

DAR BANTLI İNFRARUJ IŞINININ
PRİMER YARA İYİLEŞMESİNE ETKİSİTHE EFFECTIVENESS OF NARROW BAND INFRARED
BEAM ON PRIMARY WOUND HEALINGDr. Nesrin YAĞCI* Dr. Abdullah EREN** Dr. Onur UYSAL***
Dr.Erol GÖKTÜRK** Dr.Hanifegül TAŞKIRAN* Dr.Hülya KAYIHAN****

ÖZET: Çalışmamız, sıçanlarda infraruj ışınının primer yara iyileşmesine etkisini araştırmak amacıyla planlanmıştır. Deney ve kontrol grubundaki sıçanlarda oluşturulan insizyonel yaranın iyileşmesi, histolojik analiz skalası ve yaranın kopma kuvveti yöntemi ile incelenmiştir. Post-operatif ilk 3 gün, ilk 7 gün ve post-operatif 3. günden sonra başlamak suretiyle 7 gün boyunca, günde bir seans ve 10 dakika süreyle uygulanan infraruj ışını sonrasında deney ve kontrol grupları arasında biomekanik inceleme sonucunda yaranın kopma kuvveti açısından istatistiksel fark bulunmazken ($p>0.05$), deney ve kontrol gruplarının kendi aralarındaki kıyaslamada yara iyileşmesi yönünden ileri düzeyde anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.001$). Ayrıca histopatolojik inceleme sonucunda, deney grubunda kontrol grubuna göre doku tamirinin hızlandığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İnfiraruj, Primer yara iyileşmesi, Kopma kuvveti.

SUMMARY: This experimental study was planned to explore the effectiveness of infrared beam on primary wound healing in rats. The healing of incisional wound was studied by the mean of the scala of histologic analyses and wounds strength breaking off in both experiment and control groups. The biomechanical study was done between experimental and control groups starting from first post operative three days, seven days and from the third post operative day for continuous seven days, where one session of 10 minutes duration of infrared radiation was performed daily. There was no significant statistical difference in the biomechanical study between the above mentioned groups ($p<0.001$). But the tissue healing was noticed to be quicker in the experimental group than the control group. Healing of the wound was also correlated between the two groups, and showed a significant difference ($p>0.05$). In the histopathologic analyse it is also observed that the tissue healing is speeded up according to the experimental and control groups.

Key Words: Infra-red, Primary wound healing, Breaking strength.

Yara iyileşmesi günümüzde çok incelenen bir konudur. Tedavide iyileşmeyi hızlandıran pek çok teknik kullanılmaktadır. Bunların başında sıcaklık uygulamaları gelmektedir. Yüzeysel ısıtıcılar (Hot-Pack, İnfiraruj gibi), derin ısıtıcılar (Ultrason, Diatermi gibi), ve ultraviyole ışınının, yara iyileşmesinde genel ve periferik dolanımı

artırmak suretiyle etkili oldukları konusunda araştırmalara rastlanmaktadır (1,2). Byl ve arkadaşları domuzlarda cerrahi olarak oluşturulan tam ve parsiyel kalınlıktaki insizyonel yaralarda düşük doz ultrason (US) kullanmışlardır. Yara iyileşme kriteri olarak yaranın gerilim kuvveti, kollajen yoğunluğu, ve mast hücrelerinin degranülasyonu US uygulamasının 5. ve 7. gününde incelenmiştir. Sonuç olarak US uygulanan grupta kontrol grubuna göre kollajen yoğunluğunun %29, yara gerilim kuvvetinin %24 oranında arttığını rapor etmişlerdir(3). Yüzeysel ısı ajanlarından biri olan infraruj ışını (IR), Foster ve Palastonga adlı araştırmacılar yaptıkları çalışmada, ödemi azaltmak, dolaşımı artırmak ve yara iyileşmesini hızlandırmak amacıyla kullanmışlar ve etkili olduğunu bulmuşlardır(4).

