



T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

**AKUT KAN AKIMI KISITLAMA
ANTRENMANLARININ GÜÇ ÇIKTISI VE
AĞIRLIK HIZI ÜZERİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

DEMET ÖCALAN GÜRSES

DANIŞMAN

DOÇ. DR. ALİ ERDEM CİĞERCİ

KASTAMONU 2023

**T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
HAREKET VE ANTRENMAN BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**AKUT KAN AKIMI KISITLAMA ANTRENMANLARININ GÜÇ
ÇIKTISI VE AĞIRLIK HIZI ÜZERİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

Demet ÖCALAN GÜRSES

**Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

Doç. Dr. Ali Erdem CİĞERCİ

KASTAMONU - 2023

TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.

Demet ÖCALAN GÜRSES

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AKUT KAN AKIMI KISITLAMA ANTRENMANLARININ GÜÇ ÇIKTISI VE AĞIRLIK HIZI ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Demet ÖCALAN GÜRSES

Kastamonu Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Hareket ve Antrenman Bilimleri Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ali Erdem CİĞERCİ

Bu tezin amacı ağırlık ile uygulanan kan akımı kısıtlama antrenmanı yönteminin klasik ağırlık çalışmasına göre kas-sinir aktivite pozitif ve negatif ivme ve güç çıktısı üzerine etkisi değerlendirmek olmuştur. Çalışma 8'i erkek yaş=21,38±1,51 yıl; boy=173,75±7.57 cm; vücut ağırlığı=74,99±9,59 kg; vücut yağ yüzdesi = % 12,94 ± 3,46; 9'u kadın (yaş=22,33±1,41 yıl; boy=163,00±5,85 cm; vücut yağ yüzdesi=% 21,50 ± 3,82) katılımcı ile tamamlamıştır. Tekrarlı ölçümlerin değerlendirilmesin zaman, grup ve zaman×grup etkileşimleri tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi (ANOVA) ile hesaplanmıştır. Tüm hesaplamalarda anlamlılık düzeyi 0,05 olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgular üst ve alt ekstremitelerde sırasıyla ekstansiyon; F=117,539, p=,000, η²:,887 ve , fleksiyon F=105,496, p=,000; ekstansiyon F=73,672 , p=,000 , η²:,831, fleksiyon F=162,108, p=,000 , η²:,915 büyük etki gücü ile HİP lehine istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur. İvme sonuçları incelendiğinde skuat hareketinde ekstansiyon evresinde HİP antrenmanı lehine F=5,794 , p=,029 , η²:,279, fleksiyon evresinde ise KAK antrenmanı lehine F=8,975 , p=,009 , η²:,211 büyük etki gücü farklılıklar bulunmuştur. Bench press hareketinde ivme sonuçlarında ise ekstansiyon evresinde antrenman yöntemi bakımından farklılık tespit edilememiştir (F=2,540 , p=,132 , η²:,145, fleksiyon evresinde ise KAK antrenmanı lehine F=10,777 , p=,005 , η²:,418 istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Sonuç olarak KAK antrenmanı klasik hipertrofi antrenmanına göre akut egzersiz sırasında güç bakımından avantajlı olmadığı buna karşın skuat ve bench press hareketlerinin fleksiyon evresinde hız bakımından avantaja sahip olduğu ortaya çıkmıştır. KAK antrenmanın spora özgü antrenmanlarda kullanılması mekanik stres bakımından etkili olmayabilir.

Anahtar kelimeler: Kan akımı kısıtlama, Ağırlık Antrenmanı, Hipertrofi

2023, 50 sayfa

Bilim Kodu: 130101

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ACUTE BLOOD FLOW RESTRICTION TRAININGS ON POWER OUTPUT AND WEIGHT SPEED

Demet ÖCALAN GÜRSES

Kastamonu University

Institute of HealtySciences

Movement and Training Sciences Department

Supervisor: Doç. Dr. Ali Erdem CİĞERCİ

The aim of this thesis was to evaluate the effect of blood flow restriction training method applied with weight on muscle-nerve activity positive and negative acceleration and power output compared to classical weight training. As a result of the study, 8 men age=21.38±1.51 years; height=173.75±7.57 cm; body weight=74.99±9.59 kg; body fat percentage = 12.94 ± 3.46%; Systole=12.13±1.25, diastole=6.75±0.89), 9 female (age=22.33±1.41 years; height=163.00±5.85 cm; body fat percent=21.50 ± 3.82%; systole=11.22±0.97, diastole=6.67±0.50) participants completed. In the evaluation of repeated measures, time, group and time×group interactions were calculated by two-way analysis of variance (ANOVA) for repeated measures. The significance level was determined as 0.05 in all calculations. Obtained findings were extension of upper and lower extremities, respectively; F=117.539, p=.000, η^2 :.887 and , flexion F=105.496, p=.000; extension F=73,672 , p =.000 , η^2 :.831, flexion F=162.108, p =.000 , η^2 :.915 with great effect power, statistically difference was found in favor of HIP. time × group interaction was statistically significant in favor of males in all sets (p<0.05). When the acceleration results were examined, it was found that F=5.794 , p =.029 , η^2 :.279 in favor of HIP training in the extension phase in the squat movement, and F=8.975 , p =.009 , η^2 :.211 in favor of the KAK training in the flexion phase. In the acceleration results of the bench press movement, there was no difference in terms of the training method in the extension phase (F=2,540 , p =,132 , η^2 :.145, in the flexion phase F=10.777 , p =,005 , η^2 :.418 in favor of KAK training, statistically. As a result, it was found that KAK training was not advantageous in terms of strength during acute exercise compared to classical hypertrophy training, whereas squat and bench press movements had an advantage in terms of speed in the flexion phase. The use of KAK training in sport-specific training may not be effective in terms of mechanical stress.

Keywords: Blood flow restriction, Weight training, Hypertrophy

2023, 50 pages

Science Code: 130101

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimin süresince benden desteğini esirgemeyen bilgi birikimi, alandaki engin tecrübeleriyle bana ışık tutan değerli danışmanım Doç. Dr. Ali Erdem CİĞERCİ'ye,

Her zaman desteğini yanımda hissettiğim araştırma şevkimi artıran değerli eşim Doç. Dr. Veli Volkan Gürses'e,

Çalışma süresince katkı veren başta Devran Güneş'e ve bilime katkı ışığında destek veren tüm katılımcılara,

Yaşamımın her anında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve bugünlere gelmemde büyük emekleri olan Öcalan ailesine,

Çalışma süresince gösterdikleri ilgi ve güler yüzlü Kastamonu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü personeline,

En değerli varlıklarım canım kızım Zeynep Ada Gürses ve Alp Gürses'e gösterdikleri sabırdan dolayı,

Teşekkürlerimi sunarım...

Demet ÖCALAN GÜRSES
Kastamonu, Nisan, 2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TAAHHÜTNAME	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi	3
1.2. Araştırmanın Hipotezleri	4
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1. Kuvvet Antrenmanı.....	6
2.2. Kuvvet Antrenmanı Faydaları.....	8
2.3. Kuvvet Antrenmanı İlkeleri	10
2.4. Kuvvet Antrenman Yöntemleri.....	11
2.5. Ağırlık Antrenmanı	15
2.5.1. Hipertrofi	17
2.5.2. Hipertrofi Antrenmanı	19
2.6. Güç.....	20
2.6.1. Güç Antrenmanı.....	20
2.7. Kan Akımı Kısıtlama Antrenmanı	21
2.7.1. Kan Akımı Kısıtlama Antrenman Tekniği.....	23
2.7.2. Kan Akışı Kısıtlama Antrenmanı Uygulanışı.....	24
2.7.3. Kan Akımı Kısıtlama Antrenmanının Fizyolojik Mekanizması.....	25
2.8. İlgili Araştırmalar.....	27
3. MATERYAL VE METOT	29
3.1. Araştırma Deseni	29
3.2. Katılımcılar	30

3.3. Fiziksel Ölçümler ve Testler	31
3.3.1. Yaş	31
3.3.2. Boy Uzunluğu, Vücut Ağırlığı ve Yağ Yüzdesi Ölçümü	31
3.3.3. Kan Basıncı Ölçümleri.....	31
3.3.4. AOB Basıncının Belirlenmesi	31
3.3.5. Kalp Atım Hızının Ölçülmesi	32
3.3.6. Bir Maksimum Tekrarın (1 TM) Belirlenmesi	32
3.3.7. Alıştırma Oturumları.....	33
3.3.8. İvmenin Ölçülmesi.....	33
3.3.9. Videoların Kaydedilmesi	34
3.4. İstatistiksel Analiz.....	35
4. BULGULAR	36
5. TARTIŞMA	48
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR	52

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

cm	Santimetre
dk	Dakika
kg	Kilogram
mm	Milimetre
Sn	Saniye
KAK	Kan Akımı Kısıtlama Antrenmanı
HİP	Hipertrofi Antrenmanı
ACSM	Amerikan Spor Tıbbı Birliği
1 TM	Bir maksimum tekrar
AOB	Arterial Oklüzyon Basıncı
mmHg	Milimetre Civa
KAH	Kalp Atım Hızı
Din	Dinlenik
Min	Minumum
Max	Maksimum

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1. Katılımcıların Demografik Verileri	36
Tablo 2. Katılımcıların ilk ölçüm performans ve antrenman şiddeti değerleri	37
Tablo 3. Katılımcıların ilk ölçüm günü performans ve antrenman şiddeti değerleri .	37
Tablo 4. Katılımcıların Skuat ivme sonuçları	39
Tablo 5. Katılımcıların Skuat güç sonuçları	40
Tablo 6. Katılımcıların Skuat güç sonuçları	41
Tablo 7. Katılımcıların Skuat güç sonuçları	43
Tablo 8. Katılımcıların Skuat set ortalama ivme sonuçları.....	44
Tablo 9. Katılımcıların Bench Press set ortalama ivme sonuçları	45
Tablo 10. Katılımcıların Skuat set ortalama güç sonuçları	45
Tablo 11. Katılımcıların Bench Press set ortalama güç sonuçları	46

1. GİRİŞ

Kan akışı kısıtlama antrenmanı (KAK), düşük yük (hatta vücut ağırlığını) kullanarak kas, güç ve kardiyovasküler sağlığı hızla geliştirmek için 1960'lardan beri kullanılan özel bir tekniktir (Sato, 2005). Literatürde kas büyüklüğünü ve gücünü arttırmada, kardiyovasküler sağlığı iyileştirmede ve yaralanma riskini azaltmada etkili olduğu gösterilmiştir (Silva vd., 2019). Geleneksel kuvvet antrenmanı yöntemleri aksine aktivite sırasında bir turnike yardımıyla kanın uzuv akışını kısıtlamayı temel alan bir egzersiz türüdür. Kan akışı kısıtlama antrenmanının ardındaki temel dayanak, turnike tarafından oluşturulan kan akışı kısıtlama sonucu egzersiz yapan kas hücrelerinde gerçekleşen bir dizi faydalı metabolik faaliyetler artışı sonucu yapılan iş miktarının arttırmasıdır. Kan akışı kısıtlama antrenmanın ön plana çıkan en önemli etkisi geleneksel ağırlık antrenman yöntemlere kıyasla kas büyüklüğünü ve kütlesini arttırmak için yaklaşık % 50 daha az yükte çalışmaktır (Wortman vd., 2021). Bu durum antrenör ve sporculara yorucu antrenman süreçlerinde daha az yaralanma riski ile ağırlık çalışmasını imkânı sunmaktadır. Ayrıca ayrıntılı şekilde bu yöntem üzerinde yapılan araştırmalar klasik yöntem kadar fiziksel ve fizyolojik adaptasyonu mümkün hale getirmektedir (Miller, 2021).

Yüksek yükler ile yapılan ağırlık antrenmanları kas güç ve hipertrofide (kas büyümesi) artışa neden olur (Loenneke ve Pujol, 2009). Amerikan Spor Tıbbi Birliği (ACSM) hipertrofi antrenmanlarının %70-85 şiddetinde yapılmasını önermiştir (ACSM, 2009). Bu şiddet aralığındaki yükler ile çalışmak kas hipertrofisi ve kas gücü gelişiminde morfolojik ve nörolojik süreçleri uyardığından spor insanları tarafından yaygın şekilde tercih edilmektedir. Daha ağır yükler ile çalışmanın ortaya çıkardığı bazı negatif sonuçlar nedeniyle KAK antrenmanları alternatif ağırlık yöntem olarak spor çevreleri tarafından tercih görmektedir. Çalışmalar düşük yük ile uygulanan KAK egzersizinin kas boyutunu ve fonksiyonunu etkili bir şekilde iyileştirdiği göstermiştir (Huges vd., 2017). Bu sonuçlara göre yüksek yoğunluklu ağırlık antrenmanına potansiyel olarak hazır olmayan ve yüksek mekanik yüke tolerans gösteremeyen bireyler için (örneğin, kas-iskelet sistemi sınırlamaları olan hastalar) uygulanabilir bir alternatifi olduğu kabul görmüştür (Mattar vd., 2014). Bununla birlikte, düşük yüklü direnç egzersizi ve

kan akışı kısıtlamasının kombinasyonunun kasın metabolik stresinde artışa yol açtığı, bunun da kas büyümesini ve morfolojik adaptasyonunu teşvik ettiği düşünülmektedir (Loenneke vd., 2012).

Kan akışı kısıtlama antrenmanının nasıl çalıştığına dair birkaç farklı teori vardır. KAK mekanizmasının açıklanmasında ortaya atılan teorilerden içerisinde en olası açıklama, KAK ile kısıtlanan kan akımı sonucunda kas dokusu gerilme reseptörlerinin daha fazla aktive olmasıdır (Loenneke vd., 2012). Bu reseptörler uyarıldığında beyne büyüme hormonu ve diğer anabolik hormonların salınımına neden olan bir dizi süreci tetikler ve sonucunda kas gücünü ve kütlesini gelişim süreçleri başlar. Ayrıca, egzersiz sırasında artan oksijen ihtiyacına karşın çalışan kaslara gelen kandaki oksijen eksikliği, kas büyümesinde rol oynadığı düşünülen anabolik hormonları tetikleyen metabolitlerin üretilmesine neden olması diğer bir olasılıktır.

Günümüzde giderek artan sayıda çalışma kan akımı kısıtlama antrenmanlarının etkili olduğunu destekler nitelikte kanıtlar ortaya koymaktadır (Wortman vd., 2021). Örneğin, Mattar ve arkadaşları (2014), KAK antrenmanının bir grup sağlıklı genç yetişkinde kas boyutunu ve fonksiyonunu arttırmada etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer şekilde, Tennent ve arkadaşları (2017), KAK antrenmanının diz osteoartritli bir grup bireyde kas fonksiyonunu iyileştirdiğini göstermişlerdir. Buna karşın günümüzde halen kan akımı kısıtlama antrenmanlarının nasıl yüksek ağırlıklı geleneksel ağırlık antrenmanları kadar yararlı olduğunu ortaya koyan net etkiler ürettiği fizyolojik mekanizmalar bakımında tam olarak anlaşılammıştır. Ağırlık antrenmanlarının morfolojik ve nörolojik mekanizmaları ile gerçekten uzun geçmişine rağmen, kan akımı kısıtlama antrenmanlarının işlevsel mekanizmaları hala net değildir.

Genel kabul gören endokrinolojik teorinin aksine, bazı çalışmalar (Silva vd., 2019) çalışan kaslara kan akışının kısıtlanması ile birlikte ortaya çıkan bir tür iskemik ortamın daha yüksek oranda kas fibrillerinin harekete katılmasına yol açtığı şeklinde bulgular ortaya koymuştur (Miller vd., 2021). Yüksek sayıdaki lif katılımı kas büyüklüğü ve gücünde daha fazla antrenman kazanımını ortaya çıkarabilir. Hareket eden kaslarda lif katılımı elbette sinir sistemi kontrolündedir. Buna göre ilk ortaya

koyulan teorinin aksine sinir-kas iletişimindeki tetiklenen süreçler kan akımı kısıtlama antrenmanlarındaki gelişmenin nedeni olabilir. Ancak spor bilimleri açısından nörolojik çalışmanın zorluğu ve bu alandaki zorluklar konunun derinlemesine anlaşılmasını zorlaştırmaktadır. Genellikle bu tip hipotezleri sınamak EMG (elektromyografi) veya EMS (elektromyostimülasyon) temelli sına yollarına başvurmayı gerektirmektedir. Bu tarz araştırmaların uzun zaman, pahalı ekipman ve kalifiye eleman ihtiyacı nedeniyle kan akımı kısıtlamayı açıklayan bu teori üzerinde yeterince çalışma yapılamamıştır. Buna karşın sinir-kas işlevselliğini antrenman bilimlerinde değerlendirme antrenör ve sporcular için dolaylı değerlendirmeler ile bilgiler bulunabilir. Bu bağlamda bu tezin amacı kan akımı kısıtlama antrenmanı yönteminin klasik ağırlık çalışmasına göre kas-sinir aktivite göstergesi olan pozitif ve negatif ivme ve güç çıktısı üzerine etkisi değerlendirmek olmuştur.

1.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Kuvvet antrenmanları sporcular ve fiziksel olarak aktif insanlar için yaygın tercih edilen bir egzersiz şeklidir (ACSM, 2013). Son yıllarda, kuvvet egzersizleri ile ilgili spor bilimi araştırmaları direnç egzersizlerinde ek ekipmanlarının veya cihazlarının kullanımına odaklanmıştır. Dolayısıyla farklı yöntemlerin performansı açısından antrenman adaptasyonlarını artırabileceğini göstermiştir. Kan akımı kısıtlama (KAK) ile uygulanan direnç egzersizi hem aktif kişilerde hem de yarışmacı sporcularda, kas hipertrofisini mekanik yük bakımından az riskle uyarmaya ve az yaralanma riski ile kas gücünü arttırmak için çalışmalarda kullanılmıştır (Miller vd., 2021).

