

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ BÖLÜMÜ

AKUT METABOLİK KONDİSYON VE YÜKSEK ŞİDDETLİ İNTERVAL
ANTRENMANLARININ KALP ATIM HIZI DEĞİŞKENLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Kadir Can KÜPELİ

BİTİRME TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Tuba MELEKOĞLU

2022, Antalya

Akdeniz Üniversitesi
Spor Bilimleri Fakültesi

Bu çalışma jürimiz tarafından Antrenörlük Eğitimi Bölümü Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir. .../.../2022

Tez Danışmanı:.....

Üye:.....

Üye :.....

TEŐEKKÜR

Bu alıőma sűrecinde beni yűnlendiren ve yardımcı olan tez danıőmanım Doç. Dr. Tuba MELEKOĐLU baőta olmak űzere deėerli Ali IŐIN hocama, çalıőmalarımız sűrecinde destek olan Fora Sport Club'a ve dostlarım Umut YİĐİT ile Muhammet AKKUŐ'a ve aynı zamanda bu sűre içerisinde yanımda olan ve beni destekleyen hayat arkadaőım Hilal KŐPELİ'ye çok teőekkűr ederim.

ÖZET

Giriş ve Amaç: Metabolik kondisyon (MetCon), vücut tarafından depolanan ve salınan enerji miktarını artıran egzersizleri ifade eder. Yüksek şiddetli interval antrenman (HIIT), farklı dinlenme aralıkları içeren, kısa süreli yüksek yoğunluklu submaksimal egzersizlerden oluşmaktadır. Bu çalışmanın amacı akut MetCon ve HIIT antrenmanlarının otonom sistemin bir göstergesi olan kalp atım hızı değişkenleri (KAHD) üzerindeki etkisini 72 saat boyunca incelemektir.

Yöntem: Araştırmaya 19-24 yaşları arası 10 kişi dahil edilmiştir. Katılımcılar çapraz tasarım yöntemiyle MetCon ve HIIT antrenmanlarını uygulamışlardır. Katılımcıların KAHD için RR aralıklarının standart sapması (SDNN), RR aralıkları farklarının karesinin ortalamasının karekökü (RmSSD), düşük frekansın yüksek frekansa oranı (LF/HF) parametreleri kalp atış hızı monitörü (Polar H10) kullanılarak ölçülmüştür. KAHD ölçümleri egzersiz günü sabah, egzersiz öncesi, egzersiz sonrası, 24., 48. ve 72. saatlerde 5 dakikalık ölçümler halinde tekrar edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesi için Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA testi uygulanmıştır. İstatistiksel değerlendirmeler için SPSS 26 v. kullanılmıştır.

Bulgular: Her iki antrenmandan sonra KAHD verileri benzer şekilde anlamlı olarak düşerken, 24 saat sonra normal değerlere geri döndüğü tespit edilmiştir. Tüm KAHD verilerinde (SDNN, RMSSD, LF/HF, KAHD) ve kalp atım hızında zamana bağlı etkileşim bulunmuşken, zaman x grup etkileşimi tespit edilememiştir. Bonferonni düzeltmesi kullanılarak yapılan post hoc testi sonuçları göstermiştir ki her iki egzersiz modelinden hemen sonra sempatik aktivite artmaktadır.

Sonuç: Her iki antrenman modelinde de antrenmandan hemen sonra sempatik aktivitenin arttığı, 24 saat sonra normale döndüğü gözlemlenmiştir.

Öneriler: KAHD üzerine her iki antrenmanın da benzer sistemik stres yaratması nedeniyle, bireysel tercihlere veya ekipman imkanlarına göre HIIT ya da MetCon antrenmanlarının birbirlerinin alternatifi olarak kullanılabilirliği önerilmektedir. Benzer çalışmaların daha geleneksel yöntemlerle de denenmesi bir diğer öneridir.

Anahtar Kelimeler: metabolik kondisyon antrenmanı, yüksek şiddetli interval antrenman, yüksek yoğunluklu fonksiyonel antrenman, kalp atım hızı değişkenliği, akut egzersiz

Effects of Acute Metabolic Conditioning and High-Intensity Interval Training on Heart Rate Variability

Introduction and objective: Metabolic conditioning (MetCon) refers to exercise that increases the amount of energy stored and released by the body. High-intensity interval training (HIIT) consists of short duration high-intensity submaximal exercises with varying rest periods. The aim of this study is to investigate the acute effects of MetCon and HIIT training on the heart rate variability (HRV) parameters as indicators of the autonomic nervous system.

Methods: Ten physically active volunteers aged 19-24 years were included in the study. The participants performed MetCon and HIIT training with the cross-design method. As HRV parameters, standard deviation of adjacent R-R intervals (SDNN), square root of the mean of the sum of the squares of differences between adjacent R-R intervals (RmSSD), ratio of low and high frequencies (LF/HF) were measured using a heart rate monitor (Polar H10). HRV measurements were repeated in the morning, pre- exercise, post- exercise, 24, 48 and 72 hours on the day of exercise as 5-minute measurements. Repeated Measures of ANOVA Test was used in to analyze the interaction. SPSS 26 v. was used for statistical analyses.

Results: While HRV data decreased significantly after both trainings, it was found to return to normal values after 24 hours. There was a time-dependent interaction for all HRV parameters (SDNN, RmSSD, LF /HF, HRd) and heart rate, and no interaction was found between time and group. Post hoc tests using the Bonferonni correction revealed that both exercises increase the sympathetic activity immediately after training.

Conclusion: In both training models, it was observed that sympathetic activity increased immediately after training and returned to normal levels after 24 hours.

Recommendations: It is suggested that HIIT or MetCon training can be used alternatively, depending on the individual preferences or equipment availability, as both types of training cause similar systemic stress on autonomic nervous system. Another suggestion is to conduct similar studies using more traditional methods.

