

## KUADRİSEPS FEMORİS KAS GÜCÜNÜN ARTIRILMASINDA EMG BİOFEEDBACK UYGULAMASI

### THE EFFICACY OF EMG BIOFEEDBACK TO INCREASE QUADRİCEPS FEMORİS MUSCLE POWER

Muzaffer KİLCİ Kazım ŞENEL Akın ERDAL Mahir UĞUR

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Erzurum

**Anahtar Sözcükler:** Kuadriseps femoris kas gücü, EMG biofeedback

**Key Words:** Quadriceps femoris muscle power, EMG biofeedback

#### ÖZET

Bu çalışma, diz operasyonları veya konservatif tedaviler sonrası kuadriseps femoris kas güçsüzlüğü gelişmiş 40 hastada kuadriseps kas gücünü artırmaya yönelik yapıldı. Hastalar rastgele iki gruba ayrılarak I. grubu Hot-pack, galvanik stimülasyon, izometrik egzersiz; II. gruba ise bunlara ilaveten EMG biofeedback tedavisi uygulandı. Tedavi haftada 5 gün olmak üzere 4 hafta sürdü. Tedavi sonrasında, EMG biofeedback cihazı ile kaydedilen elektriksel aktivite değerlerinde, dizin eklem hareket açıklığında, ağrı skorunda ve kuadriseps femorisin ağırlık kaldırma gücünün değerlendirilmesinde her iki grupta da anlamlı iyileşmeler mevcut ( $p<0.05$ ). Uyluk çevresinde ise her iki grupta da anlamlı bir değişiklik olmadı ( $p>0.05$ ). Her iki grubun karşılaştırılmasında ise tüm parametrelerde EMG biofeedback grubu lehine anlamlı iyileşmeler mevcut ( $p<0.001$ ). Sonuç olarak her iki tedavi yönteminin kuadriseps femoris kas gücünü artırmada etkili olduğu ancak EMG biofeedback'in istemli kas kontrolünün sağlanmasında ve kas kuvvet artışı ile paralellik taşıdığı ifade edilen maksimum efordaki kas elektriksel aktivitesinin artırılmasında, klasik tedavi yöntemlerine göre daha üstün olduğu söylenebilir.

#### SUMMARY

This study was carried out to increase quadriceps femoris muscle power in 40 patients either had undergone knee surgery or had been treated with conservative therapy. Patients were randomly assigned in two separate groups. First group received hot pack, galvanic stimulation and isometric exercise, and the second group received EMG biofeedback in addition to them. After the treatment there were significant improvements in electrical activity records in range of motion of the knee, in pain score and weight-bearing strength of the quadriceps femoris in both groups ( $p<0.05$ ). There was no significant difference in thigh circumference in both groups ( $p>0.05$ ). In comparing the two groups EMG biofeedback group was superior to the other group in all parameters ( $p<0.001$ ). In conclusion, it can be stated that each treatment modality may be effective in strengthening quadriceps femoris muscles contraction force, but EMG biofeedback may be superior to the traditional treatment modalities in enhancing muscle electricity activity during maximal effort, which is reported to be parallel to muscle strength gain and in gaining the volunteer muscle control.

## GİRİŞ

Dize uygulanan konservatif tedavi ve diz operasyonlarından sonra gözlenen en yaygın komplikasyon, ciddi rehabilitasyon gayretlerine rağmen dizin tam ekstansiyonundaki kayıptır (1,2). Diz operasyonlarını takiben adezyon oluşumu ve diz kaslarının atrofisi ile sonuçlanan bir inaktivasyon ve immobilizasyon periyodunun izlendiği görülür. Bu her iki durum da dizin hareket genişliğinin iyileşmesini kısıtlayabilir. Bu nedenle rehabilitasyondaki temel amaç eklem hareket genişliğini, kas kontrolünü ve kas gücünü iyileştirmektir (3). Kuadriseps femoris kasının rehabilitasyonu dizin ameliyatlarından, inaktivasyonundan ve immobilizasyonundan sonra tam iyileşme sağlanması için temel teşkil eder (4).

EMG biofeedback, kas aktivasyonunun istemli kontrolünün sağlanması amacıyla kullanılan değerli bir araçtır. Hastaların kasından gelen myoelektrik sinyalleri büyütür ve görsel ve işitsel sinyaller oluşturur ve bunları anlaşılabilir bir yapıya dönüştürür. Bu sayede zayıflayan kasları eğitmek, hiperaktif kasları gevşetmek mümkün olmaktadır. EMG biofeedback'in çeşitli terapötik egzersizlerin verimini arttırdığı öne sürülmektedir. Bu konudaki çalışmalar EMG biofeedbackle birlikte uygulanan egzersiz tedavisinin, sadece standart egzersiz tedavisine karşı üstün olduğunu göstermektedir (5,6,7,8,9).

