

Massif kortikal otogreftte laserin etkisi

Deneyisel araştırma

Erginer, R.⁽¹⁾, Centel, T.⁽¹⁾, Alatlı, M.⁽²⁾, Savcı, N.⁽³⁾, Ağcaoğlu, M.⁽⁴⁾.

Tavşanlar üzerinde yapılan çalışmada laserin osteoblastik aktiviteyi artırarak ve osteoklastik aktiviteyi ise geciktirerek, massif kortikal otogreftin inkorporasyonuna yardımcı olduğu ve stabilite üzerine olumlu yönde etkisinin bulunduğu saptandı.

The effect of laser on massive cortical grafts

In this investigation applied on rabbits we concluded that laser has a benefit on the stabilization and incorporation of the massive cortical autograft in stimulating osteoblastic activity and in delaying the osteoclastic activity.

Segmental kortikal kemik otogreftlerinden sonra, transplant ile konak kemik arasında % 14 gibi önemli bir oranda kaynamama durumu görüldüğü bildirilmektedir. Bu kaynama gerçekleşse dahi, ilerde konan massif kortikal greftte kırık oluşarak başarısızlığa yolaçmaktadır^(3,7). Yapılan çalışmalar ve daha önceki deneyel araştırmalarımız, laserin kırık kaynaması üzerindeki olumlu etkisini ortaya koymuştur^(2,4,8,12). Biz bu çalışmada laserin, massif kortikal kemik otogreftlerinde ortaya çıkan kaynamama durumu ve greftin dayanıklılığı üzerine bir etkisinin olup olmadığını araştırmak istedik.

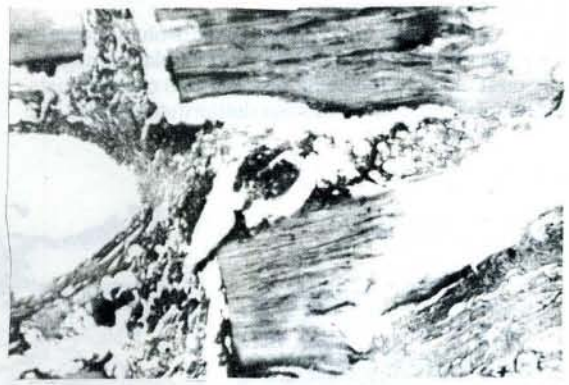
Gereç ve yöntem:

Bu çalışma İ.Ü. Deneyel Tıp Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde (DETAM) 20 adet, 3.5-4 kg'lık, olgun, erkek tavşan üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bütün tavşanlar aynı koşullarda beslenmiş ve herbiri tek bir tel kafese alınmıştır. Tüm ekstremite traşlanıp Batticon ile silindikten sonra, mutlak asepsi koşullarında, her hayvanın ulna 1/3 proksimal kısmına rastlayan, 5 cm'lik uzunlamasına, bir insizyonla girilmiş ve diş motoruna takılmış separe yardımıyla olekranonun bittiği yerden distale doğru yaklaşık 6 mm'lik bir kemik kısmı segmanter olarak çıkartılmıştır. Osteotomi sırasında, deneklerin yarısında serum fizyolojik ile soğutma uygulanmış, diğer yarısında ise uygulanmamıştır. Aynı işlem diğer tarafa da yapıldığından, ameliyat süresince kanlı serum fizyolojik içinde bekletil-

