

## ULTRASONUN KIRIK İYİLEŞMESİNDEKİ ETKİLERİ

Dr. Bilge AYKURT (x)

### ÖZET:

*Ultrasonik dalgaların kırık iyileşmesindeki hızlandırıcı etkilerini araştırmak amacıyla, önce deneysel çalışma, olumlu sonuçlar alındıktan sonra da klinik çalışma olarak iki bölümde araştırmamız yürütüldü. Deneysel çalışma 30 adet tavşanın 60 arka ekstremitesi; klinik çalışma ise 50 kırıklı hasta üzerinde yapıldı. Deneysel çalışmada, kırık yapılan deney hayvanlarının sağ fibulaları üzerine kesikli ultrason 0,2 watt/Cm<sup>2</sup> başlık sabit tutularak iki dakika süreyle, klinik çalışmada ise yine kesikli ultrason 0,5 watt/Cm<sup>2</sup> stroking teknik ileri geri hareketlerle kırık bölgesinin uzunluğuna göre 6-9 dakika süreyle, her gün günde 1 kez olmak üzere toplam 10 kez uygulandı.*

*Tedavilerden sonra 10., 21., 30., 45. ve 60. günlerde yapılan kontrollerde deney hayvanlarında radyolojik ve histolojik kriterler, klinik çalışmada ise radyolojik kriterler yönünden, kontrol gruplarına göre istatistiki anlamda önemli farklar saptandı. Klinik değerlendirme sonucunda ultrasonlu klinik olgularda kırık bölgesindeki enfeksiyon, hematoma, ödem ve ağrı da kontrol olgularına göre büyük oranda iyileşme sağlandı. Özellikle ödem ve ağrı yönünden iki grup arasında istatistiki anlamda fark bulundu. Ayrıca ultrason tedavisi uygulanan olgularda tedavi sonucunda kırık bölgesi stabil olup, kırığın fikse olduğu sert kallus palpe ediliyordu.*

*Araştırmamızın sonucunda ultrasonun düşük dozda ve kesikli olarak uygulanmasıyla kırık iyileşmesini hızlandırıcı ve kaynama süresini kısaltıcı etkisi olduğu kanısına varıldı.*

### GİRİŞ VE AMAÇ

Yüksek frekanslı ses dalgaları olan ultrasonun etkileri konusunda halen çeşitli araştırmalar sürmektedir. Ultrasonun üzerinde çalışılan pek çok etkilerinden biri de kırık iyileşmesini hızlandırması konusudur. Travmatolojide kırıkların normalden daha kısa sürede iyileşmelerinin sağlanabilmesi, kötü durumda kırık

(x) Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Öğretim Üyesi.

çeşitlerinde normal ve komplikasyonsuz bir iyileşme elde edilmesi, gerek insani sağlığı ve gerekse ekonomik yönden önemli bir kazanç olacaktır. Çalışmamızın amacı ultrasonik dalgaların kırık iyileşmesindeki stimülasyonu araştırmak ve olumlu sonuçlar alındığında bu metotla hastaların daha kısa sürede tekrar topluma kazandırılmasını sağlamaya çalışmaktır. Bu nedenle deneysel çalışma ve olumlu sonuçlar alındıktan sonra da kırık iyileşmesine olumsuz yönden etki yapacak tip-te kırıkları da, çalışmaya olarak klinik uygulama ile, ultrasonun, kırık iyileşmesindeki etkilerini saptamak amacıyla bu çalışma yapıldı.

## MATERYAL METOD:

### Deneysel Çalışma:

Son yıllarda yapılan deneysel çalışmalarda ultrason, alçak dozlarda uygulandığında kırık iyileşmesinde uyarıcı etki göstererek kırık bölgesinde rejenerasyon ve difteransiasyon olaylarını uyardığı rejenerasyon süresini kısalttığı ve kalıtsal dokusunun oluşumunda hızlanmaya neden olduğu, özellikle kesikli ultrasonun daha azması oluşumuna yol açarak, daha iyi fizyolojik etkiler gösterdiği bildirilmektedir (1,2,3,4). Bu bilgilerin ışığı altında yapılan deneysel çalışmamız, 30 adet Yeni Zelanda Tipi beyaz tavşanın sağ, sol 60 arka ekstremitesi üzerinde yapıldı. Tavşanların bilateral olarak fibula kemikleri anestezi altında ortadan kaldırıldıktan sonra;

1- Sağ fibula kırık bölgesi üzerine ultrason uygulananlar deney grubu.