Çalışmamız, dar bantlı infraruj ışınının, sıçanlarda cerrahi olarak oluşturulan ve kapatılan primer yarada iyileşmeye olan etkisini histolojik ve biomekanik metodlarla inceleyerek araştırmak amacıyla planlanmıştır.

* Pamukkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon
Yüksekokulu

** Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve
Travmatoloji Anabilim Dalı

*** Osmangazi Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek
Yüksekokulu

**** Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon
Yüksekokulu

Yazışma Adresi:

(*) 30 Eylül-4 Ekim 1997 II. Ulusal Travma ve Acil Cerrahi
Kongresinde Sunulmuştur

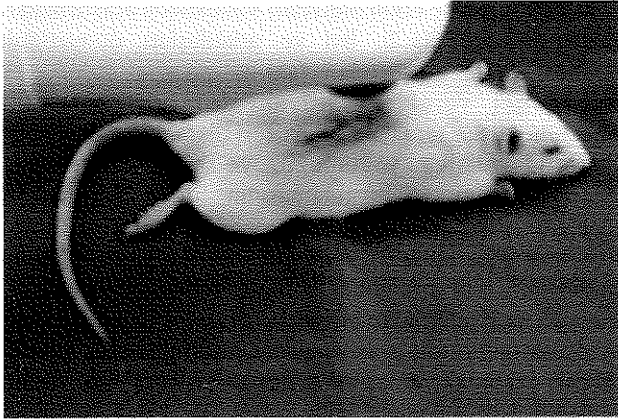
MATERYAL - METOD

Çalışmamız, Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Deneysel Araştırma Merkezi Hayvan Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubuna alınan 60 adet sıçan, deney ve kontrol grupları olarak iki ana gruba ayrıldıktan sonra her grup kendi içinde üç alt gruba ayrılmıştır. Her bir grup 10'ar adet Sprague-Dawley cinsi erişkin erkek sıçandan oluşturulmuştur. Ortalama ağırlıkları 180-300 gram arasında değişmekle birlikte sıçanlar, standart laboratuvar yemi ve yeterli miktarda su ile beslenmiştir. Tüm sıçanların dietileter ile uygulanan inhalasyon anestezisi altında sırt derileri tıraş edilerek, antiseptik kurallara uygun bir şekilde 5cm. uzunluğunda cilt-cilt altı insizyonu yapılmıştır. Bu insizyon, 5-0 ipek ile 5 adet sütür atılarak kapatılmıştır.

Çalışma Planı:

Deney grubuna post-operatif 24. saatte başlatılan IR ışınının (Biobeam 660) dalga boyu 660 nanometre ve odaklama ışın alanı 2 santimetrekaredir. Işın sürekli ve kesikli dalga formundan oluşmuştur. Sürekli dalganın emisyon gücü 18nw, maximum güç yoğunluğu 15mw/cm'dir. Etkisi uygulama yerine maximum total ısıtma sağlamaktır. Kesikli dalganın emisyon gücü 75mw, frekansı 100Hz., etkisi ise uygulama yerinde maximum derine penetrasyon sağlamaktır. Deney grubundaki sıçanlara ışın uygulaması öncesinde insizyon hattı ve çevresi antiseptik solusyon ile temizlendikten sonra ışın, 5 dk. sürekli dalga (CW), hemen arkasından 5 dk. kesikli dalga (Pulse) şeklinde toplam 10 dakika ve her gün belirlenen aynı saatte dietileter inhalasyon anestezisi altında günde bir kez olmak kaydıyla uygulanmıştır. Işın uygulaması, yaklaşık 2 cm. mesafeden- ışın yara üzerine tam odaklanıncaya kadar yaklaştırılarak yapılmıştır (Resim 1).