len kemik segmentleri diğer ulnaya, greft olarak konmak üzere defektlere yerleştirilmiş ve olekranondan geçilen 1 mm'lik Kirschner teli yardımıyla intramedüller olarak tespit edilmiştir. (Resim 1) Hayvanların yarısına ameliyattan sonra koruyucu antiseptik sprey sıkılmış ve ilk 5 gün İ.M. antibiotik (linkomisin) verilmiştir. Hayvanların anesteziinde 10 mg/kg rompun ve 40 mg/kg Ketalar kullanılmıştır. Sol taraf kontrol grubu olarak kabul edilmiş ve sağ tarafa hergün, tek bir seansda, 6 (Altı) dakika laser uygulanmıştır. Laser cihazı olarak Laser I.R. CEB Mid Laser kullanılmıştır. Laserin dalga boyu 904 nm, impuls frekansı 200 Hz min, impuls genişliği 200 ns max., cildde penetrasyon derinliği 20-30 mm, cihazın tepe gücü 5 Wmin, ve emisyon açısı 9°/15°dir. Bu işlem sırasında sol taraf kalın bir plaka ile korunmuştur. Laser tüpü ameliyat yarısına, konan greftin ortasına gelecek şekilde, deriye temas ettirilerek ve tüp 90° dik olacak şekilde uygulanmıştır. Denekler eşit 5 gruba ayrılmış ve bu gruplar 1., 2., 3., 4. ve 5. haftaların sonunda sakrifiye edilmiştir. Deneklerden elde edilip yumuşak dokulardan ayrılan örnekler, röntgenleri alındıktan sonra, % 8'lik formolde en az 15 gün süre ile bekletilmişlerdir. Bundan sonra sodyum sitratla tamponlanmış formik asitle dekalsifikasyon sonucu hazırlanan parafin bloklar, 5-8 mikron kalınlığında kesilerek hematoksilin + eosin ile boyanarak ışık mikroskopunda incelenmiştir. Deney sırasında üç demek çeşitli nedenlerle eks olmuş, dört denekte ise derin infeksiyon gelişmiştir. Bu denekler araştırma dışı bırakılmıştır. Üç de-



RESİM 1: piyesin röntgeni görülmektedir.



RESİM 2: H + E(x32) konak-transplant aralığında, resmin solunda Kirschner telinin yer aldığı boşluk çevresinde oldukça gevşek bir fibrin ağı görülmektedir. Yer yer granülasyon dokusu izlenmektedir.

(1) İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fak. Ort. ve Travm. A.B.D. Uzmanı.

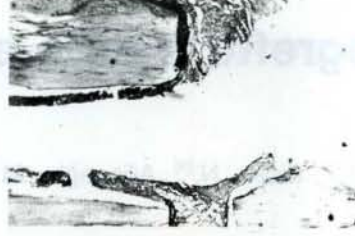
(2) İ.Ü. Diş Hek. Fak. Patoloji A.B.D. Doçenti

(3) İ.Ü. Diş Hek. Fak. Patoloji A.B.D. Arş. Grv.

(4) İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fak. Ort. ve Travm. A.B.D. Arş. Grv.



RESİM 3: H + E(x32) resmin üst bölümünde belirgin kallus izlenmektedir.



RESİM 4: H + E(x32) konak-transplant aralığını dolduran, kallus oluşturamayan ilkel onarım dokusu görülmektedir. Kirschner telinin bulunduğu alanda, üst bölümde, yoğun iltihabi hücre infiltrasyonu görülmektedir.



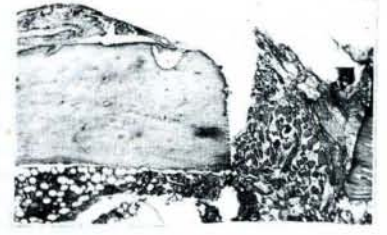
RESİM 5 a: H + E(x32) Resmin sağ yanında görülen osteomyelit bulgularına karşın gerek kallus oluşumu, gerekse fibröz köprü oluşumu, belirgin biçimde izlenmektedir.



RESİM 5 b: H + E(x80) Resmin solundan başlayan fibröz bant, alt bölümdeki yoğun iltihap odağını aşarak alt sağ köşedeki greft parçasına tutunmaktadır.



RESİM 6 a: H + E(x80) Resmin sol üst ve sağ alt kısımlarında, kemik dokusunun arasına çok sayıda kıl girdiği görülmektedir. Resim 5. haftadaki bir deneye ait olmasına karşın hiç onarım görülmemektedir.



RESİM 6 b: H + E(x32) defektin içine giren çizgili kas dokusu, 4 haftalık denekte iyileşmeyi tamamen durdurmuştur.

nekte 2. ve 3. haftalarda olmak üzere Kirschner telinde kırılma görülmüştür.