Keywords: metabolic conditioning training, high intensity interval training, heart rate variability, acute exercise

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER.....	vii
TABLolar.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. İnterval Antrenman (Aralıklı Antrenman).....	3
2.2. Yüksek Yoğunluklu İnterval Antrenman (HIİT).....	3
2.2.1. Crossfit.....	9
2.2.1.1. Crossfit ile İlgili Terimler.....	9
2.2.2. Yüksek Yoğunluklu Fonksiyonel Antrenmanlar (HIFT).....	10
2.2.2.1 Metabolik Kondisyon.....	10
2.2.2.2 HIFT'in HIIT'ten Farkları ve HIFT'in Faydaları.....	11
2.3. Otonom Sinir Sistemi.....	13
2.3.1. Sempatik Sinir Sistemi.....	14
2.3.2 Parasempatik Sinir Sistemi.....	14
2.4. Kalp Atım Hızı Değişkenliği.....	16
2.4.1. KHD Analizi ve İlgili Parametreleri.....	16
2.4.1.1. Zaman Temelli Parametreler.....	17
2.4.1.2. Frekans Temelli Parametreler	18
2.4.2.KHD ve Egzersiz.....	19
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	20

3.1. Katılımcılar.....	20
3.2. Antrenman Protokolü.....	20
3.2.1. Isınma Protokolü.....	20
3.2.2. Antrenman Protokolü.....	23
3.3. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Ölçümü.....	27
3.4. İstatistiksel Analiz.....	28
4. BULGULAR.....	29
5. TARTIŞMA	34
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	36
KAYNAKLAR.....	37

SİMGELER ve KISALTMALAR

AMRAP: As Many Rounds/Reps As Possible

EMOM: Every Minute On the Minute

EPOC: Excess Post-exercise Oxygen Consumption

FOR TIME: Zamana Karşı

HF: Yüksek Frekans

HIFT: Yüksek Yoğunluklu Fonksiyonel Antrenman

HIIT: Yüksek Yoğunluklu İnterval Antrenman

HRV: Kalp Atım Hızı Değişkenliği

KAH: Kalp Atım Hızı

KAHD: Kalp Atım Hızı Değişkenliği

KHD: Kalp Atım Hızı Değişkenliği

LF: Düşük Frekans

OSS: Otonom Sinir Sistemi

PSS: Parasempatik Sinir Sistemi

RR: RR Aralığı

SSS: Sempatik Sinir Sistemi

YYIA: Yüksek Yoğunluklu İnterval Antrenman

WOD: Workout of the Day

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. RR aralıkları.....	17
Şekil 2.2. LF,HF ve VLF Frekans Gösterimi.....	19
Şekil 3.1. Foam Roller Uygulaması Görseli.....	21
Şekil 3.2. Statik Germe Hareketleri.....	22
Şekil 3.3. Dinamik Isınma Evreleri Hareketleri.....	23
Şekil 3.4. Antrenmanda çaprazlama yöntemi.....	24
Şekil 3.5 İnterval Antrenmanı.....	25
Şekil 3.6. Burpee harekeri.....	25
Şekil 3.7. Thruster hareketi.....	26
Şekil 3.8. Jump jack hareketi.....	26
Şekil 3.9. a) Kalp atım hızı monitörü (Polar H10), b) Kalp atım hızı monitör kullanımı.....	27
Şekil 3.10. Polar Beat uygulaması.....	27
Şekil 3.11. a) Kalp atım hızı takibi, b) Kalp atım hızı değişkenliği takibi.....	28
Şekil 4.1. Ortalama HR değeri.....	29
Şekil 4.2. Ortalama HRV değeri.....	30
Şekil 4.3. Ortalama SDNN değeri.....	31
Şekil 4.4. Ortalama RMSSD değeri.....	32
Şekil 4.5. LF/HF değeri.....	33

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. HIFT ile ilgili çalışmalar.....	13
Tablo 2.2. Sempatik ve Parasempatik sistemin fizyolojik etkileri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.....	15
Tablo 2.3. Zaman Temelli Parametreler.....	17
Tablo 3.1. Isınma Evreleri.....	21
Tablo 4.1. Katılımcıların Betimleyici İstatistikleri.....	29

1.GİRİŞ

Günümüzde küreselleşme ve teknolojinin gelişmesiyle beraber dünyaya bakıldığında fiziksel hareketsizlik büyük bir sorun oluşturmakta ve sürekli artmaktadır. Yetersiz fiziksel aktivitenin, bulaşıcı olmayan hastalıklarla ve obezite, depresyon ve sarkopenia gibi istenmeyen durumlara yol açtığı bilinmektedir.(Booth ve ark., 2017) Bununla birlikte, dünya nüfusunun neredeyse yaklaşık olarak %30'unun herhangi bir fiziksel aktivite yapmadığı bilinmektedir. Bunun da en büyük nedenin egzersize veya fiziksel aktiviteye zaman ayırlamaması olarak görülmektedir. (Guthold ve ark., 2018)

Ancak literatürde yüksek yoğunluklu interval antrenmanlarının (HIIT), yüksek yoğunlukta egzersizleri barındırmasıyla beraber zaman açısından kısa ve verimli egzersizler olduğu önem arz etmektedir. HIIT'in, orta ve düşük yoğunlukta uzun süreli antrenmanlara kıyasla daha verimli olduğunu doğrulayan çalışmalar mevcuttur. (Gillen ve Gibala, 2014) Crossfit, olimpik kaldırırları, jimnastik hareketlerini, aerobik egzersizlerle beraber metabolik kondisyon değişkenlerini içeren yüksek yoğunluklu fonksiyonel antrenmanları (HIFT) antrenmanları kapsamaktadır. HIFT'i kısaca tanımlarsak, yüksek yoğunlukta gerçekleştirilen içerisinde fonksiyonel hareketleri içeren dayanıklılık, kuvvet, esneklik parametrelerinin yanında performansı da arttırmaya yönelik bir antrenman programı diyebiliriz. (Hannan ve ark, 2018) HIFT antrenman esnasında çok az dinlenme veya hiç dinlenmeme prensibine dayanmaktadır.