Resim I: Yara üzerine ışının uygulaması



Birinci deney grubuna ışın uygulaması, post-operatif 24. saatte başlatılarak 3 gün tatbik edilip sonlandırılmıştır. İkinci deney grubuna ışın, post-operatif 24. saatte başlatılarak 7 gün uygulanıp bitirilirken, üçüncü deney grubuna

ise postoperatif 72. saatte başlatılarak 7 gün boyunca IR ışını tatbik edilmiştir. Kontrol grubundaki sıçanlara post-operatif herhangi bir ajan uygulanmayıp, birinci kontrol grubuna post-operatif ilk 3 gün, ikinci kontrol grubuna post-operatif ilk 7 gün ve üçüncü kontrol grubuna post-operatif ilk 10 gün boyunca her gün belirlenen aynı saatte insizyon hattı ve çevresi antiseptik solüsyonla temizlenip yara iyileşmesi kendi haline bırakılmıştır.

Çalışmanın yapıldığı odanın ısı sabit tutulup (yaklaşık 26C), IR ışınının uygulanması sırasında gerek ışına ve gerekse sıçan üstüne direk güneş ışını gelmemesine dikkat edilmiştir. Çalışma esnasında her iki gruptan'da toplam 7 adet sıçan fazla anestezinin etkisinden dolayı kaybedilmiştir. Geriye kalan 53 adet sıçanın çalışma planına göre daha önceden belirlenen sürelerinin bitimini takiben insizyon bölgesinden-insizyon hattı tam ortada kalacak şekilde incelemeye alınan cilt, cilt altı biopsileri sonrası yara üzeri antiseptik solusyon ile temizlenip, steril gazlı bezle kapatıldıktan sonra tekrar kullanılmak üzere Deneysel Araştırma Merkezi Hayvan Laboratuvarı'na teslim edilmiştir.

Değerlendirme Kriterleri:

Histopatolojik İnceleme: IR ışını uygulanan her üç deney grubunda, uygulamanın bitirilmesini takiben kontrol grubu ile beraber insizyon hattından 2cm2x 2cm2 ölçü lerinde cilt, cilt-altını içeren biopsi alınarak formalin solusyonunda fikse edilmiştir. İnceleme, histolojik analiz skalası kullanılarak bir histolog tarafından çift kör bir çalışma ile Histoloji ve Embriyoloji AD'nda değerlendirilmiştir. İncelemede, epidermis tabakasında reepitelizasyona, dermis tabakasında kollojen organizasyonuna, enfeksiyona, granülasyon dokusuna yara

Resim II: Kopma kuvveti ölçüm düzeneği



Tablo 1: Histolojik analiz skalası

A	0	Yok
Epidermis	1	Bazal hücre tek sıra
(Reepitelizasyon)	2	Bazal hücre 2,3 sıra
	3	Bazal hücre epidermis katları tam, keratinizasyon yok
	4	Bazal hücre, keratinizasyon tamam
B	0	Organizasyon ve lifler az
DERMİS	1	Organizasyon az, immatür lifler görünüyor
(Kollojen	2	Organizasyon daha normal
Organizasyonu)	3	Normal
C	1	Çok
ENFEKSİYON	2	Orta
(Enflamatuar	3	Az
Hücreler)	4	Yok
D	1	Soluk, Beyaz
(Granülasyon	2	Soluk, biraz pembe
Dokusu)	3	Sağlıklı pembe
	4	Aşırı kırmızı
E	1	Yara kötü kapanmış
(Yara Tahmini)	2	Genelde iyi ama doku tamiri ve eksik doku henüz tam değil, açıklık var
	3	İyi ama büzülmüş
	4	İyi ve düzgün

tahminine bakılmıştır. Değerlendirme; (0) yok, (1) minimal, (2) çok az, (3) orta düzeyde, (4) iyi şeklinde derecelendirilerek yapılmıştır (Tablo 1).

Biomekanik İnceleme: Biofizik laboratuvarında 2 adet çelik makara ve 2 adet klempten oluşan sabit bir düzenek hazırlanmıştır. Deney ve kontrol gruplarından, tedavinin bitirilmesinden hemen sonra insizyon hattından 2cm. uzunluğunda cilt, cilt-altı kesisi alınarak, düzenekteki her iki klempten arasına -insizyon hattı tam ortaya gelecek şekilde- yerleştirilmiştir. İnsizyon hattının ayrılabilirlik direncini ölçmek amacıyla, yüzey sürtünmesi sıfırlanmış çelik makaralara takılı olan iki katlı naylon iplerin bağlı olduğu plastik kaba kontrollü ve çok yavaş bir şekilde su konulmuş, insizyon hattında ilk ayrışma gözlemlendiğinde işlem sonlandırılarak kopma kuvvetine bakılmıştır (Resim 2). Sonuçlar, plastik kabın darası