Bulgular:

Deneklerden elde edilen histolojik kesitlerin incelenmesi sonucu şu bulgular saptandı:

1. hafta kontrol grubu:

Deneklerden osteomyelit oluşmayanlarında konak-transplant aralığında granülasyon dokusu görülmektedir. Fibröz dokuda belirgin bir artış saptanmaktadır. Yer yer kallus oluşumu görülmektedir. Kirschner teli çevresinde gevşek bir fibrin ağı vardır (Resim 2).

1. hafta laser grubu:

Kontrollara oranla fibröz doku ve kallus oluşumu daha fazladır (Resim 3). Bu yapılar konak-transplant aralığının dış bölümünde görülmektedir. Bu aralığı ise çevreden uzanan daha ilkel bir onarım dokusu doldurmaktadır. Bu bul-

gu her evrede vardır (Resim 4).

2. hafta kontrol grubu:

1. haftanın laser grubuna uygunluk gösteren yapılar izlenmektedir. Konak-transplant aralığında, ya da meduller bölgede onarımla ilgili bulgu yoktur.

2. hafta laser grubu:

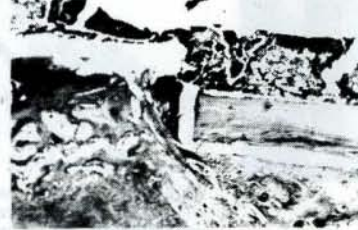
Oluşan fibröz doku bantları belirginleşmiştir. Bu bantlar araya iltihap, yabancı cisim, iskelet kası vb. gibi engeller girmesine karşın (Resim 5-a) karşı bölgeye uzanmaya devam etmektedir. Böyle bir durumda engelin üzerine aşırı, greft üzerine en yakına yapışma eğilimi göstermektedir (Resim 5-b).

3. hafta kontrol grubu:

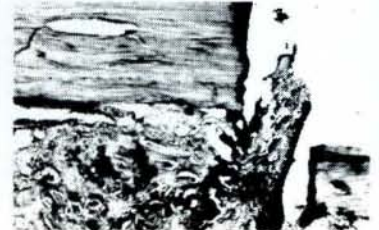
Osteomyelit, yabancı cisim vb. gibi nedenlerle hiç gelişmeyen onarım dokusu dışında (Resim 6-a, 6-b), bütün örneklerde 2. hafta laser bulgularına yaklaşan bir onarım izlenmektedir. Kirchner teli çevresindeki doku fibröz



RESİM 7 a: H + E(x32) Periferde kallusda olgun kemik yapımı görülmektedir. Kallusun üst bölümünde fibröz köprü varlığını korumaktadır.



RESİM 7 b: H + E(x80) Resmin üst bölümünde medullayı da tutan osteomyelit bulgularına karşın, alt sağ köşeden başlayan fibröz köprünün giderek olgun kemik yapımına dönüşmesi görülmektedir. Alt bölümde çizgili kasdan proliferen hücrelerin fibröz bant yapımına katkıları izlenmektedir.



RESİM 7 c: Resim 7 b'nin büyük büyütmesi.

karakter kazanmıştır.

3. hafta laser grubu:

Engelleyici faktörlere karşı en yüksek düzeyine gelmiştir. Bundan önceki haftalarda sakrifiye edilen deneklerde de görülen laser yönünde daha kalın kallus oluşması, burada daha belirginleşmiştir. Kallus periferde daha belirgin olmak üzere, yer yer kemikleşmeye başlamıştır. Osteoid madde çevresinde osteoblastların görülmesi olağanlaşmıştır. Fibröz bantların 'dikmiş' yapma çabası belirgindir (Resim 7-a, 7-b). Önemli bir bulgu da iskelet kası demetleri arasında çoğalan hücrelerin, bu köprülerin yapımına katkıda bulunmasıdır (Resim 7-c).

4. hafta kontrol grubu:

Bu deneklerde, henüz yumuşak kallus evresinin geçilmesi göze çarpmaktadır. Başka bir deyişle görünüm 1-2 hafta önce sakrifiye edilen laserlenmiş denekleri anımsatmaktadır.

