

Kaynama Gecikmesi ve Psödoartroz Gösteren Kırıkların Doğru Akım Stimülasyonu ile Tedavisi

Prof. Dr. Güngör S. ÇAKIRGİL *
Prof. Dr. Adnan ŞAPLAKOĞLU **
Dr. Tanık VAZAR ***

Ö Z E T

Doğru akım stimülasyonu ile kemik iyileşmesi üzerindeki etkilerini inceleme programı A. Ü. Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalında uygulanmıştır. Doğru akım stimülatörü Prof. Dr. A. Şaplaçoğlu tarafından kliniğimizde uygulanmaya hazır hale getirilmiştir. Bu tedavi, uzun kemiklerin kaynama gecikmesi ve psödoartroz gösteren 16, enfekte psödoartroz gösteren 5 vak'ada uygulanmış, 19 vak'ada (% 90,4) başarı sağlanmıştır. Ameliyatın basit ve emin oluşu, hastanede kalma sürelerinin kısalığı ve komplikasyonların çok az oluşu metodun üstünlüğünü kanıtlamıştır. Mevcut enfeksiyon prosedür için bir kontrendikasyon teşkil etmez. Bu ameliye Phemister veya Charnley'in kemik grefti ameliyatlarına göre, daha az ağırlı oluşu, kansellöz grefte ihtiyaç göstermemesi minimal bir deri insizyonu ile gerçekleştirilmesi yönleri ile daha avantajlıdır. Netice olarak uzun kemik psödoartrozlarının tedavisinde elektrik stimülasyonunun etkin bir metod olduğu kanıtlanmıştır.

G İ R İ Ş :

1892'de Wolf'a göre, «Canlı kemik dokusu, mekanik stress karşısında ossöz yapısını optimal seviyeye çıkarır.» Diğer taraftan ke-

* A. Ü. Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Başkanı

** Fizik Profesörü, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Eski Fizik Kürsüsü Başkanı

*** A. Ü. Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji

miğin elektriksel bir gücü vardır. Bioelektrik etkiler kemik dokusunda Wolf Kanununa uyum sağlayacak tarzda fonksiyon yapar, yani canlı kemik elektrik akımı altında tutulduğunda da, tıpkı mekanik stres gibi buna optimal osteogenesis ile cevap verir.

1950'lerin ilk yarısında Japon araştırmacılardan Yasuda ve Fukuda (26) stres'in kemiği kuvvetlendirdiğini yazmışlardır. Amerika'da Basset (2) ve Backer (1) tarafından 1950 yıllarının sonlarında, aynı paraleldeki çalışmalar yapılmıştır. 1960 başlarında Shamos, Lavine (18) mekanik streslerin kemikte elektriksel göstermişlerdir. Sıkışma bölgelerinde negatif, gerilme pozitif elektrik gözlenmiştir. Gene 1960'da Freidenberg (9), Brighton (3) aktif kemik büyümesi ve tamiri olan bölgelerde negatif elektriğin diğer kemik bölgelerine oranla daha fazla olduğunu bulmuşlardır.

Bugün için genellikle kabul edilen fikir, kemiğin elektriksel özelliği ve bunun bioelektriksel etkileri Wolf Kanununu desteklemektedir. Kemikleşmede elektriksel stimülasyonun etkileri ile ilgili suallerin mevcudiyetine rağmen, hayvan ve insan üzerindeki çalışmaların neticeleri son 20 yıllık literatürde kaydedilmiş ve aşağıdaki realiteler benimsenmiştir.

1 — Çeşitli formlardaki elektriksel stimülasyonlar osteogenesis'i teşvik eder veya etkili olur. (9, 10, 11, 12)

2 — Elektriksel stimülasyon emin ve uygulanan diğer geçerli tedavi metodlarına eşdeğerdir.

3 — Elektriksel stimülasyon, non-union tedavisinde kemik grefine alternatif bir tedavi metodudur. Ayrıca sonuç vermeyen greft ameliyatlarından sonra da başarı sağlar.

Son zamanlardaki klinik çalışmalarından elde edilen başarılı sonuçlarla elektrostimülasyonun değeri embriyonik safhasını aşarak güncel bir konu haline gelmiş ve non-union vak'alarında kemikleşmeyi stimüle eden, greft ameliyesine eşdeğer bir metod olarak kabul edilmiştir.

Başlangıçta stimülasyon, klasik metodların denendiği, başarısız kaldığı veya kırıktan sonra 12 ay geçmesine rağmen şifa olmadığı vak'alarda uygulanıyordu. Bugün, ciddi kompaund kırıklarda tedavinin çok uzun sürmesi, hastanın uzun süre yatakta kalmasının yaratacağı sosyo-ekonomik ve psikolojik etkileri dikkate alındığında, bu

gibi taze vak'alarda da erken elektrostimülasyon indikasyonu benimsenmektedir. Gene, klasik metodlar uygulanmış fakat kaynama gecikmesi (delayed union) tanımlanmış vak'alarda elektrostimülasyon indike olmaktadır.

Brighton (4) un da immobilizasyonu devam ettirmenin bir yararı yoktur.

Diğer taraftan Connoly ve arkadaşlarının (7) belirttiği gibi, altı ay geçmesine rağmen kaynamamış vak'alarda, kırık üzerine ağırlık yükleyici bir tedavi metodunun da faydası yoktur. Rossen (21) 6 aydan sonra kaynamayan kırıkları non-union, Müller ve arkadaşları (18) kazadan 3 - 4 ay sonra kaynamayan kırıkları gecikmiş kaynama (delayed union), 8 aydan sonra kaynamayan kırıkları da non-union olarak tanımladılar. Pratikte, yaralanmadan sonra geçen 6-9'aya rağmen kaynamayan kırıklar non-union kabul edilir.

Hayvanlar ve insanlar üzerinde yapılan çalışmalar elektrostimülasyonun iyileşme ve başarı oranının artmasını sağladığını kanıtlamıştır .(9). Lavine ve arkadaşlarının (16) hayvanlar üzerindeki araştırmaları makroskobik ve mikroskobik olarak göstermiştir ki, doğru akım verilen vak'alarda normal şifa işlemi akım verilmeyen vak'alara oranla daha hızlıdır. Weibert ve arkadaşları (27), tavşan ve koyunların uzun kemik kırıklarında doğru akım uygulamasının kırık şifasını hızlandırdığını, Pawluk ve Bassett (20) köpeklerde kortikal kemik defektlerinin doğru akım stimülasyonu ile dolma süratinin, akım uygulanmamış kontrol grubuna nazaran bariz bir üstünlük gösterdiğini kaydetmişlerdir. Lavine ve arkadaşlarının (16) domuzlar üzerindeki çalışmalarına göre, doğru akım stimülasyonu greftlemeye nazaran daha hızlı bir osteogenesise neden olmaktadır. Dwyer ve Wickham (8) primer spinal füzyon ameliyatlarında geliştirdikleri doğru akım stimülasyonu ile erken bir füzyon gelişmesini sağlamışlardır.

Masireik ve Erikson (17) doğru akım stimülasyonu ile tedavi edilmiş mandibula kırıkları ile, klasik tedavi edilmiş kontrol grubunu karşılaştırmışlar ve görmüşlerdir ki, elektrostimülasyon ile tamir ilk 10 - 14 günde gelişebilmektedir.

Jorgensen (15), eksternal fiksatorle kombine doğru akım stimülasyonu ile tedavi ettiği 28 tibia kırığında şifa sürecinin, sadece

eksternal fiksator kullanarak tedavi ettiği kontrol grubuna nazaran % 30 oranında daha erken geliştiğini göstermiştir. Paterson ve arkadaşları (19), kemik grefi ameliyesinden sonra şifanın sağlanabilmesi için geçen ortalama 6 ay, elektrostimülasyondan sonra ise bu sürenin 4 ay olduğunu kaydetmişlerdir.

Elektrostimülasyonun bir diğer indikasyonu da enfekte psödoartrozlardır. Backer ve arkadaşları (1) bu gibi vak'alarda psödoartroz hattına yerleştirilen negatif elektrodu gümüşden yapmış ve gümüş ionlarının bakterisidal etkisinden faydalanmışlardır. 1967'de Cieszynski (6) enfekte psödoartrozlu 5 vak'ada, negatif elektrik ile hastalarını başarı ile tedavi etmiştir, aynı otör, invivo tecrübelerinde *Staphylococcus Aureus*'lu dis

leştirmiş ve bilahare yapılan mikrobiolojik incelemelerde görülmüştür ki, bütün *Stap. Aureus* kolonileri pozitif elektrod çevresinde toplanmış, negatif elektrod çevresinde hiçbir koloni görülmemiştir. Bu da negatif elektrodun bakterisidal etkisi olduğunu göstermektedir. Peterson (19) un, implante edilebilir stimülatörle tedavi ettiği 88 kaynama gecikmesi ve non-union vak'asından 15'i enfekte psödoartroz idi. Bunlardan 13'ü şifa buldu, ve infeksiyon geçti, ancak iki vak'ada başarı sağlanamadı.

Elektrostimülasyonun diğer bir indikasyonu da taze kırıklardadır. 1909'da Stone (24) elektrostimülasyonun bakterisidal etkisini yazdı, yara şifasını hızlandırdığını gözledi. Carey ve Lapley (5), negatif elektrodun enflamatuar hücre infiltrasyonunu inhibe ettiğini gösterdi. Wolcot (29), enfekte iskemik deri ülserasyonlarında, elektrostimülasyondan 72 saat sonra aseptik bir ortamın sağlandığını gösterdi. Rowlev'de (22), *E. Coli* gelişiminin elektrostimülasyonla durdurulacağını kanıtladı.

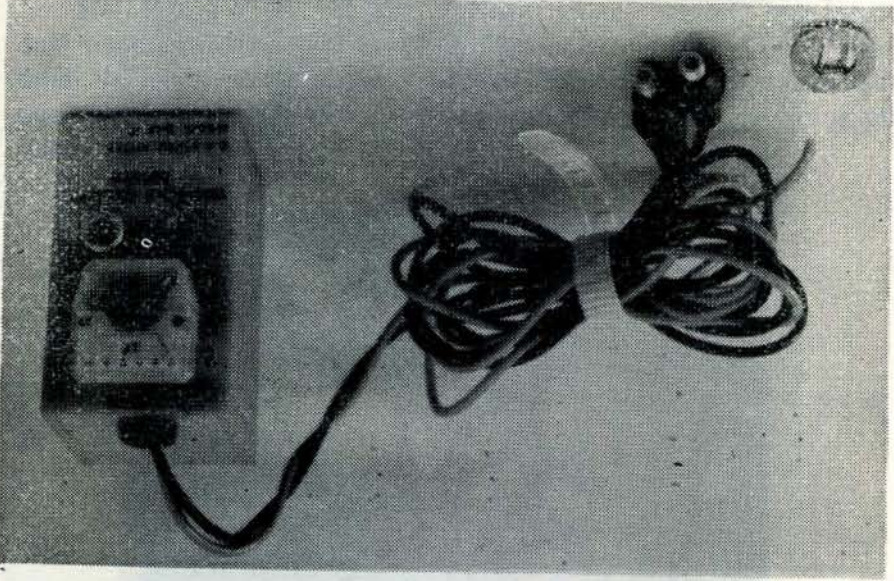
Bu özet tarihçeden sonra konuya girecek olursak:

Problem psödoartroz vak'alarında şifa işleminin hızlandırılmasında elektrik akımından faydalanma fikri 165 yıl öncesine gider, tıpta ilk uygulaması 1953'de Yasuda tarafından gerçekleştirildi ve kemiğin piezo-elektrik özelliği, elektrik akımı ile kallus formasyonu arasındaki münasebet kaleme alındı. (28)

Son 15 yıl içinde konu ile ilgili yüzden fazla neşriyat yapılmış, ancak metodun pratikteki müsbet bulgularına rağmen, doğru akımın

yeni kemik formasyonu üzerindeki etki mekanizması tam anlamı ile açıklığa kavuşturulamamıştır.

Doğru akım stimülatörünü ilk kez imal ederek insanlar üzerinde uygulayan Avustralyalı Dr. Dwyer ve Wickham olmuştur (8). Bu otör- lere ait ilk başarılı vak'a 8 yaşında, tibia diafizinde Neurofibromato- sis orijinli psödoartroz idi. Bu hastada ba Anderson cihazı ile tibial uzatma yapılmış, fakat psödoartroz ile so- nuçlanmıştı.



Şekil 1: Doğru akım stimülatördür. İbre ile hasta akımı kontrol edebiliyor. Dairesel olan elektrod cilde uygulanan pozitif elektroddur.

Bir ara Avustralya'da büyük bir septisemi salgını olmuş, bu ara- da birçok kırıklarda enfekte psödoartrozlar gelişmişti. Literatür bil- gilerinin ışığı altında elektrostimülasyon konusu ele alınmış, önce birçok hayvan deneyleri yapılarak, stimülasyonun psödoartroz üze- rindeki müsbet etkisi kanıtlanmış, daha sonra da insanlar üzerinde infekte psödoartroz vak'alarında uygulanmasına başlanmıştır.

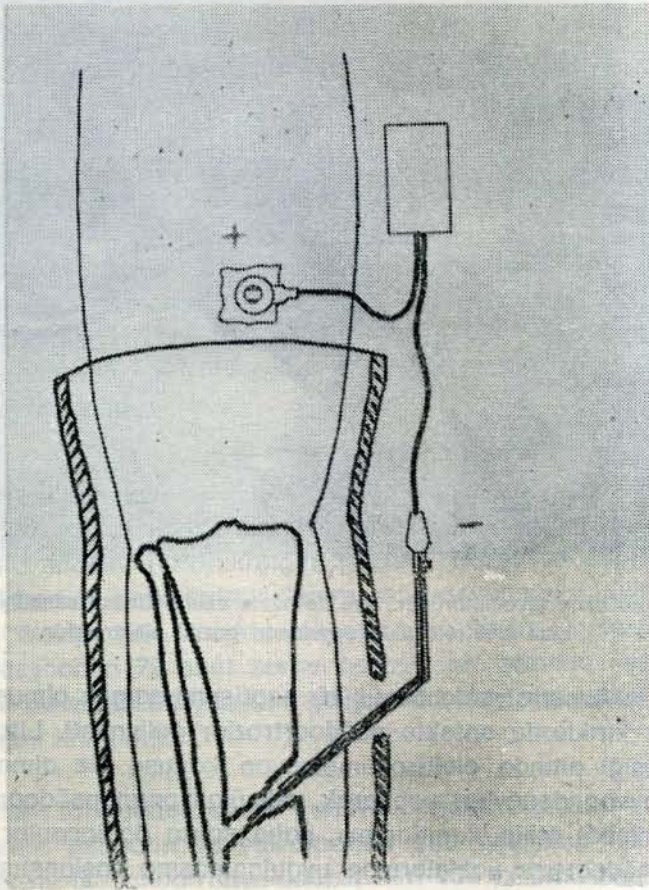
Osteogenesisi Sağlayan Stimülatör

Literatür verilerine dayanarak teşriki mesai yaptığımız Sayın Prof. Şaplakoğlu'nun gayretleri ile geliştirilen stimülatör üç esas ele- mandan müteşekkildir.

1 — Çinko/gümüşdioksit hücreli transistörize doğru akım aktif elektrodulara ohm'luk direnç değişmesinde sabit kalmaktadır. Sistemin ömrü 22-26 haftadır. Bataryanın fonksiyonu, hasta tarafından indikatör ile sürekli izlenebilmektedir.

2 — Kırık bölgeye yerleştirilecek SMO çeliğinden yapılmış 22 No kalınlıkta bir tel katod (negatif uç)

3 — Deri ile temasta olacak plakalı (karbon) anod.



Şekil 2: Uygulamanın şemasıdır.

Ameliyat Tekniği

Ufak bir deri insizyonu ile kırık sahaya ulaşılır. Kırık çizgisini ortalayacak tarzda, kemiğin ön korteksine 2x1 cm boyutlu pencere

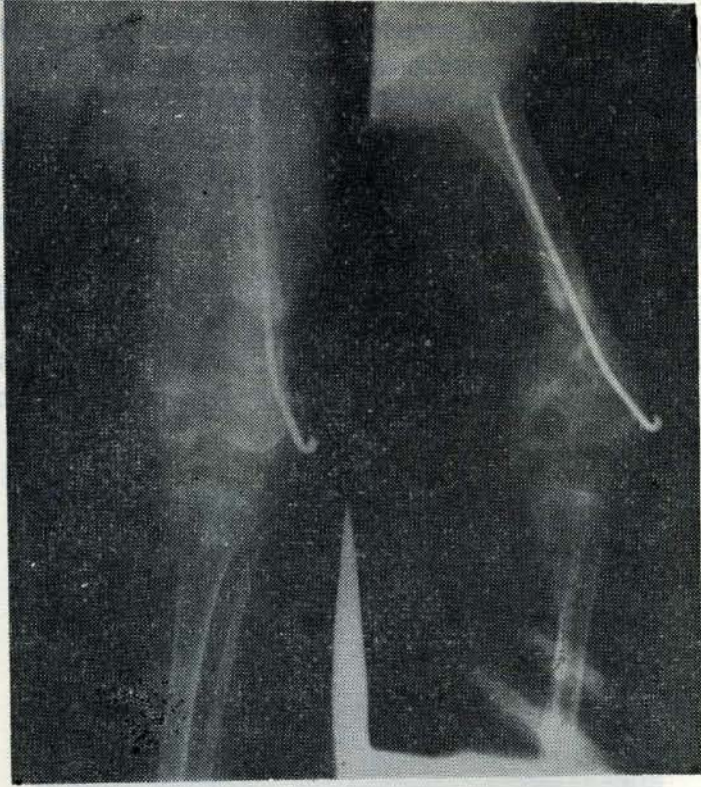
açılır. Fragman uçlarını örten sklerotik kemik tabakası ve fibrotik dokular kürete edilerek, medüller kanallar açılır. Şekline sokularak, kemikte hazırlanan yatağa yerleştirilir. Telin kemik dışında kalan kısmı, ince bir polyethylen boru içinden geçirilerek deri dışına alınır, cilt kapatılır. Ekstremité alçı tesbitine alınır. Genellikle katod üç ay kalır, fakat bu süre 6 ay kadar olabilir.

Klinik Vak'alarından Örnekler

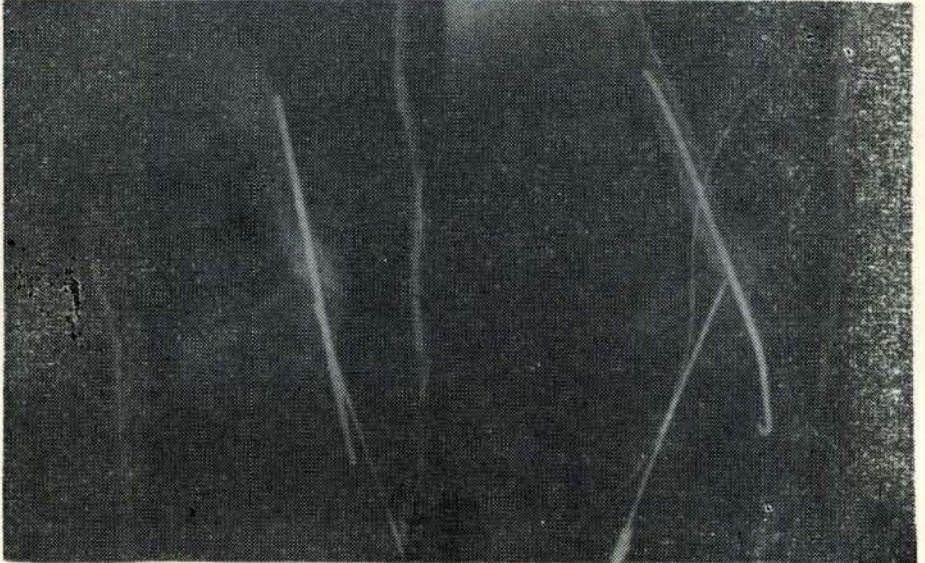
1 — E.D. 8 Y. Kız. İki kez ameliyat edilmiş hastada sağ femurdaki psödoartroz nedeni ile 12.12.1983'de intramedüller çivi yerleştirildi ve elektrostimülasyon uygulandı. 20 mikrocampelik akım şiddeti ayarlandı. 3 ay sonra ossöz konsolidasyon radyolojik rüldü.



Şekil 3: E.D. 8 B. Bayan, 1980'deki preoperatif filmi.



Şekil 4: Cerrahi uygulanmış, psödoartroz gelişmiş. (1983)



Şekil 5: Stimülasyondan 3 ay sonra kal var, angüle olmuş.

2 — H.K. 28 Y. Erkek. 1980'de bilateral tibia kırıklı olarak kliniğimizde tedavi gören hasta 1983'de enfekte açık psödoartroz olarak elektrostimülasyona alındı. Üç aylık kontrolde enfeksiyon durmuş ve kal oluşmuştu. PTB alçısı ile yürütüldü. 6 aylık kontrolde konsolidasyon tam idi, serbest bırakıldı.



Şekil 6: H.K. 28 Y. Erkek. Bilateral kırıklı hastada distalde psödoartroz görüldü (1983)

3 — C.Ö. 18 Y. Erkek. 1983'de müracaat ettiğinde, genu varum nedeni ile birbuçuk yıllık opere vak'a idi. Tibia proksimalinde korrekatif osteotomi yapılmış idi. Klinik ve radyolojik psödoartroz tanısı aldı. 20 mikroamper ile stimüle edildi. 2 aylık kontrolde konsolide kal görüldü. Serbest bırakıldı.



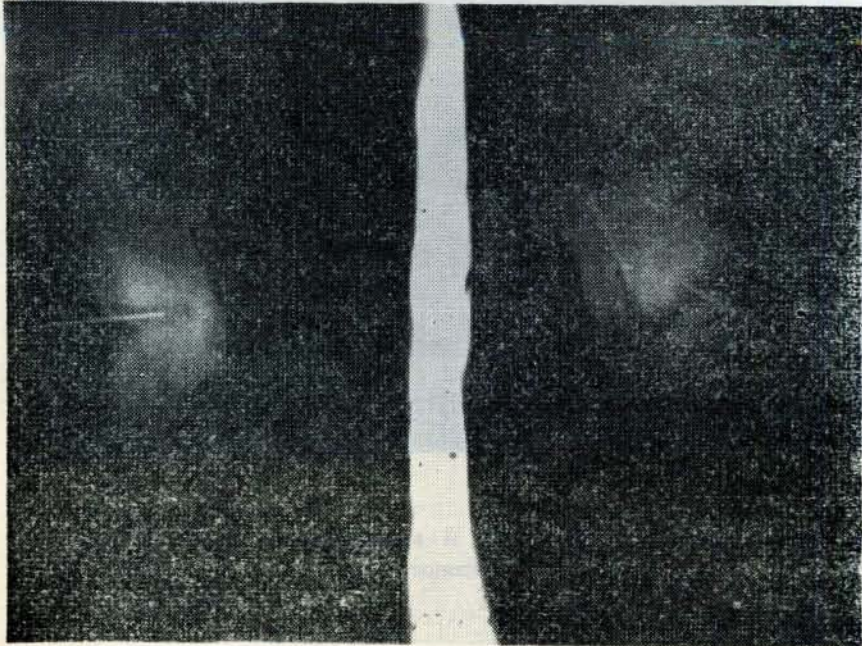
Şekil 7: Stimülasyondan 3 ay sonra



Şekil 8: Altı ay sonra

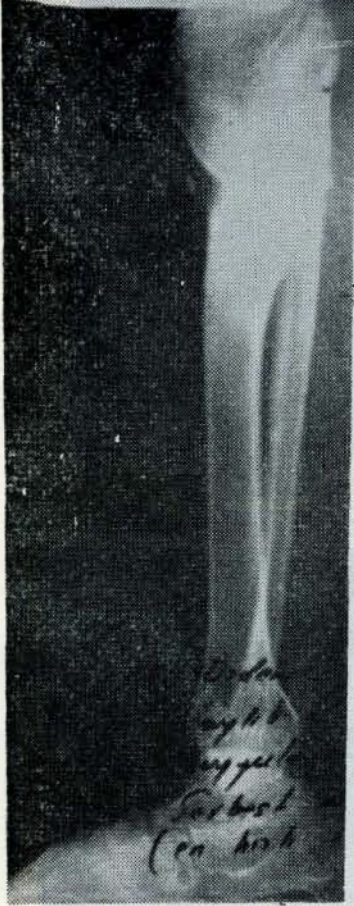


Şekil 9: C.Ö. 18 Y. Erkek. Müracaat filmi.



Şekil 10: Stimülasyondan 4 hafta sonrası

4 — N.D. 22 Y. Bayan. 1983'de enfekte tibia psödoartrozu olarak kliniğimize geldi, stimülasyon uygulandı. 4 ay sonra kaynama gözlemlendi. Enfeksiyon geriledi ancak durmadı.