2- Sol fibula kırık bölgesi kendi kendine iyileşmeye bırakılanlar ise kontrol grubu olarak ele alındı.

Cinsine bakılmaksızın seçilen tavşanların ağırlıkları 1.500-1.800 kg. yaşları ise 2-2.5 idi. Tüm deney hayvanları aynı laboratuvar odasında ve aynı beslenme koşullarındaydı. Deneysel kırık için fibulaların seçilmesinin nedeni tavşan fibulalarının hem proksimal hem distal ucundan tibiaya sinostozla sıkıca tutunmuş olmalarıydı. Tibia nin üst ucunda birkaç milimetre aşağısına, distalde ise tibiannın hemen hemen orta bölümüne kaymış durumda olması, nedeniyle ortasından kırıldığına doğal tespit yapılmış olmaktadır. Tavşanların her iki arka bacaklarındaki fibula bölgesindeki tüyleri makine ile traş ederek antiseptik solüsyonla (Zehpyran) ile yıkandı. Anestezi işlemi, pentotal sodyum (Sodium Thiopentane) ile kilogram başına 60 mg (0,06 mg/kg) olarak saf usu ile sulandırılıp intraperitoneal enjeksiyon şeklinde yapıldı. 3-10 dakika içinde ağrı uyaranlara cevap vermeyecek şekilde uyudular. Bacakda daha önce hazırlanan bölge tendürdüyot ve alkolle iyice temizlenerek, steril keskin bir bistüri ile fibulanın ortasına gelen bölgede longitudinal olarak bir santimetre uzunluğunda cilt kesisi yapıldı. Sonra küçük bir klemple bu kesiden girilerek fibulaya kadar kas lifleri ayrıldı. Fibula bir santimetre görülecek şekilde kaslar sıyrıldı. ve fibula ile tibia arası da açıldı. Buradan içeri sokulan bir kemik makasıyla fibula kesildi böylece kırık gerçekleştirilmiş oldu. Makas ve klemp çıkarılınca dokular kesik görülmeyecek şekilde kendiliğinden ka-

panıyordu. Bu nedenle 1 santimetre uzunluğundaki cilt kesesini dikme gereği duyulmadı. İnsizyon bölgesi yeniden iyod ve alkolle silinerek deney hayvanı uyanma bölümüne konuldu. 15-20 dakika sonra uyanan tüm deney hayvanlarında herhangi bir anestezi komplikasyonu görülmedi. Sonra uyanma bölümünden kendi bölümlerine alındılar. 5. gün sonra yara bölgeleri tamamen kapandı. Bu günden sonra kırık fibula bölgesi üzerindeki cilde kesikli tip ultrason, iki dakika süreyle 0,2 watt/ Cm<sup>2</sup>, başlığa vazelin sürülerek, uygulanan alanın dar bölge olması nedeniyle sabit tutma (Stationary) tekniğiyle ara verilmeksizin her gün birer defa olmak üzere toplam 10 kez uygulandı.

Kullanılan ultrason cihazı Medikal Elektronik Limitedin 1000 KHz. frekansında 15 watt ses çıkışı kapasitesinde ve başlık yüzeyi 5 cm<sup>2</sup> olan ultrason cihazıydı. Darbeli ultrason dalgalarını 1/10 oranında veriyordu.

Ultrason tedavisinin 10., 21., 30., 45. ve 60. günlerinde her defasında 6'şar tavşan öldürülerek radyolojik ve histolojik yönden kırık iyileşmesi incelendi.

#### **Radyolojik İnceleme :**

Radyogramların, kırık iyileşmesi yönünden değerlendirilmesi, Periosteal Kallus, Endosteal Kallus, Kırık çizgisinin kaybolması ve Reorganizasyon kriterlerine göre yapıldı.