EMG biofeedback immobilizasyon, eklem cerrahisi ve kontraktür nedeniyle oluşmuş kas zayıflıklarını gidermek amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle diz eklemine yönelik cerrahi müdahalelerden sonra kuadriseps femoris kasına uygulanan EMG biofeedback ile birlikte terapötik egzersiz tedavisi konvansiyonel egzersiz tedavisine göre daha başarılı bulunmuştur (2,3,10,11,12).

Yaptığımız çalışmada dize uygulanan konservatif tedavi ve diz operasyonlarından sonra kuadriseps kas gücünün artırılmasında EMG biofeedback tedavisi klasik fizik tedavi yöntemleri ile karşılaştırıldı.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya ayaktan veya yatırılarak tedavi edilmek üzere, çeşitli nedenlerde diz operasyonu

geçirmiş ve dizine konservatif tedavi uygulanmış, her iki sebepten dolayı kuadriseps femoris kasında zafiyet gelişmiş hastalar alınarak rasgele iki gruba ayrıldı. Vaka seçiminde göz önüne alınan kriterler şunlardır:

1. Herhangi bir nedenle hastanın diz operasyonu geçirmesi (suprakondiller, kırık, iç ve dış yan bağ yaralanmaları, meniskopatiler, tibia ve femur üst alt uç kırıkları gibi),
2. Dize konservatif tedavi uygulanan vakalar (cerrahi endikasyonu olmayan durumlarda uygulanan tedavi şekilleri),
3. Diz eklemünde eklem hareket genişliğinin kısıtlanmış olması,
4. Kuadriseps kasında atrofi olması,
5. Kas gücünün azalmış olması,
6. Kooperasyon güclüğü bulunmaması,
7. Görme ve işitme kaybı olmaması.

Çalışmayı engelleyici sistemik bir hastalığı olanlar ve fizik tedavi ajanlarının uygulanması sakıncalı olanlar tedaviye dahil edildiler. Olgularda yaş ve cins farkı gözletilmedi.

## Değerlendirme Kriterleri

Çalışmaya katılan olgularda tedavinin etkinliği şu kriterlere göre değerlendirildi:

1. Kasların elektriksel aktivitesi: İlgili kasların elektriksel aktiviteleri EMG biofeedback cihazı ile tespit edildi.
2. Eklem hareket açıklığı: Gonyometre ile dizin fleksiyon ve ekstansiyon eklem hareket açıklıkları aktif olarak ölçülerek kaydedildi.
3. Kuadriseps kasının ağırlık kaldırma gücü: De-Lorme metoduna göre 10 kere kaldırdıkları maksimal ağırlık tesbit edildi.
4. Ağrı: Ağrının şiddeti 0'dan 10'a kadar işaretli vizüel analog skalasında değerlendirildi.
5. Uyluk çevresi (Kuadriseps kalınlığı): Olguların tümünün uyluk çevresi patella üst kenarına 15 cm'lik mesafelerden metrik sistemli ölçülerek santimetre cinsinden bulundu.

## Tedavi

Belirlenen kriterlere uygun vakalar rastgele seçimle iki gruba ayrıldı. Vakaların tümüne haftada 5 seans olmak üzere 4 hafta süre ile toplam 20 seans FTR programı uygulandı. Hafta sonları tedaviye ara verildi. Bu süre içinde hastaya ek medikal ve fizik tedavi verilmedi.

1. gruba; Yüzeysel ısıtıcı (hot-pack), Galvanik stimülasyon, İzometrik egzersizler,

2. gruba ise Yüzeysel ısıtıcı (hot-pack), Galvanik stimülasyon, İzometrik egzersizler, EMG biofeedback uygulandı.

Sonuçlar SPSS programında wilcoxon testi ve student-t testi kullanılarak analiz edildi.

## BULGULAR

40 olgunun 22'si (%55) erkek, 18'i (%45) kadındı. Erkek/kadın oranı 1.2 idi. Minimal yaş 13, maksimal 58'di. Her iki gruptaki olguların tedavi öncesi özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Kuadriseps femoris kas gücünde azalmaya neden olan faktörlerin sınıflaması Tablo 2'de gösterilmiştir. Dize uygulanan operasyonlar içinde medial menisektomi A grubunda 4(%10), B grubunda da 6(%15) idi. Konservatif tedavi sonucu gelişen kuadriseps femoris kas güçsüz-

lüğü en çok femur alt ucu kırığı olan vakalarda; en az ise tibia üst ucu kırıkları sonucu oluşmuş idi.