Direnç egzersizi sırasında KAK kullanımına çok dikkat edilmesine rağmen, literatürde farklı KAK uygulamaları mevcuttur. Genellikle odak noktasının kronik adaptif değişiklikler olmuştur. Ancak antrenör ve sporcuların egzersiz tercihlerinde akut yanıtlarda önemlidir. Bunun nedeni literatürde çalışmalarda uygulanan protokoller geniş bir yelpazededir. Özellikle şiddet, tekrar, uygulanan basınç ve vücut bölgesi hakkında sonuçlar kafa karıştırmaktadır. Bu bağlamda az sayıda çalışma, KAK koşulları (Hughes vd., 2017) altında yüksek yüklü direnç eğitiminin etkilerini karşılaştırmıştır ve dahası, çok az sayıda çalışma hem farklı KAK protokollerini, KAK enerji üretimi üzerindeki etkilerini incelememiştir. Ayrıca spor performansının en önemli çıktılarından olan güç çıktısı, kaldırış hızı gibi değişkenleri farklı

protokollerdeki göz önüne alındığında, araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Kim vd., 2015). Özellikle üst ekstremite ve alt ekstremite kuvvet hareketlerinde rekreasyonel ve profesyonel sporlarda vücut kas gücünü ve güç çıkışını iyileştirmek için bilimsel araştırmalarda kullanılan en yaygın egzersizler değerlendirilmelidir (Balsalobre vd., 2018). KAK genellikle alt ve üst ekstremitelerin gücünü geliştirmek için oldukça etkili bir egzersiz olarak kabul edilmesine rağmen (Worthman vd., 2021), önceki alışmalar KAK' nin bu egzersiz sırasında güç çıkışı ve çubuk hızı değişiklikleri üzerindeki akut etkisini belirlemedi. Bu nedenle, KAK antrenmanlarının kısa vadeli güç üretim kapasitesi üzerindeki etkinliği birçok uygulayıcı için ilgi çekmektedir.

KAK' ın alt ve üst ekstremitelerin gücünü ve kuvvetini geliştirmenin bir aracı olarak yaygın kullanımı göz önüne alındığında, KAK ile uygulanan Leg press ve Bench press kuvvet egzersiz sırasında güç çıkışını ve bar hızını etkileyip etkilemediğini araştırmak ilginç olacaktır. Önceki alışmalar, genellikle manşet basıncının KAK egzersizin akut verimliliğini belirlemede önemli bir faktör olabileceğini gösterdiğinden, bu değişkene özel önem verilmiştir (Kim vd., 2015). Kuvvet egzersizleri sırasında farklı manşet basıncında kısa süreli KAK'nin güç çıkışı ve bar hızı değişimleri üzerindeki akut etkilerine ilişkin bilimsel verilerin az bulunması nedeniyle, bu tezin amacı, KAK ile KAK'nin güç çıkışı ve çubuk hızı değişimleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek olacaktır. KAK antrenmanının fizyolojik ve mekanik gerilimi cevapları ortaya çıkaracağından egzersizinde güç çıkışını ve çubuk hızını artıracaağını varsayılmıştır.

1.2. Araştırmanın Hipotezleri

Kan akımı kısıtlama antrenmanın kas gücü ve ağırlık kaldırma hızı üzerindeki etkisini belirlemek için araştırmanın hipotezleri aşağıdaki gibi kurulmuştur.

H0: Akut olarak uygulanan kan akımı kısıtlama antrenmanı ile klasik ağırlık antrenmanı kas gücü ve hareket hızı çıktıları açısından farklı değildir.

H1: Akut olarak uygulanan kan akımı kısıtlama antrenmanı ile klasik ağırlık antrenmanı kas gücü ve hareket hızı çıktıları açısından farklıdır.

Alt hipotez 1: KAK antrenmanın bench press egzersizi sırasında pozitif ve negatif yönde ki güç çıktıları üzerine etkisi var mıdır?

Alt hipotez 2: KAK antrenmanın bench press egzersizi sırasında pozitif ve negatif yönde ki ivme değerleri üzerine etkisi var mıdır?

Alt hipotez 3: KAK antrenmanın skuat egzersizi sırasında pozitif ve negatif yönde ki güç çıktıları üzerine etkisi var mıdır?

Alt hipotez 4: KAK antrenmanın skuat egzersizi sırasında pozitif ve negatif yönde ki ivme değerleri üzerine etkisi var mıdır?



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kuvvet Antrenmanı

Kuvvet antrenmanı, kasları inşa etmek ve güçlendirmek için direnç kullanmayı içeren bir tür fiziksel egzersizdir (ACSM, 2009). Bu tür bir antrenman ağırlık makineleri, serbest ağırlıklar ve hatta sadece vücut ağırlığı egzersizleri kullanılarak yapılabilir. Kuvvet antrenmanı, spor ve egzersiz biliminin çok önemli bir bileşenidir ve vücutta çeşitli fizyolojik tepkiler ortaya çıkarır. Genel olarak, kuvvet antrenmanı vücutta çeşitli fizyolojik tepkiler ortaya çıkarır, bunların hepsi sporcular ve genel sağlık ve zindeliklerini geliştirmek isteyen bireyler için gereklidir. Kuvvet antrenmanının faydaları, artan kas kütlesi, gelişmiş kemik yoğunluğu ve yaralanma riskinde azalma dahil olmak üzere sayısızdır. Ek olarak, kuvvet antrenmanı genel fiziksel performansı iyileştirmeye yardımcı olabilir ve bu da onu herhangi bir fitness rutininin önemli bir bileşeni olarak kabul görmektedir. Ağırlık kaldırıldığında veya dirence karşı yapılan antrenmanı egzersizleri uygulandığında, kaslar stres altına kalır ve bir dizi fizyolojik adaptif tepkiyi tetikler.

Kuvvet antrenmanına verilen en önemli fizyolojik tepkilerden biri, kas lifi büyüklüğünde ve gücünde bir artıştır (Drinkwater vd., 2007). Bunun nedeni, ağırlık kaldırmanın kas liflerinde küçük yırtılmalara neden olması, daha sonra onarılması ve daha güçlü ve daha sağlam hale gelmesidir. Kas lifi büyüklüğü ve gücündeki bu artış, hareketlerinde daha fazla güç ve güç üretmesi gereken sporcular için gereklidir. Kuvvet antrenmanı ayrıca stres kırıkları gibi yaralanmaları önlemek için çok önemli olan kemik yoğunluğunda bir artışa yol açar. Ağırlık kaldırdığımızda, vücudumuzdaki kemikler stres altına girer ve bu da yeni kemik dokusunun büyümesini tetikler. Zamanla, bu kemik yoğunluğunun artmasına ve yaralanma riskinin azalmasına neden olur.

Kuvvet antrenmanı vücutta çok çeşitli fizyolojik tepkiler ortaya çıkarır. Kuvvet antrenmanına verilen birincil fizyolojik tepkilerden biri, kas büyüklüğü ve gücündeki artıştır. Bunun nedeni, kuvvet antrenmanının kas liflerinde mikro travmaya neden olması ve daha sonra hasarlı kas dokusunun yeniden inşa edilmesine ve onarılmasına

yardımcı olan uydu hücrelerinin aktivasyonuna yol açmasıdır (Krammer ve Ratamess, 2004). Özellikle, testosteron ve büyüme hormonunda bir artış gibi hormon seviyelerinde değişikliklere yol açabilir, bu da kas büyümesini ve iyileşmesini daha da artırabilir (Stone ve Sands, 2007). Kas lifi büyüklüğü ve gücündeki bu artış, hareketlerinde daha fazla güç ve güç üretmesi gereken sporcular için gereklidir.

İkincil tepki ise kuvvet antrenmanının kemik yüzeyinde stres kırıkları yaralanmalarına neden olması ve bunun önlenmesi için kemik yoğunluğunda bir artışa yol açmasıdır. Ağırlık kaldırma işlemi ayrıca kemik yoğunluğunu artırmaya ve yaralanma riskini azaltmaya yardımcı olur. Özellikle ağırlık kaldırıldığında, vücudumuzdaki kemikler stres altına girer ve bu da yeni kemik dokusunun büyümesini tetikler böylece zamanla, bu kemik yoğunluğunun artmasına ve yaralanma riskinin azalmasına neden olur. Kemik yoğunluğunu artışı aynı zamanda eklem sağlığını iyileştirdiği gösterilmiştir (ACSM, 2013).

Kuvvet antrenmanına verilen bir diğer fizyolojik yanıt ise nöromüsküler fonksiyonda da iyileşmedir. Ek olarak, kuvvet antrenmanı, kaslar ve sinirler arasındaki bağlantıyı artırarak nöromüsküler fonksiyonu geliştirir. Bu, sinir sistemi ve kaslar arasındaki bağlantıyı ifade eder ve güç ve güç üretme yeteneğinde hayati bir rol oynar. Ağırlık antrenmanı sinir sistemini daha fazla kas lifi uyarmak zorunda bırakır, böylece kinetik zincir daha fazla güç üretir bu da atletik performansta iyileşmelere dönüşebilir. Ayrıca, kuvvet antrenmanı nöromüsküler fonksiyon üzerinde iyileşmelere yol açabilir. Bu, sinir sistemi ve kaslar arasındaki bağlantıyı ifade eder. Güç ve güç üretme yeteneğinde hayati bir rol oynar. Ağırlık antrenmanları, sinir sistemi daha fazla kas lifi kullanmak ve daha fazla güç üretmek için kullanılır, böylece yüksek güç çıktısı atletik performansta iyileşmelere dönüşebilir (Fleck ve Kraemer, 2014).

Kuvvet antrenmanın tüm fizyolojik tepkileri sonucunda metabolik hız artar. Ağırlık antrenmanları, kaslarımız egzersizi yapmak için daha fazla enerjiye ihtiyaç duyar, bu da vücudun dinlenirken bile daha fazla kalori yaktığı anlamına gelir. Metabolik hızdaki bu artış, kilo vermek veya vücut kompozisyonunu geliştirmek isteyen bireyler için özellikle faydalı olabilir. Kuvvet antrenmanı, kas ve yağ dokusunun oranını ifade eden vücut kompozisyonunuzu geliştirebilir. Ağırlık kaldırmak, yağ dokusundan daha fazla

kalori yakan yağsız kas kütleini arttırır. Bu, kuvvet antrenmanı kas kütleini korurken veya hatta arttırırken kilo vermenin etkili bir yolu olduğu anlamına gelir. Bu, kas kütleinde (yağsız vücut kütleini) artışlara yol açar ve bu da atletik performansı arttırabilir. Kuvvet antrenmanı, sporcular için gelişmiş kas gücü, güç ve dayanıklılık gibi birçok faydaya sahiptir.

Kuvvet antrenmanı ayrıca postürü iyileştirir ve bu da sporda daha iyi performans göstermeye yardımcı olabilir. Kuvvet antrenmanının ağırlık kaldırmadan farklı olduğuna dikkat etmek önemlidir. Ağırlık kaldırma, kas kütleini arttırmak için serbest ağırlıklar veya makineler kullanmayı içerir. Ağırlık kaldırmanın amacı temelde olarak güç değil, kas büyüklüğü kazanmaktır (Stone vd., 2007). Kuvvet antrenmanı sporcular için birçok yönden faydalı olabilir. Kas gücünü ve dayanıklılığını arttırır, yaralanma riskini azaltır ve kemik yoğunluğunu arttırır. Ek olarak, kuvvet antrenmanı, kaslar ve sinirler arasındaki bağlantıyı artırarak nöromüsküler fonksiyonun iyileştirilmesine yardımcı olur. Kaslar inşa ederek, eklemleri destekleme yeteneklerini de geliştirir ve yoğun egzersiz sırasında zarar görmelerini önlersiniz. Kuvvet antrenmanı aynı zamanda kaslar ve sinirler arasındaki bağlantıyı artırarak nöromüsküler fonksiyonu iyileştirmenin harika bir yoludur. Bu, sporcuların daha hızlı ve daha verimli performans göstermelerine yardımcı olabilir.

2.2. Kuvvet Antrenmanı Faydaları

Kuvvet antrenmanı, vücut kütleini, serbest ağırlıklar veya çeşitli egzersiz modaliteleri tarafından sağlanan bir tür dış dirence karşı spesifik iskelet kaslarının gönüllü aktivasyonunu içerir (Winett ve Carpinelli, 2001). Kuvvet antrenmanı, iskelet kaslarının gücünü, anaerobik dayanıklılığını ve boyutunu oluşturan kas kasılmasını indüklemek için direnç kullanımında uzmanlaşmış bir fiziksel egzersiz türüdür. Kemik yoğunluğu, hormonal yanıt ve obezite ile ilişkili sağlık riskleri gibi direnç eğitimi ile kolayca yönetilebilecek çok önemli sağlık yararları vardır. Düzgün bir şekilde uygulandığında, kuvvet antrenmanı, kemik, kas, tendon ve bağ kuvvetinin artması ve tokluk, gelişmiş eklem fonksiyonu, yaralanma potansiyelinin azalması, kemik

yoğunluğunun artması, metabolizmanın artması, zindeliğin artması, kardiyak fonksiyonun iyileşmesi ve HDL ("iyi") kolesterolün yükselmesi de dahil olmak üzere gelişmiş lipoprotein lipit profilleri dahil olmak üzere genel sağlık ve refahta önemli fonksiyonel faydalar ve iyileşme sağlayabilir.

Kuvvete dayalı direnç eğitimi, günlük aktivitelerde fonksiyonu artırabilen artan kuvvet ve artmış kemik mineral yoğunluğu ve daha güçlü bağ dokusu gibi faktörlerle yaralanma riskinin (örneğin, suşlar, kırıklar) azaltılması dahil olmak üzere çok çeşitli faydalar sağlar (Haff ve Triplett, 2016). Diğer direnç eğitimi yöntemlerini araştıran önceki araştırmalar, erkeklerde merkezi arteriyel sertlik ve sempatik çıkışta bir artış gözlemledi (Schonfeld, 2013). Bununla birlikte, benzer eğitim protokollerine sahip kadınlarda elde edilen sonuçlar, arteriyel sertleşmede veya otonomik fonksiyonda değişiklik gözlenmemiş, kadınlarda kuvvete dayalı direnç eğitiminde hiçbir sonuç elde edememiştir (Schonfeld, 2013). Merkezi arteriyel sertliği, periferik kan akışını ve kalbin ve damarların inversiyonunu değerlendirerek genç kadınlarda kuvvete dayalı direnç eğitimine verilen kardiyovasküler ve otonomik yanıtları anlamak, bu eğitim yönteminin yararlı etkileri hakkında bazı bilgiler sağlayabilir. Kemik mineral yoğunluğu kazanmak, özellikle kadınlarda direnç eğitimi yaparken en önemli adaptasyonlardan biridir. Kemik mineral yoğunluğu, ölçülen kemik alanı başına ilgili kemik minerali miktarıdır (Layne ve Nelson, 1999). Yaşam boyunca daha büyük bir kemik mineral yoğunluğuna ulaşmak, osteoporoz ve kırıkların önlenmesine yardımcı olabilir (Winett ve Carpinelli, 2001). Bir gözden geçirme, kemik mineral yoğunluğunda önemli artışlar sağlamak için daha fazla eğitim hacminin gerekli olmadığını göstermiştir. Kemik mineral yoğunluğunu arttırmak için birincil gerekli uyarıcı, belirli kemiklere aşırı yüklenmedir, hacim ekleme gerekliliği çok olası değildir (Layne ve Nelson, 1999).

Kuvvet antrenmanının merkezi olduğu sporlar, vücut geliştirme, halter, powerlifting, strongman, Highland oyunları, gülle atma, disk atma ve cirit atmadır. Diğer birçok spor, özellikle tenis, Amerikan futbolu, güreş, atletizm, kürek, lakros, basketbol, direk dansı, hokey, profesyonel güreş, ragbi birliği, ragbi ligi ve futbol olmak üzere eğitim rejimlerinin bir parçası olarak kuvvet antrenmanını kullanır. Diğer sporlar ve fiziksel aktiviteler için kuvvet antrenmanı giderek daha popüler hale geliyor

2.3. Kuvvet Antrenmanı İlkeleri

Kuvvet antrenmanı metodolojisi, birçok farklı yaklaşım ve tekniğe sahip, karmaşık ve sürekli gelişen bir alandır. Kuvvet antrenmanı, herhangi bir fitness programının önemli bir bileşenidir. Kuvvet antrenmanı, kasları ve gücü oluşturmak için direnç kullanan bir egzersiz türüdür. Atletik performansı artırmaya, yaralanma riskini azaltmaya ve kilo kaybına yardımcı olur. Kilo vermeye, kas inşa etmeye veya sadece genel sağlığını iyileştirmeye çalışan herkes için önemlidir. İlkeleri iyi tasarlanmış bir kuvvet antrenman programına dahil ederek, bireyler hedeflerine ulaşabilir ve genel sağlık ve zindeliklerini geliştirebilir. Bu, serbest ağırlıklar, makineler veya kendi vücut ağırlığınız ile yapılabilir. Eğitim genellikle artan ağırlık artışları yoluyla kasın kuvvet çıkışını kademeli olarak artırma tekniğini kullanır ve belirli kas gruplarını hedeflemek için çeşitli egzersizler ve ekipman türleri kullanır. Ulusal kuvvet ve kondisyon birliğine dayanarak, aşağıdakiler kuvvet antrenmanı için önerilen kılavuzlardır (Miller, 2012). Tüm sporculara uygun egzersiz ve lekeleme teknikleri öğretilmelidir. Egzersizler başlangıçta uygun tekniğin öğrenilmesine izin vermek için yüksüz olarak öğretilmelidir. Tüm antrenman seansları deneyimli bir fitness uzmanı tarafından denetlenmelidir. Bununla birlikte, çoğu kuvvet antrenman programını destekleyen birkaç temel ilke vardır (Baechle ve Earle, 2008).

İlk ilke artan yükür; Bu, kaslara sürekli meydan okumak ve büyümeyi teşvik etmek için zaman içinde bir egzersizin ağırlığını, tekrarlarını veya setlerini kademeli olarak artırmak anlamına gelir. Progresif aşırı yük, platolardan kaçınmak ve güç ve kas boyutunda sürekli iyileşme sağlamak için gereklidir.

İkinci ilke özgüllüktür; Bu, kuvvet antrenmanının bireyin özel ihtiyaçlarına ve hedeflerine göre uyarlanması gerektiği fikrini ifade eder. Örneğin, bir powerlifter çömelme, bench press ve deadlift'i hedefleyen egzersizlere odaklanabilirken, bir vücut geliştiricisi belirli kas gruplarını hedefleyen egzersizlere öncelik verebilir.

Üçüncü ilke çeşitliliiktir; Bu, can sıkıntısını önlemek ve sürekli ilerlemeyi sağlamak için egzersizleri, tekrarları, setleri ve dinlenme sürelerini değiştirmek anlamına gelir.

Varyasyon ayrıca aşırı kullanım yaralanmalarını önlemeye ve genel kas dengesini desteklemeye yardımcı olabilir.

Dördüncü ilke toparlanmadır; Yeterli dinlenme ve iyileşme, kas büyümesi ve onarımı için çok önemlidir. Bu, doğru beslenme, hidrasyon, uyku ve egzersizler arasındaki dinlenme günlerini içerir.

Beşinci ilke bireyselleşmedir; Kuvvet antrenman programları, bireyin benzersiz vücut kompozisyonuna, fitness seviyesine ve hedeflerine göre uyarlanmalıdır. Nitelikli bir güç koçu veya kişisel antrenör, bu özel ihtiyaçları karşılayan bir program tasarlamaya yardımcı olabilir.

Son olarak, özgüllük ilkesi eğitim aşaması için de geçerlidir. Örneğin, sezon dışı dönemde, sporcular genel güç ve kas kütlesi oluşturmaya odaklanırken, yarışma sezonu boyunca, gücü ve patlayıcılığı geliştirirken gücü korumaya odaklanabilirler.

Özetle, kuvvet antrenmanı metodolojisi, ilerleyici aşırı yük, özgüllük, çeşitlilik, toparlanama, bireyselleştirme özgüllüğü dahil olmak üzere birkaç temel ilkeye dayanmaktadır. Bu ilkeleri iyi tasarlanmış bir kuvvet antrenman programına dahil ederek, bireyler hedeflerine ulaşabilir ve genel sağlık ve zindeliklerini geliştirebilirler.

2.4. Kuvvet Antrenman Yöntemleri

Modern spor ortamı göz önüne alındığında, kuvvet antrenmanı, başarılı bir sporcunun antrenman rejiminin önemli bir bileşeni haline gelmiştir. Deneyimli profesyonellerden amatör spor dünyasına, yeni başlayanlara kadar, kuvvet antrenmanının faydalarını ve nasıl düzgün bir şekilde uygulanacağını anlamak, sporculara performanslarını geliştirme açısından inkar edilemez bir avantaj sağlamaktadır. Düzenli, hedefli antrenman sayesinde, sporcular güçlerini, istikrarlarını ve dayanıklılıklarını artırabilir ve bu da optimum seviyelerde performans göstermelerini sağlar. Bu özellikle sporcular için önemlidir, çünkü güç ve çeviklik geliştirmek uzun vadeli başarı için kritik öneme sahiptir. Bununla birlikte, kuvvet antrenmanı söz konusu olduğunda nereden başlamak

gerektiğini bilmek zor olabilir. Ayrıca kuvvet antrenmanında yeni egzersizler, programlara ve farklı kas gruplarını hedefleyen bir dizi egzersiz yapılarına ihtiyaç vardır. Kraemer ve arkadaşları (2002) direnç eğitiminin faktörlerini ve temellerini açıklar. Direnç eğitiminin ilerlemesi, programa ilerici aşırı yük, özgüllük ve eğitim varyasyonlarının dahil edilmesiyle en üst düzeye çıkarılabilir (Kraemer vd., 2002). Direnç eğitimi, hedef hedefleme, egzersiz testi, uygun egzersiz tekniği, gözetim ve optimal egzersiz reçetesi ile dikkatli bir ilerleme sistemidir ve bunların hepsi bir direnç eğitim programının başarılı bir şekilde uygulanmasına katkıda bulunur (Kraemer vd., 2002). Direnç eğitimi için bir programa dahil edilen, hem konsantrik hem de eksantrik kas eylemlerinin kullanımı ve hem tek hem de çoklu eklem egzersizlerinin yanı sıra tek taraflı ve ikili hareketlerin de gerçekleştirilmesidir (Kraemer ve Ratamess, 2004).

Kuvvet antrenmanı, kas ve kas gücü oluşturmak için direnç kullanan egzersiz türüdür. Farklı özelliklere sahip çeşitli atletik kuvvet antrenman yöntemleri vardır. Bu, serbest ağırlıklar, makineler veya kendi vücut ağırlığınız ile yapılabilir. Bunlar; Ağırlıklar, makineler veya elastik bantlarla kuvvet antrenmanı; şnav ve pull-up gibi vücut ağırlığı egzersizleri ile kuvvet antrenmanı ve izometrik kasılmalar ile uygulanan kuvvet antrenmanlarıdır. Kuvvet antrenmanının farklı yöntemlerini anlamak, antrenmanı en üst düzeye çıkarmak ve fitness hedeflerine ulaşmak için anahtardır. Kuvvette dayanıklılık antrenmanından hipertrofi antrenmanına kadar, her antrenman yöntemi belirli kas adaptasyonu, kas gruplarını hedefleyen ve kendine özgü faydaları vardır. Egzersiz rutini her bölgeden egzersizleri içerecek şekilde uyarlanarak, genel güç, dayanıklılık ve kas büyümesi (hipertropisi) hedeflenir.

Antrenör ve sporcuların kuvvet antrenman yöntemi kavramını iyi anlamalı ve yaygın olarak kullanılan yöntem özelliklerini iyi bilmelidir. Antrenman yöntemleri bir antrenman sırasında farklı yoğunluk seviyelerini ifade eder. Bu yöntemler, maksimum tek tekrarlı maksimuma (1 TM) göre kategorize edilir.

Bir kuvvet antrenmanı protokolleri oluştururken de tavsiye edilen egzersiz sırası, küçük kas gruplarından önce büyük, tek eklem egzersizlerinden önce çok eklem ve düşük yoğunluklu egzersizlerden önce daha yüksek yoğunlukta olmalıdır (Kraemer ve Ratamess, 2004). Acemi eğitimi için maksimum 8 ila 12 tekrar kullanılması önemlidir.

Orta ila ileri eğitim için, genellikle 1-8 tekrarlar aralığındadır, ağır yükleme ve dinlenme arasında dinlenme vardır (Kraemer ve Ratamess, 2004). Kuvvet antrenmanları arasında dayanıklılık bölgesi, hipertrofi bölgesi ve kuvvet bölgesi bulunur. Her bölgenin kendine özgü faydaları vardır ve her bölgeden egzersizleri egzersiz rutininize dahil ederek, sonuçlar en üst düzeye çıkarabilir. Temel Kuvvet Antrenman Yöntemleri: Kuvvet antrenmanındaki üç ana antrenman bölgesi dayanıklılık, hipertrofi ve kuvvettir. Her antrenman bölgesi, antrenmana farklı bir yaklaşım gerektirir. Her bölge için bazı antrenman stratejileri şunlardır:

Kuvvette Dayanıklılık bölgesi aerobik bölge olarak da bilinir. Bu bölge yüksek tekrarlar ve düşük ağırlık ile karakterizedir ve vücudunuzdaki yavaş seğirme kas liflerini (Tip I) hedefler. Bu kas lifleri koşma, bisiklete binme ve yüzme gibi dayanıklılık aktivitelerinden sorumludur. Dayanıklılık eğitimi, kardiyovasküler sağlığı iyileştirmek, dayanıklılığı artırmak ve yağ yakmak için gereklidir. Kas dayanıklılığı en iyi şekilde, özellikle sub-maksimal direnç kullanıldığında kas yorgunluğuna direnme yeteneği olarak tanımlanır ve set başına çok sayıda tekrar ile gerçekleştirilir. Bu bölgede antrenman yaparak, genel dayanıklılığınızı artırabilir ve vücudunuzu daha yoğun egzersizlere hazırlayabilirsiniz.

Dayanıklılık Bölgesi

- Düşük ağırlıklı yüksek tekrarları (12-20) hedefleyin
- Çömelleme, akciğer ve şınav gibi bileşik egzersizlere odaklanın
- Dinlenme sürelerini kısa tutun (30-60 saniye)
- Koşma, bisiklete binme veya kürek çekme gibi kardiyo egzersizleri

Hipertrofi bölgesi, kas geliştirme bölgesi olarak da bilinir. Bu bölge ılımlı tekrarlar ve ağırlık ile karakterizedir ve vücudunuzdaki hızlı seğirme kas liflerini (TİP II) hedefler. Bu kas lifleri, zıplama, sprint ve ağır ağırlıkları kaldırma gibi patlayıcı hareketlerden sorumludur. Hipertrofi eğitimi, kas kütlesi oluşturmak, gücü arttırmak ve vücut kompozisyonunu geliştirmek için gereklidir. Hipertrofi, kas boyutundaki artış olarak

adlandırılır. Kas gücü, birim zaman başına tamamlanan iş olarak ifade edilebilir. Genellikle Olimpik asansörleri de içeren daha az tekrarla maksimum hızda daha düşük direnç kullanılarak elde edilir (Deschenes, 2002). Bu bölgede antrenman yaparak, kaslarınızın boyutunu ve tanımını artırabilirsiniz.

Hipertrofi Bölgesi

- Orta ağırlıkta ılımlı tekrarları (8-12) hedefleyin
- Bench press, deadlift ve squat gibi bileşik egzersizlere odaklanın
- Dinlenme sürelerini ılımlı tutun (60-90 saniye)
- Biceps bukelleri ve triceps uzantıları gibi izolasyon egzersizlerini dahil edin

Güç bölgesi, düşük tekrarlar ve yüksek ağırlık ile karakterizedir ve kaslarınızın maksimum kuvvet üretimini hedefler. Bu bölge, sporlarını yapmak için patlayıcı güce ihtiyaç duyan powerlifters ve sporcular için gereklidir. Kuvvet antrenmanı, genel gücü, gücü ve patlayıcılığı geliştirmek için gereklidir. Bu bölgede antrenman yaparak, tek tekrarlı maksimumunuzu artırabilir ve patlayıcı güç gerektiren faaliyetlerde performansınızı artırabilirsiniz.

Güç Bölgesi

- Yüksek ağırlığa sahip düşük tekrarları (1-5) hedefleyin
- Deadlift, squat ve bench press gibi bileşik egzersizlere odaklanın
- Dinlenme sürelerini uzun tutun (2-3 dakika)
- Güç temizleme ve kapma gibi patlayıcı hareketleri dahil edin

Bu kuvvet kurallarına karşılık gelen hareketler tipik olarak daha ağır yükler ve daha büyük hareket kalıpları nedeniyle bunları başarılı bir şekilde gerçekleştirmek için Valsalva Manevrası'nın kullanılmasını gerektirir. Valsalva Manevrası, hareketi doğru ve güvenli bir şekilde gerçekleştirmek için ağırlığı stabilize etmek ve desteklemek için derin bir inhalasyon ve kısa süreli nefes tutma yoluyla intratorasik basınçta bir artış içeren bir solunum mekanizmasıdır (Haff ve Triplett, 2016).

2.5. Ağırlık Antrenmanı

Ağırlık antrenmanın her çeşit egzersiz programının önemli bir parçasıdır. Kas hipertrofisini, kas kuvvetini, kas gücünü ve kas dayanıklılığını korumak ve geliştirmek için kullanılır (Haff ve Triplett, 2016; Stone vd., 2007). Ağırlık antrenmanı, özellikle kas kuvvetini, gücünü, hızını, hipertrofisini ve kas dayanıklılığını artırarak atletik performansı iyileştirmedeki rolü nedeniyle popüleritesi artan bir egzersiz türüdür. Yağsız vücut kütesinin artırılması kassal hız ve güç üzerindeki etkileri nedeniyle spor performansının olmazsa olmazıdır. Ağırlık egzersizlerinin fizyolojik adaptasyonel değişiklikleri ve sağlık üzerindeki etkileri çok yaygın olmasını sağlamaktadır. Ağırlık antrenmanları bazal metabolizma hızını artırır, kan basıncını düşürür ve kan lipit profillerini, insülin duyarlılığını ve glikoz toleransını geliştirerek genel fitness gelişimi için en etkili yollardandır (Kraemer vd., 2002). Günümüzde ağırlık antrenmanın faydaları her yaşta erkek ve kadın üzerinde etkili olduğundan sıklıkla sağlık için tercih edilmektedir. Bu nedenle yaşadığımız şehirlerin hemen hemen her köşesinde ağırlık salonların veya spor salonların ağırlık ekipmanlarına rastlamaktayız. Fiziksel aktiviteyi geliştirmek için olumlu sağlık yararları yüksek tanınırlık kazanmıştır.

Direnç eğitiminden elde edilecek sağlık yararları, başlangıç performansı, sağlık durumu ve sıklık, süre, yoğunluk, hacim ve dinlenme aralıkları gibi değişkenlerle uygun program tasarımı gibi faktörlere bağlıdır (Kraemer vd., 2002). Kişinin fitness hedeflerine ulaşması için, uygun antrenman yönteminin dikkate alınması gerekir. Amaca yönelik program tasarımına bağlı olarak ağırlık antrenmanları hız, güç, kuvveti, kas dayanıklılığı ve kas hipertrofisini arttırmanın bilenen en iyi yolu olmuştur (Leonke ve Pujol, 2009; Schoenfeld, 2013). Bu nedenle ağırlık antrenmanı sağlık topları, vücut ağırlığı, serbest ağırlıklar, makaralı ağırlık makineleri, mil destekli

ağırlık makineleri birçok farklı ekipman türü kullanılarak yapılabilir. Günümüzde ağırlık antrenmanına dahil olan kişiler ve antrenörler serbest ağırlıklardan veya makinelerden oluşan daha geleneksel bir programın kullanılmasının kas kütlesi ve gücü oluşturmak için daha iyi olup olmadığıdır. Hemen hemen her gün yeni bir yaklaşım ile ağırlık antrenman modelleri ve değerlendirilmeleri hakkında paylaşım yapılmaktadır. Yıllar geçtikçe fitness uzmanları tipik olarak serbest ağırlıkları kuvvet antrenmanı için en iyi yöntem olarak teşvik etmişlerdir. Bununla birlikte, bilimsel literatür bu konu söz konusu olduğunda belirsizdir. Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, kuvvet antrenman makineleri önemli ölçüde gelişti ve şimdi kuvvet antrenman programlarını gerçekleştirmek için daha uygun. Serbest ağırlıklar direnç sağlamak için yerçekimi kuvvetlerini kullanırken, bazı makineler artık elastik, hidrolik ve pnömatik direnç kullanabilmektedir. Bu çeşitli direnç biçimleri, tipik kuvvet hareketlerinin çeşitli kuvvet eğrilerini eşleştirme şansları daha yüksek olduğu için faydalı olabilir.

Kuvvet antrenmanı sporcular için birçok yönden faydalı olabilir. Kas gücünü ve dayanıklılığını artırır, yaralanma riskini azaltır ve kemik yoğunluğunu artırır. Ek olarak, kuvvet antrenmanı, kaslar ve sinirler arasındaki bağlantıyı artırarak nöromüsküler fonksiyonun iyileştirilmesine yardımcı olur. Kuvvet antrenmanı da sporcular için önemlidir, çünkü daha fazla kalori yakmalarına yardımcı olabilir. Ağırlığa dayalı kuvvet antrenmanı hafif-orta hacimli (setler ve tekrarlar) daha ağır yükleri içeren bir direnç eğitimi türüdür (Reibe vd., 2016). Ulusal Güç ve Kondisyon Birliği (NSCA) kuvvete dayalı direnç eğitimi için kılavuzlarında, daha büyük kas gruplarını (örneğin, çömelme, bench press ve deadlift) aktif eden hareketleri hareketleri kullanarak 1-Tekrar Maksimum (1 TM)'nin %80-95'i arasında yüklerle 2 ile 6 set 6 tekrar veya daha az tekrarı içerir (Fleck ve Kraemer., 2014). Amerikan Spor Hekimliği Birliği (ACSM) kılavuzları şu anda haftada 2 ila 3 gün benzer yüksek hacimli ve hafif-orta yükler kullanarak direnç eğitimi önermektedir ve bu da kuvvete dayalı antrenmanın olası faydalarını göz ardı etmektedir (ACSM, 2013). Her antrenman bölgesi farklı bir yaklaşım gerektirir. Üç ana yöntem şunlardır: İzometrik eğitim, Eksantrik eğitim ve Konsantrik eğitim. Bununla birlikte, tüm ağırlık antrenmanın etkili olması için geçerli olan bazı ortak ilkeler vardır.

Bu bölümde ağırlık antrenman yöntemleri hakkında ve sporcular tarafından kullanılan en popüler kuvvet antrenman yöntemlerine kısa bir genel bakış sunulacaktır. Kuvvet antrenmanı güvenli ve etkili olabilmesi için disiplin ve bilginin doğru kullanılması gerekir. Bu, birkaç temel ilkeyi tutarlı bir şekilde izleyerek başarılabilir.

Ağırlık antrenman ilkeleri (Baechle ve Earle., 2008);

1. Progresif aşırı yük: Bu prensip, kuvvet antrenmanlarınızda kullanılan ağırlığı veya direnci kademeli olarak arttırmayı içerir. Kaslarınıza sürekli olarak daha ağır ağırlıklarla meydan okuyarak, ilerleme kaydetmeye ve güç ve kas gelişiminde iyileşmeler görülmeye devam eder.

2. Uygun form: Güvenliği ve etkinliği sağlamak için kuvvet egzersizleri yaparken uygun formu kullanmak önemlidir. Bu, başlangıçta uygun tekniği ve formu öğrenmek için bir koç veya eğitmenle çalışmayı gerektirebilir.

3. Dinlenme ve iyileşme: Kaslar, bir kuvvet antrenmanı antrenmanından sonra iyileşmek ve onarmak için zamana ihtiyaç duyar. Yaralanmayı önlemek ve kas büyümesini teşvik etmek için vücudunuza egzersizler arasında yeterli dinlenme ve iyileşme süresi vermek önemlidir.

4. Beslenme: Sağlıklı ve dengeli bir diyet yemek, vücudunuzu beslemek ve kas büyümesini desteklemek için önemlidir. Yeterli protein alımı, kas dokusunun oluşturulması ve onarılması için özellikle önemlidir.

5. Tutarlılık: Sonuçları görmek için kuvvet antrenmanı tutarlı bir şekilde yapılmalıdır. Haftada en az iki ila üç kuvvet antrenmanı seansı hedefleyin ve uzun molalardan veya hareketsizlik dönemlerinden kaçınin.

2.5.1. Hipertrofi

Kas hipertrofisi, direnç antrenmanından kaynaklanan tüm fizyolojik adaptasyonların en önemlisidir. Miyofibriller hipertrofi veya sarkoplazmik hipertrofi olarak da bilinen kuvvet hipertrofisi, ağır ağırlıkları kaldırdığımızda ortaya çıkar. Kas boyutundaki bu

tür bir artış, kas hücrelerinizdeki kasılma proteinlerindeki (aktin ve miyosin) artıştan kaynaklanmaktadır. Direnç antrenmanı ile kuvvet geliştirilmenin temel nedeni fibril hipertrofisidir. Birçok spor dalında ve disiplinlerde antrenör ve sporcular tarafından etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Ağırlık antrenmanı, kas bütününde lif katılımlarını artırır, yavaş kasılan ve harekete katılmayan kas liflerini aktif ederek büyümesine neden olur. Böylece, kas lifleri daha fazla mekanik gerilmeye maruz kalır ve artan vücut yağının azaltılması, metabolik verimliliğin artması ve yaralanma riskinin azalması gibi birçok etki ile sonuçlanır (Patterson vd., 2019). Bu kas büyümesi veya hipertrofi, tüm kas (<% 10) ve bağımsız miyofibrillerde (% 25-35) kasılma proteinlerinin sentezinde ve birikmesinde belirgin bir artış meydana getirebilir (Deschenes ve Kraemer, 2002). Kasılma proteinlerindeki ve genel kas kesit alanındaki artışa ek olarak, araştırmalar uzun süreli direnç eğitiminin lif tipi geçişini nasıl kolaylaştırdığını ve sonuçta kas güç çıkış potansiyelinde artışlara yol açtığını göstermiştir (Leonke vd.,2012). Kas liflerinin tip II alt tiplerinde en sık görülen bu lif geçişleri, sıklıkla tip IIb'den tip IIa'ya bir dönüşüm olarak görülmüştür (Schoenfeld vd., 2015)

Kas hipertrofisi, anabolik kazançlardan veya yağ kaybından sorumlu tek mekanizma değildir. Güç hipertrofisinin kas kütesinin korunmasına güçlü bir katkıda bulunduğu doğru olsa da ağırlık antrenmanının kas inşa ettiği tek mekanizma değildir. Egzersize bağlı kas hipertrofisi, sonunda kas protein sentezinde bir artışa yol açan çoklu anabolik ve katabolik sinyal kaslarının aktivasyonunun bir sonucudur (Mitchell vd. 2012). Direnç eğitimine yanıt olarak kas hipertrofisine aracılık eden hücrel olaylar karmaşıktır ve hem mekanik hem de metabolik uyarıları içermesi muhtemeldir (Schoenfeld vd., 2015).

Ağırlık antrenmanın önemli bir akut hormonal yanıt ortaya çıkardığı gösterilmiştir. Bu akut yanıtın doku büyümesi ve yeniden şekillenmesi için istirahat hormonal konsantrasyonlarındaki kronik değişikliklerden daha kritik olduğu görülmektedir (Kraemer ve Ratamess, 2012). Ağırlık antrenmanı ile ilişkili kas hipertrofisi, anabolik hormonların salınımının rolü ile belirlenir. Ağırlık antrenmanın erkeklerde yapılan çoğu çalışmada toplam testosteron konsantrasyonlarını akut olarak artırabileceği, genç kadınlarda ise hiçbir değişiklik veya yükselme meydana gelebileceği gösterilmiştir (Kraemer ve Ratamess, 2012). Kadınlarda erkeklere kıyasla düşük testosteron

seviyesi, indüklenen kas hipertrofisinin eğitiminde sınırlayıcı faktör olabilir. Akut egzersize bağlı büyüme hormonunun yanıtının büyüklüğü ve zaman süresindeki farklılıklar, kuvvet antrenmanı sırasında anabolik adaptasyonların önemli fizyolojik göstergesi olabilir ve direnç eğitim protokolünün yapısına bağlı olduğu bulunmuştur. Direnç eğitiminin kas hipertrofisini indüklediği en iyi çalışılmış mekanizmalardan biri, kuvvetin hücre dışı ortamdan kas hücresine fokal yapışıklıklar yoluyla iletildiği ve anabolik sinyal kaslarının aktivasyonu ile sonuçlandığı mekano-transdüksiyon sürecinden geçmektedir (Burd vd., 2012).

2.5.2. Hipertrofi Antrenmanı

Ağırlık kaldırma, kas kütesini artırmak için serbest ağırlıklar veya makineler kullanmayı içerir. Ağırlık kaldırmanın amacı tipik olarak güç değil, kas büyüklüğü kazanmaktır (bazı insanlar her ikisini de istese de). Bu, sporcuların daha hızlı ve daha verimli performans göstermelerine yardımcı olabilir. Bununla birlikte, kuvvet hipertrofisi, yüksek hacimli ve düşük metabolik talep koşulları altında ortaya çıkan anaerobik bir kas kütesi koruma yöntemidir. Amerikan Spor Hekimliği Birliği (ACSM) Kas Hipertrofisi eğitimi için önerisinde (2009), hem erkeklerin hem de kadınların tüm ilerleme seviyeleri için konsantrik, eksantrik ve izometrik kas eylemlerine katılmalarını önermektedir. Eğitimli bireylerde en fazla kas hipertrofisini optimize eden etkili eğitim programları, eğitim programı içinde daha büyük yükler, kısa dinlenme aralıkları ve orta ila yüksek hacim içerir. ACSM (2009) tarafından yürütülen literatürün gözden geçirilmesi, eğitim yüklerinin set başına 8-12 tekrar için 1RM'nin %70-85'i arasında değişebileceğini ve setlerin egzersiz başına 1-3 arasında değişebileceğini göstermiştir.

Vücut geliştiriciler tarafından maksimum kas hipertrofisini teşvik etmek için kullanılanlara özgü yüksek hacimli antrenman rejimleri, rekabetçi halterciler tarafından maksimum kas gücünü ve / veya gücünü teşvik etmek için kullanılan yüksek yoğunluklu bir eğitim protokolüne kıyasla daha fazla büyüme hormonu tepkisi ile sonuçlanmıştır (Rønnestad vd., 2011). Eğitim protokolünün yanı sıra genetik yatkınlık, cinsiyet, zindelik seviyesi ve adaptasyon potansiyeli, direnç egzersizine hormonal yanıtta önemli rol oynamaktadır (Kraemer ve Ratamess, 2004)

ACSM Kuvvet Hipertrofisi Eğitim Önerisi (2009), direnç egzersizlerinin eğitimine özel olarak odaklanan hem erkekler hem de kadınlar için geçerlidir. Önemli Noktalar: Güç hipertrofisi, yüksek hacimli ve düşük metabolik talep koşulları altında ortaya çıkan anaerobik bir kas kütlesi koruma yöntemidir. Kuvvet hipertrofisi antrenman önerisi, kuvvet antrenmanı programlaması ve çabalarını en iyi şekilde yararlanmayı sağlayan en iyi yolları için kapsamlı bir kılavuzdur.

2.6. Güç

Güç, direnç antrenmanın birincil sonucudur, ancak bir fitness bileşeni olarak buna adanmış bağımsız bir model yoktur. Bu nedenle, kuvvet modeliyle ilişkili olarak gösterilmiştir. Daha önce de tartışıldığı gibi, direnç eğitimi yoluyla gücü arttırmanın ikincil bir sonucu, faydalarının diğer tüm fitness bileşenlerine aktarılmasıdır. Örneğin, genç bir sporcu güç antrenmanı yöntemlerinde teknik olarak yetkin olabilir, ancak çeviklik antrenman yöntemlerinde zayıf olabilir. Kas gücü, koşma, atlama gibi aktivitelerle ve atletizm ve saha atışları gibi spora özgü görevlerle olan ilişkisi nedeniyle atletik gelişim için önemli bir bileşendir. Güç geliştirme modeli, direnç eğitimi modellerinin yönleriyle örtüşür, çünkü kuvvet antrenmanı, plyometri ve halter yaygın güç eğitimi biçimleridir.

2.6.1. Güç Antrenmanı

Direnç eğitiminin bu ilk aşamalarının ötesinde, özellikle adaptasyonun ön nöral fazını başararak, güçteki sürekli gelişim, artan kas kesit alanının bir ürünü olarak yaygın bir şekilde gösterilmiştir (Schoenfeld vd., 2015). Eğitim ilerledikçe, güç gelişimine sinirsel katkı azalır, daha fazla artış, esas olarak belirli bir hareket sırasında daha büyük bir kuvvet potansiyelini kolaylaştıran artan kas kesit alanı gibi morfolojik değişikliklere atfedilir (Balshaw vd., 2017). Bu aşamada, göreceli yoğunluğun devam eden güç gelişiminde kritik bir rol oynadığı öne sürülmektedir. Araştırmalar, yüksek yoğunluklu (% 70-80 1- TM) direnç eğitiminin, daha önce 'direnç eğitimi almış' katılımcılarda daha fazla kuvvet adaptasyonu ile sonuçlandığını göstermiştir (Schoenfeld vd., 2015) düşük yük eğitimi ile karşılaştırıldığında (<% 70 1-TM). Bu, göreceli yük ve kuvvet üretimi arasında tanık olunan 14 ilişkiye bağlanmıştır. Daha

ağır yükleri hareket ettirmek için daha büyük kuvvetlere ihtiyaç vardır, bu da daha yüksek eşik motor ünitelerinin işe alınmasının artmasına neden olur ve güçte arzu edilen adaptasyonları teşvik eder (Jenkins vd., 2015).

2.7. Kan Akımı Kısıtlama Antrenmanı

Kan akışı kısıtlama antrenmanı, "Tıkanma Antrenmanı", "Düşük Yüklü Kan Akışı-Kısıtlı Egzersiz" veya "kaatsu antrenmanı" olarak da bilinen bu yönteminin, kas boyutunu ve işlevini etkili bir şekilde iyileştirdiği gösterilmiştir. Kas boyutunu ve işlevini iyileştirmek için kan akışına sınırlayarak düşük yük direnci kullanan bir egzersiz türüdür. Bu tür bir eğitimin, kas-iskelet sistemi sınırlamaları olan kişiler gibi yüksek yoğunluklu direnç eğitimine tahammül edemeyenler için potansiyel faydaları vardır. Kan akımı kısıtlama antrenmanın tarihi, Japon doktorların kas atrofisi için bir tedavi olarak kullanmaya başladığı 20. yüzyılın başlarına kadar dayanır (Sato, 2005).

KAK'ın Batı'da ilk kaydedilen kullanımı, 1960'larda, ağır ağırlıkları kaldırmak zorunda kalmadan güçlerini arttırmanın bir yolunu arayan halterciler tarafından yapıldı. 1960'ların sonlarında Japonya'dan Dr. Yoshiaki Sato, Ph.D., bir Budist anıtına katılımı sırasında KAATSU eğitimi fikriyle karşılaştı. Anma sırasında, Dr. Sato'nun buzağuları oturduğu pozisyondan uyuytu ve buzağularının yorucu buzağı egzersizlerini tamamladığı zamana benzer şekilde şiştiğini fark etti (Sato, 2005). Şişlik hissini, bulunduğu oturma pozisyonundan kan akışının eksikliğine bağladı ve şişlik ve uyuşukluk hissini baldır kasına azalan kan akışıyla ilişkili olduğunu varsaydı. Bu bulgu, Dr. Sato'nun bu konuda daha fazla araştırma yapmasına yol açtı. Genel direnç eğitiminde hipertrofi tepkisini tetikleyen başlıca mekanizmalardan biri metabolik strestir.

O zamandan günümüze, KAK sporcular ve antrenörler tarafından kas boyutunu ve gücünü arttırmak, yaralanmadan iyileşmeyi arttırmak ve egzersiz sonrası ağrıyı azaltmak da dahil olmak üzere çeşitli amaçlar için kullanılmıştır (Leonneke vd.,2012).

KAK'ın kas büyüklüğü ve fonksiyonu üzerindeki etkileri üzerine araştırmalar 1960'larda yapılmıştır. 1980'lerde kadar çok az sayıda çalışma bu araştırmaları takip etmiştir. 1990'lardan itibaren KAK antrenman kavramı bir araştırma konusu olarak

popülerlik kazanmaya başladı. Son birkaç yılda, özellikle KAK antrenmanlarının düşük yük ile egzersiz yapılmasına rağmen kas büyüklüğü ve fonksiyonu üzerindeki etkilerini net şekilde ortaya koymuş ve bu konudaki çalışmaların sayısında önemli bir artış olmuştur.

Uzun geçmişine rağmen, KAK antrenmanın işlevsel mekanizmaları halen tam olarak anlaşılammıştır. Bununla birlikte, düşük yüklü direnç egzersizi ve kan akışı kısıtlamasının kombinasyonunun kas metabolik stresinde bir artışa yol açtığı ve bunun da kas büyümesini ve adaptasyonunu teşvik ettiği düşünülmektedir (Loenneke vd. 2012). Bir teori, çalışan kaslara kan akışının kısıtlanmasının, daha hızlı kasılma kas liflerinin işe alınmasına yol açan bir tür iskemik ortam yaratması olarak tanımlamıştır (Patterson vd.,2019). Bu uygulamanın, kaslar için mevcut olan oksijen ve besin miktarını artırarak kas metabolizmasını hızlandırdığı düşünülüyor (Siva vd., 2019). Bu lifler yorgunluğa karşı daha dirençlidir ve kas büyüklüğü ve gücünde daha fazla kazanımdan sorumludur. KAK antrenmanın kas-iskelet sistemi kısıtlılığı olanlar, yaşlılar ve hatta çocuklar da dahil olmak üzere çeşitli popülasyonlarda etkili olduğu gösterilmiştir (Wortman vd., 2021). KAK'ın uzun vadeli etkileri hakkında yapılacak daha fazla araştırma olsa da, kas boyutunu ve işlevini iyileştirmek için güvenli ve etkili bir yöntem gibi görünmektedir.

Kan akışı kısıtlama antrenmanının akut etkileri giderek daha belirgin hale gelmektedir Genel olarak, kan akışı kısıtlama antrenmanının birçok faydası vardır. Kan akışı kısıtlama antrenmanı, ek ağırlık veya hacim eklemekten kas ve güç oluşturmanın etkili bir yolu olabilir. Geleneksel direniş antrenmanının yüksek yoğunluğuna tahammül edemeyenler için uygun bir alternatiftir. Direnç eğitimi sırasında iskelet kası hipertrofisini elde etmek için, yükler bir bireyin bir tekrarlama maksimumunun en az% 70'inden kaldırılmalıdır (ACSM, 2009). Bazı bireyler için, vücudun eklemleri bu aşırı yüke tahammül edemez. Kas boyutunu ve gücünü artırmak isteyenler için yararlı ve risksiz bir egzersiz şeklidir.

2.7.1. Kan Akımı Kısıtlama Antrenman Tekniği

KAK tekniği ekstremitenin proksimal kısmında (kol veya bacak) yüksek basınç uygulayan bir turnike, şişirilebilir bir manşet veya elastik sargıların kullanılması ile arteriyel kan akışını azaltarak (Leonneke vd., 2013) uygulanır. KAK tekniği direnç egzersizi, yürüyüş, koşu, bisiklete binmek vb. fiziksel aktivite sırasında uygulanır. Kan akışı kısıtlama antrenman tekniği, hedeflenen bir uzuvdaki kan damarlarının daralması ile gerçekleştirilen bir eğitim tekniğidir. Kısıtlama altındayken, bireyler seçilen egzersizde önceden belirlenmiş 1 TM'nin % 20-30'unda 15-75 tekrar şeklinde uygularlar (Huges vd., 2017). Bu eğitim şekli, özellikle klinik rehabilitasyon ortamında, tüm popülasyonlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu eğitim tekniğinin etkili olmasını sağlayan potansiyel mekanizmalardan biri, çalışan kaslarda biriken metabolik yan ürünlerin birikmesidir. Hedeflenen bölgeye giden ana kan damarları tıkandığından, yan ürünlerin tam olarak temizlenmesinin kan tarafından filtrelenmesine izin vermez. Schoenfeld (2013) tarafından yapılan bir meta-analiz, direnç eğitiminden kas hipertrofisini ortaya çıkaran potansiyel mekanizmaları inceledi. Metabolik stresin kas hipertrofisinin artmasında önemli bir rolü olduğu tartışılmaktadır. Schoenfeld (2013), hipertrofiye yol açan kas içinde laktat, inorganik fosfat (Pi) ve hidrojen iyonlarının (H⁺) 2 birikimine bağlı olarak hipertrofinin indüklenmesinde önemli bir role sahip olduğu tartışılmaktadır.

Metabolik stres, KAK eğitimi ile hipertrofi için birincil mekanizma olarak varsayılmıştır. Wilson vd. (2013) göre, pratik vasküler tıkanıklık, istenen ekstremitenin proksimal ucunun etrafına sarma cihazı olarak elastik diz sargıları kullanılarak uygulanabilir. Daraltma altındayken, bireyler önceden belirlenmiş bir tekrarın en az% 20'sinin en az% 20'sinin 20-30 tekrarını gerçekleştirir ve her egzersiz seti arasında 30-45 saniye dinlenir. Bu eğitim şekli, eklemler üzerindeki yüklerin büyük ölçüde azalması nedeniyle yaşlı yetişkinler ve klinik rehabilitasyon ortamlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Vechin vd., 2015).

Metabolik stresin, çoğu vücut geliştiricisi tarafından kullanılan ve rutin olarak çok küçük dinlenme süreleriyle submaksimal yüklerin 6-12 tekrarını gerçekleştirdikleri eğitim yöntemlerini gözlemleyerek desteklenebilir. Bu tür bir eğitim, yapılan daha

yüksek iş hacmi nedeniyle metabolik yan ürünlerin birikmesini artırmak için tasarlanmıştır. Vücut geliştirme rejimleri genellikle orta yoğunlukta (maksimumun % 70-80'i) 6-12 tekrar ve dinlenme dönemlerinden oluşur. Bu tür bir antrenmanın ardından setler arasında çok az dinlenme, vücudun daha fazla metabolik atık ürün biriktirmesine neden olur. Bazı araştırmalar bunu göstermiştir vücut geliştirme tipi antrenman programları, geleneksel yüksek yoğunluklu Olimpiyat tipi antrenmanlara kıyasla daha fazla kas büyümesini arttırdığını tespit etmiştir (Schoenfeld, 2013). Leoneke ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan yeni bir meta-analiz, KAK ile ilgili 11 hakemli dergiyi inceleyerek optimal hipertrofi eğitim rejimini incelemiştir. Analiz, KAK eğitiminin, KAK eğitimine en az dört hafta boyunca haftada iki ila üç kez katılan eğitimsiz bireyler arasında en iyi şekilde gerçekleştirildiğini ve 10 haftadan fazla KAK eğitimi almadığını göstermiştir. Bu eğitim protokolünü uygulayan bireyler, kan akışı kısıtlama eğitimi olmadan yapılan daha düşük yoğunluklu bir egzersize kıyasla tipik olarak kas hipertrofisinde ve gücünde daha büyük artışlar tespit etmişlerdir.

2.7.2. Kan Akışı Kısıtlama Antrenmanı Uygulanışı

KAK tekniğini uygularken; manşon basıncı, genişliği, uzunluğuna, şekline ve malzemesine, ayrıca bireysel uzuv özelliklerine ve kan basıncına göre ayarlamak önemlidir (Loenneke ve Pujol, 2009). KAK yöntemini konu alan birçok çalışma, sistolik kan basıncına dayanarak manşet basıncını farklı seviyelerde uygulamıştır (Loenneke vd., 2013). Bununla birlikte, farklı model ve türedeki manşetler nedeniyle, basıncın arteriyel oklüzyon basıncının (AOB) bireysel değerine göre ayarlanması önerilir. AOB ölçümü, manşetin kan akışının tamamen kesildiği noktaya kadar şişirilmesi ile gerçekleşir ve kan akımının kesildiği seviye kişinin AOB olarak tanımlanır. Daha sonra AOB'nin yüzdesi KAK için kullanılır (Patterson vd., 2019). KAK eğitimi için sabit veya standart manşet genişliği yoktur ve bu nedenle önceki çalışmalarda kullanılan manşet genişliği 5-14 cm arasında değişmektedir (Worthman vd., 2021). Loenneke vd. (2013) geniş KAK manşetlerinin dar KAK manşetlere göre daha düşük basınçta arteriyel kan akımını kısıtladığını göstermiştir. Dar bir manşet (13.5 cm) sırasında tam arteriyel tıkanıklık, 144 mm Hg'lik bir basınçta elde edilirken, daha dar manşet (5 cm), arteri tamamen kapatmak için önemli ölçüde daha yüksek basınç değerleri gerektirir (235 mm Hg). Benzer şekilde, Rossow vd. (2012), yaklaşık

150 mm Hg eşit basınca sahip dar (5.0 cm) bir manşete kıyasla, 13.5 cm genişliğinde bir manşet kullanıldığında daha fazla kardiyovasküler ve algısal yanıtlar elde edildiğini göstermiştir.

Uygun ekipmanın kullanılması ve egzersiz boyunca doğru miktarda basınç uygulanması esastır. Kan akışı kısıtlama antrenmanı yapmanın birkaç farklı yolu vardır, ancak genel fikir, turnike veya başka bir manşet türü kullanarak çalışan kaslara kan akışını kısıtlamaktır. Turnike, vücuttaki kan akışını kısıtlamak için kullanılabilir bir cihazdır. Elastik bantlar, özel manşetler ve Doppler ultrason üniteleri dahil olmak üzere birçok farklı turnike türü mevcuttur. Özel ihtiyaçlarınız için doğru cihazı seçmeniz önemlidir, çünkü bazıları diğerlerinden daha fazla kısıtlama sağlayabilir. Eğitilecek egzersizlerin veya kas gruplarının sırasına karar verin ve bir eğitim planı oluşturun.

Kan akışı kısıtlama antrenmanının birçok faydası olsa da, bazı riskler de vardır. Bu tür bir eğitime başlamadan önce bu risklerin farkında olmak önemlidir. Kan akışı kısıtlama antrenmanı için kullanılan en yaygın cihazlar elastik bantlar ve manşetlerdir. Elastik bantlar ucuz ve kullanımı kolaydır, ancak acı verici veya çirkin olabilecek morluklar bırakabilirler. Manşetler elastik bantlardan daha yüksek basınç seviyeleri sağlar ve daha rahat olabilir. Kan akışı kısıtlama antrenmanının, varisli damarlar gibi belirli tıbbi durumları olan kişiler için uygun olmayabileceğine dikkat etmek de önemlidir. eğitilen bölgede şişlik veya iltihap belirtisi olmadığında etkili olduğuna dikkat etmek önemlidir. Son olarak, bu tür bir antrenmanın yalnızca uygun ekipman kullanıldığında ve Kan akışı kısıtlama antrenmanının, venöz bacak ülserleri için bir tedavi olan kan akışı kısıtlama tedavisi ile karıştırılmaması gerektiğine dikkat etmek de önemlidir.

2.7.3. Kan Akımı Kısıtlama Antrenmanının Fizyolojik Mekanizması

İskelet kası hipertrofinin KAK ile daha düşük egzersiz yükleri ile nasıl ortaya çıkabileceğine dair birçok teori öne sürülmüştür. Tıkanmış egzersizle hipotrofi ve büyüme hormonunu arttırmanın birincil mekanizmasını belirlemek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Kan akışı kısıtlama eğitiminin büyümeyi uyarabileceği birincil potansiyel mekanizma, artan metabolit birikimidir. Metabolitler, metabolizma

sırasında oluşan veya metabolizma için gerekli olan maddelerdir. Bu metabolitler, KAK eğitimi sırasında, venöz yapıların tıkanması nedeniyle lokalize kastan kan temizliğinin olmamasından 3 artmıştır. Bu da m-TOR yolu yoluyla protein sentezi ve hızlı seğirme kas lifi alımı gibi anabolik büyüme faktörlerini artırır (Loenneke, 2009). İkincil mekanizmalar şunları içerebilir: mekanotransdüksiyon, kas hasarı, sistemik ve lokalize hormonlar, hücrel şişlik ve reaktif oksijen türleri (Pearson ve Hussain, 2015). Bu mekanizmaların KAK eğitimi ile gücü ve hipertrofisi azaltmaya yardımcı olduğu varsayılmıştır.

Kan akışı kısıtlaması eğitimi güç ve hormonlara adaptasyonlar tıkalı egzersizin tamamlanmasından sonra büyüme hormonunu artıran birincil neden hakkında araştırmalar hala net olmasa da, KAK'nin tıkanmamış egzersize kıyasla kan dolaşımındaki büyüme hormonu ve norepinefrin seviyeleri gibi hormonlarda artışlar yarattığı gösterilmiştir. Craig ve arkadaşları (1989) göre, büyüme hormonunun normal direnç eğitimi sırasında hem genç hem de yaşlı yetişkinlerde artan güç üzerinde bir etkisi olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, diğer araştırmacılar tıkanmış egzersizin klinik rehabilitasyon ortamında, atletik popülasyonlarda ve yaşlı yetişkin popülasyonda kullanılabileceğini göstermiştir (Loenneke ve Pujol, 2009). Yaşlı yetişkinlerin, 12 haftalık bir düşük yük direnci KAK eğitimi programını tamamladıktan sonra hem alt vücut kuvvetinde hem de dörtlü kesit alanında artışlar olduğu gösterilmiştir (Vechin vd., 2015). Yamanaka ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan yeni bir çalışma, sezon dışı eğitim programları sırasında Ulusal Collegiate Athletic Association Division I futbolcularını inceledi. Sporcular, haftada 3 kez meydana gelen arteriyel tıkanıklık altındayken dört set bench press ve dört set sırt çömelmesi tamamladılar. Tıkalı eğitim grubu, bench press'te %7 ve sırt çömelmesinde %8 oranında önemli artışların yanı sıra üst ve alt göğüs çevresi ölçümlerinde her biri %3'lük artışlar gösterdi. Bu çalışma, KAK eğitimini kullanırken hem gücün hem de kas büyüklüğündeki artışların etkilerini inceleyen ilk çalışmalardan biriydi. Kullanılan benzer yükler kullanılarak birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen (1RM'nin % 20-30'u), bugüne kadar hiçbir çalışma, eğitim programı boyunca iş yüklerini ilerletmek için doğrusal bir ilerici model kullanmamıştır.

2.8. İlgili Araştırmalar

Bu, kas liflerinin hipertrofisine (büyümesine) neden olabilir ve kas lifleri içinde bulunan uydu hücrelerinin sayısını artırabilir. Kan akışı kısıtlama antrenmanı, kalp yetmezliği gibi kronik hastalıkları olan hastalarda fonksiyonel kapasiteyi de artırabilir (Iversen vd., 2021). Bu tür bir antrenmanın kas gücünü, dayanıklılığını ve gücünü arttırdığı gösterilmiştir (Krammer vd., 2004). Bu tür bir antrenmanın faydaları kas büyüklüğü ve gücü ile sınırlı değildir. Kan akışı kısıtlama antrenmanı ayrıca lokal kan dolaşımını iyileştirebilir ve bu da egzersiz sonrası iyileşme süresinin iyileşmesine neden olabilir (Iversen vd., 2021). Kan akışı kısıtlama antrenmanının de yağ kütlelerini azalttığı ve metabolik sağlığı iyileştirdiği gösterilmiştir (Iversen vd., 2021). Ek olarak, bu tür bir eğitim, kas lifleri içinde bulunan ve onarım ve yenilenmede önemli bir rol oynayan uydu hücrelerinin sayısını da artırabilir [Loenneke vd., 2012).

KAK antrenmanının etkinliğini desteklemek için giderek artan sayıda kanıt vardır. Örneğin, Mattar ve arkadaşları (2014), KAK antrenmanının bir grup sağlıklı genç yetişkinde kas boyutunu ve fonksiyonunu arttırmada etkili olduğunu bulmuşlardır. Benzer şekilde, Tennent ve arkadaşları (2016), KAK antrenmanının diz osteoartritli bir grup bireyde kas fonksiyonunu iyileştirdiğini bulmuşlardır.

KAK antrenmanının bu yararlı etkileri ürettiği mekanizmalar tam olarak anlaşılammıştır. Bununla birlikte, düşük yüklü direnç egzersizi ve kan akışı kısıtlamasının kombinasyonunun kas metabolik stresinde bir artışa yol açtığı ve bunun da kas büyümesini ve adaptasyonunu teşvik ettiği düşünülmektedir (Loenneke vd., 2012).

Loenneke ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, araştırmacılar iki farklı KAK protokolünün sağlıklı genç erkeklerde kas büyüklüğü ve gücü üzerindeki etkilerini incelediler. Protokoller, diz sargısı veya uyluk etrafına yerleştirilmiş kısıtlayıcı bir manşet ile 1 Tekrarlama Maksimumunun (1RM) % 20'sinde gerçekleştirilen bacak presleri veya çömelmelerden oluşuyordu. Yazarlar, her iki protokolün de kas kesit alanında ve kuvvette önemli artışlara neden olduğunu, bacak pres protokolünün kas kesit alanında daha büyük artışlara neden olduğunu bulmuşlardır. Kas kesit alanında kan akış kısıtlama artışı, fiziksel işlevi ve

performansı iyileştirmek için yüzyıllardır kullanıldığı öne sürülmüştür. KAK'ın erken kayıtları, güreşçilerin ve diğer sporcuların yarışmadan önce kaslarına kan akışını kısıtlamak için turnike kullanacakları antik Yunan Olimpiyat Oyunları'na kadar uzanıyor. Bu uygulamanın, kaslar için mevcut olan oksijen ve besin miktarını artırarak gücü ve gücü arttırdığı düşünülüyordu.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Araştırma Deseni

Araştırma hipotezini sınamak için tezde her katılımcının alışma seansını takiben 72 saat dinlenme arası ile 3 egzersiz seansı katılımları ile şekillendirilmiş randomize çapraz tasarım modeli kullanılmıştır. Araştırmaya en az bir yıllık kuvvet antrenmanı deneyime sahip sağlıklı 11 erkek ve 11 kadın toplam 22 katılımcı dahil olmuştur. Katılımcılar ilk gün ziyaretlerinde ön değerlendirmeler; antropometrik ölçümler, kan basıncı, arteriyel oklizon basıncı (AOB) ölçümlerine ve Smith Machine Skuat ve Barbell Bench Press 1 tekrar maksimum (1TM) testine katılmıştır. Ayrıca ilk ölçüm gününde katılımcılar rastgele olarak Hipertrofi ve Kan akımı Kısıtlama gruplarına ayrılmıştır. İkinci ziyaret gününde katılımcılara alışma seansı uygulanmıştır. Üçüncü ziyaret gününde Hipertrofi Grubu (HİP) 1 TM'nin % 62,5 şiddetinde 12 tekrar 3 set klasik hipertrofi antrenmanına, Kan Akımı Kısıtlama Grubu (KAK) ise % 80 AOB basıncında 1 TM'nin % 30 şiddetinde 30-15-15-15 tekrar ile kan akımı kısıtlama antrenmanına katılmıştır. Dördüncü ziyaret gününde Hip grubu Kan Akımı Kısıtlama Grubu (KAK) ise % 80 AOB basıncında 1 TM'nin % 30 şiddetinde 30-15-15-15 tekrar ile kan akımı kısıtlama antrenmanına (Leonneke vd., 2014), KAK grubu 1 TM'nin % 62,5 şiddetinde 12 tekrar 3 set klasik hipertrofi antrenmanına (ACSM, 2009) katılmışlardır. Her iki grupta alt ve üst ekstremitte güç, ağırlık hızının değerlendirilmesi için teknik katkıyı en aza indirmek için smith machine aletinde Leg Press ile Bench Press egzersizleri uygulamıştır. Antrenman günlerinde her katılımcı aynı ısınma rutinine katılmıştır. Isınma için ilk olarak 10 dakika koşu bandında 7 km/s hızında koşu, 5 dakikak her ekleme 12 sn × 3 set omuz, diz, kol dinamik streching hareketleri uygulamışlardır. Daha sonra boş bar ile 10 tekrar ile smith machine squat ve smith machine bench press teknik ısınma uygulamışlardır. Araştırma sırasında egzersiz sırasında tekrarların eksantrik ve konsantrik fazları maksimum hızda uygulanması istenmiştir. Smith machine bar hızını ölçmek için makinenin asansör kısmının ortasına sabitlenen bir akıllı telefon ile bir mobil temel program tarafından bir doğrusal dönüştürücüye kıyasla kaldırma ortalama hızını ölçmek için geçerliği ve güvenilirliği ispatlanmış uygulama vasıtasıyla ivme ölçümleri yapılmıştır (Barrajon ve San Juan,

2020). Her set öncesi ölçüm kaydı başlatılmadan önce sıfır noktası için kalibrasyon yapılmıştır. Bar maksimum kaldırma hızı (m/s), ortalama kaldırma hızı (m/s) ve minimum kaldırma hızı (m/s) değerleri her bir set için kullanılmıştır. Tekrarlı ölçümler sırasında 5 katılımcı kendi istekleri ile çalışmadan ayrılmıştır. Katılımcılara çalışma süresince herhangi bir takviye veya uyarıcı kullanmamaları, beslenme rutinlerini değiştirmemeleri istenmiştir. Ayrıca ölçüm günleri her zamanki normal bir antrenman gününe hazırlandıkları gibi hazırlanmalar, dinlenme günlerinde egzersiz yapmamaları istenmiştir. Ayrıca katılım için yazılı bilgilendirilmiş onamlarını vermeden önce, çalışmanın yararları ve potansiyel riskleri hakkında bilgilendirilme yapılmıştır.

3.2. Katılımcılar

Ağırlık antrenmanına en az bir yıllık deneyime sahip deneyimli 11 erkek ve 11 kadın toplam 22 aktif sağlıklı katılımcı dahil edilmiştir. Çalışma için gerekli olan en az katılımcı sayısının belirlenmesinde G-Power analizi sürüm 3.1.9.6 (Dusseldorf, Almanya) ile belirlenmiş ve minimum %80 güç, 0.05 yanılma düzeyi için çift taraflı hipotez testi (effect size:0.33) işaretlenerek hesaplanmış ve katılımcı (örneklem) sayısı toplam 21 bulunmuştur.

Katılımcı dışlama kriterleri şunlardı: (1) 18 yaşından genç olmak; (2) düzenli narkotik ve / veya psikotropik ajan veya ilaç, anabolik steroid kullanıyor olmak; (3) farklı testlerde performansı sınırlayan herhangi bir kronik rahatsızlığa sahip olmak; (4) ağırlık antrenmanına 12 aydan az deneyime sahip olmak.; (5) smith machine skuat ve smith machine bench press hareketine alışkın olmamak; (6) Herhangi bir kas-iskelet bozukluğu olan, son 6 ay içinde spor yaralanması geçirmiş olmak. Katılımcılar bilgilendirilmiş onam formunu doldurduktan ve imzaladıktan sonra çalışmaya gönüllü olarak dahil edilmiştir. Çalışmayı 17 katılımcı tamamlamış, bunların 8'i erkek (ortalama \pm SD; yaş = $21,38 \pm 1,51$ yıl; boy = $173,75 \pm 7.57$ cm; vücut ağırlığı = $74,99 \pm 9,59$ kg; vücut yağ yüzdesi = % $12,94 \pm 3,46$; Kan Basıncı sistol = $12,13 \pm 1,25$, diyastol = $6,75 \pm 0,89$), 9'u kadın (ortalama \pm SD; yaş = $22,33 \pm 1,41$ yıl; boy = $163,00 \pm 5,85$ cm; vücut yağ yüzdesi = % $21,50 \pm 3,82$; Kan Basıncı sistol = $11,22 \pm 0,97$, diyastol = $6,67 \pm 0,50$) olmuştur.

3.3. Fiziksel Ölçümler ve Testler

3.3.1. Yaş

Katılımcıların doğum tarihleri ilk ölçüm gününde kendi beyanlarına göre gün, ay, yıl şeklinde kaydedilmiştir.

3.3.2. Boy Uzunluğu, Vücut Ağırlığı ve Yağ Yüzdesi Ölçümü

Katılımcıların boy ve kilo ölçümleri test öncesi yapılmıştır. Boy uzunluğu ölçümü için derin bir inspirasyon sonrası, anatomik duruş pozisyonunda ayak topukları birleşik, baş dik ve karşıya bakar pozisyonda iken, omuzlar dik ve sırt hafif stadiometreye temas edecek şekilde ve stadiometre (Seca 213, Almanya) ile yükseklik, taşınabilir bir stadiometre kullanılarak en yakın 0,1 cm'ye kadar ölçülmüştür. Vücut ağırlığı ve yağ ölçümü ayakkabısız hafif giysilerde taşınabilir bir dijital baskül ile (Tanita BC545, Japonya) en yakın 0,1 kg'a kadar ölçülmüştür.

3.3.3. Kan Basıncı Ölçümleri

Kan basıncının ölçümünde otomatik şişebilen ve değerlendirme yapabilen dijital tansiyon aleti (Omron M2, Japonya) kullanılmıştır. Ölçümden önce katılımcılar sırtlarını destekleyecek şekilde rahat bir sandalyeye oturtuldu ve her iki ayakları düz bir şekilde yere koymaları istendi. Ardından 5 dakika bu pozisyonda bekletildi. Ölçüm yapmak için göğüs hizasındaki masaya sol kolları dayandırıldı. Manşon kolu tam saracak şekilde yerleştirildi. Katılımcılardan ölçüm sırasında konuşmamaları istendi. Ölçüm milimetre civa (mmHg) cinsinden kaydedildi.

3.3.4. AOB Basıncının Belirlenmesi

KAK antrenmanları sırasında katılımcıların bacak ve kol kan dolaşımını kısıtlamak için on üç santimetre ve altı santimetre manuel şişirilebilir pnömatik turnike (Reister, Almanya) kullanıldı. Manşet basınçları, Sieljacks ve arkadaşları (2017) 'ye göre, sırtüstü pozisyonda sağ alt ekstremite için belirlenen arteriyel oklüzyon basınçlarına (AOB) dayanarak belirlendi. Pnömatik manşetin ilk şişirilmesi, bireyin sistolik kan

basıncının 50 mmHg üzerine ayarlandı. Bu aşamada arteriyel tıkanıklık meydana gelmediyse, manşet basıncı yavaş yavaş tibial arterin oskültatör nabzının kesildiği noktaya kadar arttırıldı. Kan tıkanıklığı basıncı, medial malleolar arterin arka kenarı ile Aşil tendonunun ortasında, sağ posterior tibial artere yerleştirilen parmaklar ile palpasyon yöntemi ve Kan akımının yokluğunu tespit etmek için ayağın 2. parmağına nabız oksimetresi (Choicemmed Finger Pulse Oximeter, ABD) yerleştirildi (Yılmaz, 2019). Oksimetrede veri elde edilemeyen noktada ayak damarına palmiye uygulanarak nabız olup olmadığı kontrol edildi. Hem nabız hem de oksimetre verilerinin manşet manometresi üzerindeki basıncın bulunmadığı nokta, uzuv tıkaçıcı basınç (AOB) olarak kabul edildi.

3.3.5. Kalp Atım Hızının Ölçülmesi

Katılımcıların egzersiz öncesi ve egzersiz sırasında kalp atım hızı cevaplarının değerlendirilmesi için Seego HR sistem (İspanya) her atımı ölçebilen kalp atım monitörü ile ölçülmüştür. Dinlenik kalp atım hızı (dinKAH) belirlenmesinde katılımcılar 5 dakika sırt üstü yatar pozisyonda bekletildiler, bekleme sırasında konuşmamaları istendi ve süre sonunda monitörde görünen değer kaydedildi. Egzersiz sırası maksimum ve ortalama kalp atımın belirlenmesi için her set öncesi ölçüm başlatıldı set sonu durduruldu. Elde edilen değerlerin ortalamaları hesaplanarak analiz edildi.

3.3.6. Bir Maksimum Tekrarın (1 TM) Belirlenmesi

Bench pres ve Skuat ölçümü için, kg birimi olan standart plaka ağırlıkları (Diesel, ABD) kullanılmıştır. Her katılımcının Bench press ve Skuat maksimal kuvvetleri tek tekrar metodu ile belirlenmiştir. Bu metot uygulanırken her bir sporcunun kaldıracağı ağırlık deneme yanılma yoluyla tespit edilip, tahmini bir ağırlık ile maksimum tekrar yapması istenerek elde edilen tekrar sayısı ile Brzycki formülünden yola çıkarak başlayacağı 1 TM'nin %50 ağırlık hesaplanarak ölçümlerine başlanmıştır. Bench pres ve Squat hareketinde bara ekstra ağırlık ekleme yapıldıktan sonra her sporcudan bu ağırlığı doğru teknikle kaldırması istendi, sporcu ağırlığı rahat kaldırabilirse beşer dakikalık dinlenme aralıkları ile ağırlık ilave edilerek kaldırmayacağı tekrar kadar

uygulanmıştır. 1 TM skuat ölçümünde, Brzycki formülü ile çıkan sonuca göre %50 ile 10 tekrar, %80'i ile 5 tekrar, %90'ı ile 3 tekrar, %95'i ile 2 tekrar ve %100'u ile 1 tekrar squat egzersizini gerçekleştireceklerdir. Sporculardan teste devam etmek isteyen olması durumunda %102,5 ve %105 ölçümleri de gerçekleştirilecektir. 1 Tekrar Maksimal bench pres testi ölçümünde, boksörler, tahmini olarak kaldırabileceği ağırlığın %50'si ile 10 tekrar, %80'i ile 5 tekrar, %90'ı ile 3 tekrar, %95'i ile 2 tekrar ve %100'u ile 1 tekrar bench pres egzersizini gerçekleştireceklerdir. Sporculardan teste devam etmek isteyen olması durumunda %102,5 ve %105 ölçümleri de gerçekleştirilecektir.

3.3.7. Alıştırma Oturumları

Testler sırasında olası öğrenme etkilerini azaltmak için her yöntem için alışma uygulanmıştır. Çalışma ölçümlerinden 72 saat önce 1 TM testi yapılacaktır. Katılımcılar, seanslara aynı saatte laboratuvara gelecekler ve 5 dakika boyunca bir ergometre üzerinde bisiklet sürececek, ardından 10 vücut ağırlığı ile pull-up, 10 adet skuat ve 15 vücut ağırlığı şnavından oluşan genel bir ısınması izlediler. Daha sonra, katılımcılar tahmini 1RM'lerinin % 30, 62,5 ini kullanarak tekrarı gerçekleştirecekler. İlk test yükü tahmini % 80 1RM'ye ayarlanacak ve sonraki her deneme için 2,5-10 kg artırılacaktır. Bu işlem başarısız olana kadar tekrarlanacaktır. 1RM testi sırasında, katılımcılar başarılı denemeler arasında 5 dakikalık bir dinlenme aralığı ile bir tekrar gerçekleştireceklerdir. Barbell ve makine üzerine el ve ayak yerleşimi, bireyin biakromiyal mesafesinin% 150'sine göre ayarlanacaktır. Tüm deneysel oturumlar sırasında tutarlı el ve ayak yerleşimini sağlamak için ellerin konumlandırılması kaydedilmiştir.1 maksimum testi (1 TM) öncesinde katılımcılar iki hafta önce haftada 3 kez alışma seansları gerçekleştirecekler. Alıştırma seansları sırasında,1 TM'nin % 70 'lik bir yüke karşı 3 tekrarından oluşan 4 set gerçekleştirecekler. Ardından KAK düşük ve KAK yüksek durumlarında 2 'ser set leg press ve bench press uygulanmıştır.

3.3.8. İvmenin Ölçülmesi

Katılımcıların bench press ve skuat egzersizleri sırasında ivme değerlerinin ölçülmesi için Smith machine bar asansörünün orta kısmına yerleştirilen mobil temel programı

tarafından kullanılan akıllı telefon ivme ölçeri ile ölçülmüştür. İvme ölçümleri geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmış (Barrajon ve San Juan, 2020) Android işletim sistemi yüklenmiş Samsung Note5 (Samsung Teknoloji, Güney Kore) akıllı telefonda çalıştıran ‘sensorManagerlibrary’ uygulaması ile ölçülmüştür. Akıllı telefonda ölçümler sırasında ivme ölçerin değerlendirme ölçüsü 2g ayarlanmıştır. İvme örnekleme frekansı 50 Hz'e ayarlanmıştır, çünkü iyi bir gürültü / frekans ilişkisine sahip bir değerdir. Katılımcılar ölçümlere başlamadan önce bara çıkarır çıkarmaz üç saniye bekledi; daha sonra, mobil temel program akustik bir sinyal yaydı ve katılımcı alçaldı hareketler eksantrik fazla başladı. Tüm ölçüm ve değerlendirmelerde Barrajon ve San Juan (2020) tarafından uygulanan metot aşamaları takip edilmiştir. Güç Çıktısının Ölçülmesi: Elde edilen ivme değerleri Newton denklemini $F=m \times a$ kullanarak $kg/m/s^2$ cinsinden hesaplanmıştır (Balsalobre-Fernandez vd., 2015).

3.3.9. Videoların Kaydedilmesi

Bir araştırmacı kamerayı portre pozisyonunda tutacaktır. Egzersiz sırasında ve tam ROM'u mümkün olduğunca yakından görmek için her bir tekrar sırasında sporcunun arkasından (yani katılımcının kafasına bakacak şekilde) banktan 1,5 m uzakta ve katılımcının göğsünün aynı yüksekliğinde kaydedecektir. Kaldırış başlangıcı, halter sporcuların göğsünü terk ettiği ilk çerçeve olarak kabul edildi ve asansörün sonu, barın dikey yer değiştirmesini sona erdirdiği ilk çerçeve olarak kabul edildi. Bu prosedür araştırmacı tarafından manuel bir seçim gerektirdiğinden, 2 bağımsız gözlemci, başka bir yerde önerildiği gibi gözlemciler arası güvenilirliği test etmek için aynı videoları analiz etmiştir (Balsalobre-Fernandez vd., 2015).

Egzersiz Seansları

Randomize, çapraz bir şekilde, katılımcılar 1 TM'nin % 62,5 yüke karşı 12 tekrar * 3set klasik hipertrofi antrenmanı, % 30 şiddete 30-15-15-15 tekrar % 80 AOB basıncında gerçekleştirilmiştir. Sporcular maksimum hızda 1 set 3 tekrarlı konsantrik ve eksantrik kasılma gerçekleştireceklerdir. Her tekrar, ağırlığı sıçratmadan ve eksantrik ve eşmerkezli fazlar arasındaki geçişte kasıtlı olarak duraklamadan

gerçekleştirilecektir. Hareketin eşmerkezli ve eksantrik fazları arasında, 1 saniyelik bir duraklama kullanılacaktır.

3.4. İstatistiksel Analiz

Çalışmanın istatistiksel analizinde SPSS 26 (SPSS. Chicago. IL. US) yazılımı ile hesaplama yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistik yöntemi kullanılarak araştırmada elde edilen tüm değişkenlerin ortalama ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Bağımlı grubun tekrarlanan ölçümler arasındaki farkların belirlenmesinde zaman ve zaman \times grup etkileşimlerinde farkların belirlenmesinde Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (ANOVA) ile kullanılmıştır. Tekrarlanan ölçümlerin 2 farklı zaman noktasındaki, 2 farklı antrenman koşulunda elde edilen ivme değerlerinin değerlendirilmesinde zaman ve grup \times zaman etkileşimlerini test edilmiştir. Araştırma için gerekli olan en az katılımcı (22) sayısının belirlenmesinde G-Power analizi sürüm 3.1.9.6 (Dusseldorf. Almanya) kullanılmış ve minimum %80 güç, 0.05 yanılma düzeyi ve 0,4 etki büyüklüğü işaretlenerek hesaplanmıştır. Tüm hesaplamalarda Anlamlılık düzeyi 0,05 olarak belirlenmiştir. Bağımsız değişkenler Etki büyüklükleri için kısmi eta-kare (partial η^2) .01 düşük etki gücü, .06 ortalama etki gücü, .14 ve üstü büyük etki gücü olarak değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Araştırma sonucunda elde edilen veriler cinsiyet ve antrenman yöntemi bakımından analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirilerek iki yöntemin ivme ve güç sonuçları karşılaştırılmış ve hipotez testleri cevaplanmıştır. Araştırmayı tamamlayan katılımcıların demografik sonuçlarını Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Verileri

Değişken	Grup	Ortalama	S.S.	n
Yaş (Yıl)	Erkek	21,38	1,51	8
	Kadın	22,33	1,41	9
	Toplam	21,88	1,50	17
Kilo (kg)	Erkek	74,99	9,59	8
	Kadın	58,31	9,92	9
	Toplam	66,16	12,77	17
Boy (cm)	Erkek	173,75	7,57	8
	Kadın	163,00	5,85	9
	Toplam	168,06	8,53	17
Vücut Yağ Yüzdesi (%)	Erkek	12,94	3,46	8
	Kadın	21,50	3,82	9
	Toplam	17,47	5,65	17
Sistolik Kan Basıncı (mmHg)	Erkek	12,13	1,25	8
	Kadın	11,22	,97	9
	Toplam	11,65	1,17	17
Diyastolik Kan Basıncı (mmHg)	Erkek	6,75	,89	8
	Kadın	6,67	,50	9
	Toplam	6,71	,69	17
Bacak Tıkanma Basıncı (mmHg)	Erkek	213,13	31,50	8
	Kadın	184,44	22,42	9
	Toplam	197,94	30,06	17
Kol Tıkanma Basıncı (mmHg)	Erkek	203,13	19,45	8
	Kadın	195,56	31,27	9
	Toplam	199,12	25,87	17
Dinlenik KAH (atım/dk)	Erkek	69,25	10,47	8
	Kadın	77,11	8,68	9
	Toplam	73,41	10,10	17

Tablo 2. Katılımcıların ilk ölçüm performans ve antrenman şiddeti değerleri

Değişken	Grup	Ortalama	S.S.	n
Skuat 1 TM (kg)	Erkek	110,63	42,80	8
	Kadın	64,44	18,78	9
	Toplam	86,18	39,27	17
Bench Press 1 TM (kg)	Erkek	71,88	21,54	8
	Kadın	39,56	9,51	9
	Toplam	54,76	22,91	17
Bench Press % 62,5 (kg)	Erkek	44,92	13,46	8
	Kadın	24,72	5,95	9
	Toplam	34,23	14,32	17
Skuat % 30 (kg)	Erkek	33,19	12,84	8
	Kadın	19,33	5,63	9
	Toplam	25,85	11,78	17
Skuat % 62,5 (kg)	Erkek	69,14	26,75	8
	Kadın	40,28	11,74	9
	Toplam	53,86	24,54	17
Bench Press % 30 (kg)	Erkek	21,56	6,46	8
	Kadın	11,87	2,85	9
	Toplam	16,43	6,87	17

Tablo 3. Katılımcıların ilk ölçüm günü performans ve antrenman şiddeti değerleri

Değişken	Grup	Ortalama	S.S	n
Ön test dinKAH (atım/dk)	Erkek	69,25	10,47	8
	Kadın	77,11	8,68	9
	Toplam	73,41	10,10	17
KAK dinKAH (atım/dk)	Erkek	67,75	10,24	8
	Kadın	82,56	7,33	9
	Toplam	75,59	11,43	17
HİP dinKAH (atım/dk)	Erkek	69,25	7,09	8
	Kadın	75,56	6,60	9
	Toplam	72,59	7,37	17
1TM maksKAH (atım/dk)	Erkek	141,75	20,61	8
	Kadın	150,78	20,97	9
	Toplam	146,53	20,67	17
KAK maksKAH (atım/dk)	Erkek	160,63	14,92	8
	Kadın	178,33	8,66	9
	Toplam	170,00	14,76	17
HİP maksKAH (atım/dk)	Erkek	147,13	14,13	8
	Kadın	160,78	13,21	9
	Toplam	154,35	14,96	17
1TM ortKAH (atım/dk)	Erkek	115,38	18,30	8

	Kadın	124,78	21,29	9
	Toplam	120,35	19,92	17
KAK ortKAH (atım/dk)	Erkek	131,88	21,58	8
	Kadın	140,78	16,69	9
	Toplam	136,59	19,08	17
HİP ortKAH (atım/dk)	Erkek	122,13	23,56	8
	Kadın	124,89	11,98	9
	Toplam	123,59	17,79	17

Tablo 3’de göre katılımcıların testler öncesi dinlenik kalp atım hızı değerleri, test ve antrenmanları sırasında elde edilen ortalama ve egzersiz sırasında ulaşılan maksimum kalp atım hız değerleri gösterilmiştir. Buna göre, bağımlı grubunun üç farklı zaman diliminde ölçülen dinKAH ortalamalarının zaman etkileşimi ($F=,633$, $p =,546$, $\eta^2:,083$ orta etki gücü) ve Zaman×grup etkileşimi ($F=1,516$, $p =,253$, $\eta^2:,178$ büyük etki gücü) incelendiğinde erkek ve kadınlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği tespit edilmiştir.

Tekrarlanan ölçümlerde egzersiz sırasında ulaşılan maksimum kalp atım hızı maksKAH zaman etkileşimi değerlendirildiğinde ($F=17,751$, $p =,000$, $\eta^2:,717$ büyük etki gücü) tekrarlar sonucu elde edilen değerler ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Farkın KAK antrenmanın kaynaklandığı tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bu durum erkek ve kadın katılımcılarda bakımından değişmemektedir (zaman×grup etkileşimi $F=,472$, $p =,633$, $\eta^2:,063$ orta etki gücü).

Benzer şekilde egzersiz ortalama kalp atım hızı sonuçlarında zaman etkileşimi bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ($F=4,324$, $p =,036$, $\eta^2:,224$ büyük etki gücü). Tekrarlanan sonuçlar incelendiğinde fark KAK antrenmanından kaynaklanmıştır ($p<0.05$). Bu durum erkek ve katılımcılarda değişmemektedir (zaman×grup etkileşimi $F=,201$, $p =,660$, $\eta^2:,013$ düşük etki gücü).

Bulgular katılımcıların üç test gününde aynı dinlenme koşullarında performans sergilediklerini göstermiştir. Egzersiz ortalama kalp atım hızı ve egzersiz maksimal kalp atım hızı KAK antrenmanı lehine istatistiksel olarak daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 4. Katılımcıların Skuat ivme sonuçları

Değişken	Grup	Ortalama	S.S	n
KAK Skuat Ekstansiyon 1.Set İvme (m/s ²)	Erkek	-6,04	,95	8
	Kadın	-7,30	,63	9
	Toplam	-6,71	1,01	17
KAK Skuat Fleksiyon 1.Set İvme (m/s ²)	Erkek	12,76	2,18	8
	Kadın	12,45	,55	9
	Toplam	12,60	1,50	17
HİP Skuat Ekstansiyon 1.Set İvme (m/s ²)	Erkek	-7,06	,28	8
	Kadın	-7,58	,65	9
	Toplam	-7,34	,56	17
HİP Skuat Fleksiyon 1.Set İvme (m/s ²)	Erkek	12,22	,25	8
	Kadın	11,80	,63	9
	Toplam	11,99	,52	17
KAK Skuat Ekstansiyon 2.Set İvme (m/s ²)	Erkek	-6,22	,86	8
	Kadın	-7,48	,47	9
	Toplam	-6,89	,92	17
KAK Skuat Fleksiyon 2.Set İvme (m/s ²)	Erkek	13,21	,83	8
	Kadın	12,37	,48	9
	Toplam	12,76	,78	17
HİP Skuat Ekstansiyon 2.Set İvme (m/s ²)	Erkek	-7,09	,30	8
	Kadın	-7,55	,74	9
	Toplam	-7,33	,61	17
HİP Skuat Fleksiyon 2.Set İvme (m/s ²)	Erkek	12,18	,31	8
	Kadın	11,83	,66	9
	Toplam	12,00	,54	17
KAK Skuat Ekstansiyon 3.Set İvme (m/s ²)	Erkek	-6,43	,89	8
	Kadın	-7,34	,70	9
	Toplam	-6,91	,90	17
KAK Skuat Fleksiyon 3.Set İvme (m/s ²)	Erkek	13,05	,84	8
	Kadın	12,35	,62	9
	Toplam	12,68	,79	17
HİP Skuat Ekstansiyon 3.Set İvme (m/s ²)	Erkek	-6,98	,19	8
	Kadın	-7,49	,60	9
	Toplam	-7,25	,51	17
HİP Skuat Fleksiyon 3.Set İvme (m/s ²)	Erkek	12,26	,27	8
	Kadın	11,88	,57	9
	Toplam	12,06	,48	17
KAK Skuat Fleksiyon 4.Set İvme (m/s ²)	Erkek	-6,48	,95	8
	Kadın	-7,31	,63	9
	Toplam	-6,92	,88	17
HİP Skuat Ekstansiyon 4.Set İvme (m/s ²)	Erkek	12,91	,72	8
	Kadın	12,32	,57	9
	Toplam	12,60	,69	17

Tablo 4’de skuat antrenmanı sırasında setlere göre katılımcıların elde ettikleri ivme sonuçları verilmiştir. Buna göre, bağımlı grubunun iki farklı zaman diliminde ölçülen 1.set skuat ekstansiyon ivme ve 2.set skuat ekstansiyon sonuçları HİP antrenman

yöntemi lehine istatistiksel olarak anlamlı olarak farklıdır ($p < 0.05$). 2.set Skuat fleksiyon ivme ve 3.set skuat fleksiyon ivme sonuçları KAK antrenman yöntemi lehine zaman etkileşimi bakımından istatistiksel olarak anlamlı olarak farklıdır ($p < 0.05$). Skuat Ekstansiyon 1.Set hızı ($F=7,665$, $p = ,014$, $\eta^2: ,338$ büyük etki gücü), Skuat Ekstansiyon 2.Set hızı ($F=4,758$, $p = ,045$, $\eta^2: ,241$ büyük etki gücü), Skuat Fleksiyon 2.Set hızı ($F=17,588$, $p = ,001$, $\eta^2: ,540$ büyük etki gücü) ve Skuat Fleksiyon 3.Set hızı ($F=12,156$, $p = ,003$, $\eta^2: ,448$ büyük etki gücü) sonuçlarında iki antrenman yöntemi arasında fark vardır. Zaman×Grup etkileşimi incelendiğinde skuat ivme sonuçları erkek ve kadınlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği tespit edilmiştir.

Tablo 5. Katılımcıların Skuat güç sonuçları

Değişken	Grup	ortalama	S.S	n
KAK Skuat Ekstansiyon 1.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	-206,33	96,63	8
	Kadın	-140,24	39,58	9
	Toplam	-171,34	77,62	17
KAK Skuat Fleksiyon 1.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	406,62	135,89	8
	Kadın	241,31	74,38	9
	Toplam	319,10	134,46	17
HİP Skuat Ekstansiyon 1.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	-489,27	196,89	8
	Kadın	-307,16	98,62	9
	Toplam	-392,86	174,93	17
HİP Skuat Fleksiyon 1.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	840,93	315,60	8
	Kadın	471,61	128,77	9
	Toplam	645,41	296,60	17
KAK Skuat Ekstansiyon 2.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	-210,10	93,40	8
	Kadın	-143,97	40,81	9
	Toplam	-175,09	76,20	17
KAK Skuat Fleksiyon 2.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	431,15	151,93	8
	Kadın	239,70	74,33	9
	Toplam	329,79	150,21	17
HİP Skuat Ekstansiyon 2.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	-491,15	196,95	8
	Kadın	-306,06	97,89	9
	Toplam	-393,16	175,58	17
HİP Skuat Fleksiyon 2.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	840,39	318,39	8
	Kadın	473,23	130,80	9
	Toplam	646,01	297,64	17
KAK Skuat Ekstansiyon 3.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	-218,75	102,35	8
	Kadın	-140,57	38,18	9
	Toplam	-177,36	83,25	17
KAK Skuat Fleksiyon 3.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	425,50	148,62	8
	Kadın	239,50	75,35	9
	Toplam	327,03	147,17	17
HİP Skuat Ekstansiyon	Erkek	-483,24	190,30	8

3.Set Güç (kgm/s ²)	Kadın	-302,99	93,62	9
	Toplam	-387,82	169,78	17
HİP Skuat Fleksiyon 3.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	844,88	317,34	8
	Kadın	475,67	131,62	9
	Toplam	649,42	298,00	17
KAK Skuat Fleksiyon 4.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	-218,79	97,04	8
	Kadın	-140,23	37,69	9
	Toplam	-177,20	80,40	17
HİP Skuat Ekstansiyon 4.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	422,20	150,27	8
	Kadın	238,91	74,84	9
	Toplam	325,17	146,88	17

Tablo 5’de skuat antrenmanı sırasında üretilen güç sonuçları verilmiştir. Tabloya göre bağımlı grubunun iki farklı zaman diliminde ürettikleri güç sonuçları tüm setlerde ekstansiyon ve fleksiyon evrelerinde HİP antrenmanı lehine istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha yüksektir ($p < 0.05$). 1.set skuat ekstansiyon ($F=113,217$, $p = ,000$, $\eta^2: ,883$ büyük etki gücü), 1.set skuat fleksiyon ($F=76,495$, $p = ,000$, $\eta^2: ,836$ büyük etki gücü), 2.set skuat ekstansiyon ($F=107,092$, $p = ,000$, $\eta^2: ,877$ büyük etki gücü), 2.set skuat fleksiyon ($F=114,394$, $p = ,000$, $\eta^2: ,884$ büyük etki gücü), 3.set skuat ekstansiyon ($F=132,672$, $p = ,000$, $\eta^2: ,898$ büyük etki gücü) ve 3.set skuat fleksiyon ($F=115,280$, $p = ,000$, $\eta^2: ,885$ büyük etki gücü) zaman etkileşimi bakımından istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur. Güç açısından HİP antrenmanı her iki cinsiyette daha yüksek güç çıktısına neden olmuştur. Ek olarak zaman \times grup etkileşimi tüm setlerde erkekler lehine istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$).

Tablo 6. Katılımcıların Skuat güç sonuçları

Değişken	Grup	Ortalama	S.S.	n
KAK Bench Press Ekstansiyon 1.Set İvme (m/s ²)	Erkek	-5,70	1,10	8
	Kadın	-7,10	,82	9
	Toplam	-6,44	1,17	17
KAK Bench Press Fleksiyon 1.Set İvme (m/s ²)	Erkek	13,10	2,85	8
	Kadın	12,70	,83	9
	Toplam	12,88	1,98	17
HİP Bench Press Ekstansiyon 1.Set İvme (m/s ²)	Erkek	-7,33	,54	8
	Kadın	-7,87	,82	9
	Toplam	-7,61	,73	17
HİP Bench Press Fleksiyon 1.Set İvme (m/s ²)	Erkek	12,00	,94	8
	Kadın	11,71	1,00	9
	Toplam	11,84	,95	17
KAK Bench Press Ekstansiyon 2.Set İvme (m/s ²)	Erkek	13,57	1,07	8
	Kadın	12,18	,35	9

	Toplam	12,83	1,03	17
KAK Bench Press Fleksiyon 2.Set İvme (m/s ²)	Erkek	-6,16	,81	8
	Kadın	-7,66	,31	9
	Toplam	-6,96	,97	17
HİP Bench Press Ekstansiyon 2.Set İvme (m/s ²)	Erkek	-5,71	5,18	8
	Kadın	-7,89	,62	9
	Toplam	-6,86	3,63	17
HİP Bench Press Fleksiyon 2.Set İvme (m/s ²)	Erkek	12,23	,32	8
	Kadın	11,84	,86	9
	Toplam	12,02	,67	17
KAK Bench Press Ekstansiyon 3.Set İvme (m/s ²)	Erkek	-6,28	,76	8
	Kadın	-7,66	,25	9
	Toplam	-7,01	,88	17
KAK Bench Press Fleksiyon 3.Set İvme (m/s ²)	Erkek	13,39	,84	8
	Kadın	12,12	,26	9
	Toplam	12,72	,88	17
HİP Bench Press Ekstansiyon 3.Set İvme (m/s ²)	Erkek	-7,39	,63	8
	Kadın	-8,12	,64	9
	Toplam	-7,77	,72	17
HİP Bench Press Fleksiyon 3.Set İvme (m/s ²)	Erkek	12,36	,39	8
	Kadın	11,57	,74	9
	Toplam	11,94	,71	17
KAK Bench Press Fleksiyon 4.Set İvme (m/s ²)	Erkek	-6,29	,68	8
	Kadın	-7,40	,59	9
	Toplam	-6,87	,84	17
HİP Bench Press Ekstansiyon 4.Set İvme (m/s ²)	Erkek	13,35	,87	8
	Kadın	12,33	,56	9
	Toplam	12,81	,88	17

Tablo 6’da bench press antrenmanı sırasında setlere göre katılımcıların elde ettikleri ivme sonuçları verilmiştir. Buna göre, bağımlı grubunun iki farklı zaman diliminde ölçülen 1.set bench press ekstansiyon ivme, 2.set bench press fleksiyon ivme, 3.set ekstansiyon ve fleksiyon ivme sonuçları zaman etkileşimi bakımından istatistiksel olarak anlamlı olarak farklıdır ($p < 0.05$). Bench press ekstansiyon 1.Set hızı HİP antrenmanı lehine ($F=12,520$, $p = ,003$, $\eta^2: ,455$ büyük etki gücü), Bench press fleksiyon 2.Set hızı KAK antrenmanı lehine ($F=11,177$, $p = ,004$, $\eta^2: ,427$ büyük etki gücü), Bench press ekstansiyon 3.Set hızı HİP antrenmanı lehine ($F=12,008$, $p = ,003$, $\eta^2: ,355$ büyük etki gücü) ve Bench press fleksiyon 3.Set hızı KAK antrenmanı lehine ($F=15,620$, $p = ,001$, $\eta^2: ,510$ büyük etki gücü), sonuçlarında iki antrenman yöntemi arasında fark vardır.

Zaman×Grup etkileşimi incelendiğinde skuat ivme sonuçları erkek ve kadınlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği tespit edilmiştir ($p > 0.05$).

Tablo 7. Katılımcıların Skuat güç sonuçları

Değişken	Grup	Ortalama	S.S	n
KAK Skuat Ekstansiyon 1.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	-125,51	49,81	8
	Kadın	-83,91	19,79	9
	Toplam	-103,48	41,70	17
KAK Skuat Fleksiyon 1.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	271,19	70,29	8
	Kadın	151,14	41,53	9
	Toplam	207,64	82,69	17
HİP Skuat Ekstansiyon 1.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	-325,27	83,55	8
	Kadın	-193,43	44,18	9
	Toplam	-255,47	92,90	17
HİP Skuat Fleksiyon 1.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	533,06	143,76	8
	Kadın	289,58	73,70	9
	Toplam	404,16	165,68	17
KAK Skuat Ekstansiyon 2.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	-134,22	46,60	8
	Kadın	-90,92	21,48	9
	Toplam	-111,29	40,95	17
KAK Skuat Fleksiyon 2.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	289,43	78,85	8
	Kadın	145,12	38,89	9
	Toplam	213,03	94,81	17
HİP Skuat Ekstansiyon 2.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	-223,03	280,46	8
	Kadın	-195,51	52,46	9
	Toplam	-208,46	189,71	17
HİP Skuat Fleksiyon 2.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	549,37	165,88	8
	Kadın	291,65	66,45	9
	Toplam	412,93	178,40	17
KAK Skuat Ekstansiyon 3.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	-136,44	45,38	8
	Kadın	-90,95	22,28	9
	Toplam	-112,36	41,19	17
KAK Skuat Fleksiyon 3.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	287,31	84,38	8
	Kadın	143,98	36,27	9
	Toplam	211,43	95,97	17
HİP Skuat Ekstansiyon 3.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	-328,34	87,18	8
	Kadın	-201,63	55,70	9
	Toplam	-261,26	95,54	17
HİP Skuat Fleksiyon 3.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	552,49	157,03	8
	Kadın	284,94	65,06	9
	Toplam	410,84	178,47	17
KAK Skuat Fleksiyon 4.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	-137,14	47,32	8
	Kadın	-86,87	16,42	9
	Toplam	-110,53	42,23	17
HİP Skuat Ekstansiyon 4.Set Güç (kgm/s ²)	Erkek	285,38	79,10	8
	Kadın	147,03	40,49	9
	Toplam	212,14	92,86	17

Tablo 7’de bench press antrenmanı sırasında üretilen güç sonuçları verilmiştir. Tabloya göre bağımlı grubunun iki farklı zaman diliminde tekrarlanan ölçümlerde ürettikleri güç sonuçları tüm setlerde ekstansiyon ve fleksiyon evrelerinde HİP antrenmanı lehine istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksektir ($p < 0.05$). 1.set bench press ekstansiyon ($F=251,61$, $p = ,000$, $\eta^2: ,944$ büyük etki gücü), 1.set bench press fleksiyon ($F=71,127$, $p = ,000$, $\eta^2: ,826$ büyük etki gücü), 2.set bench press ekstansiyon ($F=4,008$, $p = ,040$, $\eta^2: ,211$ büyük etki gücü), 2.set bench press fleksiyon ($F=161,972$, $p = ,000$, $\eta^2: ,915$ büyük etki gücü), 3.set bench press ekstansiyon ($F=217,757$, $p = ,000$, $\eta^2: ,936$ büyük etki gücü) ve 3.set bench press fleksiyon ($F=215,813$, $p = ,000$, $\eta^2: ,935$ büyük etki gücü) zaman etkileşimi bakımından istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur. Güç açısından HİP antrenmanı her iki cinsiyette daha yüksek güç çıktısına neden olmuştur. Ek olarak zaman \times grup etkileşimi tüm setlerde erkekler lehine istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$).

Tablo 8. Katılımcıların Skuat set ortalama ivme sonuçları

Değişken	Grup	Ortalama	S.S	n
KAK Skuat Ekstansiyon Ortalama İvme (m/s ²)	Erkek	-6,29	,86	8
	Kadın	-7,35	,55	9
	Toplam	-6,86	,88	17
HİP Skuat Ekstansiyon Ortalama İvme (m/s ²)	Erkek	-7,04	,23	8
	Kadın	-7,54	,65	9
	Toplam	-7,31	,55	17
KAK Skuat Fleksiyon Ortalama İvme (m/s ²)	Erkek	12,98	1,08	8
	Kadın	12,37	,53	9
	Toplam	12,66	,87	17
HİP Skuat Fleksiyon Ortalama İvme (m/s ²)	Erkek	12,22	,25	8
	Kadın	11,84	,61	9
	Toplam	12,02	,50	17

Tablo 8’de skuat antrenmanları sırasında elde edilen 3 set ivme ortalama sonuçları verilmiştir. Tabloya göre bağımlı grubunun iki farklı zaman diliminde tekrarlanan ölçümlerde sergiledikleri ivme ortalamaları sonuçları ekstansiyon evresinde HİP antrenmanı lehine ($F=5,794$, $p = ,029$, $\eta^2: ,279$ büyük etki gücü), fleksiyon evresinde ise KAK antrenmanı lehine ($F=8,975$, $p = ,009$, $\eta^2: ,211$ büyük etki gücü), istatistiksel

olarak anlamlı şekilde daha yüksek bulunmuştur. Zaman×Grup etkileşimi incelendiğinde skuat ekstansiyon ve fleksiyon ortalama ivme sonuçları erkek ve kadınlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Tablo 9. Katılımcıların Bench Press set ortalama ivme sonuçları

Değişken	Ortalama	S.S	n	Grup
KAK Bench Press	Erkek	-6,11	,81	8
Ekstansiyon	Kadın	-7,45	,42	9
Ortalama İvme (m/s ²)	Toplam	-6,82	,92	17
HİP Bench Press	Erkek	-6,81	1,89	8
Ekstansiyon	Kadın	-7,96	,65	9
Ortalama İvme (m/s ²)	Toplam	-7,42	1,46	17
KAK Bench Press	Erkek	13,35	1,21	8
Fleksiyon	Kadın	12,33	,45	9
Ortalama İvme (m/s ²)	Toplam	12,81	1,01	17
HİP Bench Press	Erkek	12,19	,42	8
Fleksiyon	Kadın	11,71	,81	9
Ortalama İvme (m/s ²)	Toplam	11,94	,68	17

Tablo 9’da Bench Press antrenmanları sırasında elde edilen 3 set ivme ortalama sonuçları verilmiştir. Tabloya göre bağımlı grubunun iki farklı zaman diliminde tekrarlanan ölçümlerde sergiledikleri ivme ortalamaları sonuçları ekstansiyon evresinde antrenman yöntemi bakımından farklılık tespit edilememiştir ($F=2,540$, $p =,132$, $\eta^2:,145$ büyük etki gücü), fleksiyon evresinde ise KAK antrenmanı lehine ($F=10,777$, $p =,005$, $\eta^2:,418$ büyük etki gücü), istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek bulunmuştur. Zaman×Grup etkileşimi incelendiğinde Bench Press ortalama ivme sonuçları erkek ve kadınlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Tablo 10. Katılımcıların Skuat set ortalama güç sonuçları

Değişken	Ortalama	S.S	n	Grup
KAK Skuat Ekstansiyon	Erkek	-213,49	96,62	8
Ortalama Güç (kgm/s ²)	Kadın	-141,25	38,69	9
	Toplam	-175,25	78,83	17
	Erkek	421,37	143,18	8

HİP Skuat Ekstansiyon Ortalama Güç (kgm/s ²)	Kadın	239,86	74,64	9
	Toplam	325,27	143,09	17
KAK Skuat Fleksiyon Ortalama Güç (kgm/s ²)	Erkek	-487,89	194,51	8
	Kadın	-305,41	96,50	9
	Toplam	-391,28	173,27	17
HİP Skuat Fleksiyon Ortalama Güç (kgm/s ²)	Erkek	842,07	316,98	8
	Kadın	473,50	130,31	9
	Toplam	646,94	297,33	17

Tablo 10’da Skuat antrenmanı sırasında setlerde üretilen güç ortalama sonuçları verilmiştir. Tabloya göre bağımlı grubunun iki farklı zaman diliminde tekrarlanan ölçümlerde ürettikleri ortalama güç sonuçları setlerde ortalama sonuçlarında ekstansiyon ve fleksiyon evrelerinde HİP antrenmanı lehine istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksektir ($p < 0.05$). Ekstansiyon $F=117,539$, $p = ,000$, $\eta^2: ,887$ büyük etki gücü, Fleksiyon $F=105,496$, $p = ,000$, $\eta^2: ,876$ büyük etki gücü zaman etkileşimi bakımından istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur. Ekstansiyon ve fleksiyon evrelerinde zaman \times grup etkileşimi tüm setlerde erkekler lehine istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$).

Tablo 11. Katılımcıların Bench Press set ortalama güç sonuçları

Değişken	Ortalama	S.S	n	Grup
KAK Bench Press Ekstansiyon Ortalama Güç (kgm/s ²)	Erkek	-133,33	46,93	8
	Kadın	-88,16	19,51	9
	Toplam	-109,42	41,16	17
HİP Bench Press Ekstansiyon Ortalama Güç (kgm/s ²)	Erkek	-292,22	96,86	8
	Kadın	-196,85	50,48	9
	Toplam	-241,73	88,24	17
KAK Bench Press Fleksiyon Ortalama Güç (kgm/s ²)	Erkek	283,33	71,88	8
	Kadın	146,82	39,15	9
	Toplam	211,06	89,21	17
HİP Bench Press Fleksiyon Ortalama Güç (kgm/s ²)	Erkek	544,97	153,44	8
	Kadın	288,72	68,05	9
	Toplam	409,31	173,20	17

Tablo 11’de Bench press antrenmanı sırasında setlerde üretilen güç ortalama sonuçları verilmiştir. Tabloya göre bağımlı grubunun iki farklı zaman diliminde tekrarlanan ölçümlerde ürettikleri ortalama güç sonuçları tüm setlerde ekstansiyon ve fleksiyon

evrelerinde HİP antrenmanı lehine istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksektir ($p<0.05$). Ekstansiyon $F=73,672$, $p =,000$, $\eta^2:,831$ büyük etki gücü, Fleksiyon $F=162,108$, $p =,000$, $\eta^2:,915$ büyük etki gücü zaman etkileşimi bakımından istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur. Ekstansiyon ve fleksiyon evrelerinde zaman \times grup etkileşimi tüm setlerde erkekler lehine istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).



5. TARTIŞMA

Bu tezin amacı son yıllarda popüler olarak spor çevrelerinde kullanılan kan akımı kısıtlama antrenman yöntemini, klasik hipertrofi ağırlık antrenman yöntemine göre bar hızı ve güç çıktısı bakımından incelemek olmuştur. Tezin ana bulgusu bir antrenman biriminde uygulanan eşit yüke sahip iki farklı antrenman yöntemi KAK ve HİP arasında hız ve güç çıktıları önemli ölçüde farkların ortaya çıkmasıdır. Elde edilen bulgulara göre KAK antrenmanı hem üst ektrimite hemde alt ektrimite konsantrik kasılma evresinde daha yüksek hız ile uygulanmıştır ($p<0.05$). Buna karşın klasik hipertrofi antrenmanı alt ektrimite ve üst ektrimite eksantrik evresinde farklı olarak daha yüksek hızda uygulanmıştır ($p<0.05$).

Güç çıktısı değerlendirildiğinde HİP tüm evrelerde büyük ölçüde yüksek sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Buna göre çalışmanın ana hipotezi rededilememiştir. Araştırmada kullanılan birim antrenman yükü eşittir. Buna karşın egzersiz şiddetleri HİP antrenman lehine % 50 daha şiddetlidir. Genel beklenti ağır çalışmanın mekanik güç çıktısı bakımından katılımcıları daha yüksek gerilimler ile daha büyük bir strese maruz bırakması yöndedir. Aksine, % 50 düşük şiddette uygulanan KAK antrenmanın bu farkı hız avantajı ile azaltacağı yönünde hipotez oluşturulmuştur. Elde edilen bu sonuç güç bakımından iki yöntem arasında fark olmayacak beklentisine zıt bir durum ortaya çıkarmıştır. Ayrıca eksantrik aşamada yüksek şiddetli çalışmanın mekanik olarak daha yüksek hız değerlerine ulaşmaya neden olması mekanik açıdan klasik antrenman yöntemi açısından değerli olarak görülmektedir.

KAK antrenmanı net bir şekilde literatürde fizyolojik faktörleri geliştirebilecek bir yöntem olarak işaret edilirken (Wortman vd., 2021) spora özgü performans gelişimi konusunda net verilere sahip değildir. KAK antrenmanı kas adaptasyonunun altında yatan fizyolojik mekanizmalar geniş çapta incelenmiştir. Örneğin, düşük yük ve mekanik stres ile egzersiz yapılmasına karşın birçok literatür raporu hızlı kasılan lif katılımında kontrol egzersizlerine göre önemli artış tespit etmişlerdir (Pearson vd., 2015). Sadece hızlı fibrillerin ateşlenmesi bile düşük yük göze alındığında çalışmadaki kontrol antrenmana göre hem ekstansiyon hemde fleksiyon evrelerde daha yüksek

hızlar üretmeye neden olacağı düşüncesini desteklemektedir. Çalışmamız bu literatür bulgusu ile paralel değildir. Ayrıca bulgular Skuat hareketinin ekstansiyon evresinde sadece 3. sette ivme sonucun benzer olduğunu katılımcıların daha dinlenik şartlarda uyguladıkları eksantrik kasılmaların hipertrofi yükünde daha yüksek olduğunu göstermiştir. Benzer durum skuat hareketi fleksiyon evresinde mevcuttur. Buna göre 1. Sette KAK yükü farka neden olmamıştır. Alt hipotezler için yapılan bu incelemeler sonucu elde edilen sonuçlar literatür bulgularıyla paralel değildir. Son raporlar vücut ağırlığı ile uygulanan KAK egzersizlerinin akut olarak düşük ağırlık ile yapılan KAK egzersilerine göre performans bakımından daha iyi olduğunu tespit etmiştir (Leonneke vd., 2012). Araştırma sonucunda hali hazırdaki bulgular performansın hareket hızından bağılı olmadan arttığı sorusunu güçlendirmektedir. Buna göre performans gelişimi mekanik avantajdan kaynaklanmamaktadır. Bu açıdan özellikle yüksek performans sporcuları için spora özgü performansa katkı sağlar mı? Sorusu tamamen şüpheleri büyötmektedir.

Yüksek şiddetli iş yüklerine maruz kalmadan kas kuvveti ve kas hipertrofisini arttırmanın en etkili yöntemi olarak KAK antrenmanın gösterilmektedir. Çalışmalar KAK'ın anabolik etkiyi tetiklediğini net olarak ifade etmiştir. Fujita ve arkadaşları (2007), KAK ile uygulanan ağırlık antrenmanını takiben kuadriseps kas hacminde %3,0'lik bir artış ve diz ekstansiyon kuvvetinde %6,7'lik bir artış sağladığını göstermişlerdir. Yasuda ve arkadaşları (2006) benzer şekilde, KAK ile squat antrenmanını takiben kuadriseps kaslarının boyutunda ve squat 1 TM'de %7.8 ve %14.0 artış sağladığını bildirmişlerdir. Ek olarak Yamanaka ve arkadaşları (2012) %7'lik genel yüzde değişimleri artışlarla bench press'te maksimal güçte önemli artışlar bulmuştur. Fujita ve arkadaşları (2007) kısa süreli KAK antrenmanları sonucunda alt ekstirimate kuvvetinde maksimal leg ekstension performansının % 6.7 arttığını rapor etmiştir. Bu bulgular KAK antrenman yönteminin metodolojik açıdan halen netlik kazanmadığını göstermektedir.

Literatürde bu bulgular bu açıdan egzersiz seçimi dahilinde akut kazanımlar bakımından göz önünde bulundurulmalıdır. Antrenman bilimlerinde egzersiz yöntemi çalışmaları bakış açısının farklı olamsından bile farklı şekillerde değerlendirmelere neden olabilmektedir. KAK antrenmanın akut bakımından anabolik yanıtlara katkı

mekanizmaları azalmış miyostatin ekspresyonu, uydu hücre proliferasyonu ve akut kas hücresi şişmesi gibi fizyolojik kazanımlardır. Ek olarak bizi araştırmaya ve ana hipotezi kurarken dayanak olarak KAK'ın tip II lif ateşlemesi, arttırılmış metabolit birikimi ve lokal hipoksi en önemli göstergelerdi. Atletik performansın en önemli birleşeni olan hız ve güç değişkenlerinin bu bilgiler göz önüne alındığında fark yaratmayacağı düşünülebilir. Yine bu bilgiler ışığında aynı iş yükünde klasik hipertrofi yöntemi kadar mekanik verim çıktısı olacağı beklentisini yarattı. Çalışmamıza paralel tek bir bulguya rastladık buna göre Kim ve arkadaşları (2015) bisikletçiler üzerinde uyguladıkları KAK antrenmanın akut tork değerlerini incelemişler ve KAK'ın zirve ve ortalama tork sonuçlarını etkilemediğini savunmuşlardır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak tezin ana hipotezi rededilmiştir. Araştırmada uygulanan iki antrenman yönteminin hız ve güç çıktıları farklıdır. Bu farklılık sportif performans açısından ve klasik hipertrofi yöntemi lehinedir. Elbette akut bir egzersizde birçok diğer fizyolojik faktör; maksimal oksijen tüketimi, anaerobik eşik, laktat tamponlama kapasitesi, yorgunluk indeksi gibi çalışmamızı limitledi. Ayrıca hız ve güç çıktısını bireysel teknik çerçevesinde değerlendirmek diğer bir sınırlayıcı oldu. Ancak çalışma sonuçlarımız antrenör ve sporculara egzersiz seçimi yaparken katkı sunabilecek bulgular ortaya koydu. Gelecek çalışmalarda KAK antrenmanlarının spora özgü olarak değerlendirilmesi için gereklidir. Gelecekteki deneysel tasarımlarla ilgili birkaç nokta önerilebilir; KAK antrenmanları değişkenleri ile birlikte diğer değişkenler; egzersiz hacmi, egzersiz seçimi, hareket temposu, dinlenme dikkate alınmalıdır. Egzersiz tipine göre; çoklu ve tek eklemlili hareketlere bağlı tepkiler gösterdiği göz önüne alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- American College of Sports Medicine (2013). ACSM's Resources for the Health Fitness Specialist. 2nd, USA: Lippincott Williams ve Wilkins
- American College of Sports Medicine, ACSM Position Stand (2009). Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(2), 364-380.
- Baechle, TR, ve Earle, RW. (2008). *Essentials of strength training and conditioning*. 2nd, USA: Human kinetics.
- Balsalobre-Fernandez, C, Bishop, C, Beltran-Garrido, JV, Cecilia-Gallego, P, Cuenca-Amigo, A, Romero-Rodriguez, D, ve Madruga-Parera, M. (2019). The validity and reliability of a novel app for the measurement of change of direction performance. *Journal of sports science*, 37(21), 2420-2424.
- Balsalobre-Fernandez, C, Glaister, M, ve Lockey, RA. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of sports science*, 33(15), 1574-1579.
- Balsalobre-Fernández, C, Marchante, D, Muñoz-López, M, ve Jiménez, SL. (2018). Validity and reliability of a novel iPhone app for the measurement of barbell velocity and 1RM on the bench-press exercise. *Journal of sports sciences*, 36(1), 64-70.
- Balshaw, TG, Massey, GJ, Maden-Wilkinson, TM, Morales-Artacho, AJ, McKeown, A, Appleby, CL, ve Folland, JP. (2017). Changes in agonist neural drive, hypertrophy and pre-training strength all contribute to the individual strength gains after resistance training. *European journal of applied physiology*, 117, 631-640.
- Burd, N. A., Andrews, R. J., West, D. W. D., Little, J. P., Cochran, A. J. R., Hector, A. J., . . . Baker, S. K. (2012). Muscle time under tension during resistance exercise stimulates differential muscle protein sub-fractional synthetic responses in men. *The Journal of Physiology*, 590(2), 351-362.
- Craig, BW, Brown, R, ve Everhart, J. (1989). Effects of progressive resistance training on growth hormone and testosterone levels in young and elderly subjects. *Mechanisms of ageing and development*, 49(2), 159-169.
- Deschenes, MR, ve Kraemer, WJ. (2002). Performance and physiologic adaptations to resistance training. *American Journal of Physical Medicine ve Rehabilitation*, 81(11), 3-16.
- Drinkwater, EJ, Galna, B, McKenna, MJ, Hunt, PH, ve Pyne, DB. (2007). Validation of an optical encoder during free weight resistance movements and analysis of

- bench press sticking point power during fatigue. *The Journal of Strength ve Conditioning Research*, 21(2), 510-517.
- Fleck, SJ, ve Kraemer, WJ. (2014). *Designing Resistance Training Programs*. 4th Edition. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Fujita, S, Abe, T, Drummond, MJ, Cadenas, JG, Dreyer, HC, Sato, Y, Rasmussen, BB. (2007). Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. *Journal of applied physiology*, 103(3), 903-910.
- Haff G, Triplett NT. (2016) *Essentials of strength training and conditioning*. Fourth ed: USA: National Strength ve Conditioning Association (U.S.).
- Hughes, L, Paton, B, Rosenblatt, B, Gissane, C, ve Patterson, SD. (2017). Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 51(13), 1003-1011.
- Iversen, VM, Norum, M, Schoenfeld, BJ and Fimland, MS. (2021). No time to lift? Designing time-efficient training programs for strength and hypertrophy: a narrative review. *Sports Medicine*, 51(10), 2079-2095.
- Jenkins, ND, Housh, TJ, Bergstrom, HC, Cochrane, KC, Hill, EC, Smith, CM, and Cramer, JT. (2015). Muscle activation during three sets to failure at 80 vs. 30% 1RM resistance exercise. *European Journal Of Applied Physiology*, 115, 2335-2347.
- Kim, D., Loenneke, JP, Thiebaud, RS, Abe, T, and Bemben, MG. (2015). The acute muscular effects of cycling with and without different degrees of blood flow restriction. *Acta Physiol. Hung.* 102, 428–441.
- Kraemer, WJ.; Ratamess, NA. (2004) *Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription*. *Med. Sci. Sports Exerc.* 36, 674–688.
- Layne, JE, ve Nelson, ME. (1999). The effects of progressive resistance training on bone density: a review. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 31(1), 25-30.
- Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, et al. (2013). Blood flow restriction pressure recommendations: a tale of two cuffs. *Front Physiol.*(4), 213,249
- Loenneke JP, Wilson JM, Wilson GJ, Pujol TJ, Bemben MG. (2011) Potential safety issues with blood flow restriction training. *Scand J Med Sci Sports*.21(4):510–8.
- Loenneke, JP, and Pujol, TJ (2009). The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. *Strength ve Conditioning Journal*, 31(3), 77-84.
- Loenneke, JP, Abe, T, Wilson, JM, Ugrinowitsch, C, ve Bemben, MG. (2012). Blood flow restriction: how does it work?. *Frontiers in physiology*, 3, 392.

- Loenneke, J, Fahs, C, Thiebaud, R, Rossow, L, Abe, T, Ye, X, ve Bemben, M. (2012). The acute muscle swelling effects of blood flow restriction. *Acta Physiologica Hungarica*, 99(4), 400-410.
- Mattar, MA, Gualano, B, Perandini, LA, Shinjo, SK, Lima, FR, Sá-Pinto, AL, and Roschel, H. (2014). Safety and possible effects of low-intensity resistance training associated with partial blood flow restriction in polymyositis and dermatomyositis. *Arthritis research ve therapy*, 16, 1-8.
- Miller, BC, Tirko, AW, Shipe, JM, Sumeriski, OR, ve Moran, K. (2021). The systemic effects of blood flow restriction training: A systematic review. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(4), 978.
- Miller, TA. (2012). *NSCA's Guide to Tests and Assessments*. 1st, New York, Human Kinetics.
- Patterson, S.D., Hughes, L., Warmington, S., Burr, J., Scott, B. R., Owens, J., ... ve Loenneke, J. (2019). Blood flow restriction exercise: considerations of methodology, application, and safety. *Frontiers in physiology*, 533.
- Pearson, SJ, ve Hussain, SR. (2015). A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports medicine*, 45, 187-200.
- Pearson, SJ, ve Hussain, SR. (2015). A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports medicine*, 45, 187-200.
- Peart, DJ, Balsalobre-Fernandez, C, ve Shaw, MP. (2020). Manuscript Clarification For" Use Of Mobile Applications To Collect Data In Sport, Health, And Exercise Science: A Narrative Review" Response. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 34(1), E247-E247.
- Pelaez Barrajon, J, and San Juan, AF. (2020). Validity and reliability of a smartphone accelerometer for measuring lift velocity in bench-press exercises. *Sustainability*, 12(6), 2312.
- Plisk, SS, ve Stone, MH. (2003). Periodization strategies. *Strength and Conditioning Journal*, 25(6), 19-37.
- Poliquin, C. (1988). Five steps to increasing the effectiveness of your strength training program. *NSCA Journal*, 10(3), 34-39.
- Riebe D, Ehrman JK, Liguori G, Magal M. (2016) *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Tenth ed: Wolters Kluwer.
- Rodríguez-Rosell, D, Franco-Márquez, F, Pareja-Blanco, F, Mora-Custodio, R, Yáñez-García, JM, González-Suárez, JM, ve González-Badillo, JJ. (2016). Effects of 6 Weeks Resistance Training Combined With Plyometric and Speed Exercises on Physical Performance of Pre-Peak-Height-Velocity Soccer

- Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(2), 240-246
- Rønnestad, BR, Nygaard, H, ve Raastad, T. (2011). Physiological elevation of endogenous hormones results in superior strength training adaptation. *European journal of applied physiology*, 111, 2249-2259.
- Rossow, LM, Fahs, CA, Loenneke, JP, Thiebaud, RS, Sherk, VD, Abe, T, ve Bemben, MG. (2012). Cardiovascular and perceptual responses to blood- flow-restricted resistance exercise with differing restrictive cuffs. *Clinical physiology and functional imaging*, 32(5), 331-337.
- Sato, Y. (2005). The history and future of KAATSU training. *International Journal of KAATSU Training Research*, 1(1), 1-5.
- Schoenfeld, BJ. (2013). Potential Mechanisms for a Role of Metabolic Stress in Hypertrophic Adaptations to Resistance Training. *Sports Medicine*, 179 194. doi:10.1007/s40279-013-0017-1.
- Schoenfeld, BJ, Peterson, MD, Ogborn, D, Contreras, B, and Sonmez, GT. (2015). Effects of low-vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. *The Journal of Strength ve Conditioning Research*, 29(10), 2954-2963.
- Sieljacks, P, Knudsen, L, Wernbom, M, ve Vissing, K. (2018). Body position influences arterial occlusion pressure: implications for the standardization of pressure during blood flow restricted exercise. *European journal of applied physiology*, 118, 303-312.
- Silva, JCG, Pereira Neto, EA, Pfeiffer, PAS, Neto, GR, Rodrigues, AS, Bembem, M G, and Cirilo-Sousa, MS. (2019). Acute and chronic responses of aerobic exercise with blood flow restriction: a systematic review. *Frontiers in Physiology*, 10, 1239.
- Stone, MH, Stone, M, ve Sands, WA. (2007). *Principles and practice of resistance training*. 2nd, Champaigne, IL: Human Kinetics.
- Tennent, DJ, Hylden, CM, Johnson, AE, Burns, TC, Wilken, JM, and Owens, JG. (2017). Blood flow restriction training after knee arthroscopy: a randomized controlled pilot study. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 27(3), 245-252.
- Vechin, FC, Libardi, CA, Conceição, MS, Damas, FR, Lixandrão, ME, Berton, RP, and Ugrinowitsch, C. (2015). Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. *The Journal of Strength ve Conditioning Research*, 29(4), 1071-1076.
- Winett, RA, and Carpinelli, RN. (2001). Potential health-related benefits of resistance training. *Preventive medicine*, 33(5), 503-513.

- Wortman, RJ, Brown, SM, Savage-Elliott, I, Finley, ZJ, ve Mulcahey, MK. (2021). Blood flow restriction training for athletes: A systematic review. *The American journal of sports medicine*, 49(7), 1938-1944.
- Yamanaka, T, Farley, R, ve Caputo, J. (2012). Occlusion Training Increases Muscular Strength in Division 1A Football Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2523-2529.
- Yasuda, T, Fujita, T, Miyagi, Y, Kubota, Y, Sato, Y, Nakajima, T, Abe, T. (2006). Electromyographic Responses of Arm and Chest Muscle During Bench Press Exercise With and Without KAATSU. *International Journal of KAATSU Training Research*, 2(1), 15 18.