çıkartıldıktan sonra içine konulan su miktarı, gram cinsinden ölçülmesi ile elde edilmiştir. Kopma kuvveti, ölçülen doku kalınlığı ile doku parçasının uzunluğunu çarparak, birim yüzeye düşen su miktarına oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

Doku kalınlığı x Doku uzunluğu = Santimetrekare

Kaba dolan su miktarı = Gram

Birim yüzeye düşen kopma kuvveti =

Gram / Santimetrekare

İstatistiksel Analiz:

Deney ve kontrol gruplarının birbirleriyle kıyaslanması sonucunda elde edilen fark Student-test kullanılarak değerlendirilmiştir. Her bir grubun kendi alt grupları aralarındaki fark ise tek yönlü varyans analizi yöntemiyle kıyaslanmıştır.

Tablo II: Yaranın Kopma Kuvveti Ölçüm Sonuçları

Uygulama Günleri	N	Deney Grubu		Kontrol Grubu		T
		X	SD	X	SD	
İlk 3 Gün	17	117.57	27.38	136.26	22.38	>0.005
İlk 7 Gün	19	341.50	24.33	337.31	49.80	>0.005
3-10 Gün arası	17	504.61	52.35	441.90	90.95	>0.005

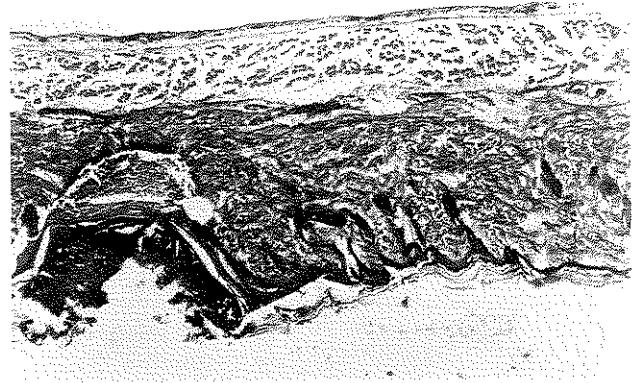
BULGULAR

Deney ve kontrol gruplarının kopma kuvveti ölçüm sonuçları (Tablo 2)'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre deney ve kontrol grupları insizyonel yaranın kopma kuvveti açısından kıyaslandığından istatistiksel olarak fark bulunamamıştır ($p > 0.05$). Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre; deney ve kontrol grupları kendi içinde ayrı ayrı incelendiğinde; kontrol grubunun alt gruplarından, grup 1 (post-operatif ilk 3 gün yara pansumanı yapıp 3. günün sonunda cilt, cilt-altı biopsisi alınan grup) ile grup 2 (post-operatif ilk 7 gün yara pansumanı yapıp 7. günün sonunda cilt, cilt-altı biopsisi alınan grup) ve grup 3 (post-operatif ilk 10 gün yara pansumanı yapıp 10. günün sonunda cilt, cilt-altı biopsisi alınan grup) arasında ileri düzeyde farklılık bulunurken ($p < 0.001$), grup 2 ve 3 arasında da ileri düzeyde farklılık bulunmuştur ($p < 0.001$). Deney grubunun alt gruplarında ise; grup 1 (post-operatif ilk 3 gün ışın uygulaması) ile grup 2 (post-operatif ilk 7 gün ışın uygulaması), grup 1 ile grup 3 (post-operatif 3.günden sonra başlanılarak 7 gün ışın uygulaması), ve grup 2 ile grup 3 arasında ileri düzeyde anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.001$). Histolojik analiz skalasına göre yapılan çift kör histolojik çalışma sonucu ise (Tablo 3)'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre, deney grubunda yara tamiri kontrol grubuna göre reepitelizasyonun tamamlandığı, kollojen organizasyonunun daha normal olduğu, enfeksiyonun hiç oluşmadığı, granülasyon dokusunun sağlıklı pembe görüldüğü ve yaranın iyi ve düzgün kapandığı görülmüştür. Deney grubunun kendi içindeki alt gruplarında ise; post-operatif 3. günden sonra başlatılan ve bir hafta uygulanan ışının, ilk 3 gün uygulanan ışına göre kollojen yoğunluğunu ve reepitelizasyonu arttırdığı, görülmüştür (Resim 3,4).