Her iki gruptaki olguların tedavi öncesi ve sonrası parametreleri ve istatistiksel analizleri Tablo 3'de gösterilmiştir. Tedavi sonrasında EMG biofeedback cihazı ile kaydedilen elektriksel aktivite değerlerinde, dizin eklem hareket açıklığında, ağrı skorunda ve kuadriseps

Tablo 1. Her iki gruptaki olguların tedavi öncesi özellikleri

	1. grup	2. grup	P
Olgu sayısı (n)	20	20	>0.05
Erkek (n)(%)	12(30)	10(25)	>0.05
Kadın (n)(%)	8(20)	10(25)	
Yaş (yıl) Ort±Ss	28.9±10.8	43.9±11.0	<0.05
Hastalık süresi ay Ort±Ss	2.25±1.29	2.85±1.53	>0.05
Sağ diz (n)(%)	10(25)	12(30)	>0.05
Sol diz (n)(%)	10(25)	8(20)	>0.05

Tablo 2. Kuadriseps femoris kas gücünde azalmaya neden olan faktörlerin sınıflaması

Etyolojik faktör	1. grup		2. grup		Toplam	
	n	%	n	(%)	n	(%)
Medikal menisektomi	4	10	6	15	10	25
Patello-femoral kırık	6	15	5	12.5	11	27.5
Femur alt uç kırığı	5	12.5	7	17.5	12	30
Tibia üst uç kırığı	5	12.5	2	5	7	17.5
Toplam	20	50	20	20	40	100

Tablo 3. Her iki gruptaki olguların tedavi öncesi ve sonrası parametreleri

	I. Grup			II. Grup		
	TÖ	TS	P	TÖ	TS	P
<u>Elektriksel aktivite değerleri (µv)</u>						
M. vastus medialis	25.3±12.8	56.5±18.5	<0.001	21.7±12.8	92.3±12.1	<0.001
Rektus femoris	28.95±8.7	55.6±15.9	<0.001	19.45±7.02	72.9±19.3	<0.001
Vastus lateralis	23.60±7.60	54.1±17.9	<0.001	19.75±6.69	80.5±17.1	<0.001
Vastus intermedius	21.65±9.8	47.6±13.4	<0.001	19.75±5.84	84.5±14.0	<0.001
<u>Eklem hareket açıklığı (derece)</u>						
Fleksiyon	76.6±19.5	110.00±12.7	<0.05	74.3±4.88	122.30±3.72	<0.001
Ekstansiyon(kısıtlılığı)	20.63±8.32	18.32±7.87	<0.05	10.85±3.33	4.35±4.10	<0.001
Ağrı	6.75±1.30	4.70±1.32	<0.05	2.35±0.98	1.73±1.96	<0.001
Kuadriseps kasının ağırlık kaldırma gücü (kg)	2.31±0.9	6.33±2.15	<0.05	4.72±1.65	5.13±3.02	<0.001
Uyluk çevresinin değerlendirilmesi (cm)	63.8±5.27	64.7±4.85	>0.05	15.83±9.28	18.9±7.37	>0.05

Tablo 4. Her iki gruba ait parametrelerin tedavi öncesi ve tedavi sonrası farklarının karşılaştırılması.

	I. Grup	II. Grup	P
<u>Elektriksel aktivite değerleri (<math>\mu</math>v)</u>			
M. vastus medialis	31.85 $\pm$ 10.28	70.6 $\pm$ 12.62	<0.001
Rektus femoris	26.70 $\pm$ 14.12	53.45 $\pm$ 19.25	<0.001
Vastus lateralis	31.00 $\pm$ 14.48	60.80 $\pm$ 16.81	<0.001
Vastus intermedius	26.00 $\pm$ 13.27	64.75 $\pm$ 15.40	<0.001
<u>Eklemler hareket açıklığı (derece)</u>			
Fleksiyon	20.85 $\pm$ 9.89	5.55 $\pm$ 2.70	<0.05
Ekstansiyon (kısıtlılığı)	19.5 $\pm$ 19.05	10.4 $\pm$ 5.85	<0.001
Ağrı	3.38 $\pm$ 1.02	4.27 $\pm$ 1.37	<0.001
Kuadriseps kasının ağırlık kaldırma gücü (kg)	1.723 $\pm$ 0.824	2.47 $\pm$ 0.967	<0.05
Uyluk çevresinin değerlendirilmesi (cm)	0.725 $\pm$ 0.785	0.671 $\pm$ 0.544	>0.05

femorisin kaldırma gücünün değerlendirilmesinde her iki grupta da anlamlı iyileşmeler mevcut idi ( $p<0.05$ ). Uyluk çevresinde ise her iki grupta da anlamlı bir değişiklik olmadı ( $p>0.05$ ).