Kalp hızı değişkenliği (KHD, KAHD, HRV), kardiyovasküler hastalık riskini değerlendirebilecek ve toparlanmanın göstergesi olabilecek fizyolojik parametrelerden birisidir ayrıca invaziv olmayan bir yöntemdir. (Goldenberg ve ark., 2019) HRV, kısacası birbirini takip eden kalp atışları arasındaki zaman aralığındaki (süre) değişimdir. Ayrıca HRV, Sempatik ve parasempatik sinir sistemi arasındaki dengeyi yani sempatovagal dengeyi göstermektedir. (Singh ve ark., 2018) KHD, antrenörler tarafından sporcuların fizyolojisini ve toparlanmalarını takip etmek için kullanılmaya başlanılmıştır. Ayrıca KHD, sporcunun antrenman veya müsabaka öncesi fizyolojik durumu hakkında antrenörüne bilgi verdiği düşünülmektedir. Egzersiz ile beraber HRV'de iyileşme olduğu çalışmalarca ispatlanmış ve HRV'nin egzersizlerden sonra gelişebildiği bilinmektedir. HRV, zaman alan parametreleri (LF ve HF, LH/HF) ve frekans alan parametreleri (RMSSD) dahil iyileşen parametreleridir.(Rakobowchuk ve ark., 2013)

Ancak, HIIT ve HIFT antrenmanlarının bazı önemli sınırlamaları ve dikkat edilmesi gereken noktaları da mevcuttur. Ek olarak, HIIT ve HIFT antrenmanları pratik olmasının yanında, yetersiz fiziksel aktiviteye sahip kişiler tarafından benimsenmesi çok zor olabilmektedir. Bununla birlikte, literatürde HIIT'yi ve HIFT'yi takiben KHD'deki değişiklikleri gösteren Türkçe kaynaklı çok çalışma yoktur.

Bu çalışmanın amacı akut metabolik kondisyon antrenmanları ve interval antrenmanın otonom sinir sisteminin göstergelerinden biri olarak kabul edilen kalp atım hızı değişkenliği (KAHD) üzerine antrenmandan hemen sonrası, 24 saat sonrası, 48 saat sonrası ve 72 saat sonrasında etkilerinin araştırılmasıdır.

2-GENEL BİLGİLER

2.1. İnterval Antrenman (Aralıklı Antrenman)

Sistemantik olarak antrenman setlerini aralıklı olarak tekrar edilmesine interval antrenman denir. Antrenmanın dinlenme kısımlarında aktif dinlenme şeklinde hafif egzersiz yapılır. İnterval antrenmanlarda bireylerden istenilen kalp atım hızı, maksimal kalp atımı olarak hesaplanır. Yaşı genç sporcular için %80-%90 veya %85-%95 maksimum kalp atım hızlarıdır. Diğer bir yöntem ise kalp atım hızını dakikada 180 atıma çıkarabilmektedir (Fox, 1999). İnterval antrenmanların ana amacı yapılan yüklenme esnasında kalp atım hızı (KAH) maksimal seviyeye eriştiğinde yapılan yüklenmenin sona ermesi (hareketin sonlanması değil, aktif dinlenme aşamasına geçilmesi), kalp atım hızının 120 vuruş/dk veya set-arası 140 vuruş/dakikaya düşmesinin ardından yapılan yüklenmenin tekrar uygulanmasıdır. Genellikle interval antrenmanlarında tercih edilen yüklenme aralığı %80-90 yüklenme yoğunluğu kullanılmaktadır. (Fox, 1999).

İnterval antrenmanlarında yapılan yüklenme sadece yüksek yoğunluktaki yüklemelerle organizmayı uyum sağlamaya zorladığı zaman efektif olmaktadır. Eğer yapılan yüklenme organizmada değişiklik meydana getirmeye yeterli olmaz ise, adaptasyon (uyum) gerçekleşmemekte ve buna bağlı olarak istenilen gelişme de görülmemektedir (Bompa ve Haff, 2003). İnterval antrenman yöntemi, ATP-PC rezervlerinin tekrar tekrar kullanılmasını sağlar. Bu sayede enerji kapasitesinde yeteri kadar uyarı sağlanır ve anaerobik glikoliz fazlaca kullanılmadığı için kas yorgunluğunun geçmesinde yardımcı olur. Yapılmak istenen antrenman süresinin ve dinlenme aralıklarının bireye uygun biçimde ayarlanması anaerobik glikozu maksimal düzeye çıkartır ve buna bağlı olarak geliştirir. Fazla tekrar eden uzun süreli ve kısa aralıkları olan interval çalışmalarda oksijen taşıma sistemi zorlanır ve buna bağlı olarak aerobik enerji sistemi gelişir (Fox, 1999).

2.2. Yüksek Yoğunluklu İnterval Antrenman (HIIT)

YYIA, (literatürde geçen diğer adıyla HIIT antrenmanlar) laktat eşiğinin (algılanan “zorluk” veya daha yüksek bir büyüklük) veya zirve hız/gücün üzerinde uygulanan kısa tekrarların aralarına düşük yoğunluklu yüklenme ya da tam dinlenme aralıklarının serpiştirildiği bir antrenman türüdür. Bu alanda yapılan birçok çalışmanın sonuçlarına göre; yüksek yoğunluklu interval antrenmanın sporcuları daha az fizyolojik açıdan zorlama ile daha fazla ve kapsamlı kondisyon çalışmaları yapmalarına müsaade eden bir yöntem olarak önerilmektedir. Sonuç olarak, yüksek yoğunluklu interval antrenmanların bu özelliği, bireyleri aynı antrenman

stresine maruz bırakarak daha yönetilebilir bir antrenman yapısına ya da buna alternatif olarak, sekans tekrarlanmaya devam ederse, antrenman hacmi açısından daha yüksek bir yoğunlukta uyarınının birikmesine olanak tanır. Açıkçası, sabit tempo ve uzun süreli yapılan yüklenmeler yerine bu türden yüksek yoğunluklu çalışmalar aralıklı olarak uygulatılarak, ilgili spor branşının ihtiyaçları ne ise ona özgü faydalı uyumlar ile ve daha az 7 fiziksel zorlama ile yüksek yoğunluklu uyarınları daha uzun süre devam ettirebilmek mümkündür (Laursen ve Buchheit, 2019).

