakterine sahip olan TENS'i klasik alçak frekans tedavisinden ayıran en büyük fark belkide bu akımların elde edildiği aletlerin küçük, cephede taşınan boyutlarda ve pille çalışabilir olmasıdır. Aletin küçüklüğü, portabl olması, şehir cereyanına bağımlı olmaması, kullanım kolaylığı, daha uzun süreli, hatta devamlı ve bizzat hasta tarafından kullanılabilir basitlikte ve tehlikesiz olması en büyük avantajlarıdır. Yoksa, kullanılan akım türü, frekansı..vb özellikleri çok değişik ve yeni olanaklar değildir. Bu tür aletlerin daha uzun süreli ve yaygın kullanılma olanakları, ilaç tedavisinden yan etkileri nedeniyle olabildiğince kaçınılmaya başlanan günümüzde, elektroterapinin ağrı tedavisinde gittikçe değerli bir yer almasını sağlayacak gibi görünmektedir. Ancak, yine bu kullanım kolaylıkları, bu yöntemlerin rastgele ve tıp dışı kişiler tarafından da kullanılıp, kısa sürede değerini hasta gözünde yitirmesi tehlikesini de getirmektedir. Bu nedenle, hekim tavsiyesiyle uygulanmalıdır.



Sonuç olarak, literatürde diğer iki akım türüne göre henüz klinik hüviyetini bulamadığını gördüğümüz TENS'i, çalışmamız sonucunda biz, en az diğer iki klasik akım kadar analjezik etkili gördük. "Hastaya göre ağrının değişimi" açısından ise enterferansla birlikte daha da etkili bulduk.

TENS'in kronik ağrılar üzerinde uzun süre uygulanmasının etkilerini araştırmak ve maksimum fayda verecek elektrod yerleşim yerleri ve stimülasyon karakterlerini tayin etmek için daha pek çok klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

## Ö Z E T

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon kliniğine başvurup fizik tedaviye alınması uygun görülenler arasından seçilen 78 hasta üzerinde TENS, diadinami ve enterferans akımlarının analjezik etkileri, çift-kör ve kontrollü olarak karşılaştırıldı. TENS ve diadinami gruplarına 20'şer, enterferans ve kontrol gruplarına 19'ar hasta rastgele seçildi. Ağrının değerlendirilmesi "hastaya göre ağrı", "hekime göre ağrı", ve "hastaya göre ağrının değişimi" üzerinde 5'li skala kullanılarak ayrı ayrı yapıldı.

Tedavinin 10. günü yapılan değerlendirmede, bütün gruplarda başlangıca göre, her üç parametre açısından da anlamlı bir düzelme olduğu saptandı( $p < 0.05$ ). Tedavinin 15. günü gruplar kendi aralarında mukayese edildiğinde, TENS ve enterferans grubunda kontrol grubuna kıyasla, "hastaya göre ağrının değişimi" üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir düzelme saptandı( $p < 0.01$  ve  $p < 0.05$ ). Diğer parametreler üzerinde de her üç akım türü kontrole göre daha etkiliydi ancak aradaki fark anlamlı değildi.

K A Y N A K L A R

1. Akyokuş, A., Arman, M.İ., Bütün, B., Mut, M., Gündoğar, A.G.: TENS-Diadinamik akımlar analjezik etki karşılaştırması. Alman-Türk Romatoloji ve Fiziksel Tıp Günleri, Özet Kitabı, 1986.
2. A Manual of Electrotherapy. 4th Edition, Lea and Febiger, Philadelphia 1975, p.139-177.
3. Andersson, S.A., Hansson, G., Holmgren, E., et al: Evaluation of the pain suppressive effect of different frequencies of peripheral electrical stimulation in chronic pain conditions: Acta Orthop Scand. 47:149-157, 1976.
4. Barr, J.O., Nielsen, D.H., Soderberg, G.L.: Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation characteristics for Altering Pain Perception. Physical Therapy. 66:10, p. 1515-21, 1986.
5. Berlant, S.R.: Method of Determining Optimal Stimulation Sites for Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation. Physical Therapy. 64(6):924-928, 1984.
6. Casale, R., Gibellini, R., Bozzi, M., Bonelli, S.: Changes in sympathetic activity during high frequency TENS. Acupunct. Electro-Therap. Res. 10(3):169-75, 1985.
7. Chan, C.W.Y., Tsang, H.: Inhibition of the human flexion reflex by low intensity, high frequency transcutaneous electrical nerve stimulation(TENS) has a gradual onset and offset. Pain. 28(2):239-53, 1987.
8. Çetinyalçın, İ.: Fizik tedavi ve Rehabilitasyon. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, İstanbul 1970, s.89-94.
9. Dobie, R.A., Hoberg, K.E., Rees, T.S.: Electrical tinnitus suppression: A double-blind crossover study. Otolaryngology-Head and Neck Surgery. 95(3 pt 1):319-23, 1986.