Aranılan kriter hiç yok ise (-) başlamış ise (+), artmış ve ilerlemekte ise (++) , tamamlanmak üzere ise (+++), ve tamamlanmamışsa (++++ ) şeklinde değerlendirildi. Bu kriterlere göre söz konusu günlerde ultrasonlu ve kontrol deney hayvanlarının, fibula röntgenleri değerlendirilerek, ortaya çıkan oransal değerler istatistik testlerle karşılaştırıldı.

#### **Histolojik İnceleme :**

Histolojik değerlendirme, kırık iyileşmesinin çeşitli devrelerde başlayan, ilerleyen, devam eden ve kaybolan Neovaskularizasyon, Bağ dokusu oluşumu, Nekroz, Osteoblastik proliferasyon, kırık oluşumu, Osteoid ve Kemiksi kirişler oluşumu, Osteoklastik aktivite, Kemik iliği kanalı oluşumu ve Reorganizasyon kriterlerine göre yapıldı.

#### **KLİNİK ÇALIŞMA :**

Klinik çalışma Ortopedi ve travmatoloji kliniğine trafik kazası, düşme, darbe, ateşli silah yaralanması gibi çeşitli kırıklarla başvuran rastgele 50 olgu üzerine yapıldı. Bunların 34 deney 16'sı kontrol grubu olarak alındı. Deney grubundaki 34 olgunun 30'u (% 88,2) erkek, 4'ü (% 11,8) kadındı. Olguların en genci 3, en yaşlısı 65 yaşında olup, yaş ortalaması 27,6 dır. Kontrol grubunda ise olguların 14'ü (% 87,5) erkek, 2'si (% 12,5) kadındı. Kontrol olgularının en küçüğü 3 en büyüğü 56 yaşında olup, yaş ortalaması 19,1 olarak hesaplandı.

Ultrasonla tedavi edilen kırıklı olgulardan 12 si femur, 9 u tibia, 7'si humerus, 6'sı da diğer kırıklardı. (Petalla, radius, ulna)kontrol grubunda ise 9 femur kırığı, 3 tibia ve 4 humerus kırığı bulunuyordu. Öte yandan, kırık şekli ve tipine göre de tedavi grubunda şu sayısal durum vardı: Basit kırık 16, parçalı kırık 18, açık kırık 11, kapalı kırık 24. (Bir olguda biri açık diğeri kapalı olmak üzere iki ayrı ekstremitede kırık vardı). Yine kapalı kırık saptanan olguların 3 ünde eklem içi kırığı bulunuyordu. Kontrol grubunun kırık çeşitleri ise şöyleydi: Basit kırık 10, parçalı kırık 6, açık kırık 5, kapalı kırık 11. Kırıklı olguların ortopedik tedavisinde alçı, âtel, traksiyon ve internal tespit araçları kullanıldı.

Ultrason tedavisinde yine deneysel çalışmada kullanılan ultrason cihazı kullanıldı. Ultrason uygulaması için traksiyonlu olguların kırık repozisyonunun sağlanabilmesi için 10'ncu güne kadar beklenildiği oldu. Osteosentez yapılan olgularda ise genellikle 2n ci gündend itibaren tedaviye başlandı. Tedavide kesikli tipte ultrason 0,5 Watt/Cm2 gibi alçak dozda ve kırık bölgesinin uzunluğuna göre 6-9 dakika süreyle ara verilmeksizin her gün bir kez olmak üzere toplam 10 kez başlığa vazelin sürülerek stroking teknik ileri geri hareketlerle tüm olguların kırık bölgeleri üzerine, cerrahi veya travmaya bağlı yarası olan olgularda ise yara etrafına uygulandı. Alçılı olgularda ise kapak açılarak kırık bölgesine ultrason verildi. Kontrol olgularında ise kırık tespiti yapıldıktan sonra hiçbir fiziksel tedavi uygulanmaksızın kırık iyileşmesi kendi seyrine bırakılarak izlendi. Daha sonra deneysel çalışmada söz edilen belirli kontrol günlerinde klinik ve radyolojik incelemelerle kırık iyileşmesi incelendi.

#### **Klinik İnceleme:**

Ultrason tedavisi, öncesinde bölgedeki enfeksiyon, yara, hematoma, ödem ve ağrı durumları belirlendi. Tedavi sonrasında söz konusu lokal bulgular kontrol edilerek, iyileşme durumları değerlendirildi. Ayrıca tedavi sonrası kırık bölgesinin stabilitesi kontrol edildi.