Her iki gruba ait parametrelerin karşılaştırılması Tablo 4'de gösterilmiştir. Her iki grubun tedavi öncesi ve sonrası elektriksel aktivite fark değerleri karşılaştırıldığında I.grup lehine vastus medialis, vastus lateralis, vastus intermedius ve rektus femoris için  $p<0.001$  seviyesinde anlamlı sonuçlar elde edildi. Yine her iki grubun tedavi öncesi ve sonrası fark değerleri karşılaştırıldığında dizin eklem hareket açıklığında, ağrı değerlendirilmesinde, kuadriseps femoris kasının ağırlık kaldırma gücünün değerlendirilmesinde I.grup lehine anlamlı sonuçlar elde edildi ( $p<0.001$ ).

## TARTIŞMA

Dize uygulanan konservatif tedavi ve operasyonları takiben en yaygın komplikasyon kuadriseps kasında meydana gelen (özellikle vastus medialis) güçsüzlüğe bağlı diz ekstansiyonunda kayıp, kasta atrofi ve eklem hareket açıklığının (EHA) kısıtlanmasıdır (1,2).

Anterior krusiyat ligaman rekonstrüksiyonunu takiben adezyon oluşumu ve diz kasları atrofisi ile sonuçlanabilen inaktivasyon ve immobilizasyon periyodu izler. Her iki durumda diz EHA'nı sınırlayabilir ve kasta güçsüzlüğe sebep olabilir. Böylece postoperatif amaçlar EHA'nı

geri kazanmak ve kas kontrol ve sağlamlığını iyileştirmektir (3).

Sprenger ve ark. medial menisektomiye takiben rehabilitasyonun amacının EHA'nı sağlamak özellikle vastus medialis olmak üzere kuadriseps femoris kasını güçlendirmek ve vastus medialis kasının yeniden eğitiminin değişmez bir gereklilik olduğunu bildirmişlerdir (2). Smillie vastus medialisin dizin anahtarı olduğunu ve çoğu egzersiz programının bu yoruma dayandığını belirtmektedir (13).

Rehabilitasyon programının ana amacı kuadriseps femoris kasını güçlendirmek, ağrıyı azaltmak EHA'nı artırmaktır. Erken safhalarda bile vastus medialis kasını güçlendirme egzersizleri üzerinde durulmalıdır. Bu amaçla izotonik, izokinetik egzersizler uygulanır (13,14).

Son yıllarda egzersiz tedavisinin etkinliğini artırmak için EMG biofeedback aletinden yararlanılmaktadır. Yapılan çalışmalar EMG biofeedback ile birlikte yapılan egzersiz tedavisinin tek başına standart egzersiz tedavisine karşı üstünlüğünü ortaya koymaktadır (3,15). EMG biofeedback'i ilk kez 1960'da Marinacci ve Horrande nöromusküler readikasyon amacıyla kullanmışlardır (16,17,18). Brunside ve ark. stroke hastalarında EMG biofeedback ve geleneksel fizyoterapiyi karşılaştırmışlar ve biofeedback grubunda kas gücünün daha fazla olduğunu bulmuşlardır (19). Croce 21 sağlıklı erkek olgunun kuadriseps kasına cybex izokinetik egzersiz aletiyle güçlendirmeye yönelik