4. hafta laser grubu:

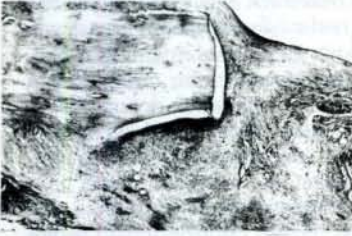
Kallusun yer yer tümüyle kemikleştiği izlenmektedir (Resim 8).

5. hafta kontrol grubu:

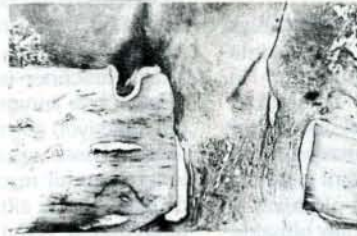
Süreklilik gösteren bir kemik iyileşmesi görülmektedir, ancak Kirschner teli çevresinde, engelleyici bir neden bulunduğu, hiç bir onarım belirtisi görülmemektedir.

5. hafta laser grubu:

4. hafta bulgularının daha pekiştiği izlenmektedir. Fibröz bantlar varlığını korumakta, ancak daha differansiye bir görünüm almaktadır. Engelleri aşma artık çok belirgin bir biçimde izlenmektedir. Yine de konaktransplant aralığında kaynama yoktur (Resim 9). Bir denekte ise belirgin iyileşme saptanmaktadır (Resim 10).



RESİM 8: H+E(x32) sol bölümde görülen, konak-transplant aralığının her iki yanına sıkı bir biçimde yapışan fibröz köprü yer yer kırdak dokusuna ve sağ alt köşede görüldüğü gibi yeni kemik yapımına dönüşmekte, ancak konak-transplant aralığına hiçbir şekilde yapışmamaktadır.



RESİM 9: H+E(x32) bütün alanı dolduran onarım dokusunun her iki bölümde kemikleştiği görülmektedir. Sol üst bölümde, istenmeden separeyle yapılan çentiğin içini aynı doku doldurmakta, proksimal bölüme ise sıkıca yapışmaktadır.



RESİM 10: H+E(x80) her iki kemiğin arasında çok iyi bir şekilde onarıldığı görülmektedir.

Tartışma:

Kortikal otoplastiler, spongioz otoplastilerden revaskülarizasyon hızı, 'creeping substitution' ile olan tamir mekanizması ve tamir olayının tamamlanması açısından farklılıklar gösterir^(3,11). Spongioz olsun, kortikal olsun, transfer edilen nekrotik kemik dokusunun tamir sürecindeki ilk aşama revaskülarizasyondur⁽¹¹⁾. Spongioz otoplastide kan damarları ve 'creeping substitution' gelişimiyle hızlı ve tam bir inkorporasyon görülür; yani konak doku ile transplant arasında civar dokuları da ilgilendiren ve nekrotik ile canlı dokuların kaynaşımından ibaret olan bir 'end-to-end anastomoz' gerçekleşir⁽³⁾. Greftin inkorporasyonunu etkileyen unsurlar; osteoprogenitör hücrelerin proliferatif aktivitesi, hücrelerin differansiasyonu, kapillerlerin ve osteoprogenitör hücrelerin kalandan transplantta geçiş olayı olan osteokondüksiyon, kemik matriksi ile temas gelen mezenkimal hücrelerin differansiasyonu olan osteoindüksiyon ve biomekanik özelliklerdir⁽³⁾. Kortikal greftte ise, eski Havers sistemine ait merkezi kanallar için

de damarsal tomurcuklar gelişir ve beraberlerinde perivasküler primitif mezenkimal hücreleri de getirirler ki, bunlar önce osteoklastlara dönüşür⁽¹⁾. Bu olay, anlaşılacağı üzere, periferden iç kısımlara doğru gelişir^(4,5,6).