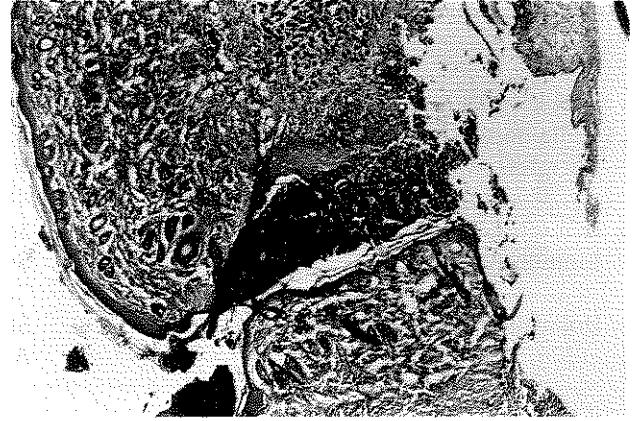
TARTIŞMA

İnfraruj ışınının biyolojik etkileri bilinmekle birlikte yara iyileşmesindeki rolü son yıllarda araştırılmaya başlanmıştır. 1980 yılında Hyland ve Kirkland adlı araştırmacılar, özellikle 5mm'den daha derin olmayan cilt ülserlerinde günde 4 kez ve 30dk'lık IR tedavisinin, yara iyileşmesini hızlandırdığını, bakteriyel büyümeyi

Resim III: Deney grubu - yara kesiti (x12 objektif büyütmesi)



Resim IV: Deney grubu - yara kesiti (x12 objektif büyütmesi)



geciktirdiğini ve sirkülasyonu arttırdığını bildirmişlerdir (5). Moss ve arkadaşları, IR ışınının dokularda kollojen yoğunluğunu artırarak yara kapanmasında etkisine dikkat çekmişlerdir (6). Primer yara iyileşmesinin biyomekanik değerlendirmesinde pek çok araştırmacı, birleştirilmiş yara kenarlarının ayrılabilirlik kuvvetine dayalı yöntemini (breaking strength) kullanmaktadır (7). Byl ve arkadaşları, domuzlarda cerrahi olarak oluşturulan tam kalınlıktaki yüzeysel insizyonel yarıyı iyileştirmede kesikli mikro akım elektromanyetik stimülasyon kullanarak kontrollü bir çalışma yapmışlardır. Her gün, günde 1 saat ve 5 gün pozitif kutuptan 100mA'lık uygulamışlar, yaranın gerilim kuvvetine, kollojen yoğunluğuna ve matürasyona bakmışlardır. Post-operatif 7. günde tüm yaraların enfeksiyon olmaksızın iyileştiği ama incelenen parametrelerde kontrol ve deney grupları arasında fark olmadığı, akut veya kronik yaralarda mikro akım stimülasyonunun etkisiz kaldığını rapor etmişlerdir (8). Fogdestam adlı araştırmacı sıçanlarda primer kapanmayı takiben cilt insizyonunun iyileşmesini, biyomekanik çalışma ile ölçmüş ve yara kapanma direncinin post-operatif 10. gün, 3. ve 5. günlere göre daha fazla