YYIA, yavaş kontrollü hareket momentumunu minimuma indirir, lif alımını ve kas gerginliğini en üst düzeye çıkarır. Bu da sınıflandırmanın yapıldığı hedeflenen ya da agonist kaslar için bütün kuvvet eğrisi boyunca en optimal kuvvet kazanımlarını sağlamaktadır. Bununla birlikte kas-iskelet yaralanmaları riskini de ciddi ölçüde azaltmaktadır. Bu da bir kuvvet antrenmanın istenilen en önemli bileşenidir. Ancak, antrenörler ve sporcular tarafından genellikle göz ardı edilmektedir. Tüm Bunlara ek olarak, kuvvet üretimi gerektiren antrenman programlarının çoğu, iyi teknik ve formdan bağımsız olarak, ne kadar çok ağırlık kaldırıldığına daha fazla odaklanma eğilimindedir. Yüksek şiddetli inteval antrenman sistemi, yönergeleri olan tek sistem olarak literatürde kabul görmüştür (Philbin, 2004).

Sistem, daha üst düzeyde bir kas ağrısı seviyesi oluşturulmasını gerektirici özelliği ile yöntemin genelde uygulanan kuvvet antrenmanlarını farklı bir seviyeye taşımalarını sağlamaktadır. Sporcuları kendi en yüksek fiziksel performans potansiyellerine ulaşmaları için güçlendirmektedir ve mental dayanıklılığı geliştirmeye yardımcı olmaktadır (Philbin, 2004). Yüksek şiddetli interval antrenman 1912 yılından bu yıllara kadar popülerliğini sürdürmekte ve birçok antrenör tarafından kullanılmaktadır (Laursen ve Buchheit, 2019). Fartlek sistemi olarak bilinen interval antrenman yöntemi, 1930'larda kendisi İsveçli olan Koç Gösta Holmér tarafından bulunmuştur (Tabata, 2019). Dr Woldemar Gershler 1930'larda Almanya'da yapılandırılmış interval antrenman yöntemini resmiyete dökmüştür Bu sebeple, interval antrenman yöntemi yeni bir antrenman yöntemi değildir. (Kenney ve ark., 2012).

Özellikle 1970'li yıllarda kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Yüksek şiddetli interval antrenman modelinin insan fizyolojisindeki aerobik performans üzerine olan etkileri Fox adlı araştırmacı tarafından ayrıntılı olarak incelenmiştir. Enerjiyi serbest bırakma sisteminin geliştirilmesi sonucu, yüksek yoğunluklu interval antrenmanlarından sonra vücudun tüketebildiği maksimum oksijen miktarı (VO₂max) olduğunu, yüksek yoğunluklu interval antrenman sisteminin oksijen talebiyle (%VO₂max olarak ifade edilir) doğrusal bir ilişki içinde olduğunu göstermiştir. Antrenmanın yoğunluğunun, yüksek yoğunluklu interval antrenman

sonrası vücudun fizyolojik açıdan maksimal aerobik gücünün geliştirilmesi için mühim bir faktör olduğunu göstermiştir (Fox ve Matthews, 1974).

Ancak özellikle son yıllarda popülerleşmesinin birçok nedeni vardır. Bunlardan ilki; hem ilgili spor branşlarının antrenmanlarında hem de tüm fitness seviyesindeki 8 insanlar, yaşlılar, obez diye nitelendirdiğimiz aşırı kilolular ve şeker hastaları gibi özel durumlar için kolayca uyarlanabilir ölçütlere sahip olduğu için yaygın bir şekilde tercih edilmektedir. İkincisi; yüzme, bisiklet, yürüyüş ve birçok grup egzersizi buna dahil olmak üzere tüm antrenman metotlarında bu yöntemin uygulanması mümkündür. Üçüncüsü; sabit tempo sürekli olarak devam eden dayanıklılık antrenmanlarına benzer hatta kimi açıdan daha iyi kondisyon avantajlarını daha kısa sürede bireylere sağlamasıdır. Dördüncüsü; yüksek yoğunluklu interval antrenmanların sonrasında özellikle geleneksel antrenmanlardan daha çok kalori yakma eğilimindedir. Egzersiz takip eden egzersiz sonrası döneme, egzersiz sonrası aşırı oksijen tüketimini ifade eden “EPOC” denir. Bu genelde vücudun fizyolojik olarak kendini egzersiz öncesi seviyelerine geri döndürdüğü ve böylece daha fazla enerji kullandığı bir antrenman ya da maçtan yaklaşık 2 saatlik bir süre daha devam etmesini sağlamaktadır. EPOC genelde daha yüksek olma eğilimindedir ve yapılan antrenmanın enerji harcamasına ek olarak yaklaşık %6 ila 15 daha fazla kalori ekler, bu da aslında dolaylı yoldan daha fazla kalori harcanmasına neden olmaktadır (Laursen ve Buchheit, 2019).

Devamlı yapılan dayanıklılık antrenmanları, aerobik enerji metabolizmasını hedef alan fonksiyonlar sırasında verimi arttırmaktadır. İskelet kaslarında substrat metabolizmasında meydana gelen fizyolojik değişim ile vücudun oksijen taşıma yeteneği ve oksijenden yararlanma hacminde artış sağlanmaktadır. Bir diğer taraftan, yüksek yoğunluklu sürat koşularında ise oksidatif enerji şartlarında ve dayanıklılık kapasitesi üzerine olan etkisinin fazla olmadığı düşünülmektedir. Fakat yapılan çalışmalar, en az birkaç hafta devam eden yüksek yoğunluklu interval yüklenmelerin oksijen alımı ve iskelet kaslarındaki mitokondri enzim aktivasyonunu arttırdığını göstermiştir (Gibala, 2007).