egzersiz uygulamıştır. Üç gruba ayırdığı olguların birinci grubuna EMG biofeedback ikinci grubuna egzersiz esnasında plasebo, üçüncü gruba ise tek başına egzersiz uygulamıştır. Ve EMG biofeedback grubunda kuadriseps kasındaki kuvvet artışı ve maksimal kontraksiyon sırasındaki EMG aktivitesi daha fazla bulunmuştur (21). Lucca ve Rechiutti 30 sağlıklı bayanda diz ekstansör kaslarını güçlendirmeye yönelik çalışmalarında EMG biofeedback grubundaki kas gücü artışının tek başına egzersize göre daha fazla olduğunu saptamışlardır (1). Sprenger ve ark. medial menisektomi uygulanan ve diz hareketleri kısıtlanan bir hastanın vastus medialis kasına EMG biofeedback uygulamışlar ve vastus medialis kasının aktivitesinin kontrolündeki iyileşmenin aktif eklem hareket açıklığını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuşlardır (2). Segale göre objektif biofeedback bilgisi kişiye bedenindeki bilinçsiz fizyolojik seyirle, kendi bilinçli hisleri arasındaki bağlantıyı gösteren sinyaller verir, akıl ve beden arasında bir halkanın varlığı ortaya çıkar ve kişi ikisini tek parça haline getirmeyi öğrenir (22). Bowman ve ark.'na göre ise EMG biofeedback'in ana amacı bireyin bir tür bilinç altı davranışını görsel ve işitsel feedback oluşturmak suretiyle kontrol etmesini öğretmektir. Burada oluşturulan feedback bilinç altı davranışın gönüllü olarak algılanan bir görüntüsüdür. Görev tekrarı ve doğru cevapların kuvvetlendirilmesi esnasında hasta davranışlarını kontrol etmesini öğrenir ki bu da zayıflamış atrofiye gitmiş kas açısından önemli bir kazançtır (23). Draper anterior krusiyat ligaman rekonstrüksiyonunu takiben kuadriseps femoris kasının iyileşme hızına egzersizin ve EMG biofeedbackle hızlandırılmış egzersizin etkilerini 22 hastada kuadriseps femoris kas gücü artımı ve diz ekstansiyonundaki kazanç temelinde inceleyerek EMG biofeedback grubunda daha olumlu iyileşmeler bulmuşlardır. Draper, konservatif tedavi sonrası gelişen kuadriseps kas gücü zayıflığında hasta kasını yeterince kasamıyorsa biofeedbackin etkili olabileceğini ifade etmiştir (3). Krebs ve ark. komplikasyonsuz menisektomi takiben kuadriseps femoris kas fonksiyonunun iyileştirilmesinde EMG biofeedbackin geleneksel fizik tedaviye göre elektro-

myografik output farkını 10 kat daha fazla artırdığını bulmuşlardır (11).

Postoperatif ve konservatif tedavilerden sonra dizin fonksiyonel rehabilitasyonu için kuadriseps femoris ve harmsring kas gruplarının dengesi ve iyileşmesi gerekir. Tipik olarak kuadriseps femoris kasları anterior krusiyat ligaman rekonstrüksiyonunu ve medial menisektomiden sonra en çok fonksiyon kaybına uğrayan kaslardır rehabilitasyon programlarının odağını oluştururlar. Bu amaçla en sık kullanılan egzersizler kuadriseps femoris kas oturtma egzersizleri (QS) ve düz bacak kaldırma egzersizidir. Bu egzersizleri uygulamak çok kolay değildir. Zira hastalar QS egzersizlerini diz ekstansörlerini kasacaklarına kalça kaslarını kasarak yeterince yapamamaktadırlar.

Egzersizlerin yeterince yapılamamasında ağrı ve ödem gibi faktörlerin yanısıra tutulan eklemdeki proprioseptif feedback'in geçici kaybı veya bozulması da etkili olabilir. Bu feedback kas gücü, tendon gerimi ve eklem durumu hakkında bilgi verir ve motor yeteneğin bir bileşenidir. Pek çok yazar biofeedback'in kuadriseps femoris kas egzersizleri sırasında diz kaslarındaki reseptör feedback'inin bir artırıcısı olduğunu savunmaktadır. Bu feedback sinyali hastaya acil kesin ve geri dönücü bilgi sağlar. Böylece, bir hasta kas aktivitesini hissetmese de kasın kontraksiyonunu ya da gevşemeyi görüp duyabilir. Ve biofeedback motor yeteneklerin geri kazanımında önemli rol oynayabilir (3).

Krebs ve arkadaşları dizle ilgili operasyonlarda kullanılan anterior kapsül insizyonu ile oluşan doku travmalarının 3 hafta veya daha fazla sürede normale dönerek anterior eklem kapsül reseptör aktivitesinin geçici bozulmasına sebep olabileceğini anterior reseptörlerin kuadriseps femoris kas aktivitesini hızlandırmaları sebebiyle, bu hızlandırıcı etkilerin kaybının rehabilitasyon egzersizleri sırasında kuadriseps femoris kaslarının kullanım ve kontrolünü azaltabileceğini ve sonuç olarak normal kas fonksiyonunun sınırlı olarak geri dönebileceğini göstermişlerdir. Bunu önlemenin yolunun EMG biofeedback'le birlikte egzersiz uygulaması olduğu sonucuna varmış-

lardır. Reseptör aktivitesinin geri dönüşünün EMG biofeedback sayesinde hızlı ve güvenle sağlanabileceğini vurgulamışlardır (11).