10. Eberhardt, A., Szczypiorski, P., Korytowski, G.: Effect of Transcutaneous Electrostimulation on the cell composition of skin exudate. *Acta. Physiol. Pol.* 37(1):41-6, 1986.
11. Ekblom, A., Hansson, P.: Extrasegmental Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation and Mechanical Vibratory Stimulation as compared to placebo for the relief of acute oro-facial pain. *Pain.* 23:223-29, 1985.
12. Ekblom, A., Hansson, P., Fjellner, B.: The influence of extrasegmental mechanical vibratory stimulation and transcutaneous electrical nerve stimulation on histamine-induced itch. *Acta. physiol. scand.* 125(3):541-45, 1985
13. Engelberg, M., Bauer, W.: Transcutaneous electrical stimulation for tinnitus. *Laryngoscope.* 95(10):1167-73, 1985.
14. Eriksson, M., Sjolund, B., Nielzen, S.: Long term results of peripheral conditioning stimulation as an analgesic measure in chronic pain. *Pain.* 6:335-47, 1979.
15. Fisher, A.P.: Transcutaneous electrical nerve stimulation in meralgia paraesthetica of pregnancy. *British Journal of Obst. and Gynaeco.* 94:603-5, 1987.
16. Francini, F., Maresca, M., Procacci, P., et al.: The effects of non-painful transcutaneous electrical nerve stimulation on cutaneous pain threshold and muscular reflexes in normal men and in subjects with chronic pain. *Pain.* 11:49-63, 1981.
17. Golding, J.F., Ashton, H., Marsh, R.; Thompson, J.W.: Transcutaneous electrical nerve stimulation produces variable changes in somatosensory evoked potentials, sensory perception and pain threshold: Clinical implications for pain relief. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry.* 49:1397-406, 1986.
18. Göncü, K., Başgöze, O., Kutsal, Y.G., Narman, S.: Dia-

- dinamik akımlar ve Transcutaneal Elektriksel Sinir Stimülasyonunun(TENS) motor sinir iletim hızına etkilerinin karşılaştırılması.  
Fizyoterapi-Rehabilitasyon. 5(3):235-42, 1987.
19. Hacettepe Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu Ders Notları, Ankara, 1982.
  20. Hansson, P., Ekblom, A.: Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation(TENS) as compared to placebo TENS for the relief of acute oro-facial pain. Pain. 15: 157,65, 1983.
  21. Hansson, P., Ekblom, A., Thomsson, M., Fjellner, B.: Influence of Naloxone on relief of acute oro-facial pain by Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) or Vibration. Pain. 24:323-29, 1986.
  22. Harrison, R.F., Woods, T., Shore, M., Mathews, G., Unwin, A.: Pain relief in labour using transcutaneous electrical nerve stimulation(TENS). A TENS/TENS placebo controlled study in two parity groups. British Journal of Obstetrics and Gynaecology. 93:739-46, 1986.
  23. Harrison, R.F., Shore, M., Woods, T., Mathews, G., Gardiner, J., Unwin, A.: A comparative study of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation(TENS), Entonox, pethidine+promazine and lumbar epidural for pain relief in labour. Acta Obstet Gynecol Scand.66:9-14, 1987.
  24. Hughes, G.S., Lichstein, P.R., Whitlock, D., Harker, C.:Response of plasma beta-endorphins to Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation in healthy subjects. Phys. Ther. 64(7): 1062-66, 1984.
  25. Huskinsson, E.L.: Measurement of pain. Lancet. 2:25, 1974.
  26. Jancko, M., Trontelz, J.U.: Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation: A microneurographic and perceptual study. Pain. 9:219-30, 1980.