Meydana gelen adaptasyonlar ve fizyolojik değişimler; antrenman sıklığı, şiddeti ve süresine bağlı olarak uygulanan yüklemelerin sonucu olarak görünmektedir (Bompa ve Haff, 2003). Gösterilmek istenen çabalar öncelikli olarak aerobik kapasiteyi geliştirmeye yönelik olmaktadır. Aerobik kapasite gelişimi beraberinde yoğun bir çalışma gerektirmektedir. Bu sebeple antrenmanın kapsamı açısından daha uzun bir zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Egzersiz süresi olarak her bir birim antrenmanı en az 45-50 dk. olan ve haftada en az üç defa

tekrarlanacak şekilde yapılan dayanıklılık antrenmanlarını 8-12 hafta sürdürmek fizyolojik uyum için şarttır (Garber ve ark., 2011).

Bu açıdan bakıldığında aerobik kapasitenin gelişmesinde etkili olarak şu ana kadar bildirilmiş yüksek şiddetli interval antrenman sistemleri öne çıkmaktadır. Bu yöntem dayanıklılık gelişiminde kullanılan yeni antrenman yöntemlerinden birisi haline gelmiştir. Bu yöntem hızlı ve etkin adaptasyon 9 ihtiyacını karşılarken aynı zamanda da antrenmanın süresini kısaltmaktadır. Ayrıca yüksek şiddetli antrenman yöntemi, uygulanan çeşitli formlarıyla şu anda en etkili aerobik ve anaerobik kapasiteyi, metabolik fonksiyonları ve kardiyovasküler sistemi geliştiren bir antrenman yöntemidir (Buchheit ve Laursen, 2013). Yapılan çalışmalarda 2 haftalık ve 6 birim antrenman boyunca yüksek şiddetli interval antrenmanlarının anaerobik ve aerobik kapasiteyi aynı zamanda da metabolik fonksiyonları anlamlı bir biçimde geliştirdiğini gösteren araştırmalar görülmüştür (Babraj ve ark. 2009, Barker ve ark., 2014).

Yüksek şiddetli interval antrenman, özellikle son zamanlarda hem sedanter bireyler tarafından hem de sporcular için genel sağlık ve performans üzerinde önemli faydalar meydana getirmektedir. Standart aerobik antrenman programları ile kıyaslandığında zamansal açıdan ekonomik ve daha verimli olması, anaerobik sistem ve aerobik sistemi, metabolik fonksiyonları ve fiziksel performansa da katkı sağlaması nedeniyle çok popülerdir. (Bayati ve ark. 2011, Greeley ve ark., 2013). Buna bağlı olarak takım sporları ve bireysel sporlardaki sporcularda efektif bir yöntem ve aynı zamanda kronik hastalığa sahip olan bireyler için de etkili olduğu klinik olarak kanıtlanmıştır. Başka bir deyişle, yüksek şiddetli antrenmanlar hem maksimal kardiyovasküler sisteme hem de periferal uyuma bireylerin geleneksel aerobik antrenmanlara kıyasla birkaç dakika zaman harcayarak (%90 VO₂max) optimal uyarım ile etkili olması durumudur (Gibala ve ark., 2012).

Yalnızca fizyolojik parametreleri ve performans çıktılarını geliştirmekle kalmamaktadır. Aynı zamanda sporcuların performansını VO₂max'ın %90'ı üzerinde uzun süre tutmasını içeren anaerobik eşik antrenman protokolünü karakterize etmektedir (Buchheit ve Laursen, 2013). Çünkü yüklenme yoğunluğunun hangi oranda olması gerektiği henüz bilinmemesine rağmen, büyük motor üniteleri güçlendirebilmek ve kalp debisini arttırabilmek için egzersiz şiddetinin VO₂max'a yakın olması gerektiği üzerinde spor bilimciler anlaşma sağlamıştır. Ayrıca yüksek şiddetli interval antrenman, zamansal olarak daha kısa ve toplam egzersiz zamanının kısalığına rağmen orta şiddette sürekli yapılan aerobik çalışmalara oranla fizyolojik olarak daha efektif olduğu araştırmacılar tarafından görülmüştür (Buchheit ve Laursen, 2013).

Yapılan çalışmalar göstermektedir ki yüksek şiddetli interval antrenman, geleneksel aerobik dayanıklılık antrenmanlarından daha iyi bir alternatif olacak şekilde bir etkiye sahiptir (Gibala ve ark., 2012). Tüm bunlara ek olarak yüksek şiddetli interval antrenman planlanırken, antrenmanın akut ve kronik cevaplarını tamamen karakterize etmek için diğer fizyolojik ve metabolik değişkenlerde düşünülmelidir. Bu da tam olarak dokuz değişkenin düzenlenmesini içerir. Bunlar; yapılan yüklenme yoğunluğu, yüklenmenin süresi, toparlanmanın süresi ve kapsamı, egzersiz yöntemi, tekrar 10 sayısı, setin sayısı ve setler arası süresi ve kapsamıdır. Verilen bu değişkenlerden herhangi bir tanesinin değiştirilmesi antrenman da verilen kronik ve akut fizyolojik cevabı etkileyebilmektedir (Buchheit ve Laursen 2013, Gibala ve ark., 2012).