Greft konduğunda taşınan osteojenik hücreler dört kaynaktan gelir; periostun kambium tabakasındaki hücreler, intrakortikal elemanlar, endosteal hücreler ve kemik iliği elemanları^(1,3,5). Periostun kambium tabakası kemik korteksine sıkı yapışıklık içindedir ve konan kortikal greft ile birlikte alınmış olur⁽¹⁾. Bu hücrelerin osteogenezis yapabilmesi için hastanın erişkin yaşına gelmemiş olması gerektiği bildirilmektedir⁽³⁾. Transplantasyondan bir kaç saat sonrasına kadar küçük kanalcıklardan difüzyon yoluyla beslenen bazı osteositler canlı kalabilir⁽⁵⁾. Osteogenezis için esas kaynaklardan biri de endosteal hücreler ve kemik iliği elemanlarıdır, ancak hangisinin osteogenezisde daha önemli bir rol oynadığı bilinmemektedir⁽¹⁰⁾. Anlaşılacağı üzere revaskülarizasyon kortikal greftlerde, spongioz greftlere oranla çok daha yavaştır^(3,11). Kortikal greftte revaskülarizasyonun yavaşlığı kemiğin yapısal özelliklerine ve 'end-to-end anastomoz'u sağlayacak endosteal hücrelerin azlığına bağlıdır⁽¹⁾.

Kortikal greftlerde, spongioz greftlerde olmayan diğer bir özellik de tamir olayı sırasında, osteoklastik aktivitenin osteoblastik aktiviteden önce başlamasıdır. Spongioz greftte canlı kemik yapımı ve bunun nekrotik kemiği çevrelemesi görülürken, kortikal greftte sıralama değişmiştir. Havers kanalları rezorbsiyon sonucu genişler ve röntgende kemiğin osteoporotik olarak görünmesine yol açar. Yeni yapılan kemik işte bu geniş Havers kanallarını doldurur^(3,11).

Spongioz ile kortikal greftler arasındaki diğer bir farklılık da greftin rezorbsiyon sürecidir. Spongioz greftler, yeni yapılan osteoid ve 'creeping substitution' aşamaları sonucu pasif bir çatı oluşturarak tamamen rezorbe olurken, kortikal greftlerde yalnızca Havers sisteminin büyük bir kısmı rezorbe olur, ancak interstitial lamellar kemiğin büyük bir kısmı olduğu şekilde kalır^(3,11). Massif kortikal kemik grefti koymanın amacı da zaten bu özellikten yararlanmaktır.

Biz bu çalışmamızda, massif kortikal otoplastilerdeki yüksek kaynamama oranından hareketle, laserin gerek revaskülarizasyon, gerekse daha sonraki rezorbsiyon aşamasında bir etkisinin olup olmadığını araştırmak istedik. Massif greft uygulanırken hayvan üzerinde çalışıldığından intramedüller tespit koymak zorunda kaldı. Bu tespit, inkorporasyon için gerekli olan biomekanik özellikleri sağlıyordu, ancak 'end-to-end anastomoz' için şart olan sıkı temas olayını gerektiği kadar yerine getirdiği söylenemez (Resim 1). İntramedüller tespit nedeniyle osteogenezisi



RESİM 11: H + E(x80) Konak-transplant aralığını yüzük biçiminde saran kalın kemik yapısı görülmektedir.

sağlayacak kemik iliği elemanları ve endosteal hücreler büyük oranda tahrip olmaktadır. Bu istemediğimiz, ancak tavşan gibi bir denekte çalışmak zorunda kaldığımızdan doğan bir sorundu.

Transplantasyon sırasında randomize olarak serum fizyolojik ile soğutulmuş kesilen kemikler ile, bu önlem alınmayanlar arasında konak-transplant aralığındaki proliferasyon açısından bir fark saptanamadı. Ancak soğutma işleminin yapıldığı bir denekte separanın kaçması sonucu istenmeden oluşan küçük bir çentik içinde fibröz kalsun, hemen yanbaşımda sıkı bir biçimde kemiğe tutunmasına karşın, buraya yapışmaması bize gene de ısının etkisini düşündürdü (Resim 9). Soğutma faktörünün serum fizyolojik uygulanmasına karşın yetersiz kaldığı kanısına vardık.