Kas aktivasyon seviyesini artırmanın ve nöromuskuler koordinasyonu düzeltmenin bir yolu da EMG biofeedback egzersizlerinin kullanılmasıdır. Araştırmacılar EMG biofeedback'i kasın tekrar eğitilmesinde ve güçlendirilmesinde submaksimum izometrik kasılmalar sırasında kas etkinliğinin maksimuma çıkarılmasında postoperatif kuadriseps femoris ve plantar fleksör kas kuvvetinin hızlandırmada ve patella patolojilerinde vastus medialis seçici olarak eğitmede başarı ile kullanmışlardır (2,4,6).

Çalışmamızda gerek EMG biofeedback uygulaması gerekse diğer grupta elektriksel aktivite değerlerinde anlamlı iyileşmeler vardı. Ancak her iki grup karşılaştırıldığında EMG biofeedback grubu daha üstündü. EMG biofeedback'in tek tek kas gruplarında EMG aktivitesini artırma ve uygun olmayan koaktivasyonu azaltma şeklinde elektromyografik aktivite paternlerini modifiye ettiği bildirilmiştir.

Bizim bulduğumuz değerler, kas aktivasyonu ve relaksasyona bağlı önceki EMG biofeedback çalışmalarında gözlenen kas elektriksel aktivite değişiklikleri ile uyumluluk göstermektedir. Şenel ve ark. 40 Bell felçli hastada fasiyal kas güçsüzlüğü giderilmesi amacıyla yapmış olduğu çalışmada EMG biofeedback tedavisi alan hastalarda fasiyal kasların elektriksel aktivitesinde artış gözlenmiştir (24).

Otörler kasın maksimum eforda elektriksel aktivite değerlerinin yükselmesinin kasın kuvvetindeki artmayla paralel bir ilişkisi olduğunu iddia etmektedirler (11).

Çalışmamızda eklem hareket açıklıklarında her iki grupta da düzelme bulduk. Ancak EMG biofeedback grubunda daha fazla idi. Kas gücündeki iyileşme fonksiyonel performansın temeli olmasına rağmen daha belirgin ölçü kasın ilgili eklem boyunca tam EHA'daki kazanımdır. Kuadriseps femoris kasları diz eklemının ekstansörleri olarak fonksiyon görür. Aktif ve tam olarak dizin ekstansiyona getiril

mesi dengeli ve düzgün bir yürüyüş için gereklidir. Bu çalışmada kuadriseps kas egzersizleri sırasında biofeedback verilen hastalar verilmeyenlerden oldukça anlamlı olarak daha erken EHA'da iyileşme elde ettiler. Bu bulgular Sprenger ve ark.'nın çalışması ile uyumlu idi (2). Cerrahoğlu ve ark., adeziv kapsülit tedavisinde EMG biofeedback grubunda üst ekstremitte EHA'da önemli derecelerde iyileşmeler tesbit etmişlerdir (25). Wolf ve Binder-Macleod, kas iyileşmesini ve gevşemesini kolaylaştırmak için EMG biofeedback kullanılan strok hastalarının, üst ve alt ekstremitelerin EHA'da benzer iyileşmeler bildiriler (26).

Bu çalışmada tedavi sonrası uyluk çevresi her iki grupta da önemli bir değişiklik göstermedi. Kuvvet egzersizlerinin en belirgin etkisi kas lifi hipertrofidir. Bunun protein sentezi ve myofibril sayısındaki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir. Hipertrofi bütün lif tiplerinde görülebilir. Fakat hızlı kasılan liflerde yavaş kasılanlardan daha fazla belirgindir. Kas hipertrofisi için 6-8 haftalık bir süre gerekmektedir. Kas gücü hipertrofi olmadan da artmaktadır. Hipertrofi olduğunda ise kuvvetteki artış hipertrofi ile orantılı değildir. Sonuçlarımız kuadriseps femoris kas güçsüzlüğü oluşmuş gonartrozlu vakalarda Quirk ve arkadaşlarının bulguları ile uyumlu idi.