Mitokondrinin içerisinde bulunan genetik kodları düzenleyen PGC-1 α reseptör aktivasyonunun aktif hale gelmesi, ATP üretimini arttırmaktadır. PGC-1 α 'nın artması sonucu MRNA'nın mitokondri içerisindeki etkisi de artmakta, bu sayede mitokondrinin uyum süresi hızlanmaktadır. Reseptördeki aktivasyonun egzersizin yoğunluğu ile doğrudan ilişkili olduğu bilinmektedir. Yüksek şiddetli interval antrenman yöntemi bu reseptörü dayanıklılık antrenmanlarında daha fazla uyarmaktadır. Yüksek şiddetli interval antrenman uygulaması ile mitokondride bu reseptörün aktivasyonunun artması sonucu daha fazla enerji üretilmesini sağlamaktadır. Bu da iskelet kas oksidasyon kapasitesini arttırarak, maksimal aktivite düzeyini geliştirmektedir. 6 haftalık yüksek şiddetli interval antrenman uygulamasının bu reseptör aktivasyonunu %100 arttırdığı, 2 haftalık yüksek şiddetli interval antrenman uygulamasının ise %25 oranında arttırdığı yapılan çalışmalarda görülmektedir. Ayrıca PGC-1 α reseptör aktivitesinin artmasıyla MRNA'nın mitokondri içerisindeki etkisi de artmaktadır, böylece mitokondrinin uyum süresi hızlanmaktadır. Yüksek şiddetli interval antrenman, protein kinaz ve p38 mitojen aktivasyonunu hızlandırarak, kinase'ları etkilemekte bu da ATP molekülünden fosfatı, protein molekülüne bağlayarak fosforilasyonu sağlamaktadır. Yine yüksek şiddetli interval antrenmanların oksidatif kapasiteyi, antioksidan defansı ve endotel fonksiyonları geliştirdiği de yapılan araştırmalarda görülmektedir (Gibala ve ark. 2012, Little ve ark., 2010).

Çalışmalar egzersiz yoğunluğunun, mitokondride genetik kodların ana düzenleyicisi olan PGC-1 α aktivasyonunu etkileyen anahtar faktör olduğunu göstermiştir. Araştırmalar mitokondriyal içerik ve fonksiyon ile bağlantılı olarak egzersiz şiddetinin hacimce önemi üzerinde dikkat çekmektedir (Daussin ve ark. 2008, Jacobs ve ark. 2013). Daussin ve arkadaşları ile Jacobs ve arkadaşlarının yaptıkları araştırmada yüksek şiddetli interval antrenmanların mitokondri içeriğinde ve solunum sistemini üzerinde olumlu etkileri olduğunu bildirmiştir (Daussin ve ark. 2008, Jacobs ve ark., 2013).

Kısa süreli bir toparlanma sporcusunun toparlanma süresini de azalma ve daha yüksek bir yoğunlukta çalışmasına olanak sağlamaktadır. Kısa süreli toparlanma aralıkları ile tekrar sayısı arttırılabilmekte ve sonuç olarak uygulanan antrenman kapsamında artış yapılarak gelişimin sağlanması kolaylaşmaktadır. Aerobik kapasitede desteklenen hızlı 11 toparlanma çok sayıda tekrarın olduğu, doğası gereği sık dinlenmeleri içeren takım sporlarında (basketbol, voleybol vb.) önemli olmaktadır (Bompa ve Haff, 2003). Antrenmanın sıklık, şiddet, kapsam ve türündeki değişikliklerin etkileri ve yan etkileri hakkında önemli veriler ACSM'nin Egzersiz Testi ve Reçeteyle İlgili Rehberinde etkin bir şekilde açıklanmıştır (Pescatello ve ark., 2014). Bu veriler, halkın genel sağlığı için, sağlıklı yetişkin bireylerin hafta da en fazla 30 dakikalık orta şiddette egzersiz yapması gerektiğini belirtmektedir (Haskell ve ark., 2007).

Elit seviyeye deki performans sporcuları için ise düzenli olarak yüksek şiddetli antrenman ve geniş kapsamlı bir antrenmanın ikisi birden yapılmalıdır. Daha fazla antrenman hacmi ve daha yüksek şiddetli antrenmanlar uygulanmalıdır (Billat 2001, Seiler ve ark., 2013). Bu konuda yapılan çalışmalar aktif bir şekilde devam etmektedir (Buchiet ve Laursen 2013, Weston ve ark., 2014). Bir egzersiz programının da devamlılığın sağlanmasındaki öngörücüleri arasında, antrenman programlarına uzun süreli bağlılığın ve keyif alabilmenin önemini bilinmesidir (Dishman ve ark., 1987). Farklı antrenman programlarının antrenörler ve koçlar tarafından nasıl algılandığı hakkında elimizde maalesef ki çok az veri vardır. İlk kanıtlar, yüksek şiddetli interval koşusunun orta şiddette sürekli antrenmanlardan daha eğlenceli olabileceğini düşündürmektedir (Bartlett ve ark., 2011). Fiziksel hareketsizliğin morbidite ve mortalitenin önemli bir sebebi olduğuna inanılmaktadır (Löllgen ve ark., 2009).

Fiziksel aktivite için literatürdeki birçok kaynak haftada 150 dk. orta veya 75 dk. şiddetli aktivite yapılmasını önermektedir. Araştırmacılar sürdürülebilir etki sağlayan ve sağlığa ilişkin parametrelerde olumlu yönde gelişim sağlayan fiziksel aktivite arayışındadırlar. Yüksek şiddetli interval antrenmanlar bu konuda yararı olabilecek bir egzersiz trendidir (Kilpatrick ve ark., 2014). Bireye göre dizayn edilmiş kardiyo antrenmanı bireysel hedeflere bağlı olarak yapılmalıdır, hedef yağ kütlesinde azalma ise beslenme ve direnç antrenmanına odaklanılmalıdır. Yüksek şiddetli interval antrenman, geleneksel aerobik koşu antrenmanları ile kıyaslandığında, yağ kütlesinde daha fazla bir azalma ile sonuçlandığı görülmektedir. Yüksek şiddetli interval antrenman çalışmaları ile metabolik hızın (bazal metabolizmanın) antrenmandan 48 saat sonra bile yüksek kaldığı belirtilmiştir (Hickson ve ark., 1985).