Tablo III : Histolojik Analiz Skala Sonuçları

	GRUP NO	EPİDERMİS	DERMİS	ENFEKSİYON	GRANÜLASYON DOKUSU	YARA TAHMİNİ
KONTROL GRUBU	2	3	0	2	2	2
	5	3	0	2	2	2
	7	3	0	2	2	2
	8	3	0	2	2	2
	19	3	3	2	(2-3)	3
	21	4	3	2	(2-3)	3
	23	4	3	2	(2-3)	3
	25	4	3	2	(2-3)	3
DENEY GRUBU	10	4	3	4	3	4
	11	4	3	4	3	4
	13	4	3	4	3	4
	16	4	3	4	3	4
	29	4	3	4	3	4
	31	4	3	4	3	4
	34	4	3	4	3	4
	36	4	3	4	3	4

olduğunu, 60. günden sonra çok daha fazla direnç kazandığını rapor etmiştir (9). Colver ve Priestley, in vitro yara iyileşmesini stimüle etmek için kırmızı ışık yayan helyum-neon (He-Ne) laserlerini kullanmışlardır. Emisyon gücü 5mw, dalga boyu 633nm. olan laseri günde 3 kez ve 3 gün uygulamışlar, sonuçta sellüler proliferasyona etki etmediğini bildirmişlerdir(10). Taylor ve arkadaşları tarafından sıçanlar üzerinde gerçekleştirdikleri bir çalışmada, deney grubundaki sıçanlara, yüksek güçte diode lazer ile Nd: YAĞ lazer, kontrol grubundaki ratlara ise bistüri kullanılarak tam kalınlıkta insizyonel yara oluşturulmuştur. Lazer ışınları 805nm. ile 1064nm. dalga boyunda uygulanmıştır. Yaranın kopma kuvvetine 7., 14. ve 21. günlerde, özel olarak dizayn edilmiş tensiometre ile ölçülmüştür. Çift kör bir çalışmayla histopatolojik inceleme de yapılmıştır. Sonuçta lazer ışınları arasında insizyon yerinin kopma kuvveti açısından bir fark bulunmazken, lazer ışınları ile bistüri kullanılarak yapılan insizyon metodları kıyaslandığında, lazer insizyonlarının kollojen oluşumu, fibroblast proliferasyonu ve inflamasyonun diğer insizyon metodundan daha fazla olduğu görülmüştür(11). Çalışmamız, sıçanlarda cerrahi olarak oluşturulan insizyonel yarada, infraruj ışınının etkisini saptamak amacıyla kontrollü bir çalışma şeklinde planlanmıştır. Literatürde 60 güne kadar çıkan ışın uygulama süreleriyle çalışılmasına rağmen biz araştırmamızda süreyi en fazla bir hafta olarak sınırladık. Bunu yapmamızdaki amaç bir haftalık ışın süresinin yara iyileşmesinde etkili olup olmadığını araştırmaktır. Histopatolojik inceleme sonucunda bu sürenin etkili olduğunu ancak yara uçlarının kapanma direnci açısından yeterli olmadığını saptadık. Ayrıca literatürde primer yara

iyileşmesinde reepitelizasyonun 24 - 48 saat içinde gerçekleştiğini ortaya koyan çalışmaların varlığı(12), deney ve kontrol gruplarımız arasında yapılan histopatolojik çalışma sonucuna göre deney grubunda yara iyileşmesinin kontrol grubuna göre daha iyi olduğu ve deney grubunun post- operatif 3. günden sonra başlatılan ve bir hafta uygulanan ışının, ilk 3 gün uygulanan ışından daha etkili olduğu ve kollojen yoğunluğunu arttırarak, reepitelizasyonun tamamlandığı sonucumuzu desteklemektedir. Yine literatürdeki benzer çalışmalarda uygulama süresini 25 - 30 dk. olarak belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda, IR ışınının süresini 10 dk. ile sınırlamamızın amacı, yara iyileşmesinde sürenin ne oranda etkin olduğunu incelemektir. Elde edilen veriler ışığında bu sürenin yeterli olduğunu, yaptığımız histolojik inceleme sonucunda deney grubundaki iyileşmenin kontrol grubuna oranla daha iyi olduğu sonucundan anlamaktayız. İlk bir hafta uyguladığımız ışının, yarayı iyileştirmesi yönünden ilk üç güne göre daha etkili olduğunu, postoperatif üçüncü günden sonra başlayıp bir hafta uyguladığımız ışının ise, ilk bir hafta uyguladığımız ışından daha etkili olduğunu varyans analizi sonuçlarından anlamaktayız. Bu sonuçlara göre, en etkin sürenin postoperatif üçüncü günden sonra başlayıp bir hafta uyguladığımız ışın olduğunu ve ilk üç gün uygulanmamasının yara iyileşmesine olumsuz bir etkiyi olmadığını görmekteyiz.