Çalışmamızda, her iki gruptaki olguların vizüel analog skalasına göre ağrı şiddet skorları tedavi sonrası karşılaştırıldığında EMG biofeedback grubu lehine çok anlamlı idi ( $p<0.001$ ). Ancak ağrının psikolojik ve fizyolojik bileşenlerinin de olduğu göz önünde tutulmalıdır.

Çalışmamızda kuadriseps kasının kaldırma gücünde ilk grupta istatistiksel olarak az anlamlı, EMG biofeedback grubunda ise oldukça anlamlı sonuçlar elde edildi. EMG biofeedback grubundaki sonuçlar önceki çalışmalardaki sonuçlarla uyumlu idi. Brown ve Daniel; statik bacak kaldırma egzersizi sırasında görsel feedback ile egzersiz yapan deneklerde kontrol grubuna kıyasla %20'den daha fazla kuvvet artışı olduğunu buldular (27). Benzer bir çalışmada, dijital bir kuvvet ölçerden gelen feedback ile egzersiz yapan deneklerde kuvvet output'unda %100 artış olduğunu tesbit ettiler (28).

Krebs ve Fugl-Meyer deneklerin egzersiz programları EMG biofeedback ile desteklendiğinde kas gücündeki artışın daha fazla olduğunu bildirdiler. (11) Hakkinen ve Komi; kas gücünün artmasının hem kas dokusunda meydana gelen morfolojik değişikliklere, hem de kas aktivasyon seviyelerindeki artışa (Motor öğrenme) bağlı olduğunu gösterdiler. Dahası bu aktivasyon sinir sisteminin çeşitli seviyelerinde meydana gelen fasilitatör ve inhibitör stimülüslerin etkileşmesinin bir sonucudur (29).

Çalışmamızda tedavi sonunda her iki grup kıyaslandığında, kuadriseps femoris kasındaki elektriksel aktivite artış değerinde, EHA'ğında, vizüel ağrı skalasında, kuadriseps kası kaldırma gücündeki artış oranında, EMG biofeedback grubu lehine oldukça anlamlı sonuçlar elde edildi.

Bir öğrenme fenomeni olarak, EMG biofeedback, hastaların kendi kaslarını EMG aktivitesini devamlı monitörize ederek kendi motor performanslarını daha iyi kontrol edebildikleri bir mekanizma olarak görülebilir.

Kavram olarak EMG biofeedback uygulayıcıya istenen sonuca ulaşılıp ulaşılamadığı hakkında

gereken bilgiyi veren ve motor ünit aktivasyon seviyelerini çok fazla artıran bir unsur olarak düşünülebilir. Bu çalışmanın sonuçları, kas güçlendirme egzersizleri sırasında düzenli EMG biofeedback kullanılmasının diz operasyonlarını ve dize uygulanan konservatif tedaviyi takiben kuadriseps femoris kasında anlamlı olarak daha hızlı iyileşmeye yol açtığını göstermektedir.

Bir hasta zayıf kuadriseps femoris kas kontrolü sinyalleri verirse ya da kasını maksimum kasamıyorsa, biofeedback mekanizmasının bu konuda çok etkili bir araç olduğu gösterilmiştir. Doktorun hastasına bir biofeedback ünitesiyle beraber spesifik egzersizlerini anlatması biraz zaman alsa da, biofeedback aleti hastanın yardımsız egzersiz ve monitorizasyonuna olanak sağlar.

Sonuç olarak, dize uygulanan operasyonlardan ve konservatif tedavilerden sonra gelişen kuadriseps kas güçsüzlüğünün güvenle rehabilitasyonunda klasik tedaviye ek olarak EMG biofeedback uygulamasının etkin bir tedavi yöntemi olduğu kanaatine varıldı.

#### KAYNAKLAR

1. Lucca JA, Rechiuti SJ. Effect of electromyographic biofeedback on an isometric strengthening program. *Phys Ther* 1983; 63: 200-203.
2. Sprenger CK, Carlson K, Weissman HC. Application of electromyographic biofeedback following medial meniscectomy: A clinical report. *Phys Ther* 1979; 59: 167-169.
3. Fox JR. Physiological Effects of Physical Training. In: *Physiological Basis of Education and Athletics*. Philadelphia Saunders College Publishing. 1988; 323-324.
4. Antich TJ, Brewster CE. Modification of quadriceps muscle exercises during knee rehabilitation. *Phys Ther* 1986; 66: 1246-1251.
5. Baker M, Regenos E, Wolf SL, Basmajian JV. Developing strategies for biofeedback applications in neurologically handicapped patient. *Phys Ther* 1977; 57: 402-408.
6. Basmajian JV, Regenos EM, Baker MP. Rehabilitating stroke patients with biofeedback. *Geriatrics* 1977; 32(7): 85-88.
7. Beyazova M. *Electromyografik Biofeedback* Tuna N (ed): *Elektroterapi Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul, 171-176, 1989.*
8. Bowman BR, Baker LL, Waters RL. Positional feedback and electrical stimulation: an automated treatment for the hemiplegic wrist. *Arch Phys Med Rehabil* 1979; 60: 497-502.
9. Wolf SL. *Electromyographic biofeedback* In: Nelson RM, Currier DP (Eds): *Clinical Electrotherapy*. Second edition. Appleton and Lange. Norwalk Connecticut/San Mateo California, 1983.
10. Beckham JC, Keefe FJ, Caldwell DS, et al. Biofeedback as a means to alter electromyographic activity in a total knee replacement patient. *Biofeedback Self Regul* 1991; 16: 23-35.
11. Krebs DE. Clinical electromyographic feedback following meniscectomy: A multiple regression experimental analysis. *Phys Ther* 1981; 61: 1017-1012.
12. Wolf SL. Essential considerations in the use of EMG biofeedback. *Phys Ther* 1978; 58: 25-31.
13. Leveau BF, Rogers C. Selective training of the vastus medialis muscle using EMG Biofeedback. *Phys Ther* 1980; 60: 1410-1415.
14. Zappala FG, Taffel CB, Scuderi GR. Rehabilitation of patellofemoral joint disorders. *Orthop Clin North Am* 1992; 23: 555-566.
15. Krebs DE. *Biofeedback in therapeutic exercise* in: Basmajian JV, Wolf SL (eds): *Therapeutic exercise*. Fifth edition. Williams and Wilkins. Baltimore, 1990.
16. Jacobs A, Felton GS. Visual Feedback of myoelectric output to facilitate muscle relaxation in normal persons and patients with neck injuries. *Arch Phys Med Rehabil* 1969; 50: 34-39.

17. Jankel WR. Muscle reeducation by electromyography feedback. Arch Phys Med Rehabil 1978; 59: 40-242.
18. Olton DS. Biofeedback clinical applications in behavioral medicine, prentice-hall. Inc. Englewood Vliffs, 1980.
19. Burinside IB, Tobiass, Bursil D. Elektromyographic feedback in the remobilisation of stroke patients: A controlled trial. Arch Phys Med Rehabil, 1988; 69: 402-405.
20. Inglis J, Donald MW, Monga TN, Sproule M, Young MA. Electromyographic biofeedback and physical therapy of the plegia upper limb. Arch Phys Med Rehabil 1984; 59: 755-759.
21. Croce RV. The effects of EMG biofeedback o strength acquisition Biofeedback Self Regul 1986; 11: 299-310.
22. Segal RL, Wolf SL. Morfological and Functional Considerations for Therapeutic Exercise. In Basmajian JV, Wolf SL (Eds): Therapeutic Exercise William and Wilkins Co. Baltimore, 1990.
23. Basmajian JV, Gowland G, Brandstater ME, Swanson L, Trotter J. EMG biofeedback treatment of upper limb in hemiplegic stroke patients:a pilot study, Arch Phys Med Rehabil 1982; 63: 613-616.
24. Şenel K, Cerrahoğlu L. Bell felçli hastalarda EMG biofeedback uygulaması. Romatizma 1994; 9(1): 31-42.
25. Cerrahoğlu L, Akar S, Çoğalgil Ş. Adesiv Kapsülitin tedavisinde EMG biofeedback ve uzun süreli pasif germe yönteminin karşılaştırmalı çalışması. Romatol Tıb Rehab 1995; 6(2): 91-95.
26. Wolf SI, Binder-Macleod SA. Electromyographic biofeedback applications to the hemiplegic patient:Changes in lower extremity neuromusculer and functional status. Phys Ther 1983; 63: 1404-1413.
27. Brown BS, Daniel M. Visuel feedback and strength improvement. Unpublished manuscript, University of Arkansas, Fayetteville, 13: 732-735, 1981.
28. Mooney V, Becker S. Major Fractures. In Nickel VL, Botte MJ (Eds): orthopedic Rehabilitation, New York, Churchill Livingstone: 601-610, 1992.
29. Hakkinen K, Komi PV. Electromyographic changes during strength training and detraining. Medicine and Science in Sports and Exercise. 1983; 15: 455-460.