Bu da bizlere aerobik antrenmanların kullanmış olduğu birincil enerji kaynağı olan yağları antrenman esnasında daha yoğun bir şekilde kullandığı fakat yüksek şiddetli interval

antrenmanla kıyaslandığında yağ yakım mekanizmasının antrenman sonrasında dahi devam ettiğini gözler önüne sermektedir. 12 VO₂max'ı geleneksel orta yoğunlukta egzersiz programı ile geliştirebilmek için önerilen antrenman frekansı haftada 3 gün olduğundan, yüksek şiddetli interval antrenmanın bireyin maksimal aerobik kapasitesini geliştirmek için potansiyel bir metot olduğu açıkça görülmüştür. Bu sebeple, elit sporcular tarafından branşlarındaki performanslarını arttırmak için yüksek şiddetli antrenmanlar uygulanmıştır. (Garber ve ark., 2011)

Yüksek şiddetli interval antrenman sistemi hakkındaki önemli ve yeni bilgiler 1980 de oluşmaya başlamıştır. 1980'lerden önce yüksek şiddetli antrenman sırasında anaerobik enerjinin nicelleştirilmesinde bir eksiklik vardı. Lars Hermansen, ilk kez ortaya çıkan birikmiş oksijen açığına kullanan anaerobik enerji salınımını ölçmek için bir yöntem (Hermansen ve ark. 1984, Medbo ve ark., 1988) önerisinde bulunmuştur. Birikmiş oksijen açığı, biriken oksijen talebi ile egzersiz sırasında ölçülen birikmiş oksijen alımı arasındaki fark olarak tanımlamıştır. Yapılan araştırmalar yüksek şiddetli interval antrenmanların geleneksel kuvvet antrenmanları ile karşılaştırıldığında kas hacmi ve yağsız vücut kütlelerinde büyük bir artışa yol açtığı görülmüştür (Kazior ve ark. 2016, Laird ve ark., 2016).

2.2.1 Crossfit

Crossfit, 2000'lerden bu yana popülerliğini arttırarak devam ettirmektedir. İlk Crossfit salonu (Box) 2000 lerin başında ABD'de California'da açılmıştır ancak günümüzde 140'tan fazla ülkede 13.000'den fazla Box olduğu bilinmektedir. Her yıl düzenlenen Crossfit Games etkinlikleriyle beraber katılımcı ve Box sayısı artmaya devam etmektedir. Crossfit içerisinde bileşik egzersizleri barındırmasıyla kompleks bir yapıya sahiptir. Geniş olarak tanımını yapacak olursak; içerisinde aerobik ve anaerobik yapıları barındırmakla beraber halter, cimnastik ve atletizm branşlarını birleştiren ve değişkenliği benimseyen yüksek yoğunlukta fonksiyonel egzersizlerdir diyebiliriz. Kısacası crossfit, olimpik kaldırışları, jimnastik hareketlerini, aerobik egzersizlerle beraber metabolik kondisyon değişkenlerini içeren ve antrenmanları kişiye özgü ölçeklendirebilen özel bir egzersiz sistemi olarak da adlandırılmaktadır. (Stracciolini ve ark., 2020)

2.2.1.1. Crossfit ile İlgili Terimler

Crossfit'te günün egzersizi denilen "Workout of the Day" (WOD) antrenmanın bir kısmını ya da esas evresini kapsamaktadır. WOD'un en önemli özelliği antrenmanın hemen öncesinde veya antrenman esnasında öğrenilmesidir. WOD'un içerikleri çok farklı olmakla

beraber güç, kuvvet, kuvvette devamlılık veya aerobik/anaerobik yapıları barındırmakla beraber antrenman süreleri dahi farklılık gösterebilmektedir. Bundan dolayı da antrenmana verilen fizyolojik tepkilerde farklılık göstermektedir. (Stracciolini ve ark., 2020)

Crosffit'in kendine özgü antrenman sistemleri ve sözlüğü vardır. Bunlar sırasıyla AMRAP, FOR TIME ve EMOM'dur. Bu terimleri kısaca açışağıda açıklarsak;

AMRAP: İngilizcesi "As Many Rounds/Reps As Possible" ifade edilen AMRAP şeklinde kısaltılan ve antrenmanda verilen süre boyunca "yapabildiğince çok raunt / tekrar yap" anlamına gelmektedir. (Gibala ve ark, 2012)

FOR TIME: İngilizcesi "FOR TIME" olarak ifade edilen "Zamana Karşı" yarışmak olarak adlandırılan antrenman metotudur. Burada amaç WOD'u en kısa sürede yapmaya çalışmaktır. (Gibala ve ark, 2012)

EMOM: İngilizcesi "Every Minute On the Minute" olarak ifade edilen ve antrenmanı verilen süre içerisinde daha kısa sürede tamamlayarak arttırdığımız süre boyunca bir sonraki süre başlangıcına kadar dinlenmeyi baz alan antrenman metotudur. (Gibala ve ark, 2012)

2.2.2. Yüksek Yoğunluklu Fonksiyonel Antrenmanlar (HIFT)

Crossfit antrenmanı içerisinde giren yüksek yoğunluklu fonksiyonel antrenmanlar, HIIT antrenmanları ve kuvvet antrenmanlarının ikisini birden içerisinde barındırmaktadır. Böylece HIFT'in kardiyovasküler dayanıklılıkla beraber kas kuvvetini de geliştirdiği bilinmektedir. (Feito ve ark. 2018)