#### **Radyolojik İnceleme:**

Radyolojik inceleme ultrason tedavisinin 10., 21., 30., 45. ve 60. günlerinde Osteoporoz, Periosteal Kallus (External kallus) Endosteal kallus) (İnternal veya primer kallus) kırık çizgisinin kaybolması, Reorganizasyon (Remodloji) kriterlerine göre yapıldı.

#### **BULGULAR:**

#### **Deneysel Çalışma:**

**1- Radyolojik Bulgular:** Ultrason uygulanan olguların tümünde 30. günde periosteal ve endosteal kallus oluşumları tamamlanmıştı. 45. günde kırık çizgisi kaybolmuş 60. günde de reorganizasyon tamamlanmıştı. Kontrol olgularında ise

periosteal kallus ve endosteal kallus 60. günde oluşumunu tamamlamış, kırık çizgisi olguların % 75 inde kaybolmuş, ve reorganizasyon da % 50 sinde tamamlanmış olarak görülmüyordu. İki olgu grubu arasında, radyolojik, yönden istatistik anlamda önemli farklar saptandı (Periosteal kallus;  $t= 2,09$  ve  $p < 0,05$ , endosteal kallusta  $t= 2,08$   $p < 0,05$ , kırık çizgisinin kaybolmasında;  $t= 2,06$  ve  $p < 0,05$ , reorganizasyonda;  $t= ,76$  ve  $p < 0,05$ ).

2- Histolojik Bulgular: Kırık dokusu, ultrasonlu olgularda, 30. günden sonra yerini osteoid ve kemiksi kırıslara bırakmış ve 45. günde tamamen kaybolmuştur. Kontrol olgularında ise 45. günde olguların % 50 sinde halen görülmekte olup, ancak 60. günde kaybolmuştur. Ultrason tedavisi uygulanan olgularda kırık dokusunun kontrol grubundakiler den önce ve daha çabuk kaybolması, osteogenezisin hızlandırıldığının kanıtıdır.

Osteoid ve kemiksi kırıslar oluşumu 10. günde olguların tümünde belirgin iken, giderek azalmış-olup, 60. günde ultrasonlu olguların % 33,3 ünde görülmüyordu. Kontrol olguların tümünde ise 60. günde halen devam etmekteydi.

Kompakt kemik oluşumu, 45. günde ultrasonlu olguların % 50 sinde ve 60. günde de tümünde tamamlanmıştı. Kontrol olgularında ise, 60. günde dahi hiç birinde bu oluşumun tamamlanmadığı görülmüyordu. Kompakt kemik oluşumunun, kontrol olgularına göre hızla artışı, ultrasonun kırık iyileşmesindeki hızlandırıcı etkisinin sonucudur kanısındayız. kemik iliği ultrasonlu olgularda 30. günden sonra önemli oranda azalmış, aynı dönemde normal kemik iliği kanalı giderek belirginleşmiş ve 60. günde de söz konusu kanalın oluşumu tamamlanmıştır. Kontrol olgularının tümünde ise 60. günde normal kemik iliği kanalı tamamlanmak üzere idi. Reorganizasyon tedavi grubundaki olguların tümünde tamamlanmak üzere iken, kontrol olgularında henüz başlamıştır. Ultrasonlu olgularla, kontrol olguları arasında uygulanan istatistik testlerde, 60. günde kırık iyileşmesinde önemli histolojik kriterler olan kompakt kemik oluşumu ( $t=8,16$  ve  $P < 0,001$ ) normal kemik iliği kanalı oluşumu ( $t= 9,26$  ve  $P < 0,001$ ) Reorganizasyon ( $t= 4,16$  ve  $P < 0,01$ ) yönünden önemli farklar saptandı.

Ayrıca tedavi sonrasında ultrasonlu olguların % 33,3'ünde nekroz görülmüyordu. Bu osteoblastik ve osteoklastik olayların bir kanıtı olup, kırık yapılan kemiğin normal bir kemik haline dönüşmeye başladığını göstermektedir.

## **KLİNİK ÇALIŞMA :**

### **1- Klinik Bulgular :**

Ultrasonlu olgularda tedavi öncesi görülen yarada, tedavi sonrasında % 29, enfeksiyonda % 50, hematomda % 62, ödemde % 84 ve ağrıda da % 93 oranında iyileşme görüldü. Kontrol olgularında ise bu oranlar önemli ölçüde düşüktü.

