

Diz osteoartrozlu hastalarda egzersize bağlı kuadriseps hipertrofinin BT ile saptanması

Saim AÇIKGÖZOĞLU*, Hasan OĞUZ**, İsrail ŞİMŞEK**

*S.Ü.T.F. Radyodiagnostik Anabilim Dalı, **S.Ü.T.F. Fizik Tedavisi Rehabilitasyon Anabilim Dalı, KONYA

ÖZET

Osteoartritli hastalarda egzersiz sonrası kuadriseps kaslarındaki hipertrofinin bilgisayarlı tomografi (BT) ile kas alan ölçümleri yapılarak saptanması amaçlanmıştır. Klinik ve radyolojik olarak dizde osteoartrozu olan 30 hastaya egzersiz uygulanarak kas hipertrofisi BT ile saptandı. Olgular 10 kişilik gruplara ayrıldı. Grupların her birine izometrik egzersiz, dirençli izometrik progresif egzersiz ve progresif dirençli egzersizlerden birisi uygulandı. Egzersiz hastanın yakınma, klinik ve radyolojik bulguları olan dizine uygulandı. Kaslarda oluşan hipertrofi, egzersiz öncesi ve sonrası BT ile kas alan ölçümleri yapılarak değerlendirildi. Vastus medialis (VM), vastus lateralis (VL), vastus intermedius (VI), rektus femoris (RF) kesit alanları, total kas alanları, total bacak alanı ve el ile bacak çevresi ölçümleri yapıldı. İzometrik egzersizde sadece RF kas hipertrofinde sonuç anlamlı idi ($p < 0.01$). İzometrik progresif dirençli egzersiz VM, VI kaslarında ($p < 0.01$) ve VL kasında ($p < 0.001$) hipertrofi oluşturmaktadır. Egzersiz yapılmayan bacakta da hipertrofi oluşmaktadır. Progresif dirençli egzersiz VM, VL ve VI kasında ($p < 0.01$) hipertrofi oluşturmaktadır. Egzersiz yapılmayan bacakta ise izometrik progresif dirençli egzersizden daha fazla hipertrofiye neden olmaktadır. Total kuadriseps ve total kas alanı hipertrofinde dirençli egzersizlerin daha etkili olduğu görüldü. Progresif dirençli egzersizde bacak kesit alanı ve çevresi anlamlı düzeyde etkilenmektedir. Bacakta kas hipertrofini ve hangi kasta hipertrofi olduğu saptamada BT başarılı sonuç vermektedir. Hipertrofiyi göstermede BT, el ile bacak çevresi ölçümlerine göre daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Kesit yeri yüzeysel olarak belirlendikten sonra tek BT kesitinde gerekli ölçümleri yapmak olanaklıdır.

Anahtar Kelimeler: Osteoartrit, egzersiz, muskular hipertrofi, bilgisayarlı tomografi.

SUMMARY

The assesment of the hypertrophy produced by exercise in quadriceps muscle in patients with osteoarthritis of the knees using computerized tomography

The aim of the study is to determine the effectiveness of CT area measurements in order to quantify hypertrophy produced by exercise in quadriceps muscle in patient with osteoarthritis of the knee. Thirty patients with knee osteoarthritis who diagnosed clinically and radiologically were divided into three groups each consists of ten subjects. The first group took part in isometric, the second group isometric progressive resistance, and the third group progressive resistance for 4 weeks. At the beginning and end of the treatment, computerized tomographic sections were taken from the thigh. One of the sections was taken from 10 cm above subpatellar margin for vastus lateralis (VL) and vastus medialis (VM), the other from midpoint of interline between umbilicus and subpatellar end for vastus intermedius (VI) and rectus femoris (RF). Cross-sectional areas of the thigh, quadriceps totally, and the heads of the quadriceps were measured. In addition, the circumference of the thigh was measured manually. Isometric exercise (IE) produced hypertrophy only in RF ($p < 0.01$), progressive resistance exercise (PRE) in VM, VL, and VI ($p < 0.01$), and isometric progressive resistance exercise (IPRE) in VM and VI ($p < 0.01$), and VL ($p < 0.001$). In cotralateral thigh, PRE produced more hypertrophy than IPRE. The resistance exercises were more effective to produce hypertrophy in quadriceps muscle totally. Only in PRE group, the increase in cross-sectional areas and circumferences of the thigh were statistically significant. We conclude that the CT techniques are necessary to asses the degree of muscle hypertrophy, and CT measurements provide more useful information than manual measurements of the circumference of the thigh.

Key Words: Osteoarthritis, exercise, muscular hypertrophy, computed tomography.

Osteoartroz yaşlanma ile birlikte sık görülür ve iletleyicidir. Hastaya oldukça sıkıntı verir. Tedavisinde ekleme binen yükün azaltılması ve kanlanmanın

arttırılması önemlidir (1,2).

Yaşlanma ile birlikte nöromusküler bileşkede fonksiyonel azalması, fibril kaybı, kaslarda atrofi ve

Haberleşme Adresi: Doç.Dr. Saim AÇIKGÖZOĞLU, S.Ü.T.F. Radyodiagnostik Anabilim Dalı, KONYA

güç azalması olmaktadır (3). Kas gücündeki denge-
sizlik ve zayıflama dize binen yükü ve dağılımını
etkilemektedir (4,5).

Ekleme binen yükü azaltmak için kas gruplarının
güçlendirilmesi ve bu amaçla yapılacak egzersizler
hastalığın ilerlemesini azaltıcı ve tedavi edici etki
göstermektedir (6-8).

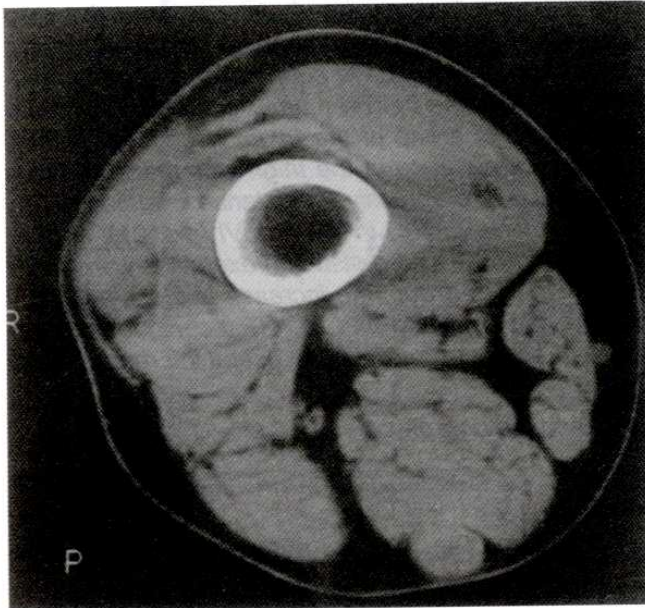
Çalışmamızda izometrik ve izotonik egzersizlerin,
kas gruplarını güçlendirici etkisini ve oluşan hi-
pertrofinin BT ile değerlendirilmesini araştırdık. Kas-
larda egzersizle oluşan hipertrofiyi, ekstremitelere çevre
ölçümleri ve BT kesitlerinde kas alan ölçümleri ile
saptadık. BT ile kas alan ölçümlerinin, egzersiz son-
rası hipertrofiyi saptamada ne kadar duyarlı ola-
bileceğini değerlendirdik.

GEREÇ VE YÖNTEM

Olgular, diz ağrısı şikayetleri ile gelen ve klinik/
radyolojik olarak diz osteoartriti tanısı konulan ve
çalışmaya katılmayı kabul eden hastalardan
oluşmaktadır.

Çalışma kapsamına alınan 30 olgudan 23 ü
kadın, 7 si erkek olan hastaların yaşları 42-63 (or-
talama 53) idi.

Düz radyografide osteoartriti bulguları, normal (0),
minimal osteofitik değişim (1), belirgin osteofitler ve
normal eklem mesafesi (2), belirgin osteofit yanında
eklem aralığında orta düzey daralma (3) ve belirgin
osteofitlerle birlikte eklem aralığında ileri düzeyde da-
ralma (4) olmak üzere 4 grupta sınıflandırıldı. Grup-



Şekil 1. Patella superiorundan geçen BT kesiti.

lama yapılır iken hastaların greydleri gözönüne
alınmamıştır.

Hastalar ağrı yakınmalarına göre ağrısız (0), hafif
ağrılı (1), orta şiddette ağrılı (2), şiddetli ağrılı (3) ve
dayanılmaz ağrılı (4) olmak üzere 4 grupta
değerlendirildi.

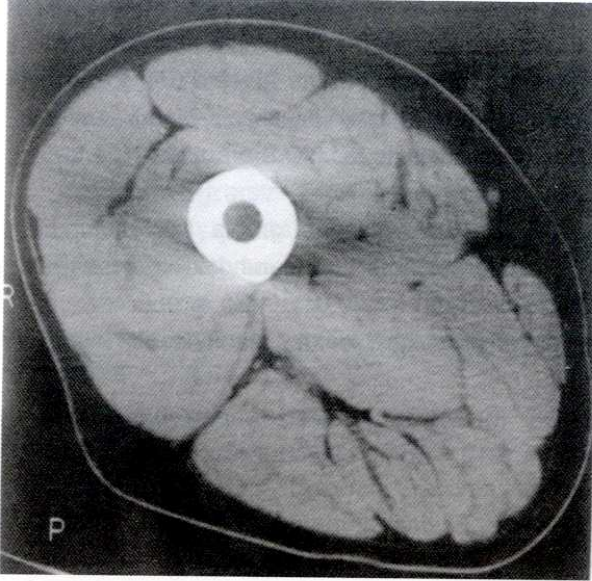
Hastalar 10'ar olguluk gruplara ayrılarak gruplara
sıra ile izometrik egzersiz (İE), izometrik progresiv
dirençli egzersiz (İPDE) ve progresif dirençli eg-
zersizler (PDE) den biri uygulandı. İE uygulaması 15
bacağa, İPDE ve PDE uygulaması 16'şar bacağa
yapıldı. Egzersiz öncesi ve sonra bacaklarda kas
alanlarında yapılan ölçümler istatistiksel olarak
karşılaştırıldı. Sağlam kabul edilen ve egzersiz
yapılmayan sıra ile 5, 4 ve 4 bacakta kas alan
değişimleri ölçülmekle beraber sayısının az olması
nedeniyle kas alan değişimlerinin istatistiksel
karşılaştırılması yapılmadı. Fakat 4 kas alan
ölçümlerinde normal bacaklardaki kas alan
değişimleri de ön bilgi olarak verildi.

Çalışmada yapılan egzersizler fizik tedavide rutin
kullanılan egzersizler olduğundan makale metnini
daha fazla uzatmamak için metinde
tanımlanmamıştır.

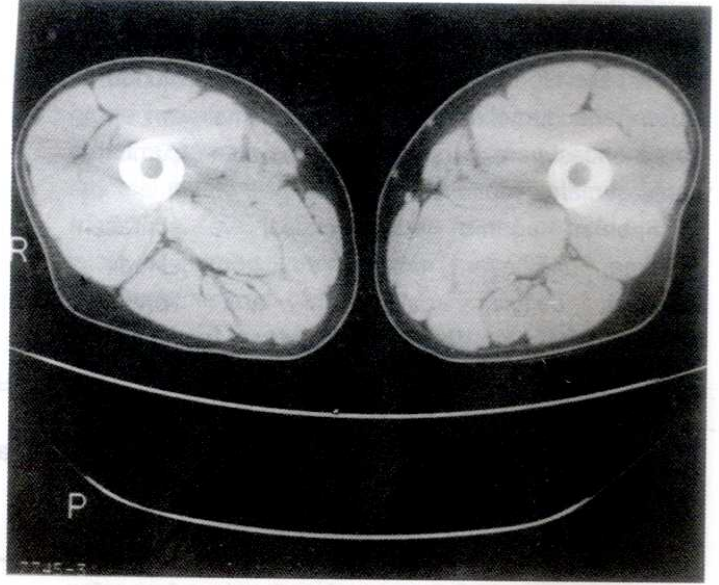
Egzersizler 4 hafta süreyle yapıldı. Egzersiz art-
roz olan bacaklara yapıldı. Bu nedenle egzersiz
yapılan diz sayısı hasta sayısından fazladır. Sağlam
bacaklarda egzersiz uygulanmadı, fakat sağlam ba-
cakta pasif katılım olduğu için o bacaklarda da kas
alan ölçümleri yapılarak hipertrofi değerlendirildi. Her
grubun kontrol grubu olarak, egzersiz öncesi BT bul-
guları kullanıldı. Egzersiz tipine göre kas hipertrofisi
değerlendirildi.

BT kesitleri, vastus medialis ve vastus lateralis
kasları için, hastaların patella üst kenarından 10 cm
proksimalinden (Şekil 1), vastus intermedius ve rek-
tus femoris kasları için umbilikus- patella alt kenarı
birleştiren çizginin orta noktası düzeyinden alındı
(Şekil 2). Kesit yerleri hastanın izni alınarak silinmesi
zor bir işaret ile işaretlendi ve çalışma boyunca si-
linmemesi istendi. Gerektiğinde işaret tekrarlandı.

BT kesitleri egzersiz öncesinde ve egzersiz son-
rasında iki defa yapıldı. Kesitler bacaklarda kasılma
durumu yok iken, supin pozisyonda ve 10 mm lik
kesit kalınlığında alındı. Görüntü genişliği iki bacak
ve bacak derisi tek görüntüye girecek şekilde ayar-
landı.



Şekil 2. *Rectus femoris için alınan BT kesiti.*



Şekil 3. *Her iki bacağı birlikte içine alan sabit alanlı kesiti.*

Her defasında bilgisayarın kesit alan büyüklüğü LL modunda alındı. Kesit alan modu sabit tutularak filmlerdeki görüntülerin aynı büyüklük ölçülerinde olmasına dikkat edildi (Şekil 3).

BT cihazının alan ölçüm programı güvenli çalışmadığı için kasların alan ölçümleri film üzerinden, milimetrik kağıt ile alan ölçülerek yapıldı. BT kesitlerinde görüntü büyütme faktörleri sabit tutulduğu için iki farklı çekimde film üzerine aktarılan görüntünün büyüklük değişimleri sadece hipertrofiye bağlı kalmaktadır. Milimetrik kağıt film üzerine konularak yapılan alan çizimlerini etkileyebilecek olumsuz faktör olarak sadece kalem çizgi kalınlığı ve kişisel hata yapma olasılığı kalmaktadır. Çizimlerde ince uçlu kalemler kullanılarak bu faktörün olumsuz etkisi de aza indirilmiştir.

BT kesitleri ve alan ölçümleri egzersiz öncesi ve sonrası olmak üzere iki defa yapıldı. Her grup kendi içinde ve egzersiz öncesi ile sonrasının karşılaştırılması şeklinde değerlendirildi.

BT kesitinde bacak toplam alanı, bacak toplam kas alanı, total kuadriseps kas alanı, kuadriseps başlarının alanları ve egzersiz yapan bacak ile yapmayan bacak arasında karşılaştırmalar yapıldı.

Her üç egzersizin hangi kaslarda hipertrofi yaptığı ve bu hipertrofinin BT alan ölçümleri ile değerlendirilmesi istatistiksel olarak değerlendirildi.

BT ile ölçülen kas alanları ve elle ölçülen bacak çevresi karşılaştırılarak hangi yöntemin hipertrofi

daha duyarlı olduğu değerlendirildi. Bacak çevresi el ile plastik metre kullanılarak yapıldı. Ölçümler BT kesitlerinin yapıldığı lokalizasyonlarda yapıldı. Her egzersiz grubunda el ile ölçülen bacak çevresindeki artış kendi içinde istatistiksel analiz yapılarak anlamlı olup olmadığı araştırıldı. Bacak çevresi ölçümleri ve kas alan ölçümleri arasında istatistiksel karşılaştırma yapılmadı.

İstatistiksel değerlendirme, SSPS 5.01 Windows istatistiksel analiz kullanıldı. Egzersiz öncesi ve sonrası alan ölçümlerinin anlamlığını değerlendirmede Wilcoxon matched-pairs signed-ranks testi kullanıldı. $p < 0.05$ düzeyi anlamlı kabul edildi.

Bulgularda sadece istatistiksel olarak anlamlı artış olan ölçümlerin istatistiksel sonuçları belirtildi.

BULGULAR

Çalışma kapsamına 23 kadın, 7 erkek olgu alındı. Yaş dağılımı 42-63 (ortalama 53 ± 5 yıl), ağırlık ortalaması 82 ± 12 kg, boy ortalaması 162 ± 8 cm idi.

Diz ağrısı olguların 17 (%57) sinde bilateral, 9 (%30) unda sağ dizde, 4 (%13) ünde sol dizdeydi.

Ağrı başlama anamnezi ortalama 72 ± 6 aydı.

Osteoartrozun radyolojik derecelenmesinde, 30 hastadaki 60 dizin 12 si normal, 24 ü gireyd 1, 15 i grade 2, 7 si ise grade 3 düzeyindeydi. Grade 4 olan hasta yoktu.

Radyografik olarak grade 1+2 grubu bir grup (a) ve grade 3 bir grup (b) olarak kabul edilerek iki grup arasında egzersizle oluşan kas hipertrofi farkları

karşılaştırıldı. A grubundaki hastalarda hipertrofi artışı daha fazla idi. a ve b grubu arasındaki egzersiz sonrası kas hipertrofi farkı ($p<0.05$) anlamlı bulundu. Bu değerlendirme ekzersiz tipine bakılmaksızın ekzersiz öncesi ve ekzersiz sonrası kas alan ölçümleri karşılaştırılarak yapılmıştır.

Spontan ağrının tedavi öncesi ve sonrası görülme dağılımları tablo 1'de görülmektedir. Ağrıdaki değişim çalışmanın ana konusu olmadığından ağrı değişiminin istatistiksel anlamlılığı değerlendirilmemiştir.

Egzersiz yapılan kas alanlardaki BT ölçümleri (tablo 2):

Tablo 1. Egzersizin ağrı şiddeti üzerine etkisi.

Ağrının Şiddeti		0	1	2	3	4
Spontan ağrı	Tedavi öncesi	13	24	13		
	Tedavi sonrası	33	24	3		
Hareketle ağrı	Tedavi öncesi		29	18	13	
	Tadavi sonrası	8	35	17		

Tablo 2. Quadriseps kasında pre/postegzersiz alan (cm^2) değişimleri.

		İsometrik egzersiz	İsometrik progresif dirençli egzersiz	Progresif dirençli egzersiz
		(n:15)Mean±SD	(n:16)Mean±SD	(n:16)Mean±SD
V. medialis	Pre	25.2±2	27.8±6.4	22.8±6
	Post	25.6±1.8	32.4±7.3	25.9±4.3
	%	1.4*	16.6*	13.4**
V.lateralis	Pre	18.9±1.6	18.2±4.5	16.5±4.8
	Post	19.0±1.5	21.2±4.9	18.4±3.1
	%	1.2*	16.5***	11.1**
V.intermedius	Pre	23.6±1.4	21.7±4.6	24.9±6.2
	Post	23.8±1.9	24.9±5.9	27.6±6.2
	%	0.8*	14.5**	11.2**
Rektus femoris	Pre	10.9±0.5	10.6±1.5	12.5±3.4
	Post	11.3±0.6	11.1±1.7	12.8±2.8
	%	3.6**	3.7*	2.4*

Vastus medialis (VM) kası:

İE (n:15) uygulanan 16 bacakta egzersiz öncesi ve egzersiz sonrasında kas alanında % 1.4 artma bulundu. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. Karşı bacakta ise %0.3 oranında hipertrofik görüldü.

İPDE (n:16) uygulanan grupta kas alanında %16.6 artma bulundu. Kas alanındaki artış istatistiksel olarak anlamlıdır ($p< 0.01$). Bu grupta egzersiz yapılmayan bacakta ise kas alanında %2,9 artma görüldü.

PDE (n:16) de egzersiz yapan bacakta kas alanında %13.4 artma bulundu. Kas alanındaki artış

istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.01$). Egzersiz yapmayan bacakta kas alanında %8.9 artma görüldü.

Vastus lateralis(VL):

İE uygulanan bacakta kas alanında %1.2 artma görüldü. Kas alanındaki artış istatistiksel olarak anlamlı değildi. Egzersiz yapılmayan bacakta kas alanında %0.6 artış görüldü.

İPDE uygulanan bacakta kas alanında %16.5 artma görüldü. Kas alanındaki artış istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.001$). Egzersiz yapılmayan bacakta kas alanında %2.8 artma görüldü.

PDE uygulanan bacakta kas alanında % 11 artma görüldü. Kas alanındaki artış istatistiksel olarak anlamlı idi ($p < 0.01$). Egzersiz yapılmayan bacaklarda kas alanında %7.8 artma görüldü.

Vastus Intermedius (Vİ) kası):

İE uygulanan bacakta kas alanında %0.8 artma görüldü. Kas alanındaki artış istatistiksel olarak anlamlı değildi. Egzersiz yapılmayan bacakta kas alanında %0.4 artma görüldü.

İPDE yapılan bacakta kas alanında %14.5 artma görüldü. Kas alanındaki artış istatistiksel olarak anlamlı idi ($p < 0.01$). Egzersiz yapılmayan bacakta ise kas alanında %2.3 artma görüldü.

PDE uygulanan bacakta kas alanında %11.2 artma görüldü. Egzersizle kas alanındaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.01$). Bu grupta egzersiz yapılmayan bacakta kas alanında %8.2 artma görüldü.

Rektus femoris (RF) kası):

İE uygulanan bacakta kas alanında %3.6 artma görüldü. Egzersizle kas alanındaki artış istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.01$). Egzersiz yapılmayan bacakta ise kas alanında %2.6 artma görüldü.

İPDE yapılan bacakta kas alanında %3.7 artma ölçüldü. Kas alanındaki artış istatistiksel olarak anlamsızdı. Egzersiz yapılmayan bacakta ise kas alanında % 2.5 artış bulundu.

PDE uygulanan bacakta kas alanında %2.4 artış ölçüldü. Kas alanındaki artış istatistiksel olarak anlamsızdı. Egzersiz yapılmayan bacakta ise kas alanında %2.1 artış vardı.

Total kuadriseps kas alanı:

İE sonrası egzersiz uygulanan bacakta kas alanındaki artış istatistiksel olarak anlamsızdı. İPDE uygulanan bacakta kas alan artışı istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.01$). PDE yapılan bacakta kas

alan artışı istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.01$).

Proksimal total kas alanı:

İE uygulanan ve uygulanmayan bacaklarda her grubun kendi içinde kas alanındaki artış istatistiksel olarak anlamsız bulundu. İPDE uygulanan bacakta kas alanındaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.001$). PDE yapılan bacakta kas alanındaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.001$).

Proksimal total bacak alanı:

İE ve İPDE uygulanan bacaklarda total bacak alanındaki artış istatistiksel olarak anlamsız bulundu. PDE yapılan bacakta ise total bacak alanındaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.01$).

Proksimalde bacak çevresindeki değişim:

İE ve İPDE yapılan bacakta bacak çevresindeki artış istatistiksel olarak anlamsız bulundu. PDE uygulanan bacakta bacak çevresindeki artış istatistiksel olarak anlamlı idi ($p < 0.01$).

Distalde bacak çevresindeki değişim:

İE ve İPDE yapılan bacakta bacak çevresindeki artış istatistiksel olarak anlamsız bulundu. PDE uygulanan bacakta bacak çevresindeki artış istatistiksel olarak anlamlı idi ($p < 0.01$).

TARTIŞMA

Osteoartrozda ağrıya bağlı kaslarda spazm gelişir ve bu eklem binen yükü, deformasyonu ve yakınmaları artırır. Kas tonus ve kasılmasının dengeli ve yeterli olması eklem yük dağılımının düzenli olmasına katkıda bulunur. Yük dağılımı normal olan eklem, daha sağlıklı kalır (9). Kas gücünün artırılmasında egzersiz önemlidir. Fakat hangi egzersiz türünün hangi kas üzerinde hipertrofi oluşturduğunu bilmek ve bunu güvenilir bir yöntem ile değerlendirmek önemlidir. Bu çalışmada belirli tip egzersizin kuadriseps kasları üzerindeki hipertrofik etkisinin BT ile ölçülmesi değerlendirilmiştir.

Kası zorlayan egzersizlerde hipertrofinin oluşmasında, miyofibril artışı(10-13), hipertrofiye fibrillerin bölünerek çoğalması (14,15), satellit hücrelerin aktive olarak bölünerek yeni fibriller (16-18) oluşturması etkili olabilmektedir. Bununla beraber izometrik egzersiz sonucu kas gücündeki artışın hipertrofiden çok nörolojik faktörlerdeki değişimlere bağlı olabileceğini bildiren yayınlarda vardır (7,15).

Egzersizin kas hipertrofisine etkisi saptamada çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Hayvan çalışmalarında genç hayvanlarda elektriksel uyarı ile kas hipertrofisi

geliştiği halde yaşlı hayvanlarda benzer düzeyde değişim görülmemiştir (19). Fakat yaşlı olgularda da uyarıya cevabın, gençlere göre daha az olmakla, beraber devam ettiği görülmüştür (20-22). Bu durum egzersizle kaslarda güç artışı oluşturmanın mümkün olduğunu ve egzersizin osteoartrozun tedavisinde kullanılabilmesi gerçeğini desteklemektedir.

İnsanlarda da gençlerin ve yaşlıların egzersize verdiği kas güçlenmesi ve hipertrofisi cevaplarını araştıran çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda gençlerin egzersize daha iyi hipertrofi ile cevap verdiği görülmüştür. Yaşlılarda ise hipertrofiye çok, nöral etkiler ile kas gücünün arttığı düşünülmektedir (3,23). Bu nedenle yaşlı kişiler egzersizden faydalanmakla beraber bunu hipertrofi olarak ortaya koymak her zaman mümkün olmayabilmektedir. Hipertrofinin belirgin olmadığı durumlarda az orandaki hipertrofiyi saptamak için bacak çevresi ölçümlerinden farklı yöntemler kullanılmalıdır. BT kesitleri ile kas alanlarının ölçülmesinin, egzersize bağlı kas hipertrofisinin belirlenmesinde duyarlı bir yöntem olarak kullanılabilmesini bu çalışmada görmekteyiz.

Araştırmalarda yeterli düzeyde kas hipertrofisinin gelişmesi için 6-8 haftalık egzersiz öngörülmektedir (24). Çalışmamızda 4 haftalık egzersizde BT ile ölçülebilen anlamlı düzeyde hipertrofik cevap alınmıştır. Egzersizdeki başarımda osteoartrozlu hastalarda kas atrofisinin belirgin olması sonucu hipertrofik cevabın daha iyi ölçülebilmesinin yanında, hastaların iyileşme içgüdüğü ile egzersiz programına titizlikle uymaları etkili olabilir.

Kas gücündeki artışı saptamada mikroskopik ve makroskopik değerlendirmeler yapılabilmektedir. Mikroskopik değerlendirmede kas biyopsileri kullanılmaktadır. Güvenilir olmakla beraber hastaya verdiği sıkıntı nedeniyle yaygın kullanılan bir yöntem değildir. Makroskopik kas alan ölçümleri ile yapılan değerlendirme daha çok kas gücündeki artışın göstergesi olan hipertrofinin saptanmasına yöneliktir. Makroskopik değerlendirmede kas alan ölçümlerinin yanında ekstremitte çevresinin ölçülmesi gibi yöntemler de kullanılabilir (15,16,18,25-27). Çalışmamızda

BT ile kas kesit alanındaki artmayı ölçerek yapılan hipertrofi değerlendirmesinin, bacak çevre artışını ölçerek yapılan hipertrofi değerlendirmesine göre daha duyarlı bir yöntem olabileceği görülmüştür. Ayrıca BT, kas gruplarında oluşan hipertrofiyi saptamada daha spesifik sonuç vermektedir.

Kas gücünü arttırmada tekrarlanan ve maksimum kasılma gücünde olan kasılmalar önemlidir. Kasın gücünün artması hipertrofiye uğramasına ve buna bağlı olarak hacimlerinde artışa neden olmaktadır (3,14,24). Alan ölçümleri hipertrofiyi saptamada ve egzersizin ne düzeyde etkili olduğunu ortaya koymada kullanılacak bir yöntemdir. Bacak çevresini ölçmek, kolay ve noninvaziv oluşuyla sık kullanılan bir yöntemdir. Fakat bacak çevre ölçümleri ile hipertrofinin değerlendirilmesi her zaman sağlıklı olmamaktadır. Önceden lokalizasyonu belirlenmiş bölgeden BT ile alınacak tek kesit ve kas alan ölçümü hipertrofi değerlendirmesinde bacak çevre ölçümlerine göre daha duyarlı bir yöntem olduğunu düşünmekteyiz. Çalışmamızda proksimal total kas alanındaki artış BT ile İPDE de $p<0.001$ ve PDE de $p<0.001$ düzeyinde artış gösterirken, bacak alanı sadece PDE de $p<0.01$ düzeyinde anlamlı artış göstermektedir. İPDE de kas hipertrofisindeki artış toplam bacak alan artışına anlamlı düzeyde yansımamıştır. Yani kaslarda hipertrofi belirgin düzeyde görülürken total bacak alanında her zaman veya yeterli düzeyde artış görülmeyebilmektedir. Bunda egzersizle birlikte bacak yağ oranındaki azalma etkili olabilir. Sonuçlar kas hipertrofi değerlendirmesinde BT nin çevre ölçümlerine göre daha duyarlı olduğunu göstermektedir.

Aynı zamanda PDE de bacak çevresi ölçümlerinde egzersiz sonrası proksimalde $p<0.01$ ve distalde $p<0.01$ düzeyinde anlamlı artış görülmesi PDE nin bu kas grubunda daha etkili olabileceğini düşündürmektedir.

İzometrik egzersiz türleri ile kas gücünün arttığını gösteren çalışmalar vardır. Kas gücündeki artış hipertrofi sonucu kas alanında artış olarak görülebilmektedir. İkai ve Fukunaga (28) 100 günlük izometrik egzersiz ile dirsek fleksor kas alanında %23 artış olduğunu bildirmektedirler. Fukunaga (29) diğer bir çalışmada 60 günlük egzersiz sonucunda kas alanında %9 artış bulduklarını bildirmektedir.

Osteoartrozun klinik yakınmaları ve bulguları ile radyolojik bulguları arasında korelasyon olmadığını gösteren çalışmalar vardır (30). Bununla beraber, çalışmamızda da görüldüğü gibi kasları hipertrofiye etmeye yönelik egzersizlere radyolojik olarak düşük gradeli hastaların daha iyi cevap verdiği görülmektedir. Radyolojik grade yükseldikçe eklem hasarına bağlı kas innervasyon ve metabolik

yapısında daha fazla hasar oluşabilir. Bu nedenle egzersize daha az cevap veriyor olabilir. Osteoartrozlu hastalarda egzersize erken dönemde başlamak daha verimli sonuçlar verecektir.

Çalışmamızda VL kas hipertrofisinin İPDE ile, PDE den daha çok etkilendiğini bulduk. İPDE de eklem üzerine binen yük azdır ve bu nedenle hasta tarafından daha kolay uygulanabilir olması tedavi edici etkisini artırıyor olabilir.

VM ve Vİ kas hipertrofisinde birinci derecede İPDE, ikinci derecede PDE etkili görülmektedir. VM, Vİ ve VL kaslarının egzersizlere farklı hipertrofik cevap vermesinde, VM ve Vİ fleksiyondan ekstansiyona gidişte başlangıçta daha çok kasılırken, VL sonlara doğru daha çok kasılması etkili olabilir.

RF kası İPDE ve PDE de anlamlı düzeyde hipertrofi göstermezken, İE de $p < 0.01$ düzeyinde anlamlı hipertrofi göstermektedir. RF kası biartiküler olması nedeniyle dize etkisi kalça ekstansiyonda iken en fazladır. Egzersizden etkilenmesi için kalçanın ekstansiyonda olması gerekmektedir, İE de kalça fleksiyondadır, PDE de ise kalça ekstansiyondan fleksiyona gitmektedir. Bu nedenle RF kası İPDE ve PDE den anlamlı düzeyde etkilenmemiştir. İE de ise kalça ekstansiyonda iken egzersiz yapılmaktadır ve RF kası bu egzersizden anlamlı düzeyde etkilenmiştir.

Total bacak çevresi ve alanı ölçümlerinde PDE da anlamlı artış vardır. İPDE de hipertrofiye rağmen çevre ölçüsündeki azalma egzersiz sonucu yağ miktarındaki azalma ile açıklanabilir. EI ile çevre ölçümleri ve BT ile alan ölçümleri arasında fark oluşmaktadır ve bu farkta bilgisayarlı ölçümün elle çevre ölçümlerine göre daha duyarlı olması etkili olabilir (25,26).

Egzersiz yapılırken karşı bacağın da etkilendiğini gösteren çalışmalar vardır. Romatoid artiritli hastalarda yapılan egzersiz çalışmasında egzersiz tarafında %27 kas gücü artışı bulunurken karşı tarafta %17 artış bulunmuştur (30). Bunda kas kasılması ile bozulan vücut kas dengesinin yeniden sağlanması için karşı taraf kasların kasılması etkili olabilir. Ayrıca egzersiz bölgesinden karşı tarafa nörolojik olarak uyarının gittiği düşünülmektedir (3).

Çalışmamızda egzersiz yapılmayan bacakta kas alan artışı en çok PDE uygulanan grupta olduğu görülmektedir. PDE de kas zorlanmasının en fazla

olduğu gözönüne alınırsa karşı tarafta kasılmanın izometrik egzersiz türlerine göre daha fazla olduğu görülür.

Kas gücünün artırılması diz ağrısı üzerinde de etkili olmaktadır. Çalışmamızda spontan ağrı egzersiz öncesi 13 olguda saptanırken, egzersiz sonrası şiddetli ağrıların azalması ile 33 olguda saptanmıştır. Hareketli ağrı egzersiz öncesi grade 3 şiddetinde 13 olguda görülürken, egzersiz sonrası grade 3 ağrı görülmemiştir.

Sonuç olarak VM, Vİ, VL kaslarında ve total kas alanında İPDE ve PDE ile hipertrofi oluşmaktadır. Fakat VM PDE ye İPDE den daha iyi hipertrofik cevap vermektedir. RF ise İE de anlamlı hipertrofik cevap vermektedir. Tek bacağa yapılan egzersizde karşı bacakta İPDE ve PDE de hipertrofik cevap oluşmaktadır. Bu cevapta PDE daha etkilidir. Vastus kasları için İPDE ve PDE, RF için İE tercih edilecek egzersiz tipleri olabilir. Genel anlamda diz osteoartrozunda PDE tercih edilebilir. Kas hipertrofisi ile bacak çevresindeki artış her zaman uyumlu değildir. Çevrede yeterli artış olmadığı halde kaslarda hipertrofi oluşabilmektedir.

Hipertrofi olan kas grubunu ve hipertrofi oranını saptamada, BT ile kas alan ölçümleri anlamlı sonuç vermektedir. BT ile kas alan ölçümleri kas hipertrofisini değerlendirmede, bacak çevre ölçümlerine göre daha duyarlı sonuçlar vermektedir. Çalışmamızda bacak çevresi ölçümlerinde sadece PDE uygulanan grupta bacak çevresinde istatistiksel olarak anlamlı artış görülürken, BT ile kas alan ölçümlerinde İE ve İPDE uygulanan gruplarda da kas alanlarında istatistiksel olarak anlamlı artışların olduğu görülmektedir. Cureton ve arkadaşları (18) da yaptıkları çalışmada BT ile yapılan değerlendirmelerin el ile ölçümlerden ve kas biyopsilerinden daha kullanışlı sonuçlar verdiğini bildirmektedirler. Egzersizlerde kas hipertrofisini ve tedaviyi değerlendirmede BT bir yöntem olarak kullanılabilir. Bununla beraber kas gücünün artmasına sekonder gelişen kas alan değerlendirmesinde BT dışında radyolojik yöntemler olarak USG ve MRG nin de kullanılabileceği gözardı edilmemelidir (31-33).

Kas egzersizleri hipertrofinin yanında diz ağrısının azalmasına da katkıda bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Kettelkamp DB, Colyer RA. Osteoarthritis of the knee. In: Moskowitz RW, editor. Osteoarthritis. Philadelphia: Saunders; 1992: p. 599-620.
2. Mankin HJ. Clinical features of osteoarthritis. In: Kelley WN, Harris ED, Ruddy S, Sledge CB, editors. Textbook of Rheumatology. Philadelphia: Saunders; 1993: p.1374- 84.
3. Moritani T, DeVries HA. Potential for gross muscle hypertrophy in older men. J Gerontol 1980;35: 672-82.
4. Gutman E, Hanzlikova V, Jakoubek B. Changes in the neuromuscular system during old age. Experimental Gerontology 1968;3:141-6.
5. Gutman E, Hanzlikova V, Vyskocil F. Age changes in cross striated muscle of the rat. J Physiol 1971;219:331-43.
6. Gerber LH. Exercise and arthritis. Eular Bulletin 1991;3:89-95.
7. Joynt RL, Findley TV, Boda W, Daum MC. Therapeutic exercise . In: De Lisa AJ, editor. Rehabilitation Medicine. Philadelphia: Lippincott; 1993:526-54.
8. Moskowitz RW. Clinical and laboratory findings in osteoarthritis. In: Ed Mc Carty DJ, Leo and Febiger, editors. Arthritis and Allied Conditions. Philadelphia: Lippincott; 1989:1605-30.
9. Gerber LH, Hicks JE. Rehabilitation in the management of patients with osteoarthritis. In: Osteoarthritis. Ed by Moskowitz WB. Saunders Company, Philadelphia, 1992:427-464.
10. Craggs H. The longitudinal division of fibers in overloaded rat skeletal muscle. J Anat 1970;107:459-70.
11. Goldspink G. Alterations in myofibril size and structure during growth, exercise and changes in environmental temperature. J Cell Comp Physiol 1964;63:161- 75.
12. Goldspink G. The combined effects of exercise and reduced food intake on skeletal muscle fibers. J Cell Comp Physiol 1964;63:209-16.
13. Iannuzzo CD, Gollnick PD, Armstrong RD. Compensatory adaptations of skeletal muscle fiber types to a long term functional overload. Life Sci 1976;19:1517-24.
14. Gonyea W, Ericson GC, Bonde- Petersen F. Skeletal muscle fiber splitting by weight lifting exercise in cats. Acta Physiol Scand 1977;99:1105-216.
15. Gonyea WJ. Role of exercise in inducing increases in skeletal muscle fiber number. J Appl Physiol 1980; 48: 421-6.
16. Salleo A, Anastasi G, et al. New muscle fiber production during compensatory hypertrophy. Med Sci Sports Exer 1980; 12:268-73.
17. Spielholz NI. Skeletal muscle: A review of its development in vivo and in vitro. Phys Ther 1982;12: 1757- 62.
18. Cureton JJK, Collins MA, Hill DW, McElhannon FM. Muscle hypertrophy in men and women. Med Sci Sports Exerc 1988;20:338-44.
19. Drahotka Z, Gutmann E. The effect of age on compensatory and postfunctional hypertrophy in cross striated muscle. Gerontologia 1962; 6:81-90.
20. Brown M. Resistance exercise effects on aging skeletal muscle in rats. Physical Therapy 1989;69: 46-53.
21. Goldspink G, Howells KF. Work-induced hypertrophy in exercised normal muscle of different ages and the reversibility of hypertrophy after cessation of exercise. J Physiol 1974;239:179-93.
22. Tomanek RJ, Wood YK. Compensatory hypertrophy of the plantaris muscle in relation to age. J Gerontology 1970; 25: 23-9.
23. Penman KA. Ultrastructural changes in human striated muscle using three methods of training. Research Quarterly 1969;40:764-72.
24. Basmajian JV, Wolf SL. Therapeutic exercise. Baltimore: Williams and Wilkins;1990
25. Haggmark T, Jansson E, Svane B. Cross-sectional area of the thigh muscle in man measured by computed tomography. Scan J Clin Lab Invest 1978;38:355-60.
26. Hudash G, Albright JP, McAuley E, et al. Cross-sectional thigh components: computerized tomographic assessment. Med Sci Sports Exerc 1985;17:417-21.
27. Forentera WR, Meredith CN, O'reilly KP, et al. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. J Appl Physiol 1988;64:1038-44.
28. Iikai M, Fukunaga T. A study on training effect on strength Per unit cross sectional area of muscle by means of ultrasonic measurement. Eur J Appl Physiol 1970;28: 173-80.
29. Fukunaga T. Calculation of muscle strength per unit cross sectional area of human muscle by means of ultrasonic measurement. Eur J Appl Physiol 1968;26:26-32.
30. Cardenas DD, Stolov WC, Hardy R. Muscle fiber number in immobilization atrophy. Arch Phys Med Rehabil 1977;58:423-6.
31. Narici MV. Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. Eur J Appl Physiol 1989; 59: 310-9.
32. Spila S, Suominen H. Effects of strength and endurance training on thigh and leg muscle mass and composition in elderly women. J Appl Physiol 1995;78(1): 334-40.
33. Hisaeda H. Influence of two different modes of resistance training in female subjects. Ergonomics 1996; 39(6): 842-52.