Deneyimizde osteogenezise katılacak greft elemanları arasında geriye bir tek periostun kambium tabakasındaki indifferansiye mezenkimal hücreler kalmaktadır. Havers sisteminden perivasküler mezenkimal hücrelerin osteoklastlara dönüşmesiyle gerçekleşen revaskülarizasyon olayı ise laserin bildiğimiz, mezenkimal hücrelere inhibe edici etkisiyle osteoklastların ortaya çıkışını geciktirir özelliğinden, engellenmiş olmaktadır⁽⁴⁾. Bu olumsuz etkiye rağmen periferde çok daha önemli bir olay olmaktadır ki, o da periosttaki osteojenik hücrelerin laser etkisiyle uyarılarak tamir olayına katılmaları ve konak kemik ile transplant arasındaki bölgede, meduller bölgeye doğru uzanan yığınlar yapmalarıdır. Kontrol grubunda bu olay daha yavaş ve az olarak gerçekleşmektedir. İntramedüller çivileme yapılmamış olsaydı sanırım bu yoğun proliferatif bölge greft medullası boyunca yayılacaktı. Deneklerin hepsinin olgun yaşta olmasına karşın laser sonucu periosttaki yoğun proliferasyonun gerçekleşmesi ilginçtir.

Bütün asepsi koşullarına tam uyulmasına karşın, tavşanların doğası gereği infeksiyonlara yatkınlıkları sonucu, Kirschner teli nedeniyle oluşan yüksek oranda osteomyelit bulgularına rastladık. Özellikle tel çevresinde görülen bu durum ve kıl gibi yabancı bir cismin varlığı daha önce belirtildiği gibi⁽⁸⁾ laser uygulanmış deneklerde kallusu engellemiyordu (Resim 2, 4, 5-a, 7-b). Oysa kontrol grubunda infeksiyon veya yabancı cisim varlığında olay başladığı yerde duruyor, ne kadar süre geçerse geçsin bir ilerleme olmuyordu (Resim 6-a, 6-b).

Laser kortikal greflerde tamir olayındaki sıralamayı tersyüz etmektedir; yani osteoklastların ortaya çıkışı engellenirken osteoblastik aktivite artmaktadır. Bu şekilde, konak kortikal greftin dayanıklılığı rezorbsiyon başlayamadığı için etkilenmezken, artan osteoblastik aktivite greft uygulanan bölgeye ayrı bir stabilite sağlamaktadır. Nitekim laserlenmiş deneklerde oldukça net bir şekilde gö-

rülen yoğun subperiosteal proliferasyon kalın fibröz köprüler oluşturuyor ve bu fibröz köprüler sanki bir 'dikiş' yaparcasına grefte uzanıyor, yoluna gelen her engelin üzerinden aşıyordu (Resim 5-a, 5-b, 7-b, 7-c, 8,9,10). Bu yapıların kökenlerini yalnızca periosttan almayı çevredeki iskelet kasından destek görmeleri de bir başka ilginç bulguydu (Resim 7-c). burada proliferasyon olan hücreler laserle tendon iyileşme sürecinde⁽⁹⁾ oluşan hücrelere çok benziyordu. Laser uygulanan deneklerde çevrede oluşan kemikleşen kallusun konak-greft çevresini adeta bir bilezik gibi sararak stabilizeyi sağlayabileceğini düşündük (Resim 11). Kirschner teli çevresindeki reaksiyonlar kontrol ve laser grubunda farksızdı. Oysa laserin yansıma özelliği nedeniyle tel çevresinde daha yoğun bir anarım ve/veya demarkasyon dokusu beklemek akla yakın gelmekteydi. Biz bu olayı yansıma nedeniyle aktiviteleri yavaşlayan histiositlerin olaya gerektiği kadar katılmamasına bağladık. Kirschner teli çevresinde yeterli bir organizasyon olmasa bile kanımızca oluşan yeni kemik dokusu kemiğin fonksiyon görmesine yeterli desteği verebilecek niteliktedir. Laser uygulamakla hem osteoklastik aktivite frenlenerek greftin rezorbe olması bir süre önlenmekte, hem de osteoblastik aktivite kamçılanarak ek bir stabilite sağlanmaktadır. Daha önceki hayvan deneylerimizin ışığında bu laser uygulaması uzun süreli (en az 9 dakika) olmalı ve end-to-end anastomoz'un başladığı safhaya kadar sürmelidir.

Kaynaklarda⁽⁸⁾ 1 hafta ile sınırlanan iyileşme farkının bu deneyde artmasını, değişik oranlarda oluşan osteomyelit vb. bulgularına bağladık.