Özellikle ödem ve ağrı yönünden tedavi grubu ile kontrol olguları arasında istatistik anlamda da önemli fark saptanmıştır. (Ödemde  $t=2,26$   $P<0,05$  ve ağrıda  $t=3,13$   $P<0,01$ 'dir). Öte yandan açık ve parçalı kırıklar, ateşli silah yaralanması ve diğer nedenlere bağlı, dirençli olan enfeksiyonlarda ve enfeksiyon çıkma olasılığı bulunan durumlarda da, alçak şiddetteki ultrasonun olumlu etkileri olduğuna değinmek isteriz. Nitekim ultrason tedavisi uygulanan olguların % 50'sinde tedavi sonrası enfeksiyon giderilmiştir. Kontrol olgularında ise tedavi sonrası enfeksiyonda hiçbir değişiklik olmamıştır. İki grup arasında enfeksiyon yönünden önemli fark saptandı. ( $t=2,5$  ve  $P<0,05$ 'tir). Ateşli silah yaralanmasına bağlı ve diğer nedenlerle oluşan açık ve parçalı kırık gibi kötü koşullu olgularda da kırık iyileşmesi yönünden başarılı sonuçlar alındı. Nitekim ultrason tedavisi uygulanan olgularla kontrol olgular arasında bu yönden tedavi sonrasında önemli fark görüldü. (Açık kırıklarda  $t=2,02$   $P<0,05$  parçalı kırıklarda  $t=3,64$   $P<0,01$ 'dir).

Ultrason tedavisi uygulanan olgularda tedavinin bitiminde kırık bölgesi stabil olup, hareket yoktu ve kırığın fikse olduğu sert kallus palpe ediyordu.

## 2- Radyolojik Bulgular :

60. günde ultrasonlu olguların tümünde osteoporoz kaybolmuş, kontrol olgularında ise % 12,5 oranında hala görülüyordu. Periosteal ve endosteal kallus oluşumları, ultrason tedavisi uygulanan olgularda 30. günden sonra ilerlemiş ve 60. günde de olguların büyük bir kısmında tamamlanmıştır. Kontrol olgularında, 60. günde bu oluşumların ilerlemiş safhada olduğu dikkati çekiyordu. Tedavi olgularında 30. günden sonra kırık çizgisi kaybolmaya başlamış, 60. günde de olguların % 73,5 inde tamamen kaybolmuştur. Kontrol olgularında ise 60. günde bile hiçbir olguda tamamen kaybolduğu görülmemiştir. Reorganizasyon tedavi olgularının % 11,7'sinde tamamlanmış iken, kontrol olgularında tedavinin ilk günlerindeki gibi hiç görülüyordu. Uygulanan istatistik testlerde, tedavi sonrasında ultrason grubu ile kontrol olguları arasında radyolojik kriterler yönünden önemli fark bulunduğu saptanmıştır. (Periosteal kallus'ta,  $t=3,44$   $P<0,01$ 'dir). Endosteal kallusda  $t=3,32$   $P<0,01$ , Reorganizasyonda  $t=3,51$   $P<0,01$ 'dir).

## TARTIŞMA

Ultrasonun kırık iyileşmesindeki etkileri yönünden az sayıda çalışmanın oluşu bunlarda da deneysel çalışma ile klinik çalışmayı bir arada yürüten araştırmacının bulunması dikkati çekmiştir. Bu nedenle önce deneysel çalışma olumlu sonuçlar alındıktan sonra da kırık iyileşmesine olumsuz yönden etki yapacak tip-te kırıkları da çalışmaya alarak klinik uygulama ile ultrasonun kırık iyileşmesindeki etkilerini saptamak amacıyla bu çalışma yapıldı.

Çeşitli araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda kırık iyileşmesinde alçak ultrasonik dozları kullandıklarını belirtmişlerdir. Bu yayınlarda alçak ultrasonik dozların kırık bölgesinde rejenerasyon ve differansiasyon olaylarını uyardığı, rejenerasyon süresini kısalttığı kallus dokusunun oluşumunda hızlanmaya yol açtığı ve genel olarak hepsinde kırık iyileşmesinde stimülatif etki yaptığı bildirilmektedir.

Knock ve arkadaşlarının yaptıkları deneysel çalışmada tavşan tibialarında yapılan deneysel kırığın Kirschner çivisiyle tesbitinden sonra 0,1 watt Cm<sup>2</sup>.2 dakika süreyle toplam 4 tedavi uygulandığı operasyonun 3. haftasındaki radyolojik ve histolojik incelemeler sonucunda kontrol grubuna göre önemli ölçüde kırık iyileşmesi saptandığı bildirilmektedir (2).

Lozova ve Amelin, deneysel kırık yaptıkları 24 tavşan Fibulasına 0,2-0,4 Watt/Cm<sup>2</sup> şiddetinde ultrason uygulamasıyla kırık iyileşmesinde stimülatif etki elde edildiğini bildirmişlerdir (3). Goldblat 1971 yılında, toplam 80 tavşan üzerinde yaptığı çalışmada 52 olgunun gruplara ayırarak 1. gruba 0,4 Watt/Cm<sup>2</sup>, ikincisine 0,8 Watt/Cm<sup>2</sup> ve üçüncüsünde 1,2 Watt/Cm<sup>2</sup> şiddetlerinde kesikli ultrason 28 olguyuda yine iki gruba ayırıp, 1. sine 0,4 Watt/Cm<sup>2</sup> ve ikincisine ise 0,8 Watt/Cm<sup>2</sup> şiddetlerinde devamlı ultrasonu 8 dakika süreyle haftada 5-6 kez toplam 25-30 tedavi olarak uygulamıştır. Tedavi sonucunda röntgen ve histolojik bulgular ve literatür verilerine dayanarak 0,4 Watt/Cm<sup>2</sup> gibi düşük ultrason dozlarının kırığın rejenerasyon ve differansiasyon olaylarını uyardığı özellikle kesikli ultrasonun daha etkili ve daha az ısı oluşumuna yol açtığını ve daha iyi fizyolojik etkiler gösterdiğini ve özellikle kırığın erken devrelerinde tercih edilmesi gerektiğini belirtmiştir (1).

Deneysel çalışmamız sonucunda ultrason uygulanan grupta, hem radyolojik hemde histolojik değerlendirmelerde elde edilen olumlu sonuçlar Goldblat, Knock ve arkadaşlarının radyolojik ve histolojik değerlendirme kriterleriyle paralellik göstermekte olup, deney ve kontrol gruplarımız arasında istatistiki anlamda fark saptandı.

Ultrasonun klinikte insan kırıklarına uygulandığını gösteren çok az sayıda bilgiye rastlanmıştır. Tschannen, ultrasonun intraartiküler kırıkların tespitine yardım ettiğini ve eğer ilk günlerde yeterli düzeyde verilirse artrozisi önlediğini bildirmektedir.

Hippe ultrasonik, dalgaların kallus formasyonunu stimüle ettiğini belirtti. M.K. Patrick ve Wsummer talusun minör kırıkları ayak bileği lateral malleol kırığı ve daha sonra şiddetli deplasman olmayan radyus başı kırıkları kalkaneus kırıklarında ultrasonu ilk defa uyguladıklarını ve elde ettikleri sonuçların birçok kırıkların ultrason tedavisine cesaret verdiğini belirtmektedirler (5).

Liliana Nikolova kırık iyileşmesi gecikmiş 20 hastaya 0,5-1 watt/Cm<sup>2</sup> şiddette 5-12 dakika süreyle gün aşırı uyguladığı ultrason sonucunda olgularının %

40.ında çok iyi, % 40 iyi, % 20 orta sonuçlar alındığını ve kötü sonucu olgusunun olmadığını bildirmektedir (4).

Deneysel çalışmamızdan elde edilen olumlu sonuçlardan cesaret alarak uyguladığımız klinik çalışmada radyolojik kriterlere göre yapılan değerlendirmeler sonucunda yine yukarıda belirtilen araştırmacıların sonuçları ve deneysel çalışmamız sonucunda elde edilen sonuçlarla benzerlik görülmekteydi. Deney ve kontrol klinik olguları arasında istatistiki anlamda önemli farklar saptandı.