SONUÇ

Dar bantlı infraruj ışınının, sıçanlarda cerrahi olarak oluşturulan primer yara iyileşmesine etkisini araştırmak amacıyla yaptığımız kontrollü çalışma sonucunda, deney ve kontrol grupları arasında yara kenarlarının ayrılabilirlik

direnci açısından bir fark bulunmazken ($p > 0.05$), her bir grubun kendi içindeki alt grupları arasında, özellikle deney grubunda postoperatif 3. günden sonra 7 gün uygulanan IR ışını, ilk 3 gün uygulanan ışına göre, yara kenarlarının direnç kazandığı biyomekanik inceleme sonucunda görülmüştür ($p < 0.001$). Histopatolojik inceleme sonucunda kollojen yoğunluğu, reepitelizasyonu açısından deney grubunun kontrol grubuna göre çok daha iyi olduğu izlenmiştir. Literatürdeki IR uygulamalarının aksine (15-20 gün, 25-30 dk. süren seanslar halinde), bizim çalışmamızda, 7 gün ve günde 10 dk.'lık seansların yara iyileşmesini hızlandırabileceği sonucuna vardık.

KAYNAKLAR

- 1- Brantly SK, Davidson SF, Das SK: A Dose Related Curve of Wound Tensile Strength Following Ultraviolet Irradiation in the Hairless Guinea Pig. *The Am. J. Med. Sci.* 302(2): 75-81, Aug. 1991.
- 2- Kitchen SS, Partridge CJ: Infra-red Therapy. *Physiotherapy.* 77(4): 249-254, Apr, 1991.
- 3- Byl NN, Mc.Kenzi AL, et al: Low-dose Ultrasound Effects on Wound Healing: A Controlled Study with Yucatan Pigs. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 73: 656-664, July. 1992.
- 4- Foster A, Palastonga N: Clayton's Elektrotherapy: Theory and Practice, Bailliere Tindall, London, 1985.
- 5- Hyland DB, Kirkland VJ: Infra-red Therapy for Skin Ulcers. *Am. J. Nurs.* 1800-1801, Oct, 1980.
- 6- Moss C, Ellis R, Murray W, Par W: Infra-red radiation. *Nonionising Radiation protection*, 2. ed. WHO Regional Publications, European series, no:25. Genova. 1989.
- 7- Mustoe TA, Pierce GF, et al: Accelerated Healing of Incisional Wounds in Rats Induced By Transforming Growth Factor. *Science.* 237: 1333-1336, Sep, 1987.
- 8- Byl NN, Mc.Kenzi AL, et al: Pulsed Microamperage Stimulation: A Controlled Study of Healing of Surgically Induced Wounds in Yucatan Pigs. *Phys. Ther.* 74(3): 201-211, March, 1994.
- 9- Fogdestam I: A Biomechanical Study of Healing Rat Skin Incisions After Delayed Primary Closure. *Surg. Gyne. Obst.* 153: 191-199, Aug, 1981.
- 10- Colver GB, Priestley G C: Failure of a Helium-Neon laser to Affect Components of Wound Healing in vitro. *Bri. J. Dermatol* 121: 179-186, 1989.
- 11- Taylor DL, et al: Comparison of a High Power Diode laser with the Nd: YAG laser using in situ Wound Strenght Analysis of Healing Cuteneus Incisions. *Surg. Med.* 21(3): 248-54, 1997.
- 12- Carrico TJ, Mehrhof AL, Cohen IK: Biology of Wound Healing. *Surg. Clin. North. Am.* 64(4): 721-733, Aug, 1984.