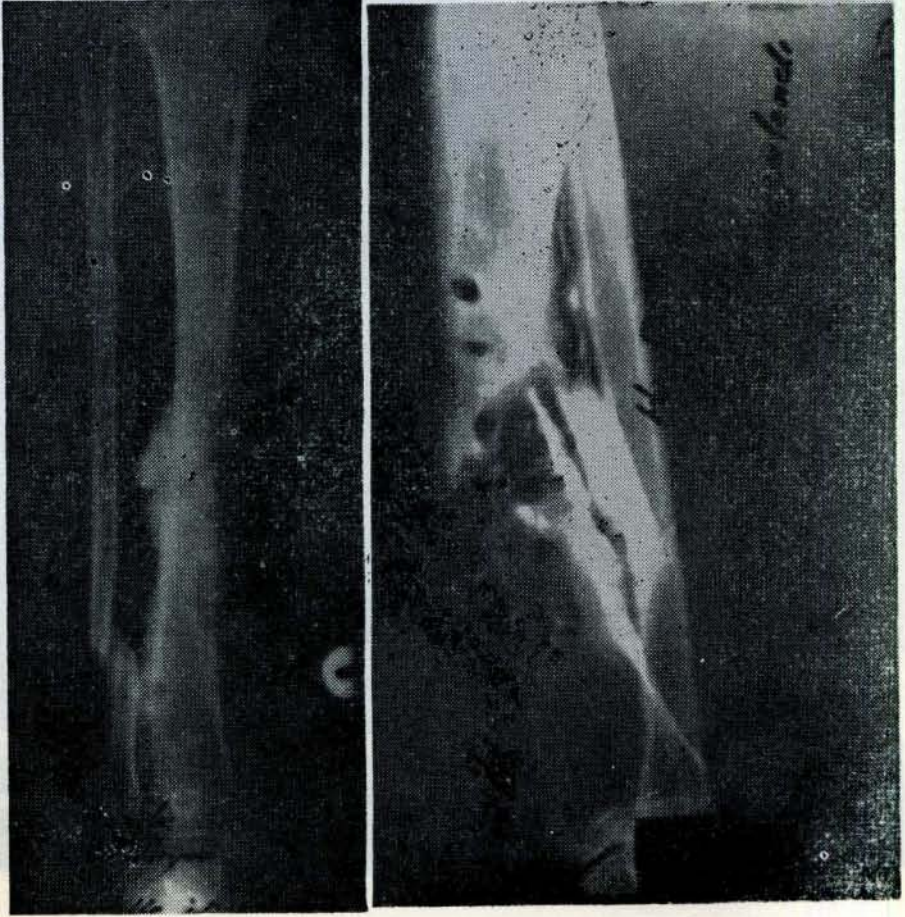


Şekil 11: Sekiz hafta sonra.



Şekil 12: N.D. 22 Y. Bayan. Müracaat filmi

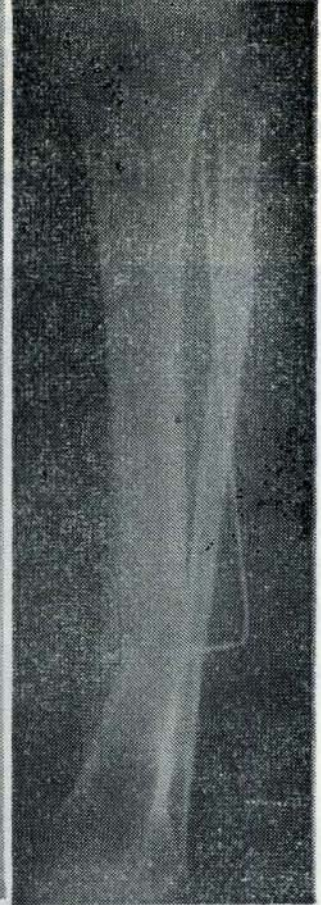
5 — H.B. 38 Y. Erkek. Tibia kırıklı olarak 1981'de kliniğimizde ameliyat edilen hasta, 8.8.1983 tarihine kadar kliniğimizde 4 kez psödoartroz teşhisi ile cerrahi tedaviye alınmış, kaynama olmamış idi. Bu tarihte enfekte idi, debride edildi, psödoartroz hattına negatif elektrod kondu. 3 ay sonraki kontrolde enfeksiyon yoktu, kal vardı. PTB alçısı ile yürütüldü.



Şekil 13: Dört ay sonra. Şekil 14: H. B. 38 Y. Erkek, ahstanın 4. ameliyat sonucu filmi.

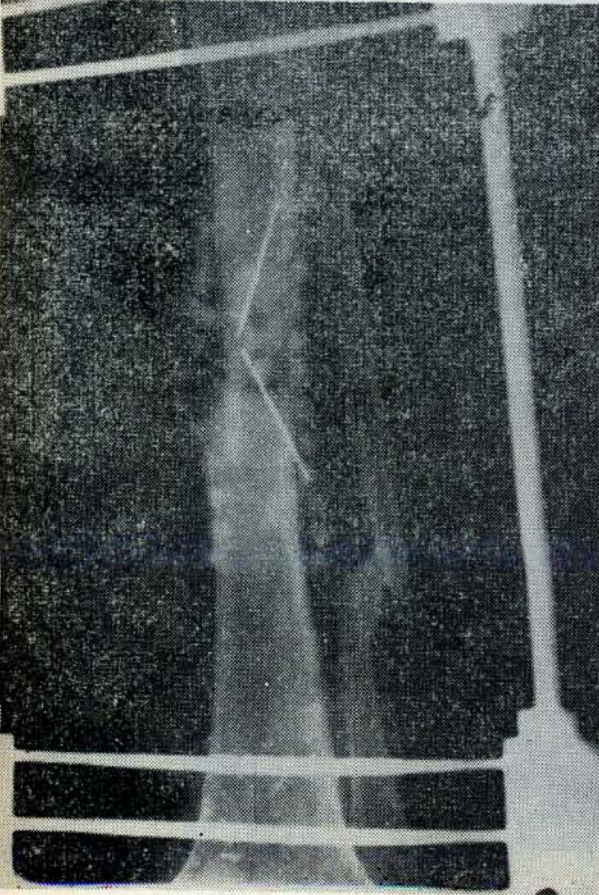


Şekil 15 :Stimülasyondan bir ay sonra, enfeksiyon azaldı



Şekil 16: Stimülasyondan üç ay sonra, enfeksiyon yoktu.

6 — M.K. 25 Y. Erkek. Kliniğimize başvurduğunda 6 kez ameliyat olmuş bir enfekte tibia psödoartrozu idi. Ciltte 5x10 cm boyutlu defekt vardı. 40 mikroamperlik stimülasyona başlandı 6 aylık kontrolde cilt epitelize olmuştu, enfeksiyon yoktu, kal görüldü, PTB alçısı ile yürütüldü.



Şekil 17: M. K. 25 Y. Erkek. Stimülasyona başlanıldığındaki filmi. Şekil 18: Altı ay sonra.



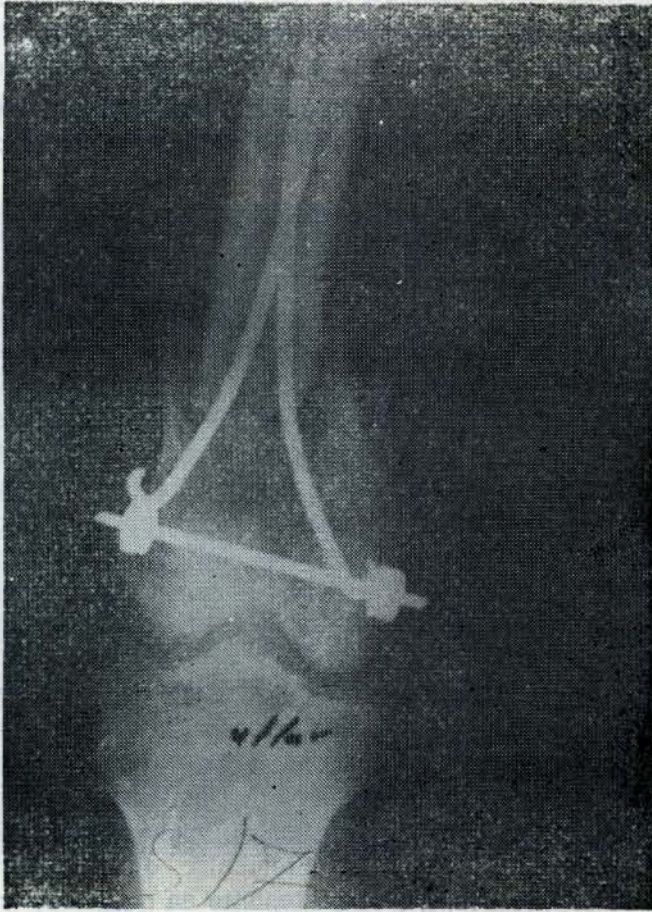
Şekil 19: İ.K. 50 Y. Erkek. Müracaat filmi. 6 aylık açık kırık idi.

7 — Ş.D. 23 Y. Erkek. Bir yıllık tibia psödoartrozu olarak müracaat eden hastaya negatif elektrod önceki ameliyatının plağı ile ilişkili olarak yerleştirildi. 3 aylık kontrol sonrası serbest bırakıldı.

Klinik Vak'alarının Sonuçları

Uzun kemiklere ait kırıklarda non-union (12 aylık) gösteren 21 vak'a A.Ü. Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalında tedaviye alındı. 7 vak'a kaynama gecikmesi, 14 vak'a non-union erkek, 6 kadın olan vak'alarımızda yaş hudutları 5-80, yaş ortalaması

ise 30 idi. 21 vak'adan 19'unda (% 90,4) tedavi sonrası klinik ve radyolojik şifa sağlandı. Bu vak'alarda, teşhisten sonra stimülasyon tatbikine kadar geçen süre 3 ay ile 6 yıl ve ortalama süre ise 10 ay idi. % 60 vak'ada bu süre 6 ay idi. % 40 vak'ada kaynama gecikmesi veya non-union teşhisi konduktan sonra hemen stimülatör uygulandı.



Şekil 20: Postoperatif filmi. Bir yıl sonra pseudoarthroz görüldü.

Şifa Süresi

21 vak'ada kırık bölgede radyolojik ossöz konsolidasyonun görülmesi 12 - 36 hafta ve ortalama 16 haftalık süre aldı.

Önceki Ameliyatlar

6 vak'ada, daha önce greft tatbiki, eksternal fikstaör ve kompresyon uygulaması gibi bir veya birden çok ameliyatlar yapılmış idi. Daha önce üçden fazla ameliyat yapılmış 5 vak'adan 4'ünde şifa sağlanmıştır (% 80)

Kompaund ve Enfekte Kırıklar

Çoğu kırıklar başlangıçta kompaund, 3 vak'a ise enfekte idi. 2'si stimülasyondan sonra konsolide oldu ve enfeksiyon kayboldu. Diğer vak'a halen

Stimülasyonun Komplikasyonları

Seyrek ve önemsizdir. Ameliyata bağlı enfeksiyon söz konusu değildir. Bütün vak'alarda ameliyat bölgesi şifa bulmuştur. Ancak bakır plak olarak kullanılan cilt elektrodu (anod), sathi epidermal yanıklar yapmıştır. Karbon cilt elektrodlarında da bu problem vardır, ancak serum fizyolojik ile nemlendirilen tampon anod ile cilt arasına yerleştirilince bu yanık bir daha olmadı.

Başarısız Vak'alar

Tedaviye alınan 21 vak'adan 2'sinde başarı sağlanamamıştır. Bu 2 vak'aların nedenleri: Katodun lezyondan uzağa monte edilmiş olması, postoperatif alçı tesbitinde kısa süre kalmış olması gibi nedenler ile izah edilebilir. Negatif elektrodun yer değiştirmesini önlemek amacı ile spiral şeklinde serklej telini kullanıyoruz. Stimülatör takılan vak'alarda taraf uygun bir tesbite alınmalı ve bu tesbitte en az 3-4 ay kalmalıdır. Multipl greftleme geçirmiş vak'alarda başarı şansı daha zayıftır % 80.

Başarılı Vak'alar

Daha önce hiç ameliyat olmamış veya bir tek greftleme geçirmiş, kaynama gecikmesi veya non-union vak'alarında genellikle başarılı sonuç almak muhakkaktır (3). Burada prensib: 3 ayda ossöz

konsolidasyon göstermeyen kırıklarda (kaynama gecikmiş olmasına rağmen ossöz konsolidasyon göstermeyen kırıklarda (non-union) vakit geçirmeden elektrik stimülasyonu uygulanmalıdır. Stümülasyon kaide olarak 3 ay devam ettirilir ki bazen bu süre 6 aya uzatılır. Genellikle 4-8 hafta içinde negatif elektrod çevresinde kemik formasyonu radyolojik olarak belirgin olur.

Lokal enfeksiyon, geniş deri ve yumuşak doku harabiyeti ile müterafık tibia 1/3 distalinde kompaund kırığı olan 15 yaşındaki bir hastada, önce deri grefti ile nekrotik cilt değiştirildi, elektrostimülasyon uygulandı. Bu vak'ada kansellöz greft riskli ve zor olacak idi. Burada greft ve stimülasyon ettik.



Şekil 21: Stimülasyondan 6 hafta sonra.

Stimülatör Kullanma Endikasyonları:

- 1 — Tibia 1/3 distal komminüt kırıkları,
- 2 — Kaynama gecikmesi teşhisi konan vak'alar
- 3 — Kaynama yokluğu (non-union) teşhisi konan vak'alar.

4 — Enfekte kompaund kırıklar,

5 — Enfekte non-unionlar

Başarı için gerekli şartlar :

1 — Katod'un tam kırık bölgeyi ortalayacak tarzda ve helezon şeklinde yerleştirilmesi.

2 — Non-unionda, kırık bölgede açılacak uygun bir pencereden, sklerotik uçların, fibrotik yumuşak dokuların küretaj ve medüller kanalların açılmasından sonra katodun yerleştirilmesi..

3 — Tarafın alçı tesbitine alınması.

4 — Stimülatörün en az 22-26 hafta yerinde bırakılması şarttır.



Şekil 22: Altı ay sonra, stabildi serbest bırakıldı.

Boyd ve arkadaşları (4) 842 tibia psödoartrozunda şu gözlemlerde bulunmuşlardır. Bunlardan % 65, açık redüksiyon yapılmış kırığa ait idi. Bu seride kansellöz greft yapılan vak'alarda % 88, mükerrer greft ameliyatı yapılan vak'alarda % 92,5 başarı kaydetmişlerdir.

Stimülatörle birlikte, Phemister tekniğinde kansellöz edilen 4 vak'adan 3'ünde ossöz konsolidasyon sağlanmıştır.

TARTIŞMA

Kırıkların şifası, kırık bölgeye negatif elektrod yerleştirmekle sü-
ratlendirilir. (12)

Osteogenesisin hızlandırılmasında bölgesel elektro-negatif po-
tansielin değeri tartışılmaz bir gerçektir. Günümüzde bilinen bu ger-
çek; elektriksel yükü, kemiğe dışarıdan tatbik edilecek doğru akı-
ma osteojenik

nebilir ki, kaynama gecikmesi ve non-union tedavisinde elektri-
stimülasyon, komplikasyonu ve morbiditesi en az, başarı oranı en
yüksek olan bir tedavi metcedudur.

Hart Shorne (13) 1841'de söylediği gibi, «Basit kırıklar genellik-
le kaynar, ancak ciddi travmalar sonrası gelişen kompaund ve en-
fekte kırıklarda kaynama gecikmesi veya non-union beklenmelidir.»

Basit kırıklarda kaynamama şansı % 7-39 arasında değişir. Jack-
son ve Mc Nab'a göre (14), tibia 1/3 distal kırıklarında ameliyatla pe-
riosteal sıyırma yapılmışsa, kanlanmanın bozulması nedeni ile kayna-
ma gecikmesi veya non-union beklenebilir.

Urist'e göre (25), greft ameliyesine karar vermek için basit
larda 12 ay, komminüt kırıklarında 18 ay, ciddi komminüt kırıklarda
24 ay beklenmelidir. Bugün için pratikte, alçı immobilizasyondan
3-4 ay sonraki muayenede kırık bölgesinde hareket tesbit edilirse
vak'ayı kaynama gecikmesi olarak değerlendirip, vakit geçirmeden
(Basitliği, morbiditesinin düşük olduğu, hastanede kalma süresi ki-
salığı, operasyon basitliği
den) elektrostimülasyon uygulanmalıdır.

Bassett (2) ve Brighton, sadece elektrostimülasyon uygulanmak-
la non-union vak'alarında % 85 başarı

Boyd'un birden çok greft
vak'alarında başarı oranı % 92,5 olarak kaydedilmiştir. Bizim, sade-

ce elektrostimülasyonla tedavi ettiğimiz vak'alarda başarı oranı % 83'dür.

Literatürde Phemister metodu ile, kansellöz ve kortikokansellöz greft tatbiki ile tedavi edilmiş psödoartroz vak'alarında başarı oranı % 89 olarak kaydedilmiş, burada ossöz konsolidasyon gelişimi 24 haftayı bulmuştur. Bizim serimizde stimülasyonla başarı oranı % 90,4, ossöz konsolidasyon gelişmesi ise

Elektrostimülasyon tedavisi bilhassa bir kemik grefti ameliyesine cesaret vermeyecek derecede sıhatsiz olduğu vak'alarda indikedir.

Boyd'a göre, enfekte vak'alarda bir greft ameliyatının uygulanabilmesi tamamen kesilmesinden sonra en az 6 aylık sürenin geçmesini beklemek gerekir. Urist'e (25) göre enfeksiyon geçtikten sonra yapılacak greftleme de nüks şansı % 20'dir. Bu nedenle bazı otörler enfeksiyonun devam ettiği tibianın non-union vak'alarında, postarolateral yaklaşım ile Harmon ameliyesini tavsiye ederler ve buradaki başarı oranının % 86 kadar olduğunu ileri sürerler. Bizim serimizde ise, tibianın enfekte non-union vak'alarında sadece elektrostimülasyonu ile % 84,2'lik bir oranda başarı sağlanabilmiştir. kırık bölge üzerini örten deri tabakasının sıhatsiz ve zayıf olduğu vak'alarda tedavinin seçilecek yolla tedavi metodunun diğer bir avantajı da, enfekte non-unionlarda, ossöz konsolidasyon gelişimini hızlandırmaktır. ameliyatından sonra ossöz konsolidasyonun gelişmesi ortalama 35 hafta, stimülasyondan sonra 16 haftadır.

Freidenberg'e göre (9), kırığın normal şifa olayı sırasında kırık bölgedeki ma veya şifa potansiyeli» olarak nitelenen bu negatif bio-elektrik potansiyel, osteogenesisi olarak yaratılacak bir elektronegatif (negatif kadot ile) sahada iki misli bir bioelektrik enerji sağlayacak ve daha kısa zamanda gelişmesine imkân verecektir.

**PHEMİSTER - CHARNLEY METODU İLE TEDAVİ EDİLMİŞ
TİBİA PSÖDOARTROZLARININ LİTERATÜR TARAMASI**

Otörler	Kaynama sağlanan Vak'a Sayısı	Kaynama Süresi (Hafta)	Başarı Oranı
Jackson ve McNab (1959)	60	19,6	90
Boyd ve Lipinski (1960)	262	35	92
Forbes (1961)	27	20	93
Sakellarides (1964)	73	18,7	90
Anderson (1967)	32	35	90
Rokannen (1967)	19	12	86,4
Rogers (1968)	16	24	100
Miller (1969)	21	30	81
Sonter (1969)	47	18,6	96
Rokannen, Slatrs (1972)	50	16	96
Dawson (1978)	53	25	100
TOTAL	612	23,6 Ort. başarı	% 92

S U M M A R Y

**TREATMENT OF DELAYED UNION AND NON-UNION WITH DIRECT
CURRENT STİMULATÖR**

A research program on direct electrical current for stimulation of bone healing was performed in the Department of Orthopaedics and Traumatology, Faculty of Medicine, University of Ankara. The stimulator was designed to test by a firm named «Teknolo»
 atment has been applied on a delayen and non-union, infected non-union cases of long bones and solid union achieved in 19 (% 90,4) cases. The procedure is safe and simple, with a short hospital stage and low rate of complications. The procedure has advantages over Pphemister or Charnley bone greft operations, in that, it produces less pain, generally avoids the need for a cancellous bone greft and allows an anterior approach to the bone with a small stin incision. In summary, Electro Stimulator used and described as an effective method of treatment for delayen union, non-union and Infected non-union fractures of long bones.

L I T E R A T Ü R

- 1 — BACKER, R.O.: Clinical experiences with low intensity stimulation of bone growth *Clinical Orthopaedics*. Lipp. Comp. 124: 75-83, 1977.
- 2 — BASSETT, A.L., RAWLU, R.L. and BECKER, R.D.: Effect of electric currents on bone in vivo nature. *Clinical Orthopaedics*. 204: 652, 1964
- 3 — BOYD, H.B., LIPIŃSKI, S.W. and FILLEY, J.H.: Observation on non-union of the shafts of long bones with a statistical analysis of 842 patients. *J. Bone Joint Surg*. 43A: 159, 1961
- 4 — BRIGHTON, C.T.: Treatment of non-union with constant direct current. *Clin. Orth.* 124: 106-123,
- 5 — CAREY, L. C., LEPLEY, D.: *Surg. Forum*, 13 1962
- 6 — CIĘSZŃSKI, T.: *Acta Morphologica Acad. Sci. Lung*: 15 (3-4) 309-312, 1967
- 7 — CONNOLLY, J.F., HENRY, H.: The electrical treatment of periosteal proliferation in normal and delayed fracture healing. *Clin. Orth.* 124: 97-75, 1977.
- 8 — DWYER, A.F., and WICKHAM, G.G.: Direct current stimulation in spinal fusion. *Med. J. Aust.* 1: 73, 1974
- 9 — FREIDENBERG, Z. B.: Bioelectric potentials in bone. *J. Bone Joint Surg*. 48A: 915, 1966
- 10 — FREIDENBERG, Z.B. and KOHANIM, M.: The effect of direct current on bone. *Surg. Gynecol. Obstet.* 127: 97, 1968
- 11 — FREIDENBERG, Z.B., ROBERTS, P.C., BRIGHTON, C.T.: Stimulation of fracture 1971
- 12 — FRIEDENBERG, Z.B., ANDREWS, E.T., SMOLEŃSKI, B. 1.: Bone reaction to varying amounts of direct current. *Surg. Gynecol. Obstet.* 131: 894, 1970
- 13 — HARTSHORNE, E.: The causes *Med. Sci.* 1: 143, 1841
- 14 — JACKSON, R.W., Mc NAB.: Fractures of the shaft of the tibia. *Am. J. Surg*. 97: 543, 1959
- 15 — JORGENSEN, T.E.: Electrical stimulation of non-unions by means of a slow pulsating asymmetrical direct current. *Clin. Orth.* 124: 124, 1977
- 16 — LAVINE, L.S.: Healing fractures electrically. *Med. World News*. 14: 20, 1973
- 17 — MASUREIK, C., ERICSON, C.: Preliminary clinical evaluation of the effect of small electrical currents on the healing of jaw fractures. *Clin. Orth.* 124: 85, 1977

- 18 — MÜLLER, M.E.: Manuel of internal fixation and Ed. N.Y. Springer-Verlag 1970
- 19 — PATERSON, C.D.: Clin. Exp. in Australia with an Acad. Orth. Surg, 1979
- 20 — PAWLUK, R.J., BASSETT, C.: Cal. Tiss. Res. 4: 120, 1970
- 21 — ROSEN, H.M.: Clin. Orth. 138: 154-156, 1979
- 22 — ROWLEY, B.A.: P.S. EBM. 139, 1972
- 23 — SHAMOS, M. 1.: Nature, 31: 81, 1963
- 24 — URİST, M.R., MAZERT. and Mc LEAN, F.C.: The pathogenesis and treatment of delayed union and non-union J. Bone and Joint Surg. 36 A: 931, 1954.
- 25 — WEİBERT, M. WERKAHN, C., MELLEROWICZ, H. and BANDOW, R.: Stimulation of longitudinal growth and fracture healing by electric implants presented to SİCOT. Tel Aviv 1972
- 26 — WEİBERT, M.: Proc. 12 Congr. SİCOT. Tel Aviv 1972
- 27 — WOLF J.: Das gesetz der transformation der Knochen. Hirschold, Berlin, 1892
- 28 — YASUDA, 1.: Piezoelectricity of living bone J. Koyoto Pref. Univ. Med. 53: 325,1955