Klinik çalışma grubunun klinik olarak değerlendirilmesinde ayrıca ultrason uygulanan kırıklı olgularda enfeksiyon, hematom, ödem, ve ağrıda büyük oranda iyileşme sağlandı. Özellikle ödem ve ağrı yönünden kontrol grup arasında istatistiki anlamda fark bulundu. Ayrıca ateşli silah yaralanmasına bağlı ve diğer nedenlerle oluşan açık ve parçalı kırıklar, eklem içi kırıkları gibi kötü koşullu olgularda da kırık iyileşmesi yönünden başarılı sonuçlar alındı. Ultrason uygulanan olgularla kontrol olguları arasında bu yönden, tedavi sonrasında önemli fark görüldü.

Sonuç olarak ultrasonun düşük dozda ve kesikli olarak uygulanmasıyla kırık iyileşmesini hızlandırıcı ve iyileşme süresini kısaltıcı etkisi olduğu kanısına varıldı.

## S U M M A R Y

### The Effects Of Ultrasonic Waves On Bone Healing

Our experiments were carried out upon two groups; experimental study was applied at first to investigate the accerleratig effects of the ultrasonic waves on bone healing according to the obtained positive results and than the clinical studies were administered.

As a result of our studies we thought that, fracture healing was accelerated and the time of the fracture healing was grown shorter by the effects of the ultrasonic waves.

### YARARLANILAN KAYNAKLAR

- 1- Goldblat, V.İ.: Effects of Various Methods of Ultrasonic Treatment on Bone Tissue Regeneration, Ortop, Travmatol Protez, 32: 59-63 Aug. 71.
- 2- Knoch, H. G., et al.: Distant Action of Ultrasound upon Callous tisse, exp. Chir, 4: 93-99, 1971.



- 3- Lozova, E. İ., and Amelin A. Z.: A Stimulative Healing Effect of Ultrasound With Lower Intensity, *Travmatol, Ortop. Riga SUN KURORTOL. FİZİOTER.* 14/1, 20-22, 1977.
- 4- Nikolova. L. : *Physiotherapeutic Rehabilitation in the Presence of Fracture Complications*, Vol. 111, No: 11, 592, 599, 1969.
- 5- Summer W. Patrick M.K. *Fractures, Ultrasonic Therapy Elsevier Amsterdam, 1964, 127-128.*

*Fracture healing with AVA 12000*

*ÖZET*

*Yüksek frekanslı ultrasonun kırık iyileşmesini hızlandırarak kırık iyileşme süresini 2-4 gün daha azalttığı belirlenmiştir ve özellikle kırık iyileşme sürecinde kan dolaşımını hızlandırdığı ve kırık iyileşmesini hızlandırdığı belirtilmiştir.*

*Özet*

*Ultrasonun kırık iyileşmesini hızlandırarak kırık iyileşme süresini 2-4 gün daha azalttığı belirlenmiştir. Özellikle kırık iyileşme sürecinde kan dolaşımını hızlandırdığı ve kırık iyileşmesini hızlandırdığı belirtilmiştir.*

Yüksek frekanslı ultrasonun kırık iyileşmesini hızlandırarak kırık iyileşme süresini 2-4 gün daha azalttığı belirlenmiştir. Özellikle kırık iyileşme sürecinde kan dolaşımını hızlandırdığı ve kırık iyileşmesini hızlandırdığı belirtilmiştir. Özellikle kırık iyileşme sürecinde kan dolaşımını hızlandırdığı ve kırık iyileşmesini hızlandırdığı belirtilmiştir.

Yüksek frekanslı ultrasonun kırık iyileşmesini hızlandırarak kırık iyileşme süresini 2-4 gün daha azalttığı belirlenmiştir. Özellikle kırık iyileşme sürecinde kan dolaşımını hızlandırdığı ve kırık iyileşmesini hızlandırdığı belirtilmiştir.

Yüksek frekanslı ultrasonun kırık iyileşmesini hızlandırarak kırık iyileşme süresini 2-4 gün daha azalttığı belirlenmiştir. Özellikle kırık iyileşme sürecinde kan dolaşımını hızlandırdığı ve kırık iyileşmesini hızlandırdığı belirtilmiştir.

*Özet*