Sonuç:

Tavşanlar üzerinde yaptığımız bu çalışmada, insanlara massif kortikal otogreft uygulandığında laser kullanımının konak ile transplant arasındaki kaynamama oranını düşüreceği ve ilerde görülen kırık olasılığını azaltacağı kanısına varıldı.

Kaynaklar:

1. Abbott, L.C., Schottstaedt, E.R., Saunders, J.B. et al: The evaluation of cortical and cancellous bone as grafting material. A clinical and experimental study. J.B.J.S. 29:381,1947.
2. Berkman, M., Gökçey, Alatlı, M. Altuğ, U.T.: Kaynama problemi olan kırıklarda Laserin kaynama üzerine etkisi. Acta Orth. et Tr. Turc. Cilt 21, No. 1, s.1-4,1987.
3. Burchardt, H.: Biology of bone transplantation, Orthop. Clin. of North Am., Cilt 18, No. 2, s.187-196,1987.
4. Oral, C.K.: Laser'in ağız cerrahisi girişimlerinde iyileşme üzerine etkilerinin deneysel araştırılması, Doktora Tezi, 1987.
5. Deleu, J., Tueta, J.: J.B.J.S. 47B:319, 1965.

6. Enneking, W.F., Burchardt, H., Puhl, J.J., et al: Phisical and biological aspects of repair in dog cortical bone transplants, J.B.J.S. 57A:232,1975.
7. Gregory, C.F.: The current status of bone and joint trasplants. Clin. Orthop. 87:165,1972.
8. kokino, M., Temelli, L., Tözün, R., Alatlı, M., Altuğ, T.; Berkman, M.: An investigation of the stimulating effect of Laser on callus in the treatment of fractures., International Congress on Laser Medicine and Surgery, Bologna, 1985.
9. Kokino, M., Tözün, R., Alatlı, M. Temelli, Y., Berkman, M., Altuğ, T.: Effect of Laser irradiation on tendon healing, International Congress on Laser Medicine and Surgery, Bologna, 1985.
10. Ray, R.D., sabet, T.Y.: Bone grafts: cellular survival versus induction. J.B.J.S. 45A:337,1963.
11. Springfield, D.S.: Massive autogenous bone grafts. Orthop. Clin. of Norh Am. Cilt 18, No. 2, s.249-E 256,1987.
12. Trelles, M.A., Mayayo, E.: Low intensity laser irradiation promotes more rapid repair of bone fractures, experimental demonstration, International Congress on Laser Medicine and Surgery, Bologna, 1985.

bu çalışmada, lazer ışınlarının kortikal otograftın iyileşme sürecine etkisi araştırılmıştır. Çalışma, kırık kemiklerin iyileşme sürecinde lazer ışınının etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma, kırık kemiklerin iyileşme sürecinde lazer ışınının etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır.

Bulgular

Çalışma sonucunda, lazer ışınlarının kortikal otograftın iyileşme sürecine etkisi araştırılmıştır. Çalışma, kırık kemiklerin iyileşme sürecinde lazer ışınının etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma, kırık kemiklerin iyileşme sürecinde lazer ışınının etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır.



Şekil 1: Kırık kemiklerin iyileşme sürecinde lazer ışınının etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır.

Çalışma sonucunda, lazer ışınlarının kortikal otograftın iyileşme sürecine etkisi araştırılmıştır. Çalışma, kırık kemiklerin iyileşme sürecinde lazer ışınının etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma, kırık kemiklerin iyileşme sürecinde lazer ışınının etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır.

Çalışma sonucunda, lazer ışınlarının kortikal otograftın iyileşme sürecine etkisi araştırılmıştır. Çalışma, kırık kemiklerin iyileşme sürecinde lazer ışınının etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma, kırık kemiklerin iyileşme sürecinde lazer ışınının etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır.

Çalışma sonucunda, lazer ışınlarının kortikal otograftın iyileşme sürecine etkisi araştırılmıştır. Çalışma, kırık kemiklerin iyileşme sürecinde lazer ışınının etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma, kırık kemiklerin iyileşme sürecinde lazer ışınının etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır.