

T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**VENÖZ KAN AKIMI KISITLAMASI İLE UYGULANAN
AĞIRLIK ANTRENMANININ KAS HİPERTROFİSİ VE
KUVVETİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

GÖKALP GÜREL

Kocaeli Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Spor Bilimleri Doktora Programı İçin Öngördüğü
DOKTORA TEZİ Olarak Hazırlanmıştır

KOCAELİ – 2013

T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**VENÖZ KAN AKIMI KISITLAMASI İLE UYGULANAN
AĞIRLIK ANTRENMANININ KAS HİPERTROFİSİ VE
KUVVETİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

GÖKALP GÜREL

Kocaeli Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Spor Bilimleri Doktora Programı İçin Öngördüğü
DOKTORA TEZİ Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Turgay ÖZGÜR

Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi 2012/09

KOCAELİ - 2013

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE





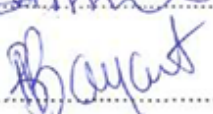
Tez Adı : Venöz Kan Akımı Kısıtlaması İle Uygulanan Ağırlık Antrenmanının Kas Hipertrofisi ve Kuvvetine Etkisinin Araştırılması

Tez Yazarı : Gökalp Gürel

Tez Savunma Tarihi : 13.06.2013

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Turgay Özgür

İşbu çalışma, jürimiz tarafından Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ ÜYELERİ		
ÜNVANI	ADI SOYADI	İMZA
BAŞKAN	: Doç. Dr. Güven ERDİL	
ÜYE (DANIŞMAN)	: Yrd. Doç. Dr. Turgay ÖZGÜR	
ÜYE	: Doç. Dr. Deniz ŞAHİN	
ÜYE	: Yrd. Doç. Dr. Deniz DEMİRCİ	
ÜYE	: Yrd. Doç. Dr. Betül BAYAZIT	

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

..... / / 2013

Prof. Dr. Tuncay Çolak

Enstitü Müdürü

ÖZET

Venöz Kan Akımı Kısıtlaması İle Uygulanan Ağırlık Antrenmanının Kas Hipertrofisi ve Kuvvetine Etkisinin Araştırılması

Ağırlık antrenmanı yöntemlerinde 1 maksimal tekrarın (1 M.T.) % 20-50'si şiddetinde çalışıldığında kas hipertrofi ve kuvvet gelişimine etkisi çok düşüktür. Fakat bazı araştırmalar 1 M.T.'in % 20-50'si şiddetinde kan akımı kısıtlaması (Kaatsu) ile çalışıldığı zaman kas hipertrofisinde bir artış olduğunu bildirir. Bu çalışmanın amacı, Kaatsu ile düşük şiddette (1MT'in % 50) ve buna bağlı çok tekrarlar ekleyerek oluşturduğumuz yöntem doğrultusunda ağırlık antrenmanı yaparak, kas hipertrofisi ve kuvvetinde, geleneksel kuvvet antrenmanı (G.K.A.) şiddetinde (1 MT'in % 80) yapılan ağırlık egzersizinin biceps kaslarında ne oranda hipertrofi ve kuvvet oluşturabileceğini araştırmaktır.

Araştırma gurubu 18-22 yaş aralığında sağlık kontrolleri yapılmış olan 10'u deney ve 10'i kontrol olmak üzere 20 aktif erkek gönüllüden oluşturuldu. Sekiz haftalık antrenman öncesi ve sonrası, Biceps enine kesiti, ön kol bükme 1 M.T.'ları alındı ve ön kol bükme Tepe Torque ölçümleri yapılmıştır. Deneklerin bir koluna sınırlı kan akımı kısıtlamasıyla düşük şiddette (1 M.T.'in %50) Kaatsu ağırlık antrenmanı diğer kollarına yüksek şiddetle (1 M.T.'in % 80), Geleneksel Kuvvet Antrenmanı (G.K.A) yaptırıldı.

Değişkeler analiz edildiğinde yukarda sunulan değişkenler açısından, antrenman öncesi fark olmadığı ($p>0,05$), tespit edilmiştir. Antrenman sonrasında Kaatsu (1 M.T.'in %50) ve G.K.A.'ı (1 M.T.'in % 80), antrenmanları sonuçları arasında anlamlı fark olmadığı ($p>0,05$)tesbit edilmiştir. Her iki grupta da antrenman sonrası Kontrol Grubu'na göre anlamlı ($p<0,05$) fark olduğu tespit edilmiştir.

Bir kişi üzerinde farklı kollara, 1 MT'in % 50 şiddetinde Kaatsu Antrenmanı ve 1 MT'in % 80 şiddetinde G.K.A. uygulaması aynı oranda hipertrofi ve kuvvet gelişimi oluşturmuştur. Düşük şiddette (1 MT'in % 20-50) uygulanan Kaatsu Antrenmanın, hipertrofi ve kuvvet oluşturma yeteneği olduğu ifade edilebilir.

Anahtar kelimeler: Kaatsu Antrenmanı, Kuvvet Antrenmanı, Kas Hipertrofisi, Kas Enine Kesiti.

ABSTRACT

Applied with Venous Blood Flow Restriction of Weight training session Investigation of the Effect on muscle hypertrophy and Strength

Muscle hypertrophy occurs in response to strength training. The effects of classic strength training (CST) using %20-50 of 1 maximum repetition (1RM) on muscle hypertrophy are limited. Several studies stated that Kaatsu type of strength training using %20-50 of 1RM can increase muscle hypertrophy and strength efficiently. The aim of this study was to investigate the effects of Kaatsu training protocol on hypertrophy and strength of biceps muscle comparing it with CST (%80 of 1RM) in 8 weeks.

Ten subjects ages 18-22 yr were assigned as experimental and ten subjects ages 18-22 yr as control (CON) groups. The experimental (EX) group performed Kaatsu biceps exercises (%50 of 1RM), three times per week for 8 weeks while wearing a pneumatic cuff to restrict blood flow on randomly selected one arm and performed CST using %80 1RM on the other during same session. The control group did not exercise. Biceps curl 1RM, Biceps Curl isokinetic torque (60&240 deg/sec) biceps cross sectional area were assessed.

Pre-test statistical analysis showed no significant differences ($p>0.05$) between EX and CON groups. Post-test statistical analysis showed no significant differences ($p>0.05$) between Kaatsu and CST training protocols. Both Kaatsu and CST training results showed significant difference ($p>0.05$) to CON group.

In conclusion low intensity (%50 of 1RM) Kaatsu training proven to be effective to increase muscle hypertrophy and strength similar to high intensity CST (%80 of 1RM) training.

Key words: Kaatsu Training, Strength Training, Muscle Hypertrophy, Cross Sectional Area

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmamı yöneten Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Öğretim Üyesi Sayın; Yrd. Doç. Dr. Turgay ÖZGÜR'e teşekkürlerimi sunarım.

Kocaeli Üniversitesi Öğretim Üyesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Müdürü Sayın; Prof. Dr. Yavuz TAŞKIRAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Marmara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Öğretim Üyesi Sayın; Prof. Dr. Güven Erdil'e teşekkürlerimi sunarım.

Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. Deniz Şahin'e teşekkürlerimi sunarım.

Kocaeli Üniversitesi Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Deniz DEMİRCİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Kocaeli Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğretim elamanlarından arkadaşlarım Okt. Dr. Bahar ÖZGÜR ve Okt. Dr. Ayla TAŞKIRAN'a, Derya DEMİRDİZEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Değerli eşim; Dr. C. İnci GÜREL'e, babam; Prof. Dr. Mustafa GÜREL'e, annem; Müjgan GÜREL'e desteklerini eksik etmedikleri için teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma süresi boyunca, farklı zaman dilimlerinde bana destek veren arkadaşlarıma ve çalışmamıza gönüllü denek olarak katılan tüm öğrencilerime katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Bu doktora tez çalışması, Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2012/09 proje numarasıyla desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZET	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
SİMGELER VE KISALTMALAR	VI
ÇİZELGELER	VII
ŞEKİLLER	X
GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER	4
Antrenmana Etki Eden Öğeler	4
Antrenman Kapsamı	4
Antrenman Şiddeti (Yeğinliği (Intensity))	5
Antrenman Yoğunluğu (Sıklığı, density)	6
Kuvvet	6
Kuvvet, hız, kuvvet gelişim oranı ve güç	7
Kuvveti Etkileyen Faktörler	8
Direnç Antrenmanı	9
Direnç Antrenmanı Şiddeti	10
Kas Kuvveti	11
Kas Fibril Tipleri	11
Kas Hipertrofisi	13
Direnç Egzersizi Analizi	14
Limitleri	14
Şiddet ve Kuvvet	15
Şiddet ve Hipertrofi	16
Şiddet ve Fibril Tip Dönüşümü	17
Farklı Ağırlık Kaldırma Senaryoları	17
Kaatsu Antrenmanı	18
Fizyoloji Açısından Kaatsu Antrenmanı	20

GEREÇ VE YÖNTEM	22
BULGULAR	31
TARTIŞMA	56
SONUÇ VE ÖNERİLER	69
Sonuç	69
Öneriler	70
KAYNAKLAR	71
ÖZGEÇMİŞ	79

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ATP	: Adenozintrifosfat
CP	: Creatinfosfat
dk	: Dakika
EMG	: Electromyografi
G.K.A	: Geleneksel Kuvvet Antrenmanı
GH	: Growth Hormon
gr	: Gram
kg	: Kilogram
kgm	: Kilogram metre
M.R.	: Manyetik Rezonans
M.T.	: Maksimal Tekrar
MHC	: Miyozin Ağır Zincirdir
MMG	: Mechanomyogram
mmHg	: Milimetre Cıva Basıncı
n	: Kişi sayısı
N-M	: Newton Metre
VO ₂	: Oksijen Hacmi
VO ₂ max	: Maksimum Oksijen Kullanımı
W	: Watt

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Boy (cm) ve ağırlık (kg) değişkeni tanımlayıcı istatistik sonuçları.....	22
Çizelge 4.1.: Kaatsu ve kontrol grupları pre-test biceps enine kesitleri (mm ²) istatistik sonuçları.....	31
Çizelge 4.2.: G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları pre-test biceps enine kesitleri (mm ²) İstatistik Sonuçları	32
Çizelge 4.3.: Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları pre-test biceps enine kesitleri (mm ²) İstatistik Sonuçları	32
Çizelge 4.4.: Kaatsu ve kontrol grupları pre-test 1M.T. (kg) istatistik sonuçları	33
Çizelge 4.5.: G.K.A. (Hipertrofi) ve Kontrol grupları pre-test 1 M.T. (kg) İstatistik Sonuçları	34
Çizelge 4.6.: Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları pre-test 1 M.T. (kg) İstatistik Sonuçları	34
Çizelge 4.7.: Kaatsu ve Kontrol Grupları Pre- Test 240 Derece/Saniye Tepe Tork (N-M) İstatistik Sonuçları.....	35
Çizelge 4.8.: Kaatsu ve Kontrol Grupları Pre-Test 60 Derece/Saniye Tepe Tork (N-M) İstatistik Sonuçları.....	36
Çizelge 4.9.: G.K.A. (Hipertrofi) ve Kontrol Grupları Pre- Test 240 Derece/Saniye Tepe Tork İstatistik Sonuçları	36
Çizelge 4.10.: G.K.A. (Hipertrofi) ve Kontrol Grupları Pre- Test 60 Derece/Saniye Tepe Tork (N-M) İstatistik Sonuçları.....	37
Çizelge 4.11.: Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) Grupları Pre- Test 240 Derece/Saniye Tepe Tork (N-M) İstatistik Sonuçları.....	38
Çizelge 4.12.: Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) Grupları Pre- Test 60 Derece/Saniye Tepe Tork (N-M) İstatistik Sonuçları.....	39
Çizelge 4.13.: Kaatsu ve Kontrol Grupları Post- Test Biceps Enine Kesitleri (mm ²) İstatistik Sonuçları	39
Çizelge 4.14. G.K.A. (Hipertrofi) Ve Kontrol Grupları Post- Test Biceps Enine Kesit (mm ²) İstatistik Sonuçları	40
Çizelge 4.15. : Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) Grupları Post- Test Biceps Enine Kesit (mm ²) İstatistik Sonuçları	40
Çizelge 4.16. : Kaatsu Ve KontrolGruplarıPost-Test 1M.T. (kg) İstatistik Sonuçları	41
Çizelge 4.17.: G.K.A. (Hipertrofi) ve Kontrol grupları Post- Test 1M.T. (kg) İstatistik Sonuçları	42

Çizelge 4.18. :Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) Grupları Post- Test 1M.T. (kg) İstatistik Sonuçları.....	42
Çizelge 4.19.: Kaatsu Ve Kontrol Grupları Post- Test 240 Derece/Saniye Tepe Tork (N-M) İstatistik Sonuçları.....	43
Çizelge 4.20.: Kaatsu ve Kontrol Grupları Post- Test 60 Derece/Saniye Tepe Tork (N-M) İstatistik Sonuçları.....	44
Çizelge 4.21.: G.K.A. (Hipertrofi) ve KontrolGrupları Post- Test 240 Derece/Saniye Tepe Tork (N-M) İstatistik Sonuçları.....	44
Çizelge 4.22.: G.K.A. (Hipertrofi) ve Kontrol grupları post- test 60 Derece/Saniye Tepe Tork (N-M) İstatistik Sonuçları.....	45
Çizelge 4.23.: Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) Grupları Post- Test 240 Derece/Saniye Tepe Tork (N-M) İstatistik Sonuçları.....	46
Çizelge 4.24.: Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) Grupları Post- Test 60 Derece/Saniye Tepe Tork (N-M) İstatistik Sonuçları.....	46
Çizelge 4.25. :Kaatsu Grubu Pre-Post TestBiceps Enine Kesit (mm ²) İstatistik Sonuçları.....	47
Çizelge 4.26.: G.K.A. Grubu Pre-Post Test Biceps Enine Kesit (mm ²) İstatistik Sonuçları	48
Çizelge 4.27.: Kontrol Grubu Pre-Post TestBiceps Enine Kesit (mm ²) İstatistik Sonuçları.....	49
Çizelge 4.28. :Kaatsu Grubu Pre-Post Test1M.T. (mm ²) İstatistik Sonuçları	50
Çizelge 4.29.: G.K.A. Grubu Pre-Post Test1M.T. (mm ²) İstatistik Sonuçları.....	50
Çizelge 4.30.: Kontrol grubu pre-post test1M.T. (mm ²) ölçümleri İstatistik Sonuçları	51
Çizelge 4.31.: Kaatsu Grubu Pre-Post Test 240 Derece/Saniye Tepe Tork(N-M) İstatistik Sonuçları	52
Çizelge 4.32.: Kaatsu Grubu Pre-Post Test 60 Derece/Saniye Tepe Tork(N-M) İstatistik Sonuçları	52
Çizelge 4.33.: G.K.A. (Hipertrofi)Grubu Pre-Post Test 240 Derece/Saniye Tepe Tork(N-M) İstatistik Sonuçları	53
Çizelge 4.34.: G.K.A. (Hipertrofi) Grubu Pre-Post Test60 Derece/Saniye Tepe Tork (N-M) İstatistik Sonuçları	54
Çizelge 4.35.: Kontrol Grubu Pre-Post Test 240 Derece/Saniye Tepe Tork(N-M) İstatistik Sonuçları	54
Çizelge 4.36.: Kontrol GrubuPre-Post Test 60 Derece/Saniye Tepe Tork(N-M) İstatistik Sonuçları	55

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 2.1 : Newton hareket kanunları eşitlikleri.....	7
Şekil 2.2 : Major ve hibrit fibril tiplerinin en yavaştan en hızlıya doğru gösterimi.	11
Şekil 2.3 :İnsan iskelet kasının mikro fotograflama yöntemi (vastus lateralis kası) ile birçok farklı fibril tipi olduğu gösterilmiştir	12
Şekil 2.4: Göreceli direnç egzersiz şiddetlerinin (% 1 M.T.) kas hipertrofi derecesi ile ilgili teorik model.....	16
Şekil 3.1 :1,5 Tesla Manyetik Rezonans	23
Şekil 3.2 :Biodex® System3İsokinetikDinamometre	23
Şekil 3.3 : Dumbell'lar	24
Şekil 3.4 : Antropometrik Set	24
Şekil 3.5 :Tanita	24
Şekil 3.6 :Manyetik Rezonans 15. Kesit taraması ve QCAD'e aktarılan görüntüde biceps alanını (mm ²).	25
Şekil 3.7 :Dinamometre 240 derece/saniye'lik hızlarda kuvvet ve güç ölçümü veri çıktısı. ...	26
Şekil 3.8 : Ağırlığı değiştirilebilir dumbellar	26
Şekil 3.9 : Kaatsu Aparatı	27
Şekil 3.10 : Çalışma boyunca 120 mmHg' sabit tutulmaya çalışılmıştır.	27
Şekil 3.11 : Kaatsu aparatının yerleştirilmesi ve basıncın ayarlanması.	27
Şekil 3.12 : Kuvvet Antrenmanı uygulaması	28
Şekil 3.13 :Kaatsu Antrenmanı uygulaması.	29
Şekil 4.1.: Kaatsu ve kontrol grupları pre-test biceps enine kesit değerleri.	31
Şekil 4.2.: G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları pre-test biceps enine kesit (mm ²) değerleri	32
Şekil 4.3.: Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları pre-test biceps enine kesit değerleri.....	33
Şekil 4.4.: Kaatsu ve kontrol grupları pre-test 1M.T. (kg) değerleri.....	33
Şekil 4.5.: G.K.A. (Hipertrofi) ve Kontrol grupları pre-test 1 M.T. değerleri.	34
Şekil 4.6.:Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları pre-test 1 M.T. (kg) değerleri	35
Şekil 4.7.:Kaatsu ve Kontrol grupları pre- test 240 derece/saniye tepe tork (N-M) değerleri.	35
Şekil 4.8.: Kaatsu ve kontrol grupları pre-test 60 derece/saniye tepe tork (N-M) değerleri	36
Şekil 4.9.:G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları pre- test 240 derece/saniye tepe tork değerleri	37

Şekil 4.10.: G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları pre- test 60 derece/saniye tepe tork değerleri	37
Şekil 4.11.: Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları pre- test 240 derece/saniye tepe tork (N-M) değerleri	38
Şekil 4.12.: Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları pre- test 60 derece/saniye tepe tork değerleri	39
Şekil 4.13.: Kaatsu ve kontrol grupları post- test biceps enine kesit (mm^2) değerleri	39
Şekil 4.14.: G.K.A. (Hipertrofi) ve Kontrol grupları post- test biceps enine kesit değerleri	40
Şekil 4.15.: Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları post- test biceps enine kesit (mm^2) değerleri	41
Şekil 4.16.: Kaatsu ve kontrolgruplarıpost-test 1M.T. (kg) değerleri	41
Şekil 4.17.: G.K.A. (Hipertrofi) ve Kontrol grupları post- test 1M.T. (kg) değerleri.....	42
Şekil 4.18.: Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları post- test 1M.T. (kg)değerleri	43
Şekil 4.19.: Kaatsu ve kontrol grupları post- test 240 derece/saniye tepe tork (N-M) değerleri	43
Şekil 4.20.: Kaatsu ve kontrol grupları post- test 60 derece/saniye tepe tork (N-M) değerleri	44
Şekil 4.21.: G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrolgrupları post- test 240 derece/saniye tepe tork (N-M) değerleri.....	45
Şekil 4.22.: G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları post- test 60 derece/saniye tepe tork (N-M) değeri.....	45
Şekil 4.23.: Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) Grupları Post- Test 240 Derece/Saniye Tepe Tork (N-M) değerleri.....	46
Şekil 4.24.: Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları post- test 60 derece/saniye tepe tork (N-M) değerleri.....	47
Şekil 4.25.: Kaatsu grubu pre-post testbiceps enine kesit (mm^2) değerleri	48
Şekil 4.26.: G.K.A. grubu pre-post test biceps enine kesit (mm^2) değerleri	48
Şekil 4.27.: Kontrol grubu pre-post testbiceps enine kesit (mm^2) değerleri.....	49
Şekil 4.28.: Kaatsu grubu pre-post test1M.T. (mm^2) değerleri.....	50
Şekil 4.29.: G.K.A. grubu pre-post test1M.T. (mm^2) değerleri	51
Şekil 4.30.: Kontrol grubu pre-post test1M.T. (mm^2) ölçümleri değerleri	51
Şekil 4.31.: Kaatsu grubu pre-post test 240 derece/saniye tepe tork(N-M) değerleri.....	52
Şekil 4.32.: Kaatsu grubu pre-post test 60 derece/saniye tepe tork(N-M) değerleri	53
Şekil 4.33.: G.K.A. (Hipertrofi)grubu pre-post test 240 derece/saniye tepe tork(N-M) değerleri	53
Şekil 4.34.: G.K.A. (Hipertrofi) grubu pre-post test60 derece/saniye tepe tork (N-M) değerleri	54

Şekil 4.35.: Kontrol grubu pre-post test 240 derece/saniye tepe tork(N-M) değerleri.....	55
Şekil 4.36.: Kontrol GrubuPre-Post Test 60 Derece/Saniye Tepe Tork(N-M) değerleri	55
Şekil 5.1 : Tek antrenman biriminde yöntemsel olarak uygulanan Kol bükme (Arm Curl) protokol örneği.....	60
Şekil 5.2 : Antrenman periyodunda (sürecinde) yöntemsel programlama; birinci hafta; 1 seri 2 set 10 tekrar, 1 set yoruluncaya kadar tekrar yapılmış, ikinci hafta 5 dakika dinlenme verilerek 2. Seri eklenmiş ve artırılmaya devam edilmiştir.	60
Şekil 5.3 : Teramoto ve Golding'in basınç uygulama şekli.	61
Şekil 5.4 : Çalışma boyunca 120 mmHg' sabit tutulmaya çalışılmıştır.....	61

1. GİRİŞ

Otuz yılı aşkın süredir kuvvet ve güç antrenmanları, antrenörler, atletler ve araştırmacılar için en önemli konulardan biridir. Antrenörlerin ve atletlerin deneyimlerinin artmasına ek olarak elit atletlerin performanslarının gelişiminde araştırmaların etkisi giderek artmaktadır. Direnç antrenmanının sporcuların kaslarında hipertrofi, maksimal kuvvet ve güç üretimini artırabildiği, sakatlanma oranını azaltabildiği ve yaralanma sonrası iyileşme süresini kısalttığı bilinen bir durumdur (Marques, 2004).

Kas çapraz kesiti bölgesindeki artış direnç antrenmanının etkisi ile kasta hipertrofi oluştuğunu gösterir. Kasın çapraz kesit bölgesindeki artış kasın kasılabilen birimlerinde çoğalma olduğunu ve böylece potansiyel olarak kuvvet-üretimini de artırdığını gösterir (Bompa T.O.,Haff G., Sf: 265, 2009, , Clark A.M., Lucett S.C., 263, 2010).

Büyük oranda plastisity özelliği gösteren Tip II kas fibrillerinde antrenmanla birlikte hızlı bir şekilde hipertrofi oluşur, fakat antrenman uygun sıklıkta değilse hipertrofi oluşmayabilir, antrenmana ara verildiğinde ise hızlı bir şekilde bu kas fibril tipinde bir gerileme yani atrofi görülür (Bompa T.O.,Haff G., 265, 2009). Hipertrofi ve kuvvet geliştirme uzun ve yorucu antrenmanlar sonucu oluşur. Hipertrofi antrenmanlarında bir maksimal tekrarın (1 MT) %70'inden daha fazla yüklerle (kaldırabildiği en fazla ağırlığın % 70'i) çalışıldığı zaman kas kesitinde hızlı bir büyüme gerçekleştiği gösterilmiştir. Kuvvet gelişiminin ise 1 MT'ın %80-100'üde çalışma ile daha hızlı oluşabileceği gösterilmiştir (Fleck, S. J.,1999). 1MT'ın %70-80 arasındaki kuvvet antrenmanı orta düzeyde bir yüklenme olarak belirtilir (Bompa T.O.,Haff G., 273, 2009.). Genellikle hipertrofi oluşumu için ideal olan programın 1MT'ın %80'indehaftada 4 gün ve 4 set olarak belirtilse de antrenmanlar çeşitli şiddet ve hacimlerde oluşturulur (Örneğin; 3-5 set 6-12 tekrar 1MT'ın %70-85 arası) (Rhea, M., R., 2003, Wernbom, M. , 2008.).

Ağırlık antrenman döneminin başlangıcında ilk bir kaç hafta (2-3 hafta) gözle görülür bir hipertrofi olmamasına rağmen antrenmanın erken dönemlerinde protein sentezi başladığı bildirilmiştir (Clark A.M.,Lucett S.C. 2010, 263).

Kas hipertrofisi oluşumuna yönelik antrenmanlar uzun süre yapılan, deneyim ve performans gerektiren bir süreçtir. Bu düzeyde antrenman yapabilmek çoğu kişi için mümkün olmayabilir. Yaşlıların kuvvet kaybını engellemek, spora yeni başlayanların kuvvet kazanımını sağlamak, sakatlık sonrası sporcuların rehabilitasyonunda vb.

durumlarda risk almadan kaslarda hipertrofi ve kuvvet kazanımını sağlamak önemlidir. Kuvvet antrenmanı uygulamalarına ilk başlandığında egzersizler çok düşük şiddetlerde olduğu için devamında hipertrofi ve kuvvet kazanımı uzun süre alabilir. Kas hipertrofisi ile kuvvetini daha kısa sürede oluşturmak ve aynı anda sakatlanma riskini azaltabilmek önemli bir hedef olarak karşımıza çıkmaktadır.

Japocada Kaatsu [Damarsal sınırlı kısıtlama ile kuvvet antrenmanı (Vascular Occulation Strenght Training)] olarak adlandırılan kan akımı kısıtlaması çalışma yöntemi Japonya tarihine dayanan uygulamalardan esinlenmiştir (Sato Y., 2005).

Büyük oranda 1 MT (Maksimal Tekrar)'ın %20-50'lık oranını kullanarak kas hipertrofisi olacağını öngören ağırlık antrenmanı prensipleriyle uyumlu bir yöntemdir. (Sato, Y., 2005, Bemben, M.G., Sato, Y., Abe, T.,2005.).

Bilinen kuvvet antrenmanı yöntemlerinde 1 MT'in %20'lik oranının kas hipertrofi gelişimine etkisi çok düşüktür. Fakat bazı çalışmalar 1 MT'in %20'si ağırlıkla, orta düzeyde kan akımı kısıtlaması ile çalışıldığı zaman kas hipertrofisinde önemli bir artış olduğunu gösterir (Loenneke, J. P., 2009,Nakajima, T., Ve Ark, 2006, Takarada, Y., Sato, Y., Ishii, N., 2002.).Bu konudaki çalışmaların ışığı altında, literatürdeki yöntemlerden farklı olarak, yöntemimizde bir kişi üzerinde kaatsu yöntemi ve Geleneksel ağırlık antrenmanın, kas hipertrofisi ve kuvvet oluşumunu aynı oranda etkileyeceği hipotezi ile araştırmamızı yaptık.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, Kaatsu yöntemi kullanarak düşük şiddette (1 M.T.'ın % 50) ağırlık antrenmanı ve G.K.A.'ı yöntemi kullanarak yüksek şiddette (1 M.T.'ın % 80) ağırlık antrenmanının bisebs kasında ne oranda hipertrofi ve kuvvet oluşturabileceğini araştırmaktır.

Araştırmanın Problemleri

1. Kaatsu grubu ile G.K.A. grubu arasında kas kesiti (Hipertrofi) gelişiminde fark var mıdır?
2. Kaatsu grubu ile G.K.A. grubu arasında kuvvet gelişiminde fark var mıdır?

Soruları temelinde detaylandırılarak cevap aranmıştır.

Araştırmanın Alt Problemleri

1. Antrenman öncesi gruplar arasında Manyetik Rezonans (M.R.) ölçümü karşılaştırmasında anlamlı fark var mıdır?
2. Antrenman öncesi gruplar arasında 1 M.T ölçümü karşılaştırmasında anlamlı fark var mıdır?
3. “Antrenman öncesi gruplar arasında Tepe Tork (N-M) izokinetik ölçümü karşılaştırmasında anlamlı fark var mıdır?
4. Antrenman sonrası gruplar arasında Manyetik Rezonans (M.R.) ölçümü karşılaştırmasında anlamlı fark var mıdır?
5. Antrenman sonrası gruplar arasında 1 M.T. ölçümü karşılaştırmasında anlamlı fark var mıdır?
6. “Antrenman sonrası gruplar arasında Tepe Tork (N-M) izokinetik ölçümü karşılaştırmasında anlamlı fark var mıdır?
7. Antrenman öncesi ve sonrası gruplar arasında M.R. ölçümü karşılaştırmasında anlamlı fark var mıdır?
8. Antrenman öncesi ve sonrası gruplar arasında 1 M.T. ölçümü karşılaştırmasında anlamlı fark var mıdır?
9. Antrenman öncesi ve sonrası gruplar arasında Tepe Tork (N-M) izokinetik ölçümü karşılaştırmasında anlamlı fark var mıdır?

2. GENEL BİLGİLER

Birim antrenmanı düzenlerken yapılan herhangi bir fiziksel etkinlik, kişide anatomik, fizyolojik, biyokimyasal ve psikolojik değişimlere yol açmalıdır. Antrenman sırasına sporcuda tam bir gelişim sağlamak için bu bileşenlerin dozunu ayarlamak gereklidir. Yapılan sporun çeşidi, antrenmanın periyodu, hareket türüne bağlı olarak yüklenmelerin dozu farklılık göstermektedir. Bir antrenmanın akışını planlarken, antrenmanın öğeleri olarak tanımlanan özellikleri bilmek ve uygulamada kullanmak zorunluluktur (Clark A. M., ve Ark. 2010, Fleck S.J. ve Ark. 1997 s:78-82, Stone M.H. ve Ark. 1987).

Bir birim kuvvet antrenmanı planlanırken, antrenmanın öğelerinin kullanımı ve ilişkisi önemli kavramlardır.

2.1. Antrenmana Etki Eden Öğeler

- Kapsam (Time, Distance): Hareketlerin sayısal olarak miktarı (süre, mesafe, tekrar-sayısı).
- Şiddet (Intensity): Hareketlerin organizma üzerindeki zorlayıcılığıdır.
- Yoğunluk (Type, Frequency, desity): Kapsamın% olarak ifadesidir. Sıklık veya seyreklik olarak ifade edilir. Kapsam şiddet'le karşılaştırılacağı zaman % yoğunluk olarak ifade edilmelidir.Yüklenme yoğunluğu, zamansal açıdan yüklenme ve dinlenme orantısı yoluyla belirlenir(Walker B. 2004, Bompa T.O., Haff G. G. , s:262., 2009).

2.1.1. Antrenman Kapsamı

Kapsam kavramı antrenmanda yapılan etkinliğin toplam miktarı anlamına gelmektedir. Antrenman kapsamını etkileyen etmenler; antrenman süresi, kat edilen mesafe, kaldırılan toplam ağırlık, alıştırımların yada teknik çalışmaların yenilenme sayısı veya süresi olarak ifade edilebilir.

Bir sporcunun başarı düzeyi arttıkça antrenman kapsamı artırılmalıdır. Bir sporcunun sporsal verimi, antrenman birimlerinin sayısının ve her bir birimde yapılan çalışma miktarının artırılmasının bir sonucu olarak gelişir. Toparlanma

süreci yüksek miktarda bir çalışmaya uyum sağlamasının bir sonucu olarak incelenmektedir. Dolayısıyla nitelikli sporcuların haftalık döngüde (mikro cycle) en az 7-12 antrenman birimi olmadan yaptıkları çalışmadan yeterli bir verim beklemeleri oldukça zordur. Antrenmanın kapsamı üzerinde aşağıdaki süreler söz konusu edilerek tartışılabilir(Clark A. M., ve Ark. 2010, Fleck S.J. ve Ark. 1997 s:108-107, Marques, M. A. C., 2010)

- Birim antrenman kapsamı
- Günlük antrenman kapsamı
- Aylık (4 veya 5 haftalık) antrenman kapsamı
- Yıllık antrenman kapsamı
- 4 yıllık antrenman kapsamı
- Uzun süreli (Spor yaşamı) kapsam

2.1.2. Antrenman Şiddeti (Yeğİnliği (Intensity))

Belli bir süre içinde yapılan çalışmanın nitel bölümü anlamına gelmektedir. Her bir zaman biriminde yapılan çalışma azaldıkça, şiddette daha yüksek olmaktadır. Şiddet, antrenmanda kullanılan sinirsel uyarım kuvvetinin bir işlevidir. Bir hareketi yapma hızına aralıkların değişimine yada yinelenmeler arasındaki dinlenme süresine bağlıdır. Şiddetin sadece kas çalışmasıyla değil bir antrenmanda ya da yarışmada harcanan sinirsel enerji (psikolojik zorlama) ile de belirlendiği söylenebilir, atıcılık, okçuluk, satranç vb. sporlar için geçerlidir. Şiddetin derecesi antrenmanın (alıştırmanın) niteliğine bağlı olarak ölçülebilir. Antrenmanın Şiddeti üzerinde aşağıdaki süreler söz konusu edilerek tartışılabilir(Bompa T.O., Haff G. G. , s: 262., 2009, Marques, M. A. C., 2010).

- Hız içeren alıştırmalarda metre/saniye
- Hareketi yapma oranı (tekrarı veya devinim) oran/dakika
- Takım sporlarında oyun akışı (ritmi) yapılan iş/zaman (çok iş veya az iş/zaman)
- Dirence karşı yapılan hareketlerde kg yada kgm (yer çekimine karşı 1kg 1 m kaldırılışı) cinsinden ölçülebilir.
- Bir alıştırmanın şiddeti, o spor dalının kendine özgü özellikleri ile uyumlu olarak değişiklik gösterir.

2.1.2.1. Şiddet Biçimleri

Antrenmanda kuramı alanındaki iki şiddet biçiminden söz edilmektedir. Bazı araştırmacılar antrenmanda ısınma ve soğuma etkinlikleri bölümlerindeki şiddet yüzdesi hesaba katılmadığında **salt (absolut) şiddet** olarak nitelerler. Sporcunun alıştırmayı (antrenmanı) uygulayabilmek için gereksinim duyduğu şiddet yüzdesinin bir ölçüsüdür. Toplam çalışma şiddeti ve salt şiddeti verilmiş olan bir zaman dilimindeki toplam antrenman biriminin şiddetine **göreceli (relatif) şiddet** denir (Bompa T.O., Haff G. G. , S: 81-86/262, 2009).

2.1.3. Antrenman Yoğunluğu (frekans, density)

Sporcunun herhangi bir zaman biriminde bir takım uyarılarla etkilenme sıklığına antrenman yoğunluğu (sıklığı, density) denir. Antrenmanın çalışma ve yenilenme evreleri arasındaki ilişkinin zamansal açıdan açıklanmasıdır. Şiddet ve yoğunluğun % olarak etkisi antrenmanın etkinliğini belirler. Çalışma yoğunluğunu düzenlememiz için yüklenme ve dinlenme süreleri bilinmesi gerekir(Bompa T.O., Haff G. G., s: 93-96, 2009).

2.2. Kuvvet

Kuvvet bir kas yada kas grubunun herhangi bir cismi hareket ettirebilme yada döndürebilme olgusu olarak tanımlanabilir. Kuvvet dıştan gelen bir direnç karşısında ortaya koyulan sınır- kas karşı direncinin yeteneği olarak da daha iyi tanımlanabilir. Günümüzlitaratürü incelendiğinde yüksek düzeyde kas kuvvetinin sporda performansla anlamlı bir şekilde ilişkili olduğu ortaya çıkar. Bu bilgi kas kuvvetinin tüm sportif aktivitelerde (sprint, futbol, basketbol, voleybol gibi) katkısı olduğunu görüşünü destekler. Direnç antrenmanı uygulamaları gelişen kuvvetle sporcu kapasitesinin gelişmesi ve kasların sinirsel uyarılımın iyileşmesidir.

2.3. Kuvvet, hız, kuvvet gelişim oranı ve güç

Genel sportif aktivitelere baktığımızda dışarıdan gelen bir dirence karşı oluşturulabilecek kuvvet yeteneğini çok önemlidir. Newton'un ikinci hareket kanunu (Şekil 2.1.)kuvvet kapasitesinin artışının önemini destekler (Bompa T.O., Haff G.G. , S: 263., 2009).

EŞİTLİKLER
<ul style="list-style-type: none">• EŞİTLİK 1: $F = M \times A + W$• M: Kütle• A: İvme• W: Ağırlığı
<ul style="list-style-type: none">• EŞİTLİK 2: $RFD = F/T$• RFD: Kuvvet gelişim Oranı (Rate of force development)• F: Kuvvet değişimi• T: Zaman değişimi
<ul style="list-style-type: none">• Eşitlik 3: $Güç = F \times D/T$• Güç= W/T• Güç= FxV• F:Kuvvet• W: İş• T: Zaman• V:Hız

Şekil 2.1. : Newton hareket kanunları eşitlikleri

Kuvvet ve hız arasındaki etkileşim üzerine yapılan çalışmaların gösterdiğine göre dışsal direnç artarsa hareketin hızı da kademeli olarak azalmaktadır. Direnç egzersizi antrenmanı uygulamaları kuvvet-hız ilişkisi dönüşümü göz önüne alınarak planlanmalıdır. Literatür incelendiğinde ağır direnç antrenmanı patlayıcı direnç antrenmanları arasında bir adaptasyon farkı olduğu görülür. Örneğin, direnç antrenmanı programı uygulamalarında ağır yüklerle çalışıldığında kuvvet-hız eğrisinin kuvvet lehinde bir yükselmeye sahip olduğu, oysa patlayıcı direnç egzersizi programlarında eğrinin yüksek -hız yönünde bir yükselmeye sahip olduğu görülür (Kawamori N. ve Ark. 2004).

Kuvvet-hız eğrisinin yüksek hız parçasında patlayıcı direnç antrenmanının etkisi, patlayıcı kas kuvveti yada kuvvet oluşum zamanına bağlıdır. Kuvvet oluşum zamanı kuvvet ve hızın ne kadar geliştiğini gösterir ve zamanla kuvvetin

ne kadar değiştiğini hesaplar (Aagaard P. ve Ark. 2002).Yüksek kuvvet üretim süresinin gelişimi, patlayıcı hareketler içeren sportif aktiviteler için (sprint, yüksek atlama, fırlatma sporları) çok önemlidir ve aralık olarak 50-250ms ye kadar bir değişim görülebilir. Ancakmaksimalkuvvet ve kuvvet oluşum zamanı birbirinden etkilenir ve sportif performansla, hareketin hızı ve şekli de kuvvet oluşum zamanı'ını etkileyen durumlardandır. Açık olarak anlaşılmalıdır ki, kuvvet ve hız insan hareketinde önemlidir, çünkü bu iki bileşenin ilişkisi güç olarak adlandırılır Maksimal kuvvetin güç üzerindeki gelişimi azaltıcı etkiye sahip olduğu için hafif yüklerin kullanılması gerektiği ifade edilir, (Bompa T.O., Haff G. G., s:263., 2009). Güç, kuvvet ve kuvvet oluşum zamanı aralarındaki ilişkiyi anlayamamış olmak antrenman planlamasında bir eksiklikdir.

Güç gelişim kapasitesi yada iş performansı artış oranı, sporda performansın tek ve en önemli parçasıdır. Gerçekte çeşitli sporcuların güç gelişim kapasiteleri, sportif performans seviyeleri arasındaki farkla ayırt edilebilir. Güç oluşumunun iki tipi sportif performansta ayırt edicidir; maksimal güç çıkışı ve ortalama güç çıkışı. Maksimal güç çıkışı; sıçrama, sprint, halter, ani yön değiştirme ve fırlatma gibi, ortalama güç çıkışı ise dayanıklılık koşusu bisiklet ve kuzey disiplini kayak gibi uzun süre tekrarlı hareketlerle ilişkilidir (Clark A. M. ve Ark. 2010, Bompa T.O., Haff G.G. , S: 263-264., 2009).

2.4. Kuvveti Etkileyen Faktörler

Kuvvet, dışsal bir dirence karşı sinir kas sisteminin kuvvetüretme yeteneği gibi tanımlanabilir ve 7 anahtar görüşe bağlı açıklanabilir.(Bompa T.O., Haff G.G. , s: 263,180, 187, 2009).

- Motor ünitelerin uyarıya katılım miktarı (giderek artması)
- Motor ünitenin ateşleme oranı
- Motor ünitenin aynı andaki miktarı
- Kısa döngülü gerimin kullanımı
- Sinir kas uyarımının derecesi
- Kas fibril tipi
- Kas hipertrofi derecesi

2.5. Direnç Antrenmanı

Direnç antrenmanının tanımlanmasındaki temel zorluklardan biride bu antrenman tipinin ekstra çeşitli olmasıdır. Belki de en iyi tanımlayanların başında Fleck ve Kraemer' in ortaya koyduğu yaklaşımdır. Direnç antrenmanı kuvveti geliştiren en temel uygulamadır. Direnç antrenmanı için ana öğenin belirlenmiş olması gereklidir (Fleck, S.J., ve Ark. 1988, Fleck, S.J., 1997, Bompa, T.O., Haff, G.G. , S: 79-82, 2009).

- Antrenman seçimi
- Antrenman hazırlığı,
- Antrenman kapsamı
- Antrenman şiddet
- Antrenman yoğunluğu
- Dinlenme

Bu öğelerin oluşturulmasında çeşitli yöntemler ve uygulamalar söz konusudur. Uzun dönem antrenman programı düşünüldüğünde incelenmesi gereken çok parametre vardır. Çeşitli antrenman senaryoları oluşturulduğunda antrenmanın peridizasyon prensiplerinden yararlanılmalıdır (Bompa T.O., Haff G., s: 86-96, 2009, Clark, A. M. ve Ark. 2010).Durum böyleyken, direnç egzersizi uygulamasının çeşitliliğinin bazıları için çok kafa karıştırıcı olmasından dolayı da ekstra gereklidir.Ek olarak, bir antrenman birimini diğer antrenmanların dışında tutarak etkisini araştırmak da çok mümkün değildir. Tek bir antrenman birimini antrenman sezonundan ayrı olarak düşünemeyiz.

2.5.1. Direnç Antrenmanı Şiddeti

Sıklıkla kafa karıştıran bir durum direnç antrenmanının ağırlığının belirlenmesi yada şiddetinin tanımlanmasıdır. Bir çok tanımlama, belki de direnç antrenmanının kompleks yapısı sebebiyle oluşturulmak durumunda kalmıştır. Açıktır ki bu tip bir araştırma için bu direnç antrenmanının ne olduğunun öncelikli olarak açıklanması gerekir.

Direnç antrenmanı uygulamaları yaparken metabolizma veya kaslara binen yükü ayarlamak için maksimal yüklenme şiddeti yani kaldıracağımız maksimal

ağırlığın (1 M.T.'in % 100 kuvveti) belli %'sinin bulunması gereklidir. Antrenman süresince belirlenen şiddet düzeyini, örneğin 1 M.T.'in % 80'ini tutturmak çok zor olabilir, bu bağlamda değişen şiddet düzeyleri göz önüne alınarak planlamada salt şiddet ortalaması üzerinden uygulama yapılır (Stone M.H. ve Ark., 1987, Bompa T.O., Haff G., s:334-335., 2009). Belli ki tüm hareketlerin aynı hızda yapılamaması antrenmanın planlanan şiddet ve yoğunluğunu değiştirecektir. Bu hem egzersiz şekli (bench press vs power clean, vb.) hem de performansından kaynaklanır, örneğin; maksimal hızda veya yavaş yapılan hareket gibi. Tek bir tekrarı düşündüğümüzde çok ağır bir kiloyu çok hızlı kaldırdığımızda hareketin şiddeti çok yükselmiş, yoğunluğu düşmüş (tekrar sayılarının azalması dinlenme aralarının uzaması) olur. Bununla birlikte vücudun bütününe yada büyük kas gruplarının katıldığı hareketlerde (Squad, Jerklift vb.) maksimum kalp atımı %'leride (%HR max) egzersizin şiddeti hakkında fikir verir. Bu değişken fizyolojik olarak kalp dolaşım sisteminin uygunluğunu tanımlamasına rağmen direnç antrenmanındaki 1 M.T. %'sine benzer bir tanımlamadır. Uygulanan hareket şiddetinin vücut üzerindeki zorlayıcılığı da denilebilir (Bompa T.O., Haff G., s: 272-275, 2009)

Şüphesiz ki, performansı artırmak amacıyla vücudun sınırlarını zorladığımızda, her zorlamaya karşı vücudumuz uyum sağlamaya çalışır. Bu fizyolojik adaptasyonun gerçekleşmesi ile oluşur. Örneğin; endokrin sistemde direnç egzersizinin kaslar üzerindeki adaptasyon etkisine sahip olduğu görülebilir ve ağırlık antrenman reçetelerinin hormon seviyelerini değiştirdiği ve adaptasyonda büyük bir etkiye sahip olduğu görülür. Farklı bir fizyolojik bakış açısında, insan iskelet kası büyümesi ve protein yapımının fibril tipleriyle ilişkili olduğudur.(Fleck S.J., ve Ark. 1988, Kraemer WJ, ve Ark. 1988, Fry A.C., 1997)

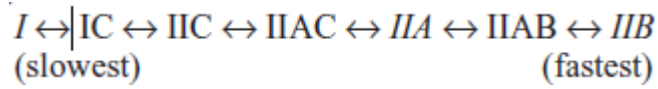
2.6. Kas Kuvveti

Düzenli ağır direnç antrenmanı yapıldığında, kas kuvveti artışıyla sonuçlanan etki beklenen bir durumdur. Birçok temel kuvvet adaptasyonlarının, iskelet kas sistemi adaptasyonuna bağlı kas aktivitesinin sinirsel uyarıların faklılaşması sebebiyle olduğu görülür. Direnç egzersizi şiddeti çeşitli direnç egzersizleri için çok önemli olmasına rağmen (Fleck S.J., ve Ark. 1997) birkaç benzer çalışma çeşitlendirilmiş ağırlık yüklenme %'si şemalarının kas adaptasyonu

üzerindeki etkisini incelemiştir. Yüksek düzeyde yüklenme şiddeti kullanan haltercilerin kas kesiti incelemeleri yapılmış ve bu kişilerin kas kuvvetlerinde aşırı bir artış olduğuna işaret edilmiştir (Fleck S.J., ve Ark. 1997).Kas kuvvet gelişimini etkileyen şiddet, 1 M.T'ın belirlenmesi, temelde göreceli şiddet ve salt şiddet ek olarak da psikolojik gayret (% effort, Hissetilen Gayret Oranı) gibi ayrıştırılarak kullanılabilir (Bompa T.O., Haff G., 2009).

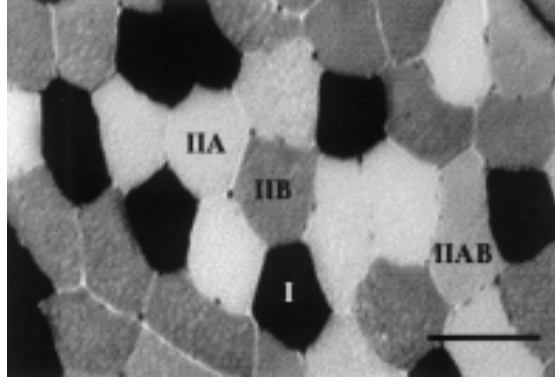
2.7. Kas Fibril Tipleri

İnsan iskelet kası fibril tipleri miyozin başının globular bölgesinde bulunan miyozin adenozin trifosfat (ATPase) olarak bilinir ve enziminin histolojik boyama yöntemleriyle tespit edilebilir, miyosin s-1 ünitesi olarak da bilinir. Kullanılan terminolojide üç temel fibril tipi vardır, bunlar sırasıyla tip I, tip II A ve tip II B olarak adlandırılır. Bunların foksiyonel karakteristiklerinin büyük kısmı enzim aktivitesinin hızını temel alır. Bu fibril tipleri sırasıyla tip I en yavaş olan, tip II B en hızlı olandır. Daha yakından bakacak olursak, vücudumuzda bu üç major tipin yanı sıra hibrit fibril tipleri olarak da adlandırılan ileri bir sınıflama da vardır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. : Major ve hibrit fibril tiplerinin en yavaştan en hızlıya doğru gösterimi.

Yukarıdaki eşitlikte (Şekil 2.2.) major tipler italik harflerle belirtilmiş ve tip I, tip II A yada tip II B tiplerinin her biri miyozin ATPase' ın sadece bir tipine sahiptir. Diğerleri miyosin ATP ase tip I, tip II A yada tip II B nin çeşitli oranlarına sahip olan hibrit fibril tiplerini gösterir. Bu sınıflama sistemi diğer sınıflama sistemleri ile (Ör; kırmızı ve beyaz, hızlı ve yavaş kasılan, glikolitik ve oksidatif) değişmeli kullanılmasına rağmen, bu farklı sınıflama sistemlerinin her birinin, farklı fizyolojik ve anatomik niteliklere ve benzeşmeyen bir yapıya sahip olduğu dikkate alınmalıdır. Şekil 2.3.'de insan iskelet kasında bu fibril tiplerinin çok çeşitli olduğu gösterilmiştir. Hızlı kasılan “beyaz” yada “tip II” olarak bilinen bu fibrillerin kasılma hızları tip I fibrillerine göre 2-3 kat daha fazladır. Yavaş kasılan “tip I” fibril tipleri saniyede 10-30 kasılma yaparken, hızlı kasılan “tip II” fibrilleri saniyede 30-70 kasılma yapabilir(Walker I. Edit., 2005).



Şekil 2.3. : İnsan iskelet kasının mikro fotograflama yöntemi (vastus lateralis kası) ile birçok farklı fibril tipi olduğu gösterilmiştir (Brown L. E. Edit., 2007).

İnsan fibril tipi profilinin dönüşümü direnç egzersizi yoluyla açıkça oluşabildiği ortaya çıkmıştır (Fleck S.J., ve Ark.1988, Kraemer W.J. ve Ark. 1988, Staron R.S. ve Ark. 1997). Genellikle tip II A fibrillerinin tip II B den dönüştüğü düşüncesi hakimdir (Campos G.E.R. ve Ark. 2002, Staron R.S. ve Ark. 1994, Green H. ve Ark. 1998, Staron R.S. ve Ark. 1990). Benzer cevaplar yaşlılar üzerinde yapılan araştırmalarda da gözlenmiştir (Bell G.J. ve Jacobs, I., 1992, Hikida R.S. ve Ark. 2000). Bir başka yönüyle eğer göreceli şiddeti (1 M.T.'ın % 40'ı) den daha düşükse bu fibril değişimi oluşmadığı açıktır (Harber M.P. ve Ark. 2004). İlk bakışta tip II B fibrilleri direnç egzersizi sırasında tercih edilmez çünkü onların kasılma aktivitesi çok yüksek hızlar söz konusu olduğunda oluşur (Bottinnelli R. Ve Ark. 1991, Trappe S, ve Ark. 2001). Bu fibriller sıklıkla kullanılmadığı için harekete geçirmenin çok zordur, düzeli olarak ihtiyaç duyulduğunda rezervde tutulduğu gerçeği teorilendirilmiştir. Tip II fibrilleri düzenli bir şekilde direnç egzersizi yapıldığında, yeteri kadar şiddet sağlandığında kuvvetlenirler. Eğer ağırlık antrenmanlarında şiddet çok yüksek ise tip II B fibrilleri tip II A fibrillerine dönüşebilir. Çalışmaların çoğu tip II A ve tip II B fibrillerini ayırt etmemesine rağmen, ağırlık egzersizi ile, incelenen kaynaklar kapsamında Tip I den tip II ye bir dönüşüm olmadığı, açıktır (Fleck S.J.ve Ark. 1988., Kraemer W.J. ve Ark. 1988, Staron RS. 1997, Campos G.E.R. ve Ark. 2002, Staron R.S. ve Ark. 1994, Staron R.S. ve Ark. 1992, Hikida R.S. ve Ark. 2000, Brown A.B. ve Ark. 1990). Benzer şekilde egzersizle Tip II fibrilleri tip I fibrillerine dönüştürüldüğü ile ilgili bir çalışmaya da rastlanmamıştır. Bu farklılıkta egzersiz programlarının rolü

karşılaştıran çalışmaların kapsamı çok genişlemiş olmasına rağmen halterciler ve uzun mesafe koşucuların kas enine kesit alanı karşılaştırıldığında tip I/II oranında anlamlı fark gözlenmemiştir (Prince F. P. Ve Ark. 1976).

2.8. Kas Hipertrofisi

Ağır direnç antrenmanlarının oluşturduğu fiziksel adaptasyonların en önemlisi kas hipertrofisidir. Tüm direnç antrenmanı programları kas büyümesine yol açmazken (Campos G.E.R. 2002., Hakkinen K. ve Ark. 1990) bir çok programda bir dereceye kadar hipertrofi oluşturur (Campos G.E.R. ve Ark. 2002, Staron R.S. ve Ark 1994, Green H. Ve Ark. 1998, Staron R.S. 1992, Ratzin J.C.G. ve Ark. 1990). Egzantirik kas aktivitesinin adaptasyonun oluşması açısından optimum kritik öneme sahip olduğu açıktır. Ayrıca protein sentezinin direnç egzersizini takiben 4 saat sonra başladığı, bu adaptasyonun nasıl çabuk şekilde başladığının ispatıdır (MacDougall J.D. ve Ark. 1992). Antrenman periyodu süresince insan kası geniş bir süre içerisinde (36 Hafta) hipertrofi uyarımını üst düzeyde tutar, sonraki antrenmanlar hipertrofinin hızı yavaşlayarak önceki durumuna dönme eğilimi gösterir. Kas hipertrofisi antrenmanında tip II fibrillerinin öncelikli büyüdüğünü gösterir (Campos G.E.R. ve Ark. 2002, Green H. ve Ark. 1998, Roman W.J. ve Ark. 1993, Staron R.S. ve Ark. 1990). Genellikle bayanlarda hipertrofik cevap erkeklerle kıyaslandığında görünmemesine, başka bir deyişle çok az olmasına rağmen göreceli bir hipertrofi oluşur (Kraemer W.J. 1988., Staron RS, ve Ark. 1994, Malicky E.S. ve Ark. 1990). Erkeklerin kasları ve kas kesit alanının büyük olmasına rağmen kas fibrillerinin göreceli büyümesi her iki cinsiyet arasında eşit olduğu iddia edilir (Adams GR, ve Ark. 1993). Ek olarak, egzersizin şekli (aerobik aktivite) sadece direnç egzersizin ile oluştuğunu sandığımız hipertrofiyi oluşturduğu görülür (Kraemer W.J. ve Ark. 1988). Hipertrofinin Tip I fibrillerinde de oluştuğu öne sürülmektedir (Sale D.G. 1992, Lowe D.A. ve Ark. 1997, Campos G.E.R. ve Ark. 2002, Harber M.P. ve Ark. 2004).

İskelet kasının performans kabiliyeti kasılabilen proteinlerin çeşitli isoform parçalarına bağlıdır. Kritik proteinlerden biri Çapraz köprünün (S1-unit) (crossbridge) başında oluşan miyozin ağır zincirdir (MHC). Erişkin insan MHC isoformu iskelet kasında üç şekilde tip I, tip II A ve tip II B olarak bulunur. Tip I miyozin ATP ase tip I MHC, Tip II A miyozin ATP ase tip II A MHC ve Tip II B

miyosin ATP ase tip II B MHC ile tipik olarak ilişkilidir. Güçlü kasılma süreci ile ilişkili değişiklikler karmaşık bir süreç içeren S-1 ünit olduğu için, tip I MHC en yavaş iken, tip II B MHC en hızlı olma becerisine sahip olduğu notu önemlidir (Staron RS, ve Ark. 1994, Harber M.P. Ve Ark. 1998, Hather B.M. ve Ark. 1991, Hikida R.S. ve Ark. 2000, Fry A.C. 1994, Adams G.R. ve Ark. 1993). MHC içeriği yüzdesi enine kesit bölgesindeki fibril tipleri yüzdesi ile yüksek bir krolasyona sahiptir, göreceli MHC içeriğinde de değişim fibril hipertrofisiyle ilişkilidir (Fry, A.C. 1994). Sonuç olarak, tip I MHC de azalış Tip II A ve tip II B fibrillerinin ayrıcalıklı hipertrofi olduğunu gösterebilir. Genelde, MHC datası fibril tip alanı datası yüzdesi yönünde destekleyici bir kanıt sağlar (Staron R.S. ve Ark. 1997, Fry A.C. 1994).

2.9. Direnç Egzersizi Analizi

2.9.1. Limitleri

Fleck ve Kramer tarafından tanımlanmış olan direnç egzersizi için önemli akut antrenman çeşitleri olması ve diğer bir önemi bu antrenman çeşitlerinin yaygın olarak kullanılıyor olmasıdır (Fleck S.J.1997). Önceden de belirtildiği gibi egzersiz seçimi, egzersiz hazırlığı egzersiz kapsamı ve setler arası dinlenme aralıklarını içerir. Bu direnç egzersizlerinin her biri için 1 milyon kadar farklı antrenman birimi geliştirmenin mümkün olduğu noktaya dikkat çekilir (Fry, AC 1999). Bundan başka uzun dönem antrenman programı ve bütün bu çeşitlilik düşünüldüğünde, tüm bu egzersiz protokolleri çok astronomik bir rakama ulaşır (Bompa T.O., Haff G.G. , S: 2009, Clark A. M. ve Ark. 2010, Fry, AC 1999, Fleck S.J.1997).

Kas sistemi üzerinde yapılmış çalışmalarda kaslar farklı fizyolojik, anatomik ve performans karakteristiği gösterdiği için yorumlama yapmakta zorlaşmıştır. Keza yeterli bilgiyi, eğer çalışmalar (i) egzersiz uyarıları; (ii) farklı tiplerde direnç egzersiz programı kullanan denekler gruplandırılması; (iii) antrenman programı reçeteleri antrenman programı (periyodizasyon) yoluyla göreceli şiddet düzeyleri kullanılması; (iv) aralardaki beslenmeye ait program dizaynı yada kas karakteristiğini, biyopsi veya başka bir metod ile organize edilmemişse, bu gibi çalışmaların antrenmana fizyolojik cevabını yorumlamak çok

zor olacaktır. Benzer bir durum izokinetik egzersiz modellerini kullanan çalışmalarda göreceli egzersiz şiddetinin tanımlanması zorluğu nedeniyle tartışmanın dışında tutulduğu da olmuştur (Bell G.J., ve Ark. 1992).

2.9.2. Şiddet ve Kuvvet

Maksimal kuvvetteki artış yüklemelerdeki değişikliklerle uzun dönem antrenman sonucu oluştuğu dikkate alınmalıdır. Fakat genellikle, bir tekrardaki kuvveti geliştirmek, bir direnç egzersizi programını bir önceki programa göre daha ağır çalışılmayla olur (Bompa T.O., Haff G.G. , S: 2009, Clark A. M. ve Ark. 2010, Fry, AC 1999, Fleck S.J.1997).

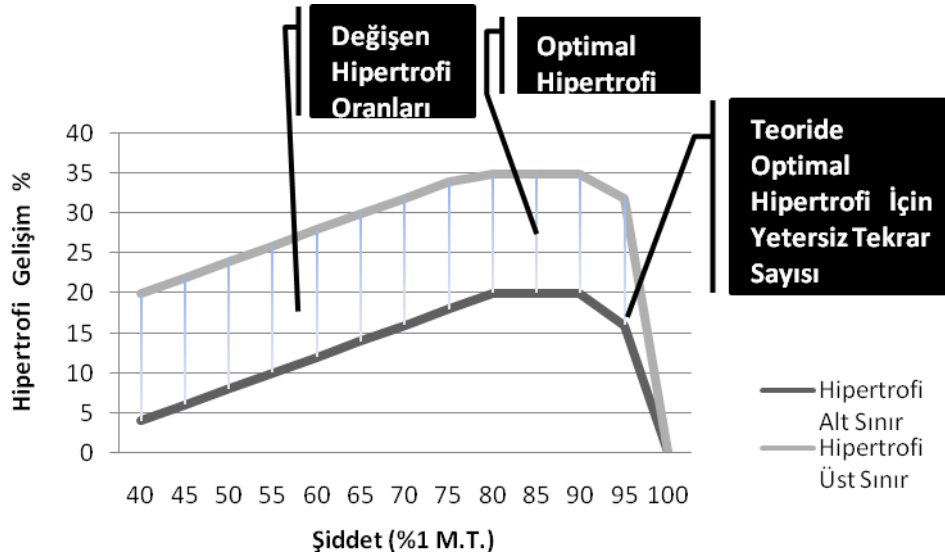
Maksimal kaldırılan ağırlık kapasitesine yaklaşan yüklerle maksimal kuvvet oluşumunun arttığı açıktır, daha az yüklerle de bir miktar kuvvet artışı oluşur (Campos G.E.R. ve Ark. 2002, Harber M.P. ve Ark. 1994, Green H. ve Ark. 1998). Bu göstergeler efor düzeyinin farklı oluşuyla değildir, antrenman programlarının her biri her sıralı çalışmanın durumu (%50 şiddette 20 tekrar çalışmasıyla, % 80 şiddette 10 tekrar arasında sarf edilen efor eşittir) için maksimal efor gerektirir. Ancak antrenman zamanının kritik bir miktarında amaç maksimal kuvveti artırmaksa bu ağır yüklerin kullanılmasıyla gerçekleşir (Fry S.J., 1997, Fleck S.J., 1997, Staron R.S., 1991, Bompa T.O., Haff G.G. , S: 2009,).

2.9.3. Şiddet ve Hipertrofi

Antrenman şiddetleri ile ilişkili farklı göreceli hipertrofik cevaplara ulaşmak için direnç egzersizi çalışmalarının bir çoğu için hipertrofi artış (%) yüzdesi ortalamaları (**Şekil 2.4.**) tanımlanmıştır (Campos G.E.R. ve Ark. 2002, Staron R.S., 1991, Staron R.S., 1992, Narici M.V., 1996).

Major fibril tiplerinin her biri (tip I, II A ve II B) için hipertrofik cevaplar antrenmanın etkisini daha yakından tanımlamak için denetlenmelidir. Fibril tip özellikleri ile relatif şiddet arasındaki ilişki doğrusaldır. Tip II ve Tip I fibrillerinin hipertrofik cevapları, göreceli antrenman şiddeti göz önüne alındığında fibril tipleri için daha yüksek göreceli şiddetlerde, daha yüksek hipertrofik cevap ilişkisi görülmektedir (Sale D.G., 1992, Lowe D.A. ve ark. 2002, Campos G.E.R. ve Ark. 2002, Harber M.P. ve ark. 2004, Charette S.L. ve ark. 1991).Kas büyümesiyle

sonuçlanan bir çok antrenman çeşiti vardır. Keza tip I ve tip II fibrillerinin hipertrofik cevapları farklıdır. antrenman literatürü tartışmalarında en yüksek büyüme ilişkisinin tip II fibrillerinde olduğu belirtilmiştir (Campos G.E.R. ve Ark. 2002, Staron R.S., 1991, Staron R.S., 1994, Narici M.V., 1996.).



Şekil 2.4. : Göreceli direnç egzersiz şiddetlerinin (% 1 M.T.) kas hipertrofi derecesi ile ilgili teorik model ile gösterimi(Clark A. M. ve Ark. 2010, Bompa T.O., Haff G.G. , s: 273. Staron R.S. ve Ark. 1997, Staron R.S., ve Ark.1994, Hather B.M. ve Ark. 1991, Fleck S.J.1997,Fry A.C. 1994, , Kraemer W.J. ve ark. 1995).

Genelde, benzer durumlar alt tipler incelendiğinde de görülür. Tip I fibrillerine büyüme oranı tüm şiddetlerde tip II fibrillerinden daha az olmasına rağmen, ne olursa olsun hipertrofi oluşmuştur. Ancak, ağır direnç egzersizi yoluyla II B fibrillerinin II A fibrillerine dönüştüğü unutulmamalıdır (Campos G.E.R., 2002 Staron R.S., 1994., Green H., 1998). Bu yüzden bu fibriller büyük bir büyüme potansiyeline sahip olmalarına rağmen, bu dönüşümün sebebine de araştırılan kaynaklarda rastlanmamıştır.

2.10. Şiddet ve Fibril Tip Dönüşümü

Yük hipertrofik cevap için kritik iken, fibril tiplerinin dönüşümü içinde kritik bir durumdur. Öncelikle, direnç egzersizi tip II B fibrilleri tip II AB'ye (tip II A yada tip II B fibrillerinin hibriti) sonunda da tip II A ya dönüşebileceği iyi anlaşılmıştır. Maksimal yada maksimale yakın çalışmalar yapmak koşuluyla, bu dönüşüm 1MT % 40-95 arasındaki tüm ağırlık şiddetlerinde(Şekil 2.4.) oluşabilir. (Baechle T.R., Earle R. .2000, Sf: 66-70, 1979, Ratzin Jackson C.G. ve ark. 1990).

2.10.1. Motor Ünite Gelişimi

Tip II B fibrillerinin yüzdesinde bir azalma kronik direnç egzersizi antrenmanının etkisiyle tip II AB ve tip II A fibrillerinin yüzdesinde bir artış olur. Sonuçlar açısından çalışmalar, tip II AB fibrilleri tip II B fibrillerinden dönüşmüş olduğunu öne sürülür (Staron R.S. ve Ark. 1997, Staron R.S., ve Ark.1994, Hather B.M. ve Ark. 1991, Fry A.C. 1994, , Kraemer W.J. ve ark. 1995). Fibril tip dönüşümü için daha kritik bir faktör hazırlanmış tekrarlar yada 1 MT % desinin temelinde bir çoğu için maksimal bir eforun var olduğu düşünülür. Temelde yorulana kadar yada yorgunluğa yakın kaldırış yapmanın direk olarak tip II B nin tip II A ya dönüşümünü hızlandırır.

2.11. Farklı Ağırlık Kaldırma Senaryoları

2.11.1. Halterciler (Weightlifters)

Halterciler, keza olimpik sivil halter olarak da bilinen Olimpiyat oyunlarında rekabet edilen sadece yarışma amaçlı yapılan bir spordur. Dünyada kaldırışa yönelik en popüler yarışmadır. Yarışılan iki kaldırış snatch ve clean ve jerk lifts'dir. Bu kaldırışların her ikisinde çok fazla güç gerektirmesi ile karakterizedir. Ağır yükler ancak elit halterciler tarafından (ör. >250kg, clean ve jerk , >200 kg snatch için) kaldırılır, çok yüksek çekiş (2m/sn) hızı gözlenir. Çok yüksek şiddetlerle çalışan (%90 1MT) elit atletler yüksek rekabet gücüne ulaşmak için şiddetti yükseltmeye meyilli olarak çalışırlar. Her set tekrarları (<5 tekrar) uygun kaldırış tekniğini sürdürmenin önemi sebebiyle düşük iken, setler arası dinlenme iki set arası yeterli dinlenmeye izin verecek ağırlıklar içi 3-4 dk dır

(Hakkinen K, ve ark. 1993, Kraemer, W.J. ve Ark. 1994, Bompa T.O., Haff G., S.F., 2009).

2.11.2. Powerlifters

En popüler kaldırış sporlarından. Sporcular 3 kaldırış çeşidi kullanırlar (i) barbell squad (ii) beñç press (iii) dead lift (Mcbride J. M., ve Ark 1999). Bu kaldırışların her biri için maksimal efor ekstrem ağır yük ve düşük hızla karakterizedir. Örneğın, kaldırılan en büyük ağırlık dünya rekoru olarak da bilinen barbell squad hareketi ile 450 kg kadardır (Mcbride J. M., ve Ark 1999).

2.11.3. Body Builders

Body building ve benzeri sporlar kas hipertrofisini temel alırlar kas simetrisi, yağsızlığı ve gösterişi önemlidir. Kaldırış yarışması olmamasına rağmen, bu sporda atletler ağır direñç egzersizlerini yaygın olarak kullanırlar. Diğerk ağırlık branşlarıyla karşılaştırıldığında düşük şiddet ve yüksek yoğunluk kullanırlar. Ek olarak bodybuildingciler daha çok küçük kas grubu ve tek eklemli egzersizler “bizim çalışmamızda olduğu gibi” kullanılır.

2.12. Kaatsu Antrenmanı

Kuvvet antrenmanı bir çok spor dalında kullanılan, bunun yanısıra sakatlıklardan korunma ve rehabilitasyon için de önemli bir bileşendir (Escamilla R. ve Ark, 2003).Kuvveti geliştirmek için yapılan direñç egzersizlerinin hazırlanışında yada ağırlık yüklemeleri, göz önünde bulundurulması gereken en önemli ayrıntıdır (Fleck S. J. ve Ark. 1997).Dinamik direñç egzersizinin şiddeti bir defa kaldırabildiğın maksimum ağırlığın fonksiyonel olarak sınıflandırılması ile yapılır. Sakatlık oluşmaksızın kuvvet artışının uyarıldığı yüklerin 1 M.T.’ın en az % 60’ıdan optimal olarak %80’ine kadar olan bölümünde olacağı teorisinde hemfikirdirler (Hakkinen K. ve ark. 1994, Fleck S.J. ve Ark. 1997) Kas hipertrofisi için 6-12 tekrarla çalışıldığında genellikle 1 MT’ın %70-85’i uyan bir yüklemeye çalışılması tavsiye edilir (Clark A. M. ve Ark. 2010, Bompa T.O., Haff G.G. , S: 263., 2009, Hakkinen K. ve ark. 1994, Fleck S.J. ve Ark. 1997)

Kuvvet çalışmaları klinik uygulamalarda da (örneğın spor yaralanması sonrası) erken rehabilitasyon evresinde gerekirse kullanılabilir, ancak, maksimale yakın ağırlık

antrenmanları uygulaması zor ve bazen de risklidir. Ağırlık antrenmanına yeni başlayan kadınlar ve erkekler, vücudun bir bölgesinde travma ve inaktivite sonucu kas atrofisi ve zayıflığı oluştuğunda, kasları çabuk şekilde kuvvetlendirmek ve yüksek ağırlıkların oluşturabileceği sakatlık riskini azaltmak için “Kaatsu” dediğimiz ağırlık çalışma yöntemi kullanılabilir. Dolayısıyla, yüksek ağırlık girişleri olmaksızın hipertrofi oluşumu yada atrofiyi azaltmak için yüksek miktarda kas iskelet kuvvetiyle çalışmaya karşıt olarak, antrenman modellerinde “kaatsu” antrenmanı kullanılabilir (Takarada Y ve Ark. 2000).

Kaatsu antrenmanının hemen hemen bütün yaşlarda popülerliğinin artması, atletlerin kuvvet gelişiminde kullanmaları, kişilerin sağlıklı bir hayat sürmeleri için ve yaşlıların yapabileceği kadar şiddeti düşük bir uygulama olmasından kaynaklanır. Kaatsu antrenmanı serebrovasküler hastalıklar, ortopedik bozukluklar, obezite, kalp hastalıkları, neromusküler hastalıklar, diabet, hipertansiyon ve solunum hastalıkları benzeri durumlarda yardımcı tedavi olarak kullanılmaktadır. Kaatsu antrenmanı çeşitli tip egzersiz (fiziksel egzersiz, yürüyüş, bisiklet ve ağırlık kaldırma) modellerinde kullanılabilir (Nakajima ve Ark. 2006).

Rooney ve Schottyorgunlukğun, kastaki metabolik artıkların ve mikrotravmalarının kuvvet ve hipertrofiye yol açan direnç egzersizlerinin yüksek şiddetinden kaynaklandığını öne sürerler (Rooney K.J. ve ark. 1994, Schott J. ve ark. 1995). İlerleyen yıllarda kas kuvveti artışını oluşturmak, yorgunluğu azaltmak için düşük şiddetle kısmi kan akımı kısıtlaması uygulamasını, turnike kullanan Shinohara ve Takarada geliştirmiştir (Shinohara M. V Ark. 1998, Takarada Y. ve Ark. 2000b). Devamında gelen birçok çalışmada (Takarada Y. ve Ark. 2002, 2004, Burgomaster K.A.ve Ark. 2003, Abe T. ve Ark. 2005a, 2005 b; Kubo K. ve Ark. 2006) damarsal kısıtlama ile düşük ve orta şiddette direnç antrenmanı (1 M.T.’in %20-%50) uygulandığında geleneksel ağırlık antrenmanı sonrası ile karşılaştırıldığında kas kuvveti ve hacim kazanımına aynı şekilde yol açtığı görülmüştür. Son zamanlardaki çalışmalar quadrisebs hipertrofisi turnikeli yürüyüş antrenmanı sonrası gelişim hızının üzerine çok artığı da görülmüştür (Abe T. ve Ark. 2006). Turnikenin iskemik reperfüzyon etkisi ile egzersiz yapılmasa dahi bazı kaslarda atrofiyi azaltabileceği görüşü olduğu rapor edildilmiştir (Takarada Y. ve Ark. 2000c, Kubota A. Ve Ark. 2008).

Antrenman süresi ve şiddet düzeyi kombinasyonu ile kaatsu antrenmanı rehabilitasyon ve diğer içerikli çalışmalarda kullanılan bir metod olabileceği kanısı oluşmuştur. Ancak dolaşımsal kısıtlama ile birleştirilmiş antrenmanın güvenilirliği ve pratikliğinde bir sorun olabileceği her zaman düşünülmüştür. Bu yüzden, günümüz yayınların önerisi kısıtlamalı kuvvet antrenmanının fizyolojisine dair bilgileri, görüşleri özetlemek ve bu tip egzersizleri antrenman ve sağlık açısından değerlendirmektir.

2.13. Fizyoloji Açısından Kaatsu Antrenmanı

2.13.1. Motor Ünite Gelişimi

Motor ünitenin çalışma prensipleri, şiddeti düşük hareket süreciyle, gergin ve yorgun yavaş (tip I) fibrillerden oluşmuş küçük motor üniteler ilk ortaya çıkar, kuvvet ve güç ihtiyacının artmasıyla geniş ölçüde daha fazla fibril (tip II) motor ünite devreye girer (Bompa T.O., Haff G., S.F., 2009). Azalan glikojen depoları ve kas fibrillerindeki fosfokreatin oranlarındaki dönüşümler egzersiz süresince insanlarda oluşan doğal durumudur (Vøllestad N.K. ve Ark. 1984). Ancak, çok sayıda düşük şiddetli çalışma kaatsu antrenmanı sırasında, submaksimal şiddette yorgunluğa kadar sürdürülen egzersiz sürecinde motor üniteler için sırasıyla; tip II fibrillerin turnikenin bölgedeki basıncına bağlı olarak artmış bir şekilde sıralandığını gösterir. Kısıtlamalı (Kaatsu) yorgunluğa kadar yapılan düşük şiddette dinamik diz ekstansiyonunda her iki fibril tipinde glikojenin azaldığı ve dahası kas biyopsisinde düşük fosfokreatin düzeyleri görüldüğü bildirildi. Ek olarak vasküler kısıtlama ile kombine edilmiş düşük şiddetli (%20 1-M. T.) ağırlık antrenmanın kas kesit alanının bütününde tip II fibril hipertrofisi artışı görülmüştür (Yasuda T. ve Ark. 2005). Özet olarak bu bulgular ışığında vurgulanan, tip II fibrilleri düşük şiddette iskemik antrenman (Kaatsu) süresince işin içindedir, kuvvetlenir ve hipertrofi oluşur. Gerçekte kan akımı kısıtlaması ile hipertrofik cevaptaki artış basit olarak fazla motor ünitenin işin içine girmesi ve bu ünitelerdeki kas fibrinlerinde mekanik değişimler oluşturabileceğidir.

2.13.2. Hormonlar Ve Sistemik Growth Faktörler

Ağır direnç egzersizi plazmada bir kaç hormon ve growt faktörlerinin akut değişimini ortaya çıkarabilir. Bazı çalışmalar kısa süreli antrenman sonrası birkaç

hormonun istirahat seviyelerindeki değişimlerini göstermiştir, akut hormon cevapları kronik değişim olan hipertrofi için çok önemli olduğu tartışılmıştır (Kraemer W.J. ve Ark. 2005). Ard arda kuvvet antrenmanının bir sonucu ani bir şekilde plazmada growth hormon (GH), testosteron, cortisol, insulin- growth faktör 1 (IGF-1), insülin ve catecholamines içeriğinde artış olduğunu göstermiştir (Kraemer W.J. ve Ark. 2005). Bu güne kadar, araştırmaların tümü anabolik hormon GH, testosteron ve katabolik hormon kortisol'e odaklanmıştır.

Düşük şiddetli kaatsu egzersizinde plazma GH'daki büyük orandaki ani artışlar bazı çalışmalarında (Takarada Y. ve Ark. 2000a, 2004) gösterilmiştir ki bu da, bazı yazarların bu tip antrenman sonrası görülen kas hipertrofisinde bir parça rol oynayabildiğini söylemesine yol açmıştır. Kas hipertrofisini geliştiren egzersizlerde GH rolü hakkındaki kanıtlar sınırlıdır. Çalışmalarında raporlanan korelasyonlarda GH hormonunun bir rolü olduğu açıktır fakat kesin kanıtlara sahip değildir. GH'nın artışında yüksek şiddetli egzersizin etkisi olduğu ki buda GH artışın kendince yeterli olabileceği mümkündür (Goto K. ve Ark. 2005) .

Kaatsu antrenmanı ile ilgili yöntem ve sonuçları daha ayrıntılı olarak tartışma bölümünde irdelenecektir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi

Araştırmamız deneyseldir.

3.2. Araştırma Yeri

Deneysel prosedür ve ölçümler Kocaeli üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu Laboratuvarlarında, M.R. ölçümleri ise Gözlem Görüntüleme Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir.

3.3. Araştırma Evreni

Denek gurubu Kocaeli Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokul'unda eğitimlerini sürdürmekte olan öğrenciler arasından rastgele seçilmiştir. Araştırma gurubu 18-22 yaş aralığında sağlık kontrolleri yapılmış olan 10'u deney ve 10'i kontrol olmak üzere 20 aktif erkek gönüllüden oluşmaktadır. Bütün deneklerf kronik hastalıkları, ortopedik sakatlıkları olmayan ve antrenman ve testleri yapabilecek bilgi ve beceriye sahip olan bireylerden oluşmaktadır. Deneklerin bazı antropometriközellikleri **Tablo 3,1.**'deki gibidir.

Çizelge 3.1. Boy (cm) ve Ağırlık (kg) ölçümün ortalaması.

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama
Boy	20	164	181	173,5
Ağırlık	20	63	88	74
Yaş	20	18	22	20

3.4. Araştırmanın Bağımlı Ve Bağımsız Değişkenleri

Araştırmamızda hem bağımlı hem de bağımsız değişkenler analiz edilmiştir. Deneklerin her iki koluna farklı şiddette ve farklı tekniklerde antrenman uygulanmıştır. Kollarına uygulanan antrenman çeşidinin her iki koluyla ağırlıkla yapılan kuvvet antrenmanının bisebs kası üzerindeki kuvvet gelişimi ve hipertrofi oluşumu incelenmiştir.

Tesadüfi seçimle kollardan birine KAATSU 1 MT'in % 50'si ile ağırlık antrenmanı uygulanmışken diğer kolla G.K.A. 1 MT'in %80'i ile ağırlık antrenmanı uygulanmıştır. Kollar arasındaki farklar "bağımsız" çalışma öncesi ve sonrasında kayıt edilmiştir. Denek grubunun kollarına uygulanan antrenman çeşidinin her iki koluyla

yapılan kuvvet antrenmanının “kol bükme hareketi” biceps kası üzerindeki kuvvet gelişimi ve hipertrofi oluşumun farklılığı “bağımlı değişken olarak” incelenmiştir.

3.5. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araç-Gereçleri ve Yöntemleri

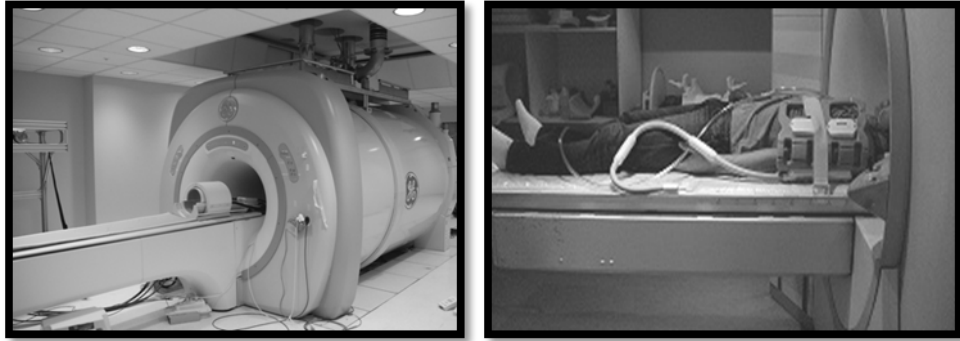
Ölçümler ve testler birbirini etkilemeyecek şekilde yapılmıştır. Deneklerin yeterli miktarda beslenme ve sıvı alımlarına dikkat edilmiştir.

3.6. Veri Toplama

Her iki kolun Biceps kasının KAATSU antrenmanı ve G.K.A.’ı etkilenme derecesinin tespiti için, antrenmanlar öncesi ve sonrası olmak üzere iki kez ölçüm yapılmıştır.

3.7. Veri Toplama Araçları-Gereçleri

3.7.1. 1,5 Tesla M.R.



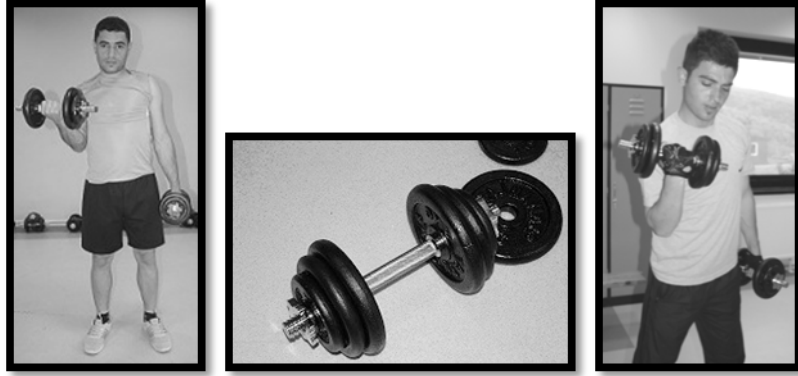
Şekil 3.1. : 1,5 Tesla Manyetik Rezonans

3.7.2. Biodex® System3 İsokinetic Dinamometre.



Şekil 3.2. : Biodex® System3 İsokinetic Dinamometre

3.7.3. 1M.T.'ın %'si tespiti için ağırlığı değiştirilebilen dambıllar kullanılmıştır.



şekil 3.3. : Dumbell'lar

3.7.4. Boy Ölçümü

Boy ölçümleri 0.1 cm duyarlılıkta holtaine marka stadiometre ile yapılmıştır.



şekil 3.4: Antropometrik Set

3.7.5. Ağırlığı Ölçümü

Ölçüm Tanita marka 100 gr hassaslığındaki tartıda gerçekteştirilmiştir.

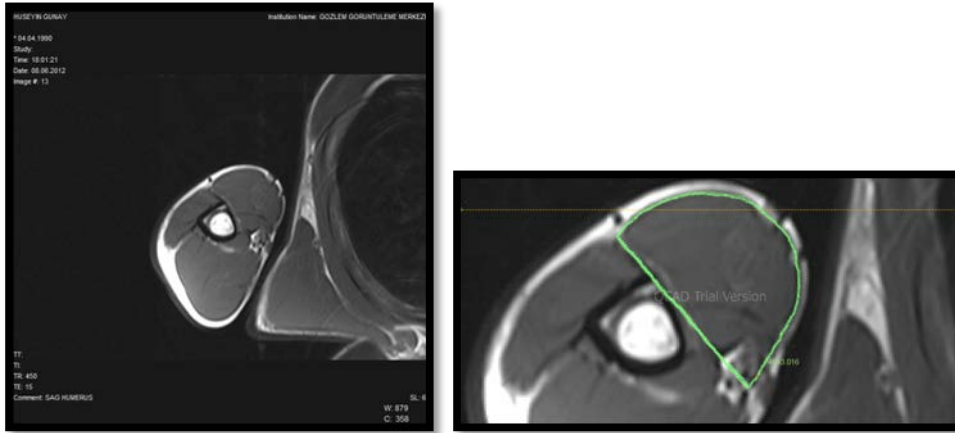


şekil 3.5. : Tanita

3.8. Veri Toplama Yöntemleri

3.8.1. Biceps kasının hipertrofi gelişiminin değerlendirilmesi

Manyetik Rezonans (MR) ölçümü biceps kasının hipertrofik gelişiminin tespiti için her denneğin humerus başı referans alınarak aşağıya doğru 30 enine kesit taranmıştır. Bütün denekler için 15. kesitten biceps kesitsel görüntüsü alınmıştır. Sonrasında kesitsel görüntü bilgisayar tabanlı bir tasarım programı olan QCAD'e (Versiyon: 3.0RC5, Date: 06.05.2012, Qt:4.7.4) aktarılmış ve milimetrekare cinsinden alan hesaplaması yapılmıştır.



Şekil 3.6. : Manyetik Rezonans 15. Kesit taraması ve QCAD'e aktarılan görüntüde biceps alanını (mm²)

3.8.2. Biceps Kasının Kuvvet Gelişiminin Değerlendirilmesi

Kuvvet gelişimi takibi iki şekilde gerçekleştirilmiştir. Birincisi, Deneklerin maksimal kaldırdıkları ağırlıkların %50'si ve %80'inin belirlenmesi için %100 kaldırdığı ağırlığın (1 maksimum tekrar (1 MT)) bulunması gerekmektedir. Bunun tespiti için Brzycki'in, 1993'de oluşturduğu formül kullanılmıştır (Brzycki, M. 1993).

$$(\text{Ağırlık (kg)} \div (1,0278 - (0.0278 \times \text{Tekrar sayısı})))$$

İkincisi, Biodex® System3İsokineticDinamometre 240 derece/saniye ve 60 derece/saniye'lik hızlarda Peak Torq, sonucu analiz edilmiştir.

General Evaluation														
Name:	✦		Session:	11.06.2012 16:02:20			Windowing:	Isokinetic						
ID:	040		Involved:	Both			Protocol:	Isokinetic Bilateral						
Birth Date:	01.01.1991 (dd.MM.yyyy)		Clinician:				Pattern:	Extension/Flexion						
Ht:	167		Referral:				Mode:	Isokinetic						
Wt:	65.0		Joint:	Elbow			Contraction:	CON/CON						
Gender:	Male		Diagnosis:				GET:	4H-M at 0 Degrees						
			EXTENSION			FLEXION			EXTENSION			FLEXION		
			240 DEG/SEC			240 DEG/SEC			240 DEG/SEC			240 DEG/SEC		
# OF REPS (240/240):	15		INVOLVED	INVOLVED	DEROT	INVOLVED	INVOLVED	DEROT	INVOLVED	INVOLVED	DEROT	INVOLVED	INVOLVED	DEROT
# OF REPS (240/240):	15		FRONT	LEFT		FRONT	LEFT		FRONT	LEFT		FRONT	LEFT	
PEAK TORQUE	II-II		52.9	54.8	-3.8	52.1	50.0	-4.0	48.4	48.4	-4.0	48.0	40.2	18.4

Şekil 3.7. : Dinamometre 240 derece/saniye'lik hızlarda kuvvet ve güç ölçümü veri çıktısı.

3.8.3. Boy ve Ağırlık Ölçümleri

Prosüdüre uygun olarak yapılmıştır.

3.9. Araştırmada Kullanılan Araç-Gereçler ve Yöntemler

3.9.1. Geleneksel Kuvvet Antrenmanı ve KAATSU'un Antrenman Araç-Gereçleri

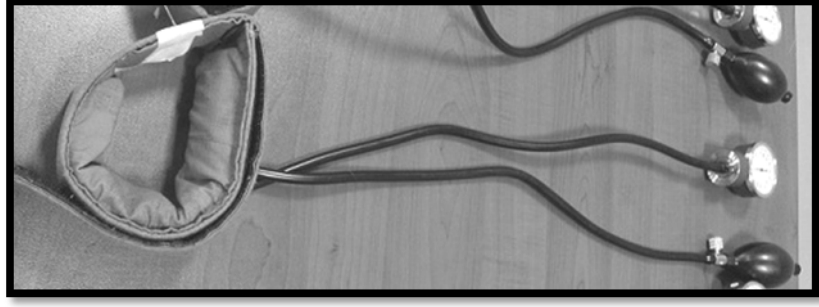
3.9.1.1. Ağırlığı Değiştirilebilen Dumbellar.



Şekil 3.8. : Ağırlığı değiştirilebilir dumbellar

3.9.1.2. Kaatsu Aparatı

Materyalimiz, kan akımı kısıtlamalı ağırlık antrenmanı [Vascular Oculation Strenght Training kısaca Kaatsu olarak adlandırdık (Kan akımı kısıtlamalı ağırlık antrenmanı)] için dizayn edilmiştir. Üst kola uygulanan basıncın miktarını mmHg cinsinden basıncın sabitlenmesi içindir.



Şekil 3.9. : Kaatsu Aparatı

Kaatsu aparatı üst kolun en üstüne koltuk altına bitişik bir şekilde sıkıca sabitlenmiş ve basıncı 120 ± 10 mmHg'ya ayarlanmıştır.



Şekil 3.10. : Çalışma boyunca 120 mmHg' sabit tutulmaya çalışılmıştır.



Şekil 3.11. : Kaatsu aparatının yerleştirilmesi ve basıncın ayarlanması

3.9.2. Geleneksel Kuvvet Antrenmanı ve Kaatsu'nun Antrenman Yöntemi

(Burgomaster K. A. Ve ark. 2003, Takarada, Y. Ve ark. 2000)

Denek grubun bir koluna geleneksel ağırlık antrenmanı ve diğer koluna KAATSU uygulanmıştır. Antrenmaların hangi kola uygulanacağı tesadüfi bir şekilde belirlenmiştir.

8 hafta sürmüş olan antrenmanlar haftada 3 gün yapılmıştır. Antrenmanlardan tam verim alınabilmesi için deneklerin antrenman sonrası 48 saat tam dinlenme süresi verilmiştir.

Kuvvet antrenmanlarında kas hipertrofisi ve kuvvetinin gelişimi sağlamak ve hızlandırmak için protein alımındaki artış bilinen bir gerçektir. Normal kişilerin günlük protein ihtiyacı kg başına 0,8 gr'dır. Düzenli kuvvet antrenmanı yapan kişilerde bu oran kg başına 1,7 -1,8 gr'a çıkar, kuvvet gelişimini garanti edebilmek için kg başına 2.0 gr proteine ihtiyaç duyulmaktadır (Greenwood, M. Ve Ark. 2008).

Bu gerekçeden dolayı antrenman öncesi öğünün protein ağırlıklı tüketilmesini garanti edebilmek için protein ağırlıklı öğün desteği yapılmıştır ve sıvı alımlarına dikkat edilmiştir.

Kontrol grubu bu süre içerisinde günlük rutin aktivitelerinin dışında ekstra aktivitede bulunmamışlardır.

3.9.2.1. Geleneksel Kuvvet Antrenmanı Kapsamı

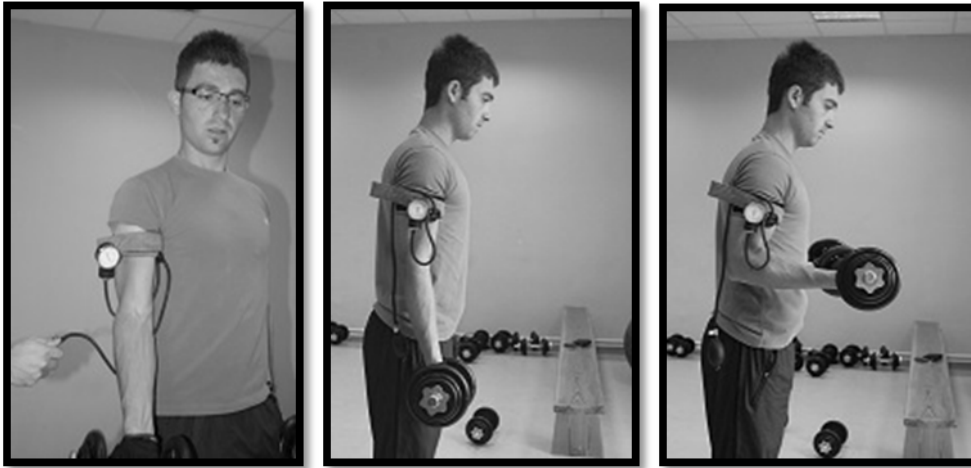


Şekil 3.12: Kuvvet Antrenmanı uygulaması.

1 MT'in % 80 şiddetinde Dumbell curl "ön kol fleksiyon" hareketi yapılacaktır, haftalar içindeki uygulama aşağıdaki gibidir.

1. hafta, hacimsel olarak 10 dk ısınmayı takiben 3 set 10 tekrar, setler arası 2 dakika dinlenme süreleri ile düzenlenecektir.
2. hafta 10 dk ısınmayı takiben 2 seri, 1. seri 3 set 10 tekrar, 2. Seri 1 set 10 tekrar, seriler arası 5 dakika setler arası 2 dakika dinlenme süreleri ile düzenlenecektir.
3. hafta 10 dk ısınmayı takiben 2 seri, 1. seri 3 set 10 tekrar, 2. Seri 2 set 10 tekrar, seriler arası 5 dakika setler arası 2 dakika dinlenme süreleri ile düzenlenecektir.
- 4-8. Haftalarda, 10 dk ısınmayı takiben 2 seri, 1. seri 3 set 10 tekrar, 2. Seri 3 set 10 tekrar, seriler arası 5 dakika setler arası 2 dakika dinlenme süreleri ile düzenlenecektir. (Bompa T.O., Haff G., S.F., 2009, Clark A. M., 2010)

3.9.2.2. Kaatsu Kapsamı



Şekil 3.13: Kaatsu Antrenmanı uygulaması.

1 MT'in % 50 şiddetinde Dumbell curl (ön kol fleksiyon) hareketi yapılacaktır, haftalar içindeki uygulama aşağıdaki gibidir. Literatürden farklı olarak seriler arası cuff basıncı sıfırlanmıştır.

1. hafta hacimsel olarak 10 dk ısınmayı takiben 3 set, ilk 2 set 10 tekrar, 3. set yoruluncaya kadar tekrar, setler arası 2 dakika dinlenme süreleri ile düzenlenecektir.
2. hafta 10 dk ısınmayı takiben 2 seri, 1. seri 3 set, ilk 2 set 10 tekrar, 3. set yoruluncaya kadar tekrar, 2. Seri 1 set 10 tekrar, seriler arası 5 dakika setler arası 2 dakika dinlenme süreleri ile düzenlenecektir.

3. hafta 10 dk ısınmayı takiben 2 seri, 1. seri 3 set, ilk 2 set 10 tekrar, 3. set yoruluncaya kadar tekrar, 2. Seri 2 set 10 tekrar, seriler arası 5 dakika setler arası 2 dakika dinlenme süreleri ile düzenlenecektir.

4-8. Haftalarda, 10 dk ısınmayı takiben 2 seri, 1. seri 3 set ilk 2 set 10 tekrar, 3. set yoruluncaya kadar tekrar, 2. Seri 3 set, ilk 2 set 10 tekrar, 3. set yoruluncaya kadar tekrar,, seriler arası 5 dakika setler arası 2 dakika dinlenme süreleri ile düzenlenecektir (Madarame H. ve Ark. 2008, Moore, D. R. 2004).

3.10. Araştırmanın Etik Boyutu

KAEK-KOU-2012/27 nolu kararıyla etik kurul onayı alınmıştır.

3.11. Veri analizi

Elde edilen veriler SPSS 18paket programına aktarılmış ve istatistiksel anlamlılık düzeyi 0,01 ve 0,05 olarakbelirlenmiştir. Tanımlayıcı istatistik, Mann - Whitney U ve Wilcoxon testleri kullanılarak analizler yapılmıştır.

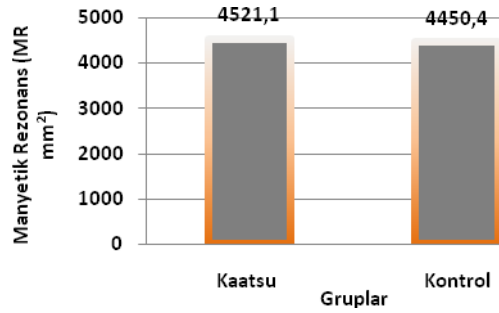
4. BULGULAR

Çalışmamızın bulguları, alt problemlerin sırası doğrultusunda açıklanmıştır.

Çizelge 4.1.Kaatsu ve kontrol grupları pre-test biceps enine kesitleri (mm²) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu	10	3295	6090	4521,1	920,80	0,739
Kontrol	10	3414	6830	4450,4	1156,73	(p>0,05)

Kaatsu ve kontrol grupları, pre-test biceps enine kesit alanları arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır (p>0,05) (Çizelge 4.1. ve Şekil 4.1.).

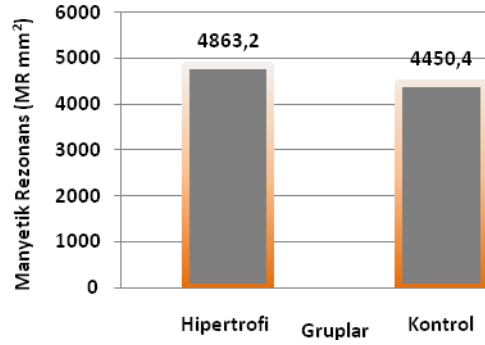


Şekil 4.1.Kaatsu ve kontrol grupları pre-test biceps enine kesit alanı değerleri

Çizelge 4.2.G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları pre-test biceps enine kesit alanı (mm²) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
G.K.A. (Hipertrofi).	10	4080	6290	4863,2	762,45	0,143
Kontrol	10	3414	6830	4450,4	1156,73	(p>0,05)

G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları, pre-test biceps enine kesit alanları arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır (p>0,05) (çizelge 4.2. ve şekil 4.2.).

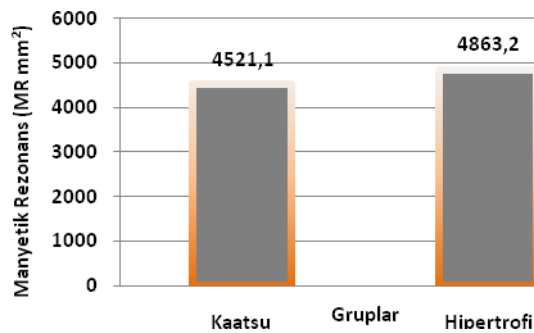


Şekil 4.2. G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları pre-test biceps enine kesit alanı (mm²) değerleri

Çizelge 4.3. Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları pre-test biceps enine kesit alanı (mm²) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu	10	3295	6090	4521,1	920,80	0,353 (p>0,05)
G.K.A. (Hipertrofi).	10	4080	6290	4863,2	762,45	

Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları, biceps enine kesit alanı pre-test sonuçları arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır (p>0,05) (Çizelge 4.3. ve Şekil 4.3.).

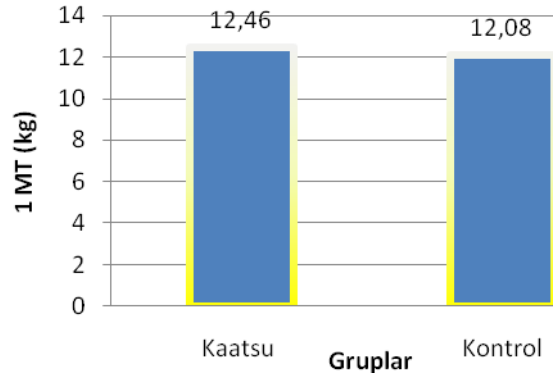


Şekil 4.3. Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları pre-test biceps enine kesit alanı değerleri

Çizelge 4.4. Kaatsu ve kontrol grupları pre-test 1M.T. ları (kg) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu	10	9	16	12,46	2,16	0,631
Kontrol	10	10	15,7	12,08	1,87	(p>0,05)

Kaatsu ve kontrol grupları, pre-test 1M.T. ları (kg) arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır(p>0,05) (Çizelge 4.4. ve Şekil 4.4.).

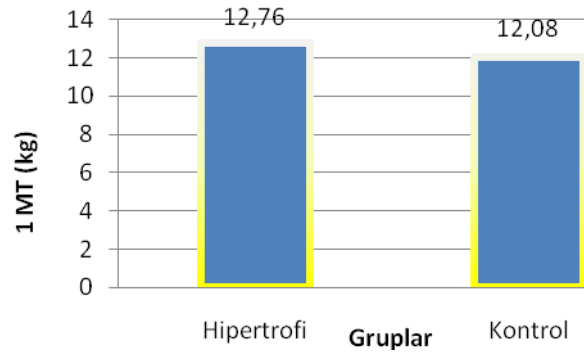


Şekil 4.4.Kaatsu ve kontrol grupları pre-test 1M.T. (kg) değerleri

Çizelge 4.5. G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları pre-test1 M.T. (kg) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
G.K.A. (Hipertrofi).	10	10,6	14,5	12,76	1,19	0,631
Kontrol	10	10	15,7	12,08	1,87	(p>0,05)

G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları pre-test 1M.T. ları arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır (p>0,05) (Çizelge 4.5. ve Şekil 4.5.).

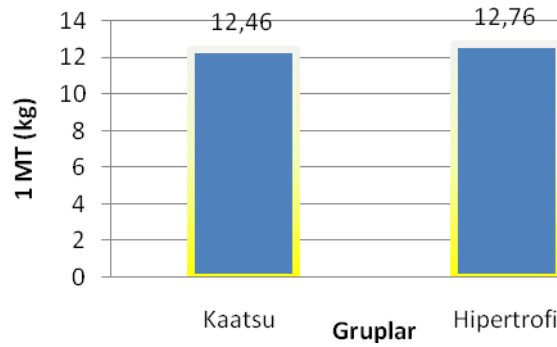


Şekil 4.5. G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları pre-test 1 M.T. değerleri

Çizelge 4.6. Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları pre-test 1 M.T. (kg) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu	10	9	16	12,46	2,16	0,353 ($p>0,05$)
G.K.A. (Hipertrofi).	10	10,6	14,5	12,76	1,19	

Kaatsu ve G.K.A. grupları pre-test 1 M.T. ları arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$) (Çizelge 4.6. ve Şekil 4.6.).

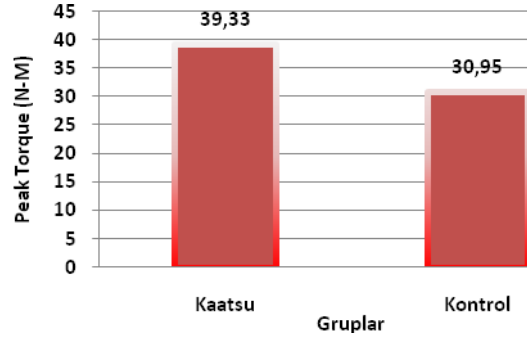


Şekil 4.6. Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları pre-test 1 M.T. (kg) değerleri

Çizelge 4.7. Kaatsu ve kontrol grupları pre-test 240 derece/saniye tepe tork (N-M) istatistik sonuçları.

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu	10	27,9	61,7	39,33	9,80	0,063 $p>0,05$
Kontrol	10	21	53,8	30,95	10,58	

Kaatsuve kontrol grupları pre-test 240 derece/saniye tepe tork ölçüm sonuçları arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$)(Çizelge 4.7. ve Şekil 4.7.).

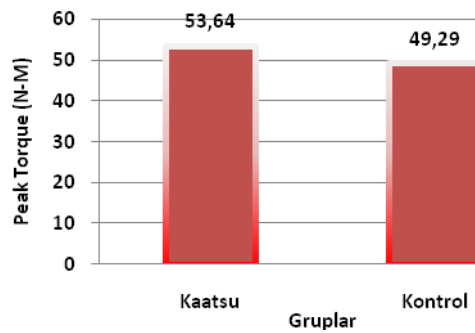


Şekil 4.7. Kaatsu ve Kontrol grupları pre- test 240 derece/saniye tepe tork (N-M) değerleri

Çizelge 4.8. Kaatsu ve kontrol grupları pre-test 60 derece/saniye tepe tork (N-M) istatistik sonuçları.

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu	10	41,6	82,6	53,64	14,01	0,325
Kontrol	10	36,6	75,4	49,29	14,01	($p>0,05$)

Kaatsu ve kontrol grupları, pre-test 60 derece/saniye tepe torkları arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$) (Çizelge 4.8. ve Şekil 4.8.).

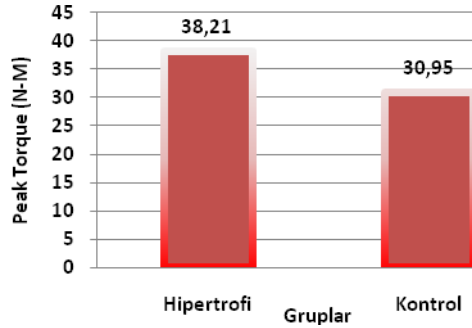


Şekil 4.8. Kaatsu ve kontrol grupları pre-test 60 derece/saniye tepe tork (N-M) değerleri

Çizelge 4.9. G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları pre-test 240 derece/saniye tepe tork istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
G.K.A. (Hipertrofi).	10	26,1	52,2	38,21	10,83	0,105 (p>0,05)
Kontrol	10	21	53,8	30,95	10,58	

G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları pre-test 240 derece/saniye tepe tork ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır (p>0,05) (Çizelge 4.9. ve Şekil 4.9.).

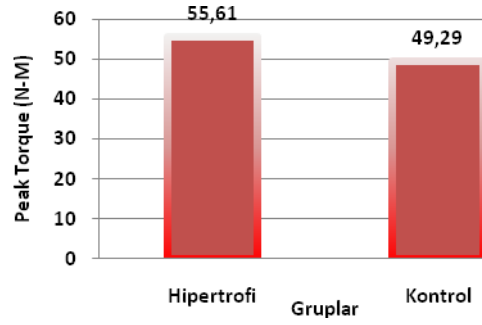


Şekil 4.9.G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları pre-test 240 derece/saniye tepe tork değerleri

Çizelge 4.10.G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları pre-test 60 derece/saniye tepe tork (N-M) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
G.K.A. (Hipertrofi).	10	46,2	64,2	55,61	5,91	0,105 (p>0,05)
Kontrol	10	36,6	75,4	49,29	14,01	

G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları pre-test 60 derece/saniye tepe torkölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır (p>0,05) (Çizelge 4.10. ve Şekil 4.10.).

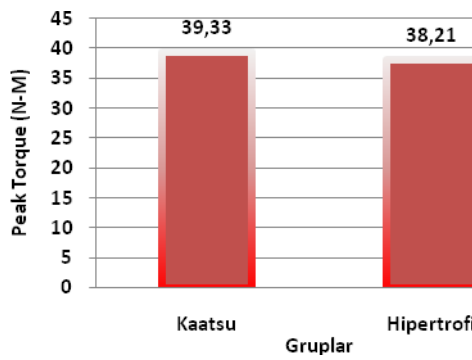


Şekil 4.10.G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları pre-test 60 derece/saniye tepe tork değerleri

Çizelge 4.11. Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları pre-test 240 derece/saniye tepe tork (N-M) istatistik sonuçları.

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu	10	27,9	61,7	39,33	9,80	0,329 (p>0,05)
G.K.A. (Hipertrofi)	10	26,1	52,2	38,21	10,83	

Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları, pre-test 240 derece/saniye tepe torkölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır(p>0,05) (Çizelge 4.11. ve Şekil 4.11.).

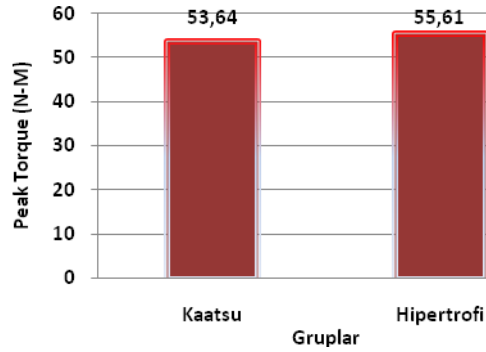


Şekil 4.11.Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları pre-test 240 derece/saniye tepe tork (N-M) değerleri

Çizelge 4.12.Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları pre-test 60 derece/saniye tepe tork (N-M) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu	10	41,6	82,6	53,64	14,01	0,280 (p>0,05)
G.K.A. (Hipertrofi)	10	46,2	64,2	55,61	5,91	

Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları, pre-test 60 derece/saniye tepe torkölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır (p>0,05) (Çizelge 4.12. ve Şekil 4.12.).

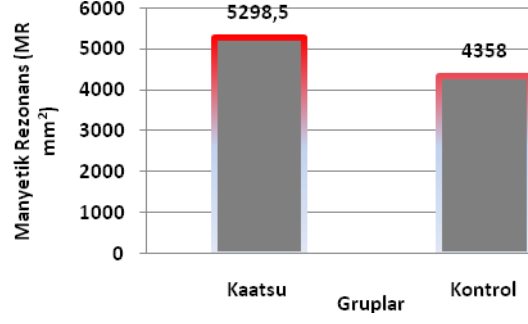


Şekil 4.12.Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları pre-test 60 derece/saniye tepe tork değerleri

Çizelge 4.13.Kaatsu ve kontrol grupları post-test biceps enine kesit alanı (mm²) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu	10	4314	6777	5298,5	866,80	0,029 (p<0,05)
Kontrol	10	3417	6280	4358	1029,55	

Kaatsu ve kontrol grupları post-test biceps enine kesit alanı (mm²) arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır (p<0,05) (Çizelge 4.13. ve Şekil 4.13.).

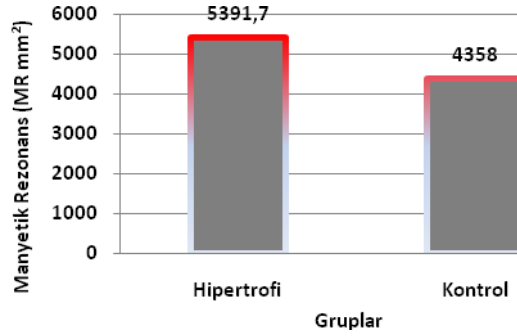


Şekil 4.13.Kaatsu ve kontrol grupları post- test biceps enine kesit alanı (mm²) değerleri

Çizelge 4.14.G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları post-test biceps enine kesit alanı (mm²) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
G.K.A. (Hipertrofi).	10	4781	6266	5391,7	562,10	0,015 (p<0,05)
Kontrol	10	3417	6280	4358	1029,55	

G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol gruplar, post-test biceps enine kesit alanları arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır (p<0,05) (Çizelge 4.14. ve Şekil 4.14.).

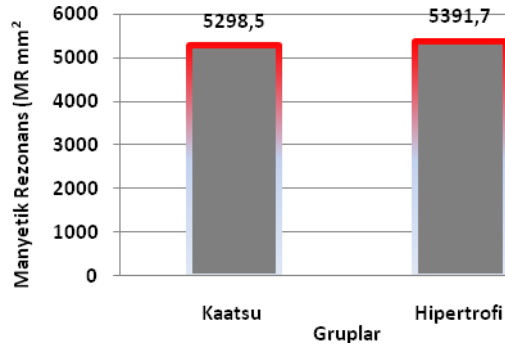


Şekil 4.14.G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları post-test biceps enine kesit alanı değerleri

Çizelge 4.15. Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları post-test biceps enine kesit alanı (mm²) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu	10	4314	6777	5298,5	866,80	0,529 (p>0,05)
G.K.A. (Hipertrofi).	10	4781	6266	5391,7	562,10	

Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları, post-test biceps enine kesitalanı ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır (p>0,05)(Çizelge 4.15. ve Şekil 4.15.).

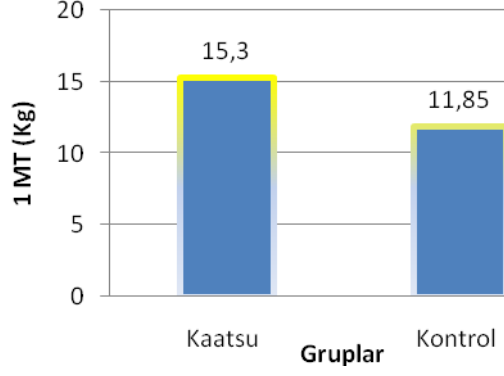


Şekil 4.15. Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları post-test biceps enine kesit alanı (mm²) değerleri

Çizelge 4.16. Kaatsu ve kontrol grupları post-test 1M.T. (kg) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu	10	13	18,7	15,3	1,66	0,004 (p<0,01)
Kontrol	10	10	16,3	11,85	2,23	

Kaatsu ve kontrol grupları post-test 1M.T. ları (kg) arasında anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,01) (Çizelge 4.16. ve Şekil 4.16.).

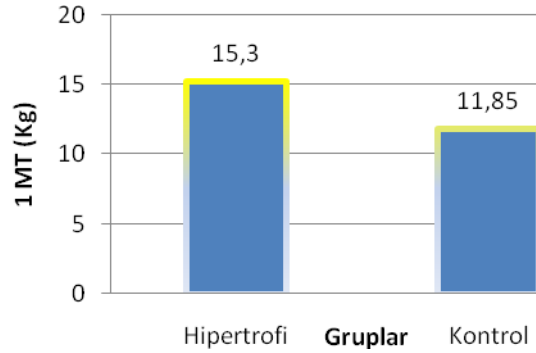


Şekil 4.16.Kaatsu ve kontrol grupları post-test 1M.T. (kg) değerleri

Çizelge 4.17.G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları post-test 1M.T.(kg) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
G.K.A. (Hipertrofi).	10	11,3	16,6	14,67	1,62	0,009 (p<0,01)
Kontrol	10	10	16,3	11,85	2,23	

G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları, post-test 1M.T. ları (kg) arasında anlamlı farklılık bulunmuştur (p< 0,01) (Çizelge 4.17. ve Şekil 4.17.).

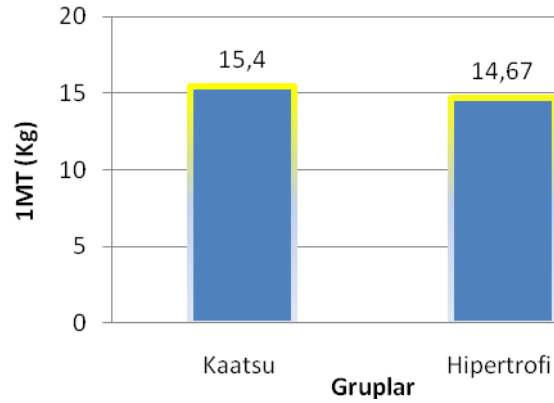


Şekil 4.17.G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları post- test 1M.T.(kg) değerleri

Çizelge 4.18. Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları post-test 1M.T. (kg) istatistik sonuçları.

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu	10	13	18,7	15,3	1,66	0,631 (p>0,05)
G.K.A. (Hipertrofi)	10	11,3	16,6	14,67	1,62	

Kaatsuve G.K.A. (Hipertrofi) grupları, post-test 1M.T. ları arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır (p>0,05) (Çizelge 4.18. ve Şekil 4.18.).

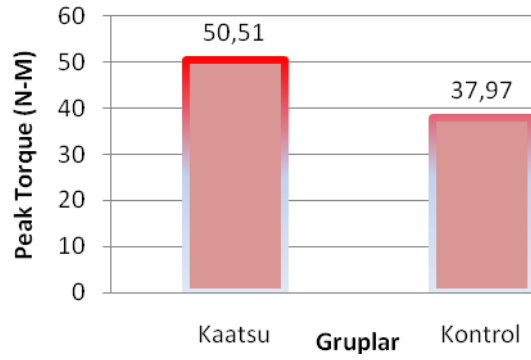


Şekil 4.18. Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları post-test 1M.T. (kg) değerleri

Çizelge 4.19. Kaatsu ve kontrol grupları post-test 240 derece/saniye tepe tork (N-M) istatistik sonuçları.

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu	10	32,5	84,8	50,51	16,62	0,043 (p<0,05)
Kontrol	10	23,9	47,7	37,97	7,94	

Kaatsu ve kontrol grupları, post-test 240 derece/saniye tepe tork ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05) (Çizelge 4.19. ve Şekil 4.19.).

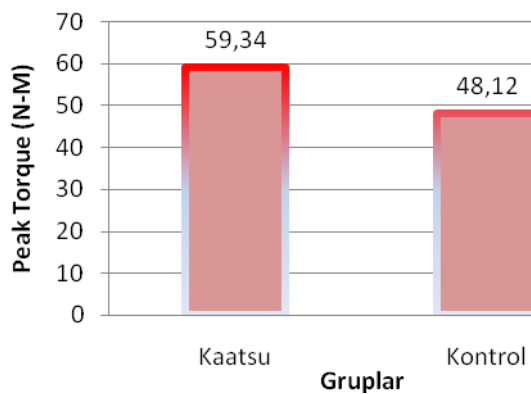


Şekil 4.19. Kaatsu ve Kontrol grupları post-test 240 derece/saniye tepe tork (N-M) değerleri

Çizelge 4.20. Kaatsu ve kontrol grupları post-test 60 derece/saniye tepe tork (N-M) istatistik sonuçları.

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu	10	43	91,4	59,34	15,9	0,029
Kontrol	10	34,3	77,4	48,12	13,76	p<0,05

Kaatsuve kontrol grupları post-test 60 derece/saniye tepe torkölçümleriarasında anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05) (Çizelge 4.20. ve Şekil 4.20.).

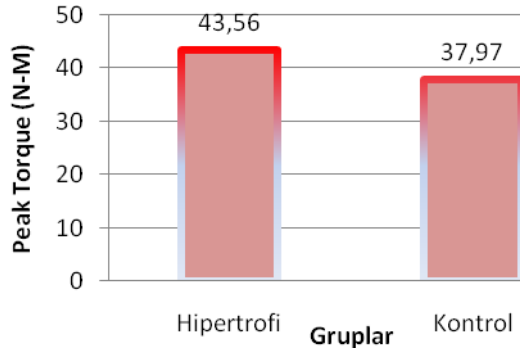


Şekil 4.20.Kaatsu ve kontrol grupları post-test 60 derece/saniye tepe tork (N-M) değerleri

Çizelge 4.21.G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrolgrupları post-test 240 derece/saniye tepe tork (N-M) istatistik sonuçları.

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
G.K.A. (Hipertrofi).	10	29,1	57,2	43,56	9,06	0,247
Kontrol	10	23,9	47,7	37,97	7,94	p>0,05

G.K.A. ve kontrol grupları post-test 240 derece/saniye tepe tork ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır(p>0,05) (Çizelge 4.21. ve Şekil 4.21.).

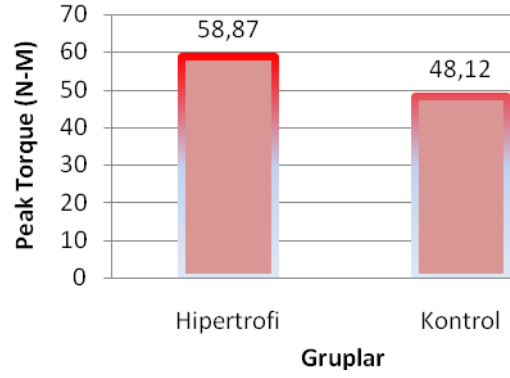


Şekil 4.21.G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrolgrupları post-test 240 derece/saniye tepe tork (N-M) değerleri

Çizelge 4.22.G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları post-test 60 derece/saniye tepe tork (N-M) istatistik sonuçları.

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
G.K.A. (Hipertrofi).	10	44,5	79,5	58,87	9,58	0,035
Kontrol	10	34,3	77,4	48,12	13,76	p<0,05

G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları post-test 60 Derece/Saniye Tepe Tork ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur(p<0,05) (Çizelge 4.22. ve Şekil 4.22.).

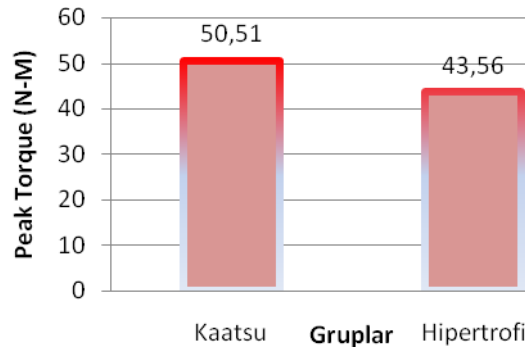


Şekil 4.22.G.K.A. (Hipertrofi) ve kontrol grupları post-test 60 derece/saniye tepe tork (N-M) değeri

Çizelge 4.23.Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları post-test 240 derece/saniye tepe tork (N-M) istatistik sonuçları.

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu	10	32,5	84,8	50,51	16,62	0,529 p>0,05
G.K.A. (Hipertrofi)	10	29,1	57,2	43,56	9,06	

Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları, post-test240 derece/saniye tepe tork ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır (p>0,05)(Çizelge 4.23. ve Şekil 4.23.).

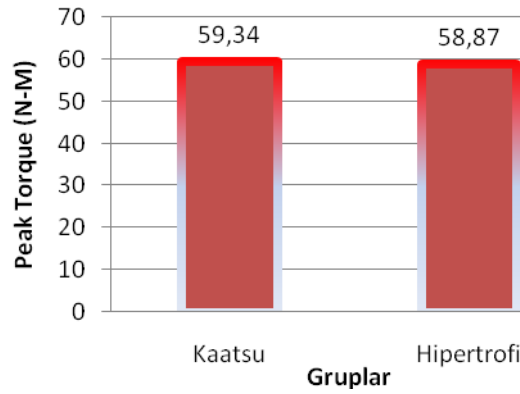


Şekil 4.23.Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları post-test 240 derece/saniye tepe tork (N-M) değerleri

Çizelge 4.24. Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları post-test 60 derece/saniye tepe tork (N-M) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu	10	43	91,4	59,34	15,93	0,631 p>0,05
G.K.A. (Hipertrofi).	10	44,5	79,5	58,87	9,58	

Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları post-test 60 derece/saniye tepe tork ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır (p>0,05)(Çizelge 4.24. ve Şekil 4.24.).

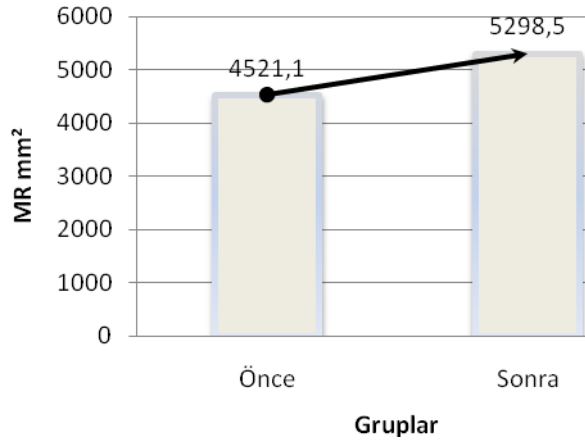


Şekil 4.24. Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) grupları post- test 60 derece/saniye tepe tork (N-M) değerleri

Çizelge 4.25.Kaatsu grubu pre-post testbiceps enine kesit alanı (mm²) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu Pre	10	3295	6090	4521,1	920,80	0,005 p<0,01
Kaatsu Post	10	4314	6777	5298,5	866,80	

Kaatsu grubu pre-post test biceps enine kesit alanı (mm²) ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,01) (Çizelge 4.25.ve Şekil 4.25.).

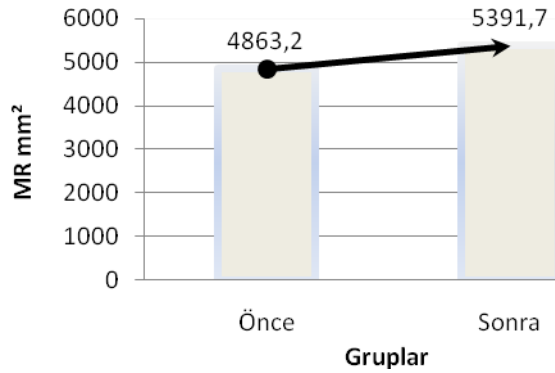


Şekil 4.25. Kaatsu grubu pre-post test biceps enine kesit alanı (mm²) değerleri

Çizelge 4.26. G.K.A. grubu pre-post test biceps enine kesit alanı (mm²) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
G.K.A. (Hipertrofi) Pre	10	4080	6290	4863,2	762,451	0,59 p>0,05
G.K.A. (Hipertrofi) Post	10	4781	6266	5391,7	562,10	

G.K.A. grubu pre-post test biceps enine kesit alanı (mm²) ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır (p>0,05) (Çizelge 4.26. ve Şekil 4.26.).

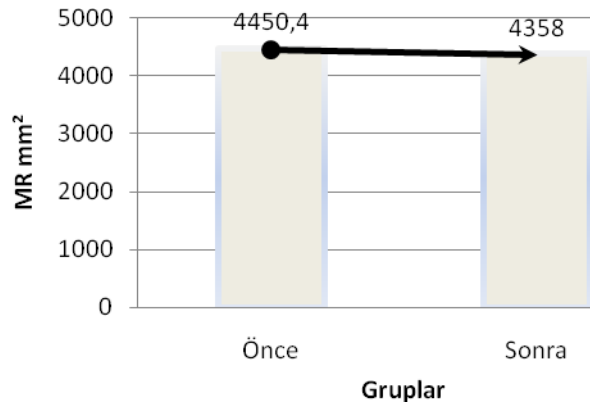


Şekil 4.26. G.K.A. grubu pre-post test biceps enine kesit alanı (mm²) değerleri

Çizelge 4.27. Kontrol grubu pre-post testbiceps enine kesit alanı(mm²) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kontrol Pre	10	3414	6830	4450,4	1156,73	0,221
Kontrol Post	10	3417	6280	4358	1029,55	p>0,05

Kontrol grubu pre-post testbiceps enine kesit alanı (mm²) ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır(p>0,05)(Çizelge 4.27. ve Şekil 4.27.).

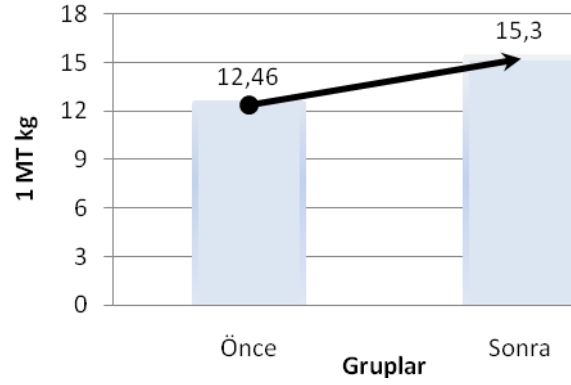


Şekil 4.27.Kontrol grubu pre-post test biceps enine kesit alanı (mm²) değerleri

Çizelge 4.28. Kaatsu grubu pre-post test 1M.T. (kg) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu Pre	10	9	16	12,46	2,16	0,005
Kaatsu Post	10	13	18,7	15,3	1,66	p<0,01

Kaatsu grubu pre-post test 1M.T. ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur(p<0,01) (Çizelge 4.28. ve Şekil 4.28.).

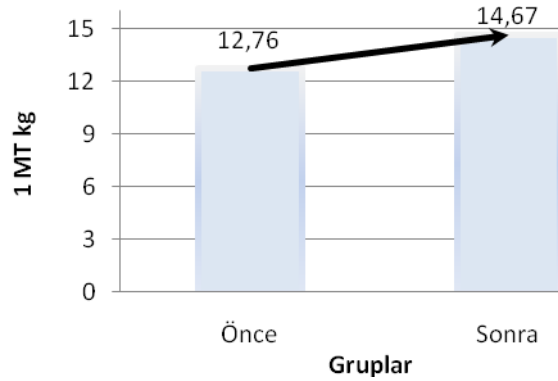


Şekil 4.28. :Kaatsu grubu pre-post test 1M.T. (kg) değerleri.

Çizelge 4.29. :G.K.A. Grubu Pre-Post Test 1 M.T. (kg) İstatistik Sonuçları.

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
G.K.A. Pre	10	10,6	14,5	12,76	1,19	0,005
G.K.A. Post	10	11,3	16,6	14,67	1,66	p<0,01

G.K.A. grubu pre-post test 1M.T. (kg) ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p<0,01$)(Çizelge 4.29. ve Şekil 4.29.).

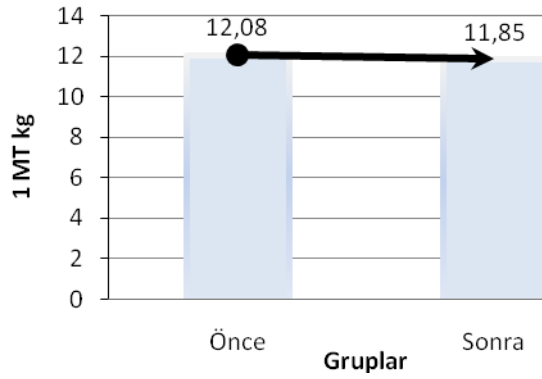


Şekil 4.29. :G.K.A. grubu pre-post test 1M.T. (kg) değerleri

Çizelge 4.30.Kontrol grubu pre-post test 1M.T. (kg) ölçümleri istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kontrol Pre	10	10	15,7	12,08	1,87	0,093
Kontrol Post	10	10	16,3	11,85	2,23	p>0,05

Kontrol grubu pre-post test 1 M.T. ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır(p>0,05)(Çizelge 4.30. ve Şekil 4.30.).

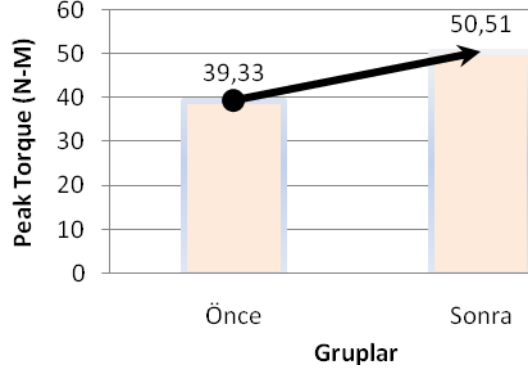


Şekil 4.30.Kontrol grubu pre-post test 1 M.T. (kg) ölçümleri değerleri

Çizelge 4.31. Kaatsu grubu pre-post test 240 derece/saniye tepe tork (N-M) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu Pre	10	27,9	61,7	39,33	9,80	0,013
Kaatsu Post	10	32,5	84,8	50,51	16,62	(p<0,05)

Kaatsu grubu pre-post test 240 derece/saniye tepe tork (N-M) ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05) (Çizelge 4.31. ve Şekil 4.31.).

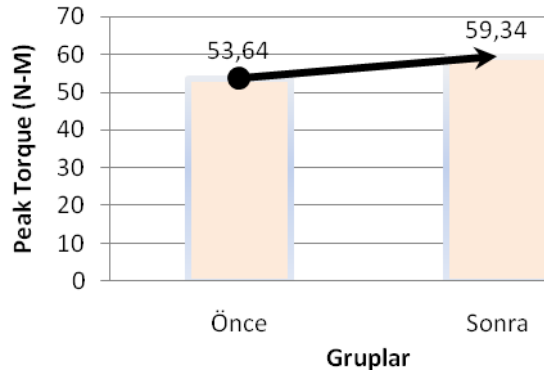


Şekil 4.31.Kaatsu grubu pre-post test 240 derece/saniye tepe tork(N-M) değerleri

Çizelge 4.32. Kaatsu grubu pre-post test 60 derece/saniye tepe tork(N-M) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu Pre	10	41,6	82,6	53,64	14,01	0,047 (p<0,05)
Kaatsu Post.	10	43	91,4	59,34	15,93	

Kaatsu grubu pre-post test 60 derece/saniye tepe tork ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur(p<0,05)(Çizelge 4.32. ve Şekil 4.32.).

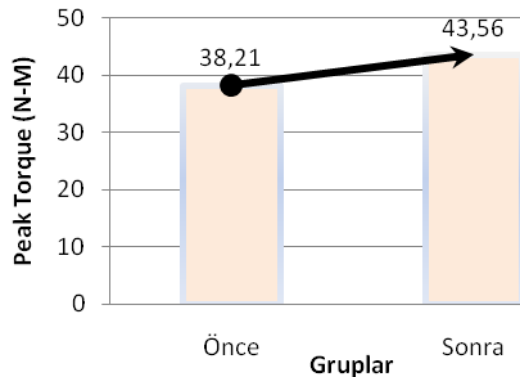


Şekil 4.32.Kaatsu grubu pre-post test 60 derece/saniye tepe tork(N-M)değerleri

Çizelge 4.33.G.K.A. (Hipertrofi) grubu pre-post test 240 derece/saniye tepe tork (N-M) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
G.K.A. Pre	10	26,1	52,2	38,21	10,83	0,139 (p>0,05)
G.K.A. Post	10	29,1	57,2	43,56	9,06	

G.K.A. (Hipertrofi) grubu pre-post 240 derece/saniye tepe tork (N-M) ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır (p>0,05) (Çizelge 4.33. ve Şekil 4.33.).

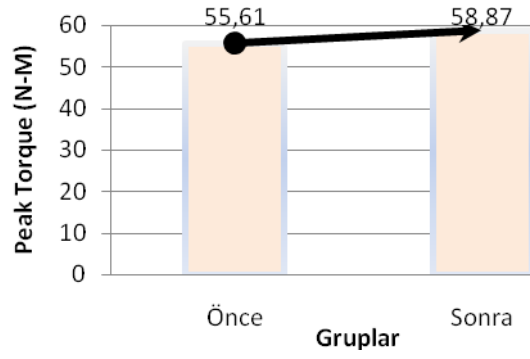


Şekil 4.33. G.K.A. (Hipertrofi) grubu pre-post test 240 derece/saniye tepe tork (N-M) değerleri

Çizelge 4.34. G.K.A. (Hipertrofi) grubu pre-post test 60 derece/saniye tepe tork (N-M) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
G.K.A. Pre	10	46,2	64,2	55,61	5,91	0,126 (p>0,05)
G.K.A. Post	10	44,5	79,5	58,87	9,58	

G.K.A. (Hipertrofi) grubu pre-post test 60 derece/saniye tepe tork (N-M) ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır (p>0,05) (Çizelge 4.34. ve Şekil 4.34.).

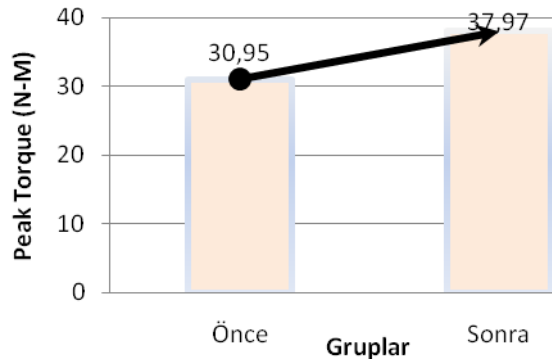


Şekil 4.34.G.K.A. (Hipertrofi) grubu pre-post test 60 derece/saniye tepe tork (N-M) değerleri

Çizelge 4.35.Kontrol grubu pre-post test 240 derece/saniye tepe tork(N-M) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kontrol Pre	10	21	53,8	30,95	10,58	0,069 ($p>0,05$)
Kontrol Post	10	23,9	47,7	37,97	7,94	

Kontrol grubu pre-post test 240 derece/saniye tepe tork(N-M) ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır($p>0,05$) (Çizelge 4.35. ve Şekil 4.35.).

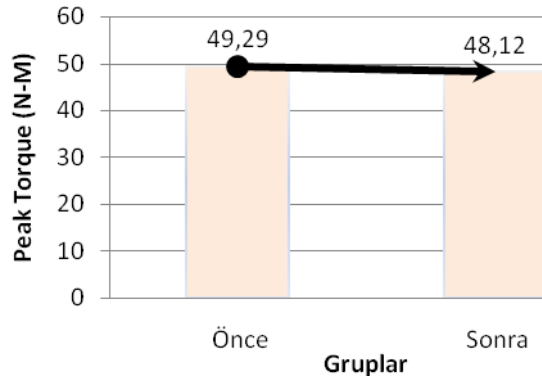


Şekil 4.35. Kontrol grubu pre-post test 240 derece/saniye tepe tork(N-M) değerleri

Çizelge 4.36.Kontrol grubu pre-post test 60 derece/saniye tepe tork (N-M) istatistik sonuçları

Grup	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	p
Kaatsu Pre	10	36,6	75,4	49,29	14,01	0,674 (p>0,05)
Kaatsu Post	10	34,3	77,4	48,12	13,76	

Kontrol grubupre-post test 60 derece/saniye tepe tork(N-M) ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır (p>0,05)(Çizelge 4.36. ve Şekil 4.36.).



Şekil 4.36.Kontrol grubupre-post test 60 derece/saniye tepe tork(N-M) değerleri

5. Tartışma

Kaatsu antrenmanının, düşük şiddetlerde yükle kas kuvvetlendirmesi gibi birçok yararlı etkisi olduğu bilinmektedir. Son zamanlarda özellikle Japonya'da olmak üzere bütün dünyada popülerliğini giderek artırmaktadır. Bir araştırmada Japonya'da kaatsu antrenmanının durumu olumlu ve olumsuz yönleriyle ortaya koyulmuştur. Bu araştırma 195 kuruluşun 105'inden toplanan verilerle oluşturulmuştur. 12,642 kişinin (bay %45,4, bayan %54,6) kaatsu antrenmanı yaptığı tespit edilmiştir. Kaatsu antrenmanı uygulayan kişilerin 20 yaşından büyük 80 yaşından küçük, geniş bir yaş aralığında olduğu görülmüştür (Nakajima ve Ark. 2006). İncelenen parametreler doğrultusunda kaatsu antrenmanının olumlu sonuçlarından söz edilebilir.

Kaatsu antrenmanın haftada 1-3 kez 5-30 dakika arası uygulandığında, birkaç küçük komplikasyon dışında % 80 oranında etkisinin tatmin edici olduğu, yan etkileri arasında; venöz tıkanıklık %0,055, pulmoner emboli % 0,008 ve rhabdomyolysis % 0,008 oranında görülmüştür (Nakajima ve Ark. 2006). Kaatsu antrenmanlarının çeşitli fizyolojik ve fiziksel bozukluğu olan kişilerin, sağlıklı kişilerin ve atletlerin performanslarını geliştirmeleri için güvenli ve umut verici olduğunu vurgulanmaktadır. Kaatsu antrenmanının sağlık açısından önceden bildirilen ciddi bir etkisi olmadığı rapor edilmiştir (Nakajima ve Ark. 2006). Fakat sıklıkla ekstremitelerde uygulanan basınç sonucu tromboz olabileceği pıhtı atacağı düşünülmüştür, fakat bu tip egzersizlerde pıhtılaşma aktivasyonu ve intravasküler pıhtı oluşumuna rastlanmamıştır. Kaatsu uygulamasının egzersiz süresince stroke hacmi (Takano ve Ark. 2005) ve plazma hacminin azalttığı görülmüştür. Bu oluşum akut olarak egzersiz sırasında olur, fakat dinlenmeye geçildiğinde normale döner (Wernbom et al., 2008).

Sağlıklı 10 yetişkin üzerinde bu konuyla ilgili kaatsu antrenmanı yaptırılmıştır. 1 M.T.' % 30 şiddetinde, kaatsu aparatı basıncı 150-160 mmHg'ye ayarlanmış, **şekil 5.1'de** (Yasuda, T. 2010)de gösterilen antrenman uygulanmıştır. Egzersiz öncesi ve sonrası pıhtılaşmaya yönelik kan incelemesi yapılmış ve bir takım parametreler incelenmiştir. İncelenen parametrelerden ne, trombin gelişiminin markırları olarak bilinen PTF [(Prothrombin fragment 1+2) prothotrombi şekilleri 1+2] ve TAT [(trombin-antithrombin III) trombin –antitrombin III] bileşeninde ne de pıhtı formasyonları olarak bilinen, D-dimer ve FDP [(plasma fibrin degradation product) plazma fibril yıkımı

miktarı] bileşeninde aşırı bir artış bildirilmemiştir, fakat PV'de [(plasma volume) plazma hacmi] anlamlı derecede ($p<0,05$) düşüş (egzersizle su kaybına bağlı olarak oluşabilir.). (Gürel G. ve Ark., 2000)" görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, sağlıklı bireylerde düşük şiddetli kısıtlama ile kombine ağırlık antrenmanlarının pıhtılaşma oluşturmadığıdır (Madarama H. ve Ark. 2010). Bizim çalışmamızda uygulanan yöntem doğrultusunda böyle bir deney dizaynı yapılmamış olsa da antrenman sonrası kaatsu aparatı uygulama bölgesinde incelememiz sonucunda herhangi bir travmaya rastlanmamıştır.

Bir çalışma, kaatsu egzersizinin beyin kan akımına akut etkisini araştırmıştır. 30'lu yaşlarda 6 sağlıklı erkek üzerinde, her iki kol ve bacağına uygulanan kısıtlama ile 1 M.T'in %20 şiddetinde kol bükme egzersizi yaptırılmış, kaatsu aparat basıncı 130'dan 170 mmHg arasında kullanılmış ve antrenman **şekil 5.1.**'deki gibi uygulanmıştır. Uygulama esnasında serebral kan akımı NIRS (near-infrared spectroscopy) kullanılarak incelenmiştir. Kaatsu egzersizinin beyin disfonksiyonuna sebep olan İnme ve bilişsel bozukluk gibi hastalıkları olanlar üzerinde uygulandığında, serabral kan akımı artmasıyla beyne pozitif bir etkisi olduğu vurgulanmıştır (Morita, T. ve Ark. 2004). Çalışmanın sonuçlarından ilham alarak benzer hastalıkları olan bireyler üzerinde uygulamayla sonuçlar berraklaştırılabilir. Aynı zamanda çalışmamız sırasında baş dönmesi, tansiyon düzensizliği, kalp ritm bozukluğu, görme bozukluğu veya başka bir olumsuz durumla karşılaşılmamıştır.

Bacak kan akımı kısıtlamasıyla yapılan bisiklet egzersizinin metabolik ve kardiovasküler sonuçlarına yönelik çalışmada, 10 genç erkek kısıtlamalı ve ayrı bir gün kısıtlamasız olarak bisiklet ergometresinde, şiddet olarak maksimal oksijen alımının ($VO_2 \text{ max}$) %20, 40 ve 60'ı ayarlanmış, metabolik ve kardiovasküler parametrelerin durumu her iki grupta incelenmiştir. Her iki antrenman şekli birbiri ile kıyaslanmıştır. Egzersiz süresince her çalışma yükünde, her iki grupta VO_2 İhtiyacı artmıştır. Kalp debisinde (Cardiac output), atım hacminde (stroke volume), kalp atım oranında(heart rate), arterier basınçda (arterial pressur) ve total prifer direnç (total peripheral resistance) parametrelerinde çalışma yükünün artmasına paralel olarak her iki grupta artış olmuş fakat gruplar arasında bir fark oluşmamıştır. Bu çalışmadan anlaşılan kaatsu antrenmanı kalp ve dolaşım sal bir değişim değil kassal bir gelişimi tetikliyor (Ozaki H., ve Ark.

2010).Bizim çalışmamızda da herhangi bir kalp ve dolaşimsal yorgunluktan değil kas yorgunluğudan şikayet söz edilmiştir.

Kaatsu antrenmanı klinik uygulamalarda da kullanılmıştır. Sata'nın sağ diz patellar tendinitli 17 yaşında basketbol oynayan hastaya ilaç tedavisi yanında kas atrofisini önlemek için, sağ dizine 1 M.T.'in %30 şiddetinde 3 set 15 tekrarlı haftada 5-6 gün 3 hafta kaatsu antrenmanı sol dize aynı yöntemle G.K.A'ı uygulamıştır. M.R. takibi sonucu sağ ve sol tendon çevresi kalınlaşması sırasıyla 7 mm ve 2mm olduğu görülmüştür, dahası kas da hipertrofi oluşmuştur. Bir ay'da eflamasyon tamamen iyileşmiş ve kişi çabuk bir şekilde basketbola dönmüştür. Yazarın bildirdiğine göre ilaç tedavisinin yanı sıra kaatsu antrenmanı sporcu çabuk bir şekilde iyileşme göstermiştir. Yazar ileride tedavi yanı sıra kaatsu egzersizini farklı sakatlık ve hastalıklarda kullanılabilmesi için geliştirilmesini önermiştir (Sata,S. 2005).

Kaatsu antrenmanının birçok uygulama yöntemi vardır. Çalışmamızda uygulama yöntemini seçerken, uygulamanın hassasiyetini de göz önünde bulundurarak daha önce yapılan çalışmaların yöntemleri detaylı biçimde araştırılmıştır. Özellikle dolaşımın hangi bölgeden kısıtlanacağı ve ne ölçüde basınç (mmHg) uygulanacağı göz önünde bulundurulması ve tartışılması gereken noktalar olarak değerlendirmiştir.

Takarada, Y ve Ark. çalışmalarında uzun dönem (16 hafta) egzersiz yönteminde standart ön-kol bükme pozisyonunda uygulama yapmış, denekler deney grubu (n:19) ve egzersiz yapmayan kontrol grubu (n:5) olarak ikiye bölünmüş, devamındaysa deney grubu G.K.A.'nı (n:8) ve kaatsu antrenmanı yapan (n:11) denek olarak ayrılmıştır. Daha sonra kaatsu grubuna yapılan kısıtlama (baskın kol n:5, baskın olmayan kol n:6) farklı iki kola uygulanmıştır. Kaatsu uygulamasında genişliği 3.3 cm, uzunluğu ise 80 cm olan bir aparat kullanılmıştır. Denek grubunda uygulanan antrenman şiddetleri sırasıyla; Kaatsu % 50, G.K.A. %80 olarak belirtilmiştir. Kaatsu uygulaması sırasında Kısıtlama Aparatı basıncı $110 \pm 7,1$ mmHg olarak belirlenmiştir (Takarada, Y. ve ark. 2000). Birçok yönüyle çalışmamıza yönetsel olarak benzerlik göstermesiyle birlikte, özellikle baskın ve baskın olmayan kolların tesadüfi seçimi çalışmamıza benzerdir.

Yasuda, T. ve arkadaşlarının yaptığı standart ön-kol bükme (biceps curl) pozisyonunda uygulama yapılmış, üç deney grubu oluşturulmuştur. Birinci deney grubuna 30 tekrar, ikinci deney grubuna 3 x 10 tekrar ve üçüncüde kombinasyon grubu

olarak da tanımladıkları 30 tekrar sonrası 3 x 15 tekrarlı çalışma düzenlenmiştir. Setler arası 30 sn dinlenme araları verilmiştir. Çalışmadaki basınç 160 mmHg'ya kadar çıkarılmıştır (Yasuda, T. Ve Ark. 2009). Bu çalışmada dikkat çeken kısım ise kola uygulanan basıncın fazlalığıdır, fakat bu çalışmada herhangi bir sağlık sorunu bildirilmemiştir. Sanıyoruz basıncın kademeli olarak yükseltilmesi ve alışma evresi sağlık açısından olumsuz bir sonucu ortadan kaldırmıştır.

Yasuda, T. Arkadaşlarının yaptığı bir diğer çalışmada denekler Kaatsu grubu ve G.K.A. grubu olmak üzere ikiye ayrılmıştır, standart ön-kol bükme pozisyonunda uygulama yapılmış, 1 MT'in %30'u 30 tekrar, devamında 30 sn dinlenme verilmiş daha sonra setler arası 30 sn dinlenmelerle 3 x 15 tekrarla çalışılmıştır. 3 cm genişliğinde kullanılan Kısıtlama Aparatı öncelikle 30 sn boyunca 60 mmHg uygulanmış ve hava basıncı serbest bırakılmıştır. Sonra tekrar 80 mmHg ye çıkarılmış ve 30 sn bu basınçta tutulmuştur, 10 sn'lik aralar verilerek egzersiz süresince Kısıtlama Aparatı basıncı kişinin sistolik basıncına ulaşmaya kadar artırılmıştır (Yasuda, T. Ve Ark. 2006). Çalışmamızın yönteminde bu denli kademeli artış uygulanmamıştır.

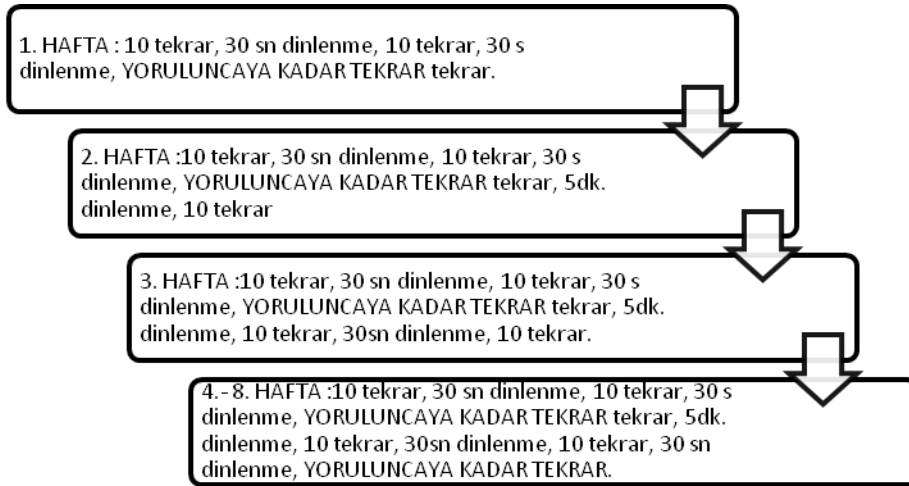
Yasuda T. ve arkadaşlarının göğüs pres hareketini içeren pilot çalışmalarında kolun proksimal kısmına yerleştirilen kısıtlama aparatı kullanılmıştır (Şekil 5,4). Kısıtlama aparatı basıncı 30 mmHg' den kademeli olarak 100 mmHg'a çıkarılmış, ilk gün bu şekilde yapılan çalışma her gün 10 mmHg basınç artırılarak, sonraki günlerde 160 mmHg'ye kadar çıkan basınçla çalışılmıştır. Her egzersiz 75 tekrar üzerinden 1MT'in %30'u, 30 tekrar devamında 30 sn dinlenme verilmiş daha sonra setler arası 30 sn dinlenmelerle 3 x 15 tekrar çalışılmıştır (Yasuda T. ve Ark 2010). Yazar bu kadar yüksek basınç uygulamasının olumsuz bir etkisinden bahsedmemiştir.

Moore, D.R. ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, Kaatsu ve G.K.A. gruplarının her ikisinde de 1 MT'in %50'si şiddetinde 8 hafta süresince haftada üç kez, rastgele seçilen kollarına ön-kol bükme egzersizi yaptırılmıştır. Kısıtlama Aparatı ile 100 mmHg'ye kadar basınç uygulanmıştır ve egzersiz süresince basınç azaltılmamıştır. Antrenman uygulaması **Şekil 5.2'** de gösterilmiştir(Moore, D. R., 2004).Morita T.ve ark. yaptığı bir çalışmada yöntemsel olarak önceki çalışmalar desteklenmektedir(**Şekil 5,1**) (Morita, T. ve Ark. 2010).

Takarada ve Burgomaster çalışmalarında setler ve seriler arası dinlenme periyotlarında Kısıtlama Aparatı çıkarılmış, (Takarada, Y., 2000, Burgomaster K. A. 2003,) fakat Sato tüm antrenman seansı boyunca Kısıtlama Aparatı çıkarmadan ve basıncını düşürmeden egzersizi sürdürmüştür (Sato, Y. 2005).



Şekil 5.1: Tek antrenman biriminde yöntemsel olarak uygulanan Kol bükme (Arm Curl) protokol örneği (Yasuda, T. 2010, Morita, T. ve Ark. 2010).



Şekil 5.2:Antrenman peryodunda (sürecinde) yöntemsel programlama; birinci hafta; 1 seri 2 set 10 tekrar, 1 set yoruluncaya kadar tekrar yapılmış, ikinci hafta 5 dakika dinlenme verilerek 2. Seri eklenmiş ve artırılmaya devam edilmiştir (Moore, D. R. 2004).

Rreves, yöntemsel bir farklılık olarak basıncın ayarlamasını nabız kontrolü ile yapmıştır. Basınç uygulaması devam ederken, dinlenme aralarında radial arter'den ölçüm sonucu nabız alınabiliyorsa basınç devam ettirilmiştir, eğer nabız alınmıyorsa Kısıtlama Aparatı basıncı yaklaşık 10 mmHg düşürülerek egzersize devam edilmiştir(Rreves,G.V. ve ark. 2006). Bizim çalışmamızda her tekrar arasında Kısıtlama Aparatı basıncı tamamen düşürülmüştür. Bu nedenle bu kadar sık nabız kontrolü yapılmamıştır.

Kaatsu uygulamalarındaki kısıtlama genellikle 3-7 cm lik bir alana sahip olan kısıtlama aparatları ile “bizim çalışmamızdakine benzer (Şekil 5.4), şekilde oluşturulmaktadır. ABD’de yapılan bir çalışma farklı olarak şekil 5.3’de görüldüğü gibi standartların dışına çıkarak çok geniş bir basınç alanında kısıtlama uygulatmıştır (Teramoto, M., Golding, L. A. 2006).



Şekil 5.3: Teramoto ve Golding'in basınç uygulama şekli.



Şekil 5.4: Çalışma boyunca 120 mmHg' sabit tutulmuştur.

Kaatsu egzersizinin hormonlar üzerindeki akut etkisini araştıran Sato ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, egzersizin GrowthHormon (GH) seviyesine etkisi araştırılmış ve hem kol hem de bacak çalışması etkileri incelenmiştir. Her iki ekstremitede de eşit şiddette ağırlık kullanılmıştır. Bir hafta öncesinde 1M.T.'in % 20'si belirlenmiş. Kaatsu egzersizi süresince her iki ekstremitede sistolik kan basıncının % 50'si oranında basınç uygulanmıştır. Egzersiz sonrası, 15 dk sonrası ve 60 dk sonrası venöz kan örnekleri alınmıştır. Kan Laktat, GH ve noradrenalin değişimi incelenmiştir, Egzersizden hemen sonra ve 15 dk sonra Laktat ve Noradrenalin düzeyi anlamlı ($p<0,01$) bir şekilde artmış, 60 dk sonra hemen hemen her ikisinde eski düzeylerine düşmüştür. Fakat GH düzeyi 60 dk sonrasında da farklı ($P<0,05$) düzeyini korumuştur. Kol ve bacak Kaatsu egzersizi karşılaştırıldığında ise, GH'da kaatsu bacak egzersizinde anlamlı bir fark

($P < 0,001$) olduğu görülmüştür. (Sato, Y. ve ark 2005).Ard arda 1 MT'in %80 G.K.A. 'nın bir sonucu ani bir şekilde plazmada growt hormon (GH), testesteron, cortisol, insulin- growt faktör 1 (IGF-1), insülin ve catecholamines içeriğinde artış olduğunu göstermiştir (Kraemer W.J. ve Ark. 2005), Sato 1 MT'nin % 20'si Kaatsu antrenmanı ile benzer etkiyi yakalamıştır.

Çeşitli kaatsu antrenman uygulamalarının yorgunluk (% kuvvetinde azalma) üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 21 denek (14 erkek, 7 kadın yaşları ortalaması $27,7 \pm 4,9$) farklı günlerde, farklı şiddetlerde [1 M.T.'in %80 (G.K.A. yöntemiyle basınç yok), %20 ve %40'ı], farklı basınçlarda [160 mmHg (kısmi) ve 300 mmHg (tamamen)], 3 set üzerinden yapılan egzersiz sürecinin 90 sn'lik dinlenme aralarında basınç 0'lanmasıyla (aralı) veya aynı basınçta devam (aralıksız) ettirilmesi ile çalıştırılıyor. Bu uygulamaların yorgunluk oluşturma düzeyi üç set arasındaki tekrarların düşme sayısı oranındaki farkla belirleniyor. Çalışmanın sonuçları % 20 şiddette, 160 mmHg basınçta, aralı antrenmanın ve % 20 şiddette, 300 mmHg basınçta, aralıksız antrenmanın, % 80 (G.K.A. basınç yok) ve %40'lık şiddetlere göre daha fazla yorgunluk oluşturduğu görülmüştür (Summer, B. ve Ark. 2007).Bu çalışmaya göre, kaatsu uygulaması sonucu şiddet düşürülüp tekrar sayısı yükseltirse yorgunluk o denli artıyor sonucuna varılabilir. Bizim çalışmamızda kaatsu antrenman şiddetinin % 50 olması yorulana kadar yapılan tekrar sayısının % 20 şiddete göre daha az olduğu açıktır. Şiddeti % 20 oluşturup tekrar sayısını artırsaydık, daha fazla kuvvet ve hipertrofi oluşur muydu? Sorusu aklımıza gelmektedir.

Bir çalışma kaatsu antrenmanı sonucu kas oksijenlenmesi ve plazma GH'u seviyelerinin G.K.A.'na göre farklılığını incelenmiştir. Vücut geliştirme yapan 6 erkek sporcunun, bacak ekstansiyon hareketinin dört egzersiz rejimine göre durumu incelenmiştir: ilki orta derecede bir kısıtlamayla (150 mmHg)düşük şiddetli (1 MT'in ~ %30'u) kaatsu egzersizi, ikincisi tonik kuvvet gelişimi (tam kas gevşemesi oluşmayacak şekilde, kaldırış 3 sn bekleme, indirış 3 sn beklemeli yavaş hareket şeklinde) düşük şiddetli (1 MT'in ~ %50'si) G.K.A.'ı, üçüncüsü izometrik kuvvet gelişimini temel alan diz açısı 45° olacak şekilde düşük şiddetli (1 MT'in ~ %50'si) G.K.A.'ı, dördüncüsü kuvvet ve hipertrofi kazanmak amaçlı(1 MT'in ~ %80'si) yapılan G.K.A.'dır. G.K.A.'na göre kaatsu egzersizinde yakın infraredli kesintisiz dalgalı spekstroskopi ile yapılan ölçüm sonucu kas oksijenlenmesinin anlamlı ($P < 0,05$) derecede az olduğu görülmüştür.

Plasma GH seviyeleri açısından kaatsu ve G.K.A'nı grubunun özellikle düşük şiddetli (1 MT'in ~ %50'si) izometrik grubuna göre anlamlı ($P<0,05$) oranda yüksek çıkmıştır (Tanimoto, M. Ve Ark. 2005). Kaatsu grubunda oksijenlenme az, G.K.A.'da oksijenlenme çok olmasına rağmen her iki grupta plazma GH'u seviyeleri eşit oranda artmıştır. Araştırmacı bu durumun her iki grupta da benzer şekilde hipertrofi oluşturabileceğini ön görüyor. Bizim çalışmamızda egzersiz programları sonrası her iki grupta hipertrofi oluşumu yazarın öngörüsünü destekler niteliktedir.

Fibril tipleri üzerinde yapılan bir çalışmada; 5 denekten 3'ü Kaatsu grubu 2'si G.K.A. grubu olarak belirlenmiştir. Bacak antrenmanı 1 M.T.'in % 20'si şiddetinde, 2 hafta 12 gün, günde iki kez toplam 24 antrenman seansı şeklinde planlanmıştır. Kısıtlama Aparat basıncı 160 -240 mmHg arasındadır. Denekler her antrenman seansında 15 squad ve bacak bükme egzersizini izotonik hareket doğrultusunda uygulamışlardır. Quadriceps kasının enine kesitinden M.R. yoluyla fibril tiplerinin gelişimi tesbit edilmiş, 1M.T. belirlenmiş ve değişimi izlenmiştir. Quadriceps kasının ortalama kesit alanı kaatsu grubunda % 7,8 ($P<0,05$) G.K.A. grubunda ise % 1,8 ($p>0,05$) artmıştır. Kaatsu grubu tip I ve tip II kas fibrilleri değişimi ise sırasıyla % 5,9 ($p>0,05$) ve % 27,6 ($p<0,05$) olmuştur. G.K.A. grubu için ise sırasıyla % 2,1 ($p>0,05$) ve % 0,5 ($p>0,05$) olarak bulunmuştur (Yasuda, T. ve Ark.2005). Bilinen bir gerçektir ki tip II fibrillerinin gelişimi 1M.T.'in %70'inin üzerinde hızlanır. Bir başka yönüyle eğer göreceli şiddeti 1MT'in %40 dan daha düşükse bu fibril değişimi oluşmamaktadır (Harber MP, Fry AC, Rubin MR, et al 2004). Tip II fibrillerinin ağır direnç egzersizi yapıldığında oluştuğu (Fleck SJ, Kraemer WJ. 1988., Hikida RS, Staron RS, Hagerman FC, et al. 2000., Campos GER, Luecke TJ, Wendeln HK, et al. 2002) gerçeği ortadayken, tip II fibrillerinin % 27,6 artışı çarpıcıdır. Bizim çalışmamızda böyle bir kıyaslama olmamasına rağmen Kaatsu antrenmanı tip II fibril gelişimini gerçekleştirmiştir.

Bir çalışmada, 1 hafta, günde iki kez yapılan kaatsu ile kombine ağırlık antrenmanının sonucu kas enine kesit alanı gelişimi incelenmiştir. Antrenman öncesi 710,6 mm² olan enine kesit, antrenman sonrası 740,1 mm²'ye çıkmıştır. Yaklaşık % 4,8' lik artış söz konusudur ki bizim 8 haftalık çalışmamız sonucu %16'lık bir fark elde etmiş olmamız uzun antrenman sürecinin gerekliliğini ortaya koymuştur. Aynı çalışmada izokinetik diz ekstansiyon kuvvet gelişimi de incelenmiştir. Antrenman öncesi tepe tork

259 N-M olan kuvvet değeri, antrenman sonrası 303 N-M çıkmıştır. Kısa süreli antrenman süreçleri kuvvet artışında yetersiz olduğu gözükmektedir(Abe, T ve ark. 2005) .

Diğer bir çalışmada, 6 gün toplam 12 saatlik antrenman periyodunda aynı şiddetlerde (1 MT'ın %50'si) ağırlık makinesinde diz ekstansiyon hareketi uygulanmıştır. Abe'nin (Abe ve ark. 2006) uyguladığı basınç ve antrenman yöntemi doğrultusunda kasığa yakın şekilde yerleştirilen uyluk üzerine kan akımı kısıtlaması yapılan 8 denek ve kısıtlama yapılmayan 8 kişilik kontrol grubunda (G.K.A.) antrenman sonucu her iki quadriceps enine kesiti, her iki bacak diz ekstansiyon kuvveti ve izokinetik tepe tork değeri ölçülmüştür. Enine kesit alanında Kaatsu grubunda 6. gün sonunda % 2,4'lük bir artışla anlamlı şekilde ($p<0,05$), % değişim olmayan G.K.A. grubuna göre fark oluşmuştur. Kaatsu grubunda 1M.T. % 6,7'lik bir değişimle ($p<0,05$), değişimi % 1,3 olan G.K.A. grubuna göre fark oluşmuştur. İzokinetik tepe tork değerinde anlamlı ($p>0,05$) değişim görülmesi de, 273 den 289'a çıkmış % 5,7 bir artış olmuştur (Fujita, T. ve Ark. 2008). Her iki uygulamada eşit yüklenme şiddetinde Kaatsu antrenmanının her yönüyle G.K.A.'na göre gelişiminin daha fazla olduğu görülmektedir. Aynı zamanda, sadece bir haftalık yoğun Kaatsu antrenmanın büyük ölçüde gelişim oluşturduğu görülmektedir.

24 sağlıklı kadın (yaşları $32,7\pm 4$) eşit şekilde Kaatsu Grubu ve G.K.A grubu olarak ayrılmıştır. Kaatsu kısıtlaması, grubun kol ve bacaklarına uygulanmıştır. Her iki grup vücut ağırlıklarını kullanarak Şınav, Oturur Pozisyonda Diz Çekme, Diz Kaldırma, Squat ve lunge benzeri direnç hareketleri yapmıştır. Dairesel antrenman tarzında dinlenme araları gittikçe kısaltılarak yapılan egzersizler, haftada 3 gün 8 hafta olarak düzenlenmiştir. Tomografi ile quadriceps, hamstring ve adductor kaslar enine kesit alanı gelişimi açısından incelenmiştir. Kaatsu grubun'da kas enine kesitinde sağ ve sol bacak ortalamasında anlamlı olmayan % 3'lük bir artış olmuş fakat G.K.A grubunda bir artış görülmemiştir (Ishii, N. Ve Ark. 2005). Enine kesit alanında gelişimin anlamlı çıkması, ek ağırlık kullanılmamasından kaynaklı olabilir. Kollara uygulanan 50-80 mmHg aparat basıncı yeterli olmamış olabilir, keza bizim uyguladığımız basınç 120 mmHg'dır. Takara'da ise koldaki basıncı 110 mmHg yaparak 8 haftada %12' lik bir gelişim tespit etmiştir(Takarada ve Ark., 2000b). Aynı zamanda bu çalışmanın sonuç bölümünde antrenman süresi bakımından önerisi 12-15 haftalık bir çalışma planlanmasıdır (Ishii, N. Ve Ark. 2005).

Profesyonel 17 rugby oyuncusun “kendi antrenmanları devam ederken”, kaatsu grubu (n:6), aparat basıncı 200 mmHg, yük 1M.T.’in % 50’si olacak şekilde, 8 hafta haftada 3 gün bacak çalışması sonucunda; izokinetik tepe tork değeri G.K.A ve kontrol guruplarına göre %12’lik bir artışla anlamlı fark ($p<0,05$) bulunmuştur. Yine kaatsu grubundaki kas enine kesit alanı her iki gruba göre % 15’lik bir artışla anlamlı ($p<0,01$) şekilde artmıştır. G.K.A Grubu ve Kontrol gurupları arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır (Takarada, Y. ve Ark. 2002). Bizim çalışmamızda da kaatsu grubundaki izokinetik tepe tork değeri her iki gruba göre %13’lük bir değişimle anlamlı ($p<0,05$) şekilde artmıştır (Bakınız,Şekil 4.45., Şekil 4.46.). Kas enine kesit alanı %15’lik ($p<0,05$) bir artış göstermiştir (Bakınız,Şekil 4.38.). Kontrol gurubumuza göre kas enine kesiti kaatsu ve G.K.A gurupları sırasıyla % 18 ve % 19’luk ($p<0,05$) bir artış göstermiştir (Bakınız, Şekil 4.19., Şekil 4.20.). Kontrol gurubumuza göre izokinetik tepe tork değeri kaatsu ve G.K.A gurupları sırasıyla % 25 ve % 15’lik ($p<0,05$)bir artış göstermiştir (Bakınız,Şekil 4.27.,Şekil 4.28.).

Düşük şiddette kaatsu antrenmanının uzun dönem etkisini incelemek için, :24 bayan (25–40 yaşları 32.8 ± 8.2) 16 hafta dirsek fleksör kasları temel alınarak kol bükme hareketi yaptırılmıştır. Gruplar kendi içersinde deney grubu (n:19) ve Kontrol Gurubu. (n:5) olarak ikiye bölünmüş, deney grubu tekrar kaatsu grubu (n:11) ve G.K.A. grubu (n:8) olarak ikiye bölünmüştür. Kaatsu grubunun tek kollarına uygulanan kısıtlama tesadüfi şekilde (dominant, n:5, nondominant, n:6) bizim yöntemimize de benzer, basınç $110 + 7,1$ mmHg olacak şekilde 1M.T.’in % 30- 50’ şiddetinde çalıştırılmıştır. Düşük şiddetli G.K.A gurubuna da benzer şekilde rastgele seçimle yine tek kollarına (dominant, n.4, nondominant, n:4) 1- M.T.’in % 30- 50’i şiddetinde yük kullanılmıştır. Orta ve yüksek şiddetli G.K.A gurubuna da kaatsu uygulanan diğer kollarına 1M.T.’in % 50-80’i şiddetinde yük kullanılmıştır. M.R.’la tesbit edilen kas kesit alanları, biceps brachi ve brachialis kaslarında kaatsu grubunda sırasıyla % 20 ve % 17,8’lik bir artışla anlamlı ($p<0,05$) olmuştur. Düşük şiddetli G.K.A. gurubunda sırasıyla % 6,9 ve % 3,8’lik bir artışla anlamlı bir fark bulunamamıştır. Yüksek şiddetli G.K.A. gurubunda sırasıyla % 18,4 ve % 11,8’lik bir artışla anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bir başka yönüyle sadece triceps brachi’de kas enine kesit alanında Kaatsu grubunda (% 13,7) anlamlı bir fark oluşmuş, düşük şiddetli G.K.A. (% 1,5) ve yüksek şiddetli G.K.A. (% 6,6) guruplarında anlamlı fark oluşmamıştır. Maksimal izometrik tork değerlerinde kaatsu grubunda $18,4 \pm 1,5$ ’lik anlamlı ($p<0,05$) bir artış, yüksek şiddetli G.K.A.’nın da $22,6 \pm 2$ ’lik anlamlı

($p < 0,05$) bir artış ve düşük şiddetli G.K.A. grubunda $1,04 \pm 1,2$ 'lik anlamlı olmayan ($P > 0,05$) bir artış bulunmuştur (Takarada, Y. ve Ark. 2000). Bizim çalışmamızda da izometrik tork değerlerinin çoğunda anlamlı bir fark olmasına rağmen sadece, G.K.A. öncesi ve sonrası 240 ve 60 Derece/Saniye Tepe Tork ölçümü kıyaslamasında sayısal fark olmakla beraber değişim anlamlı ($p > 0,05$) değildir (Çizelge 4,47 ve Şekil 4,47). Bu çalışmada 16 haftalık bir antrenman sonrası Kaatsu grubu hariç diğer gruplar için kuvvet ve kas enine kesit alanı gelişiminin olmaması, özellikle tüm gruplarda maksimal izometrik tork (N-M) değerlerindeki değişim bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir..

Genellikle kaatsu çalışmaları kol ve bacaklar üzerinde, tek eklemlilik, bir düzlemde yapılan hareketlerden oluşmaktadır ve kısıtlamanın kol ve bacaklardaki etkisi incelenmektedir. Farklı bir bakış açısıyla Yasuda'nın yaptığı bir çalışmada, çalışmamızda olduğu gibi üst kola kısıtlama uygulamış ancak, göğüs bölgesine etkisini araştırmıştır. Çalışma 5 kaatsu ve 5 G.K.A uygulayacak olan iki gruba ayrılmıştır. Ultrasonla kas kalınlaşması, 1M.T.'la kuvvet hesaplaması yapılmıştır. Daha önce bu çalışmanın yöntemini ayrıntılı olarak incelenmiştir [(Şekil: 5.1), Morita, T. ve Ark. 2010]. Sonuçlar, kas enine kesiti kalınlaşmasında kaatsu grubunda sırasıyla triceps brachii % 8'lik ve pectoralis major % 16'lık anlamlı ($p < 0,05$) bir artış bulunmuştur. G.K.A grubunda anlamlı bir artış bulunamamıştır. Aynı şekilde bench press hareketinde 1M.T.'da da % 6'lık bir değişimle artış varken, G.K.A grubunda % 2'lik bir değişimle anlamlı bir artış bulunamamıştır. Çalışmada kısıtlamanın triceps kası üzerinde etkisi anlaşılabilir çünkü dolaşım yetersizliği oluşmuştur fakat pectoralis major üzerinde bir dolaşım kısıtlılık olmamasına rağmen triceps brachii'den %6 oranında fazla hipertrofi olması şaşırtıcıdır. Çalışmanın yazarı, tartışmasında bu durumun anabolik hormonların etkisiyle olabileceğini vurgulamıştır (Yasuda T. ve Ark. 2010). Bizim yorumumuz ise kısıtlama uygulanan triceps brachii'nin kısıtlamadan dolayı erken yorulduğu ve kaldırma çabasına pectoralis major kasının etkisinin daha baskın olarak katıldığıdır.

Benzer bir çalışmada, çalışma grubu Kaatsu ve G.K.A. grubu olarak ikiye ayrılmış ve karşılaştırılmış. Bu sefer farklılıkların araştırılması için yüzeysel kas Electromyografisi (EMG) kullanılmıştır. Yukarıdaki çalışmada olduğu gibi üst kola kısıtlama (sistolik kan basıncı kadar ~ 130 mmHg) yapılmıştır. Egzersiz [(Şekil: 5.1.), Morita, T. ve Ark. 2010] şiddeti her sette %30'la başlamış giderek % 40, % 60 ve son sette % 70'e

çıkarılmıştır. Yüklemenin triceps brachii kası ve pektoralis major kasına etkisi araştırılmıştır. Kaatsu grubunun EMG uyarı şiddetinde, Triseps ve pektoralis major kaslarında kontrol grubuna oranla anlamlı şekilde uyarı şiddetinin arttığı görülmüştür. Yine yukarıdaki paragrafta bahsi geçen benzer çalışma gibi, kola uygulanan kısıtlama aynı şekilde pektoralis major kasını etkilemiştir. Yazara göre bunun sebebi çok eklemli çalışmalarda kola uygulanan kısıtlamanın pektoralis major kası gibi yardımcı kasları daha fazla etkilemesidir (Yasuda T. ve Ark. 2006).

Deneklerin EMG ve mechanomyogram (MMG) cevaplarını bulmak için orta dereceli kısıtlama ile kombine edilen düşük şiddetli (1 M.T. %20) kaatsu izometrik egzersizinin vastus letralis kasına etkisini araştıran bir çalışmada; 5 dakika bisiklet ergometrisinde (50W yük. 50-70 RPM hız) ısınma yaptırılmış, sonrası 5 set 20 kez (2 sn kasılma, 1 sn gevşeme) izometrik kasılma, 30 sn dinlenme (kaatsu aparatının havası indirilmiştir) sonrası aynı işlem bir kez daha yaptırılmıştır. Aynı zamanda egzersiz öncesi ve sonrası izokinetik kuvvet ölçümü de yapılmıştır. İzokinetik kuvvette (tork Nm) antrenman öncesi ve sonrasında kayda değer bir fark oluşmamıştır. Aynı durum EMG'de ve MMG'de gözükmemektedir. Bu çalışmanın sonuçları akut kaatsu antrenmanının kas aktivasyonu açısından incelendiğinde bir etkisinin olmadığıdır. (Karabulut, M. ve Ark. 2006). İzometrik kuvvet (N-M) antrenmanları bizim çalışmamıza olduğu gibi uzun dönem antrenmanlar sonucu değişim göstermektedir.

Aynı amaca yönelik başka bir çalışmada kola kısıtlama uygulama sonucu kol bükme hareketinde kısıtlama iki grupta yüksek basınç oluşturarak (160 mmHg ve 300 mmHg) uygulanmış EMG aktivasyonunda kontrol grubuna göre anlamlı ($p < 0,05$) oranda fark oluşmuştur (Yasuda, T. ve Ark. 2009). Çalışmada EMG aktivasyonunun artması yüksek basınca bağlanmıştır. Bu çalışmayla benzer sonuçlara ulaşan bir başka çalışma da düşük şiddette egzersiz süresince kas çalışmasının elektiriksel aktivitesinde artış olduğu ve buna bağlı olarak kas dayanıklılığında azalma olduğu gösterilmiştir (Houtman C.J. ve Ark. 2003). Bu çalışma bağlamında “Yüksek basınç uygulaması kasın hipertrofisini artırıcı etkisi olabilir mi ?” sorusunu akıllara getirmektedir.

Burgomaster ve ark., bir kolda düşük şiddetli G.K.A. uygulamasıyla diğer kolda düşük şiddetli kaatsu (100 mmHg basınç) ile izotonik hareket içeren antrenman uygulaması yaptırmıştır. Dirsek fleksiyon kuvvetini ve biceps brachii kasının kas biyopsisi yoluyla dinlenik metabolitlerdeki değişimin incelenmiştir. Deney sekiz sağlıklı

erkek üzerinde 8 haftalık, haftada 2 gün uygulanmış ve yük 1M.T.'in ~ % 50'si kadar kullanılmıştır. Tekrar sayıları ve dinlenme araları bizim çalışmamızın aynısıdır. Veriler çalışma sezonu öncesi ve sonrasıyla karşılaştırılmıştır. Kas glikojeni değerinde, antrenman periyodu öncesinde bir benzerlik varken, antrenman sonrasında her iki grupta da artış olmasına rağmen (Kaatsu: 169 ± 26 ve G.K.A.: 127 ± 29 mmol·kg⁻¹) kaatsu grubunda artış daha fazla olmuştur. Kas ATP, fosfokreatin ve kreatin değerlerinde, antrenman periyodu öncesinde bir benzerlik varken, antrenman sonrasında ATP, kaatsu grubunda anlamlı ($p < 0,05$) şekilde düşmüş (4.9 ± 0.5 vs 2.3 ± 0.5 mmol·kg⁻¹) olmasına rağmen G.K.A. grubunda bir değişim olmamıştır. İki grupta fosfokreatin ve kreatin düzeylerinde antrenman sezonu öncesi ve sonrası bir fark bulunmamıştır. Kas Dirsek fleksiyon kuvveti, incelendiğinde izokinetik Tepe Tork (N-M) her ikisinde de (Kaatsu: % 9,6 ve G.K.A.: % 10,5) anlamlı ($p < 0,05$) şekilde artış göstermiştir. Kas Dirsek fleksiyon 1M.T.'in % 100 kuvveti incelendiğinde her ikisinde de (Kaatsu: % 23 ve G.K.A.: % 22) anlamlı ($p < 0,05$) şekilde artış görülmüştür. Bu çalışmadaki izokinetik Tepe Tork (N-M) ve 1M.T.'in % 100 değerlerindeki değişim bizim çalışmamızla büyük ölçüde benzerlik göstermektedir (Burgomaster, K. A. ve Ark. 2003).

Bütün bu tartışmaların ışığında Kaatsu uygulamasının kuvvet kazanımına etkisi önemsenecek orandadır ve geniş bir oranda uygulama çeşitliliğinden söz edilebilir. Uygulama sırasında kola basınç miktarı genellikle 140-160 mmHg arasındadır, ki bizim uyguladığımız basınç miktarı bu aralıktadır. Çalışmalarda yüklenme şiddetleri 1 M.T.'in % 20-50' arasında oluşmaktadır. Antrenman uygulamalarında tekrar sayıları değişiklik göstermektedir. Setler ve seriler arası basınç miktarının azaltıldığı veya tamamen sıfırlandığı durumlar vardır. Çok sık uygulanmamakla beraber tüm antrenman boyunca basıncın düşürülmediği olmuştur. G.K.A.'nın ile 1 M.T.'in % 20-50'si şiddetinde çalışıldığında hipertrofik cevap vermeyen uygulama bölgesi kasları Kaatsu uygulamasıyla hızlı hipertrofik bir gelişim sağlamaktadır. 1 M.T.'in % 20-50'si şiddetindeki Kaatsu antrenmanı ortalama bir basınçla (120-130 mmHg), 1 M.T.'in % 70-80'i şiddetindeki G.K.A.'nın etkisini yaratabileceği anlaşılmaktadır.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Bir kişi üzerinde farklı kollara, 1MT'in % 50 şiddetinde Kaatsu Antrenmanı ve 1MT'in %80'i şiddetinde. G.K.A uygulaması aynı oranda hipertrofi ve kuvvet gelişimi oluşturmuştur. Sonuçlar hipotezimizi ve amacımızı doğrular niteliktedir.

Düşük şiddette (1 MT'in % 20-50) uygulanan Kaatsu Antrenmanının, Yüksek şiddette uygulanan G.K.A'na (1 MT'in % 70-80) benzer hipertrofi ve kuvvet oluşturma yeteneği olduğu ifade edilebilir. .

Düşük şiddette uygulanan Kaatsu Antrenmanlarının sağlık sorunu oluşturmadığı da görülmüştür.

6.1.1. Antrenman Öncesi Grupların Bulgularının Karşılaştırması

Enine kesit alanı (M.R.), 1 M.T, 240 Derece/Saniye Tepe Tork ve 60 Derece/SaniyeTepe Tork ölçüm değişkenleri analizi sonucu, antrenman öncesi gruplar arasında, anlamlı bir fark ($p>0,05$) bulunmamıştır. Anlamlı farkın olmaması çalışmanın başında grupların homojen olduğuna işaret etmektedir.

6.1.2. Antrenman Sonrası Grupların Bulgularının Karşılaştırması

Enine kesit alanı (M.R.), 1 M.T. ve 60 Derece/SaniyeTepe Tork ölçüm değişkenlerinde, Kontrol Grubu sonuçları diğer grupların sonuçlarıyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p<0,05$) bulunmuştur. Sadece 240 Derece/Saniye Tepe Tork değerinde, G.K.A. grubunun Kontrol grubuyla yapılan karşılaştırmasında sayısal olarak fark oluşmasına rağmen istatistiksel anlamlı bir fark ($p>0,05$), bulunmamıştır.

Antrenman sonrası Kaatsu ve G.K.A. grupları arasında hiçbir değişkende anlamlı bir fark bulunamamış ($p>0,05$) olup, hipotezimizi doğrular niteliktedir.

6.1.3. Antrenman Öncesi ve Sonrası Bulgularının Karşılaştırması

Enine kesit alanı (M.R.), 1 M.T. ve 60 Derece/Saniye Tepe Tork ölçüm parametrelerinde Kaatsu ve G.K.A. (Hipertrofi) gruplarında anlamlı bir fark ($p<0,05$) bulunmuştur. Kontrol grubunda anlamlı bir fark ($p>0,05$) olmaması beklediğimiz bir sonuçtur. 240 ve 60 Derece/Saniye Tepe Tork değerinde, G.K.A. grubunun pre-post test sonucunda istatistiksel anlamlı bir fark ($p>0,05$), bulunamamasına rağmen sayısal olarak fark oluşmuştur.

6.2. ÖNERİLER

Çalışmamızda yaptığımız antrenman analizlerine biyokimyasal içerikli ölçümler eklenebilir.

Fibril tipi değişikliklerini takip eden çalışmalar oluşturulmalıdır.

Kaatsu antrenmanında stabil kas hipertrofinin 1M.T'ın % kaç şiddetinde, % kaç yoğunluğunda ve ne kadar basınçta olduğu genelleştirilmelidir.

Deney hayvanları üzerinde deney dizaynları planlanmalı ve hücresel düzeyde saptamalar yapılmalıdır.

Ülkemizde Kaatsu' ilgili bilgilenme ve uygulama platformları oluşturulmalıdır.

Kaatsu uygulama yöntemi Kuvvet Antrenman'ı ile ilgili kitapların içeriğine koyulmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Aagaard, P., Simonsen, E., Andersen, J., Magnusson, P., Dyhre P., (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol*. Oct;93(4):1318-26.
- Abe, T., Beekley, M.D., Hinata, S., Koizumi, K., Sato, Y. (2005), Day-to-day change in muscle strength and MRI-measured skeletal muscle size during 7 days Kaatsu resistance training: A Case Study. *Int. J. Kaatsu Training Res.*, 1: 71-76.
- Abe, T., Kawamoto, K., Yasuda, T., Kearns, C.F., Midorikawa, T., Sato, Y., (2005b), Eight days Kaatsu resistance training improved sprint but not jump performance in collegiate male track and field athletes. *Int J Kaatsu Training Res.*, 1: 23–28.
- Abe, T., Kearns, C.F., Sato, Y., (2006). Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *J Appl Physiol*, 100: 1460–1466.
- Abe, T., Yasuda, T., Midorikawa, T., Sato, Y., Kearns, CF, Inoue, K., Koizumi, K., Ishii N. (2005a) Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily Kaatsu resistance training. *Int J Kaatsu Training Res.*, 1: 7–14.
- Adams, G.R., Hather, B.M., Baldwin, K.M., (1993), Skeletal muscle myosin heavy chain composition and resistance training. *J. Appl Physiol.*, 4 (2): 911-5.
- Baechle, T.R., Earle, R. (Edit.2000) *Essential of Strength training and conditioning*, national Strength training conditioning association. Human Kinetics, 2. Baskı.
- Bell, D.G., Jacobs, I., (1992). Velocity specificity of training in bodybuilders. *Can J Sport Sci* 17 (1): 28-33.
- Bell, G.J., Wenger, H.A., (1992). Physiological adaptations to velocity-controlled resistance training. *Sports Med.*, 13 (4): 234-44.
- Bemben, M.G., Sato, Y., Abe, T., (2005). “The Use Of Anthropometry For Assessing Muscle Size”, *Int. J. Kaatsu Training Res.*, 1: 33-36.
- Bompa, T.O., Haff G., (2009). “*Periodization Theory And Methodology Of Training*”, Fifth Edition.

- Bottinelli, R., Schiaffino, S., Reggiani, C., (1991). Force-velocity relations and myosin heavy chain isoform composition of skinned fibers from rat skeletal muscle. *J Physiol*, 437: 655-72.
- Brown, A.B., McCartney, N., Sale, D.G., (1990). Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly. *J Appl Physiol* 69 (5): 1725-33.
- Brown, L. E., Edit. (2007), *Strength Training*. National Strength and Conditioning Association s.7.
- Brzycki, M., (1993). Strength testing-Predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Joperd*, 68, p. 88-90.
- Burgomaster, K. A., Moore, D. R., Schofield, L. M., Phillips, S. M., Sale, D. G., Gibala, M. J., (2003). Resistance Training With Vascular Occlusion Metabolic Adaptations In Human Muscle, *Official Journal Of The American College Of Sports Medicine*, Vol. 35, No. 7, Pp. 1203–1208
- Campos, G.E.R., Luecke, T.J., Wendeln, H.K., (2002). Muscular adaptations in responses to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *Eur J. Appl Physiol*, 88: 50-60.
- Charette, SL, McEvoy, L, Pyka, G, (1991). Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. *J Appl Physiol*; 70 (5): 1912-6.
- Clark, A.M., Lucett, S.C., (2010). "NASM Essentials Sports Performance Training", First Edition. s: 156-163.
- Escamilla, R, Wickham, R., (2003). Exercise-based conditioning and rehabilitation. In: Kolt GS, Snyder-Mackler L, eds. *Physical therapies in sports and exercise*. London: Churchill Livingstone, s: 143–164.
- Fleck, S.J., Kraemer, W.J. (1988). Resistance training: physiological responses and adaptations. *Phys Sportsmed*, 16 (5): 63-73.
- Fleck, S.J., Kraemer, W.J. (1997). *Designing resistance exercise programs*. 2nd ed. Champaign (IL): Human Kinetics,

Fry, A.C. (1997). Resistance exercise overtraining: neuroendocrine responses. *Sports Med.*, 23 (2): 106-29.

Fry, A.C., Allemeier, C.A., Staron, R.S., (1994). Correlation between myosin heavy chain content and percent fiber type area in human skeletal muscle. *Eur J Appl Physiol*, 68: 246-51.

Fry, A.C., Staron, R.S., (1999). Hagerman FC, et al. Endocrine responses to three different resistance exercise regimens [özet]. *Med Sci Sports Exerc.*, 31 (5): S269.

Fujita, T., Brechue, W. F., Kurita, K., Sato, Y., Abe T. (2008). Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with restricted muscle blood flow. *Int. J. Kaatsu Training Res.*, 4: 1-8

Goto, K., Ishii, N., Kizuka, T., Takamatsu, K., (2005). The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Med Sci Sports Exerc.*, 37: 955–963.

Green, H., Goreham, G., Ouyang, J., (1998). Regulation of fiber size, oxidative potential, and capillarization in human muscle by resistance exercise. *Am J Physiol*, 276 (45): R591-6.

Gürel, G., Karul, A. B., Güreş, A., Altınışik M., (2001), Profesyonel Olmayan Genç Sporcularda Eritrosit Osmotik Frajlite Değişiklikleri. *Spor Hekimliği Dergisi*, 36/1 S:17 Mart

Hakkinen, K., (1994). Neuromuscular adaptation during strength training, aging, detraining, and immobilization. *Crit. Rev. Phys. Rehab. Med.*, 6: 161–198.

Hakkinen, K., Pakarinen, A., (1993). Acute hormonal responses to two different fatiguing heavy-resistance protocols in male athletes. *J Appl Physiol* 74: 882-7.

Hakkinen, K., Pakarinen, A., Kyrolainen, H., (1990). Neuromuscular adaptations and serum hormones in females during prolonged power training. *Int J Sports Med.*, 11: 91-8.

Hather, B.M., Tesch, P.A., Buchanan, P., (1991). Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training. *Acta Physiol Scand.* 143: 177-85.

- Hikida, R.S., Staron, R.S., Hagerman, F.C., (2000). Effects of high intensity resistance training on untrained older men: II. Muscle fiber characteristics in nucleo-cytoplasmic relationships. *J. Gerontol*, 55A (7): B347-54.
- Houtman, C.J., Stegeman, D.F., Van Dijk J.P., Zwarts, M.J., (2003). Changes in muscle fiber conduction velocity indicate recruitment of distinct motor unit populations. *J Appl Physiol*, 95: 1045–1054.
- Ishii, N., Madarame, H., Odagiri, K., Naganuma, M., Shinoda K. (2005). Circuit training without external load induces hypertrophy in lower-limb muscles when combined with moderate venous occlusion, *Int. J. Kaatsu Training Res.*, 1: 24
- Karabulut, M., Cramer, J. T., Ryan, E. D., Anderson, R. L., Hull, H. R., Sato, Y., Abe, T., Bembem M. G. (2006). Effects Of Kaatsu On Muscular Function During Isometric exercise. *Int. J. KAATSU Training Res.* ,2: 19-28.
- Kawamori, N.* (2004). The optimal training load for the development of muscular power. *Journal of Strength and Conditioning Research.*, 18(3): 675-684
- Kraemer, W.J., Deschenes, M.R., Fleck, S.J., (1988). Physiological adaptation to resistance exercise: implications for athletic conditioning. *Sports Med* 6: 246-56.
- Kraemer, W.J., Fleck, S.J., Evans, W.J., (1996) Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. *Exerc. Sport. Sci. Rev.* 1996: 24: 363–397.
- Kraemer, W.J., Koziris, L.P. (1994) Olympic weightlifting and power lifting. In: Lamb DR, Knuttgen HG, Murray R, editors. *Perspectives in exercise science and sports medicine*. Vol. 7. Physiology and nutrition for competitive sport. Carmel (IN): Cooper, 1-54.
- Kraemer, W.J., Patton, J.F., Gordon, S.E., (1995). Compatibility of high intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *J. Appl. Physiol.*, 78: 976-89.
- Kubo, K., Komuro, T., Ishiguro, N., Sato, Y., Ishii, N, Kanehisa H, Fukunaga T. (2006), Effects of low-load resistance training with vascular occlusion on the Mechanical Properties of Muscle and Tendon. *Journal of Applied Biomechanics*, 22:112-119.

Kubota, A., Sakuraba K, Sawaki K, Sumide T, Tamura Y., (2008), Prevention of disuse muscular weakness by restriction of blood flow. *Med Sci Sports Exerc* 40: 529–534.

Lowe, D.A., Alway, S.E., (2002), Animal models for inducing muscle hypertrophy: are they relevant for clinical applications in humans? *J Orthop, Sports Phys, Ther*, 32 (2): 36-43

MacDougall, J.D., Tarnopolsky MA, Chesley A, (1992), Changes in muscle protein synthesis following heavy resistance exercise in humans: a pilot study. *Acta Physiol Scand.*, 146: 403-4.

Madarame, H., Kurano, M., Takano, H., Iida, H., Sato, Y., Ohshima, H., Abe, T., Ishii N., Morita T., Nakajima T. (2010), Effects Of Low-Intensity Resistance Exercise With Blood Flow Restriction On Coagulation System In Healthy Subjects. *Clin Physiol Funct Imaging* , 30, s: 210–213.

Madarame. H., Neya, M., Ochi, E., Nakazato, K., Sato, Y., Ishii, N., (2008), Cross-Transfer Effects Of Resistance Training With Blood Flow Restriction, *Medicine & Science In Sports & Exercise: Volume 40, Issue 2*, pp: 258-263.

Marques, M.,A.,C., (2010), “Strength In Power Events: Theory And Practice”, *Journal Of Human Sport & Exercise*, Vol V, No II, Sf: 214-225.

Mcbride J. M., Davie, A., Newton R.U. (1999), A Comparison of Strength and Power Characteristics Between Power Lifters, Olympic Lifters, and Sprinters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(1), 58–66.

Moore, D.R., Burgomaster, K.A., Schofield, L.M., Gibala, M. J., Sale, D.G., Phillips, S.M., (2004), Neuromuscular Adaptation In Human Muscle Following Low Intensity Resistance Training With Vascular Occlusion, *Eur. J. Appl. Physiol*, 92: 399-406.

Morita, T. Fukuda, T., Kikuchi, H., Ikeda, K., Yumoto, M., Sato, Y. (2010) Effects of blood flow restriction on cerebral resources ;6: 9-12.

Nakajima, T., Kurano, M., Iida, H., Takano, H., Oonuma, H., Morita, T., Meguro, K., Sato, Y., Nagata, T., And Kaatsu Training Group, (2006), Use And Safety Of Kaatsu Training: Results Of A National Survey, *Int. J. Kaatsu Training Res.*; Vol:2: 5-13.

Narici, M.V., Hoppeler, H., Kayser, B., (1996), Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during 6 months strength training. *Acta. Physiol. Scand.* 157: 175-86.

Ozaki, H., Brechue, W.F., Sakamaki, M., Yasuda, T., Nishikawa, M., Aoki, N., Ogita, F., Abe, T. (2010). Metabolic and cardiovascular responses to upright cycle exercise with leg blood flow reduction, *Journal of Sports Science and Medicine* 9,224-230.

Ratzin, J.C.G., Dickinson, A.L., Ringel, S.P., (1990), Skeletal muscle fiber area alterations in two opposing modes of resistance exercise training in the same individual. *Eur J Appl Physiol* 61: 37-41.

Reeves, G.V., Kraemer, R.R., Hollander, D.B., Clavier, J., Thomas, C., Francois, M., Castracane, V.D., (2006), Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. *J Appl Physiol*, 101: 1616–1622.

Rhea, M., R., (2003), A Meta-Analysis To Determine The Dose Response For Strength Development. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, American College Of Sports Medicine, 456-458.

Roman, W.J., Fleckenstein, J., Stray-Gundersen, J., (1993), Adaptations in the elbow flexors of elderly males after heavy-resistance training. *J Appl Physiol*, 1993; 74 (2): 750-4.

Rooney, K.J., Herbert, R.D., (1994), Balnave RJ. Fatigue contributes to the strength training stimulus. *Med Sci Sports Exerc*, 26: 1160–1164.

Sale, D.G., (1992) Neural adaptation to strength training. In: Komi PV, editor. *Strength and power in sport*. London: Blackwell Scientific, 249-65.

Sata,S. (2005), Kaatsu training for patella tendinitis patient. *Int. J. Kaatsu Training Res.1*: 29-32.

Sato, Y., (2005), The History And Future Of Kaatsu Training. *Int. J. Kaatsu Training Res.1*: 1-5.

- Sato, Y., Yoshitami A., Abe, T. (2005), Acute growth hormone response to low-intensity Kaatsu resistance exercise: Comparison between arm and leg. *Int. J. Kaatsu Training Res.* **1**: 45-50.
- Schott, J., McCilly, K., Rutherford, O.M. (1995), The role of metabolites in strength training. II. Short versus long isometric contractions. *Eur J Appl Physiol*, **71**: 337–341.
- Staron, R.S., Karapondo, D.L., Kraemer, W.J., (1994), Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. *J. Appl Physiol*, **76** (3): 1247-55.
- Staron, R.S., Leonardi, M.J., Karapondo, D.L., (1991), Strength and skeletal muscle adaptations in heavy-resistance-trained women after detraining and retraining. *J Appl Physiol*, **70** (2): 631-40.
- Staron, R.S., Malicky, E.S., Leonardi, M.J., (1990), Muscle hypertrophy and fast fiber type conversions in heavy resistance-trained women. *Eur J Appl Physiol*, **60**: 71-9.
- Staron, R.S., (1997), The classification of human skeletal muscle fiber types. *J Strength Cond Res*, **11** (2): 67.
- Stone, M.H., O'Bryant, H., (1987), *Weight training: a scientific approach*. Minneapolis (MN): Bellwether, Press/Burgess International Group.
- Summer, B., Cook, Brian, C. C., Lori, L. P. (2007), Effects of Exercise Load and Blood-Flow Restriction on Skeletal Muscle Function, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 0195-9131/07/3910-1708.
- Takarada, Y., Nakamura, Y., Aruga, S., Onda, T., Miyazaki, S., Ishii, N., (2000a), Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *J Appl Physiol* **88**: 61–65.
- Takarada, Y., Takazawa, H., Ishii, N., (2000c), Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **32**: 2035–2039.
- Takarada, Y., Takazawa, H., Sato, Y., Takebayashi, S., Tanaka, Y., Ishii, N., (2000b), Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J. Appl. Physiol.*, **88**: 2097–2106.

- Takarada, Y., Tsuruta, T., Ishii, N., (2004), Cooperative effects of exercise and occlusive stimuli on muscular function in low-intensity resistance exercise with moderate vascular occlusion. *Jpn. J. Physiol.*, 54: 585–592
- Takarada, Y., Takazawa, H., Sato, Y., Takebayashi, S., Tanaka Y., and Ishii, N. (2000). Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J. Appl. Physiol.*, 88: 2097–2106.
- Takarada, Y, Ishii, N., (2002) Effects of lowintensity resistance exercise with short interser rest period on muscular function in middle-aged women. *J Strength Cond Res.* 16: 123–128.
- Takarada, Y., Sato, Y., Ishii, N., (2002). Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes, *European Journal of Applied Physiology*, 86: 308–314.
- Tanimoto, M., Madarame, H., Ishii N., (2005). Muscle oxygenation and plasma growth hormone concentration during and after resistance exercise: Comparison between “KAATSU” and other types of regimen. *Int. J. KAATSU Training Res.* 1: 51-56.
- Teramoto, M., Golding, L. A., (2006). Low-Intensity Exercise, Vascular Occlusion, And Muscular Adaptations, *Research in Sports Medicine*, 14: 259–271.
- Vøllestad, N.K., Blom, P.C., (1985), Effect of varying exercise intensity on glycogen depletion in human muscle fibres. *Acta Physiol. Scand.* 125: 395–405.
- Walker, B., (2004), "The FITT Principle in relation to injury prevention", Brian Mackenzie's Successful Coaching (ISSN 1745-7513), Issue 15
- Wernbom, M., Augustsson, J., Raastad T., (2008), Ischemic Strength Training: A Low-Load Alternative To Heavy Resistance Exercise?, *Scandinavia Journal Of Medicine And Science In Sports*, Vol:18, 401–416.
- Yasuda, T. Brechue, F. T. , Fujita, T. Shirakawa, J., Sato, Y., Abe, T. (2009) Muscle activation during low-intensity muscle contractions with restricted blood flow. *Journal of Sports Sciences*, March ; 27(5): 479–489.

Yasuda, T., Abe, T., Sato, Y., Midorikawa, T., Kearns C. F., Inoue, K., Ryushi, T., Ishii N. (2005). Muscle fiber cross-sectional area is increased after two weeks of twice daily Kaatsu-resistance training, *Int. J. Kaatsu Training Res.* ; **1**: 65-70

Yasuda, T., Fujita, S., Ogasawara, R., Sato, Y., Abe, T. (2010) Effects of low-intensity bench press training with restricted arm muscle blood flow on chest muscle hypertrophy: a pilot study. *Clin Physiol Funct Imaging* 30, pp 338–343.

Yasuda, T., Fujita, T., Miyagi, Y., Kubota, Y., Sato, Y., Nakajima, T., Bembem, M.G., Abe, T., (2006), Electromyographic (EMG) responses of arm and chest muscle during bench press exercise with and without Kaatsu. *Int. J. Kaatsu Training Res.*; **2**: 15-18.

ÖZGEÇMİŞ

1. Bireysel Bilgiler

- **Adı Soyadı** : GÖKALP GÜREL
- **Doğum Yeri ve Tarihi** : SAKARYA, 17.07.1969
- **Uyruğu** : T.C.
- **Medeni Durumu** : EVLİ
- **Çalıştığı Kurum** :Kocaeli Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu.
- **İletişim Adresi** :Kocaeli Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Umuttepe-İzmit.

2. Eğitimi

- **Doktora** : Kocaeli Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor A.D. Spor Bilimleri Doktora Programı (2006 –).
- **Yüksek Lisans** : Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor A.D. Spor Bilimleri Yüksek Lisans Programı (1995-1998).
- **Lisans** : Cumhuriyet Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümü (1990-1994).
- **Lise** : Sivas Lisesi
- **Yabancı Dil** : İngilizce

3. Ünvanları

- Okutman (1995-2002).
- Öğretim Görevlisi (2002 -).

4. Meslek Deneyimi

- Sivas DSİ Basketbol Takımı Oyuncusu (Yıldız - Genç).
- C Kademesi Basketbol Antrenörlüğü.
- Adnan Menderes Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Öğretim Elemanlığı (1995-2002).

- Kocaeli Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Öğretim Elemanı (2002 -).

5. Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar

- Spor Bilimleri Derneği

6. Bilimsel Etkinlikler

- **Yüksek Lisans Tezi Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Haziran, 1998, Sivas.** Spor Yapanlarda Eritrosit Osmotik Frajiletisinin, Eritrosit, Hemoglobin Ve Hematokrit Değerlerinin Araştırılması”
- **VI. Spor Bilimleri Kongresi 3-5 Kasım 2000, Ankara, Türkiye.**“Submaksimal egzersiz öncesi ve sonrasında osmotik frajilite ve bazı hematolojik değerlerin değişimi”. **Gürel, G.,** Karul, A. B., Güreş, A., Altınışik M.
- **Gürel, G.,** Karul, A. B., Güreş, A., Altınışik M., Profesyonel Olmayan Genç Sporcularda Eritrosit Osmotik Frajilite Değişiklikleri. **Spor Hekimliği Dergisi, 36/1 S:17 Mart 2001.**
- **II. Ulusal Klinik Biyokimya Kongresi, Ekim 2001, Kuşadası, Aydın.**“Amatör Atletlerde Submaksimal Egzersiz Eritrosit Osmotik Frajilitesini Ve Serum MDA Düzeyini Nasıl Etkiliyor.” Karul, A. B., Kozacı, D., **Gürel, G.,** Güreş, A.
- **II. Ulusal Klinik Biyokimya Kongresi, Ekim 2001, Kuşadası, Aydın.**“Amatör Atletlerde Submaksimal Egzersizin Kan Biyokimyasına Etkisi.” Karul, A. B., Kozacı, D., **Gürel, G.,** Güreş, A.
- Güreş, A., Karul, A. B., Kozacı, D., **Gürel, G.,** Güreş, Ş., Mesefe Koşucularında Submaksimal Egzersizin Kan Biyokimyasına Etkisi. **Spor Hekimliği Dergisi, 44/3 s:113 Eylül 2009.**
- Güreş, A., Şaheser, A., Özdemir, N., Karul, A. B., Kozacı, D., Altun, Ç., **Gürel, G.,** Submaksimal Egzersiz Mesefe Koşucularında Eritrosit Osmotik Frajilitesi ve Serum MDA Düzeylerini Etkiliyor Mu? **Spor Hekimliği Dergisi, 44/4 s:113 Aralık 2009.**
- **Kocaeli Üniversitesi I. Uluslararası Eskrim ve Bilim Sempozyumu, Ocak – 2010, Kocaeli Üniversitesi 2010, Kocaeli.** Kocaeli Yaz Kampına Katılan Eskrim Sporcularının Bazı Fiziksel ve Motorsal Özelliklerinin Değerlendirilmesi", Taşkiran, A., Sağiroğlu, İ., Demirci, D., **Gürel, G.,** Taşkiran, Y., 1. Ulusal Eskrim Ve Bilim Sempozyumu Kitapçığı,