27. Jette, D.U.: Effects of different forms of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on experimental pain. *Physical Therapy*. 66(2):187-90, 1986.
28. Kaada, B., Olsen, E., Eielsen, O.: In search of mediators of skin vasodilation induced by transcutaneous Nerve stimulation. III. Increase in plasma VIP in normal subjects and in Raynaud's disease. *Gen. Pharm.* 15, 107, 1984.
29. Karlsen, E., Schock, S.H.: Treatment of tinnitus with electrical stimulation : An evaluation of the Audimax theraband. *Laryngoscope*. 97(1):33-7, 1987.
30. Katims, J.J., Long, D.M., Ng, L.K.Y.: Transcutaneous Nerve Stimulation (Frequency and waveform specificity in humans). *Appl. Neurophysiol.* 49:86-91, 1986
31. Lampe, G.N.: Introduction to the use of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation devices. *Physical Therapy*. 58(12):1450-4, 1978.
32. Leandri, M., Brunetti, O., Parodi, C.I.: Telethermographic findings after Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation. *Physical Therapy* 66(2):210-3, 1986.
33. Lehmann, T.R., Russell, D.W., Spratt, K.F., Colby, H., Liu, Y.K., Fairchild, M.L., Christensen, S.: Efficacy of Electroacupuncture and TENS in the rehabilitation of chronic low back pain patients. *Pain*. 26(3):277-90, 1986.
34. Leo, K.C., Dostal, W.F., Bossen, D.G., Eldridge, V. L., Fairchild, M.L., Evans, R.E.: Effect of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation characteristics on clinical pain. *Physical Therapy*. 66(2):200-5, 1986.
35. Long, D.M., Cambell, J.N., Gucer, G.T.: Transcutaneous electrical stimulation for relief of chronic pain. *Adv. Pain Res. Ther.* 3:593-99, 1979.
36. Lundeborg, T., Bondesson, L., Lundström, V.: Relief of primary dysmenorrhea by Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 64: 491-97, 1985.

37. Mannheimer, C., Carlsson, C.A.: The analgesic effect of transcutaneous electrical nerve stimulation(TNS) in patients with rheumatoid arthritis: A comparative study of different pulse patterns. *Pain.* 6:329-34, 1979.
38. Mannheimer, C., Carlsson, C-A., Vedin, A., Wilhelmsson, C.: Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in angina pectoris. *International Journal of Cardiology*, 7:91-95, 1985
39. Mannheimer, C., Carlsson, C., Vedin, A., Wilhelmsson, C.: Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation(TENS) in Angina Pectoris. *Pain.* 26:291-300, 1986.
40. Mannheimer, J.S.: Electrode placements for Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation. *Physical Therapy*, 58(12):1455-61, 1978
41. Mannheimer, J.S.: Commentary. *Physical Therapy*, 66(2): 191-2, 1986.
42. Mannheimer, J.S., Lambe, G.N.: Clinical Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation. Philadelphia, PA, FA Davis Co., 1984.
43. Melzack, R.: Myofascial Trigger Points: Relation to Acupuncture and Mechanisms of Pain. *Arch. of Phy. Med. and Reh.* 62(3) :114-7, 1981.
44. O'Brien, W.J., Rutan, F.M., Sanborn, C., Omer, G.E.: Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on human blood betaendorphin levels. *Phys. Ther.* 64(9): 1367-74, 1984.
45. Omura, Y., Sc. D., F.A.C.A., F.I.C.A.E.: Electricals parameters for safe and effective electroacupuncture and Transcutaneous Electrical Stimulation: Threshold potentialis for tingling, muscle contraction and pain and how to prevent adverse effects of Electrotherapy. *Acupunct. Electrother. Res.* 10(4):335-7, 1985.
46. Petaş; Interferansiyel Tedavi Cihazı " model Interpet

- 100 " Kullanma Tekniği Klavuzu, Kelaynak Yayınevi ve Matbaası, Ankara, 1980.
47. Quinton, D.W., Sloan, J.P., Theakstone, J.: Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation in acute hand infections. The Journal of Hand Surgery. 12(2):267-8, 1987.
48. Rabin, A.G.: Letters to the Editor. Pain, 29(3):399-403, 1987
49. Sengir, O. : Fizik Tedavi Kitabı. Çeltüt Matbaacılık Koll. Şti., İstanbul, 1970, s.38-43
50. Sylvester, K., Kendall, G.P.N., Lennard-Jones, J.E.: Treatment of functional pain by transcutaneous electrical nerve stimulation. British Medical Journal. 293:481-2, 1986.
51. Şimşek, N.: Diadinamik akımlar. Hacettepe Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu Ders Notları, 1982.
52. Uygur, F. : Transkutanöz Elektriki Sinir Stimülasyonunun(TENS) Ardındaki Teoriler. Fizyoterapi-Rehabilitasyon Dergisi. 5(3):284-90, 1987.
53. Yamamoto, E., Nishimura, H.: Treatment of hemifacial spasm with transcutaneous electrical stimulation. Laryngoscope, 97(4):458-60, 1987.
54. Watson, J.: Pain mechanism-A review, III. Endogenous Pain Control Mechanism. Australian Journal of Physiotherapy. 28(2):38-45, 1982.
55. Weinberger, A., Dalith, M., Toren, A., Volovsky-Toren, P., Ben-Bassat, M., Giler, S., Pinkhas, J.: Transcutaneous Electrical Stimulation of the normal rabbit joint. Scand. J.Rehab.Med. 19:67-70, 1987.
56. Wolf, S., Gersh, M., Rao, V.: Examination of electrode placements and stimulating parameters in treating chronic pain with conventional transcutaneous electrical nerve stimulation(TENS). Pain. 11:37-47, 1981.