HIFT'i kısaca tanımlarsak, yüksek yoğunlukta gerçekleştirilen içerisinde fonksiyonel hareketleri içeren dayanıklılık, kuvvet, esneklik parametrelerinin yanında performansı da arttırmaya yönelik bir antrenman programı diyebiliriz. (Hannan ve ark, 2018) HIFT antrenman esnasında çok az dinlenme veya hiç dinlenmeme prensibine dayanmaktadır. Tüm vücudu kapsayan birbirinden farklı birden fazla hareketi içerisinde barındırmaktadır. HIFT antrenmanların, halter, jimnastik ve kardiyovasküler egzersizlerle harmanlanarak yapıldığından dolayı çeşitli fizyolojik sistemleri aynı anda harekete geçirebilmektedir. Böylece, birden fazla fitness parametresini aynı anda geliştirdiği bilinmektedir. (Tibana ve ark, 2018)

2.2.2.1 Metabolik Kondisyon

HIFT antrenman esnasında çok az dinlenme veya hiç dinlenmeme prensibine dayanmaktadır. HIFT'nin metabolik koşullandırma seanslarının akut oksidatif stresin artmasına

sebepe olduğunu bilinmektedir. Ayrıca HIFT'nin yüksek metabolik, inflamatuvar ve kardiyovasküler yanıtlarla beraber sempatik sinir sistemi arttırdığı da bilinmektedir. HIFT, tüm hareket gücü egzersizleri nedeniyle kas kütlelerini artırır. Kaslar bir dış dirence karşı kuvvet ürettiğinde, farklı moleküler yollar mekanik gerilimi algılar ve onu moleküler sinyallere aktarır. (Wackerhage ve ark. 2019).

2.2.2.2 HIFT'in HIIT'ten Farkları ve HIFT'in Faydaları

HIFT ile en çok karıştırılan olgu HIIT ile aynı anlamda kullanılmasıdır. HIFT ve HIIT antrenmanlarının yüksek yoğunluklu olarak gerçekleştirilmesi aynı iken, metodolojilerinde antrenmana karşı verdikleri fizyolojik tepkilerde ve metabolik adaptasyonlarda aralarında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıklardan bahsedecek olursak HIFT'in fonksiyonel hareketleri, kuvvete dayalı egzersizleri ve dinlenme aralıklarının çok az olması veya hiç olmamasını örnek gösterilebilmektedir.

HIIT antrenmanları, yapısı gereği tek tip olan (koşu, bisiklet, kürek vb.) yapıları kullanmaktadır. Ancak HIFT antrenmanları, multi yapıları ve fonksiyonel egzersizleri kullanmaktadır (Poston ve ark., 2008). Geleneksel kuvvet antrenmanlarında önem arz eden kardiyovasküler gelişmeler gözlemlenmemektedir . Ancak, yüksek yoğunlukta çok az dinlenme aralığında veya hiç dinlenmeden gerçekleştirildiğinde bu egzersizlerin sadece kas kuvvetini geliştirmek için değil, aynı zamanda kardiyovasküler, aerobik ve anaerobik kapasiteleri de geliştirdiği bilinmektedir. Burada HIIT'te aerobik ve anaerobik kapasiteyi arttırdığı bilinse de HIFT'nin aerobik ve anaerobik kapasitenin yanında kas kuvveti ve gücünü de arttırmasıyla buna ön plana çıktığı gözlemlenmektedir. (Alcaraz ve ark., 2008)

HIFT antrenmanları ile HIIT antrenmanları arasındaki ikinci büyük fark, dinlenme aralığının hiç olmamasıdır. Birçok HIFT antrenmanı, WOD'da genel olarak AMRAP kullandığı için belirli bir zaman içerisinde mümkün olduğu kadar çok tekrar yaparak WOD'u tamamlamaya çalışır. Bundan dolayı HIFT antrenmanlarının yapısı ve bireylerin mevcut fitness seviyelerine bağlı olarak antrenman boyunca dinlenme sürelerinin çok az veya hiç olmadığı bilinmektedir. Ayrıca yüksek yoğunlukta bir yandan iş yapmaya devam ederken diğer yandan toparlanmaya çalışılmaktadır. (Gibala ve ark., 2012)

Çeşitli aralık protokolleri sırasında toparlanma süresindeki farklılıklar, eğitimle ilgili uyarlamaların başlatılması için önemli etkilere sahip olabilir. . Bu protokollere verilen akut ve eğitimle ilgili yanıtlar arasındaki uyumsuzluk, HIFT'e karşı HIIT eğitiminin ilgi çekici bir yönünü ve daha fazla çalışma gerektiren göreceli uyarlamalarını sunar.(Cochran ve ark., 2012)

Butcher ve arkadaşları, HIFT antrenmanları ile HIIT antrenmanlarını karşılaştırdılar. Her iki antrenmanın çıktılarına baktıklarında antrenmanlara ait kalp atım hızları birbirilerinden oldukça farklıydı. HIFT antrenmanı boyunca ortalama kalp atış hızı %90 iken, HIIT antrenmanında ortalama kalp atış hızı yaklaşık %76 çıkmıştır. Ayrıca sadece yüklenmede yani antrenmanın tepe noktalarında maksimum %90'a yaklaşabilmiştir. Bundan dolayı aynı antrenman (21 dakikalık) süresine sahip HIFT antrenmanları, HIIT antrenmanlarına kıyasla daha fazla fizyolojik uyararı sağlayacağını belirtmek doğru olacaktır.(Butcher ve ark., 2015; Garber ve ark., 2011)

Ancak çalışmalara bakıldığında, HIIT ve HIFT antrenmanları arasında literatürdeki kıt veriler nedeniyle ve yetersiz çalışmalardan kaynaklı birinin diğerinden üstün olduğu belirtilememektedir.

Yine literatürdeki bazı çalışmalara bakıldığında HIFT antrenmanlarının yararlarını tablo şeklinde açıklayacak olursak;

Çalışma	(N=E/K)	Katılımcı	WOD	Sonuç
Barfield ve Anderson (2014) (12 hafta)	25/0	aktif	Haftada 5 gün WOD	Aerobik kapasite %6 ↑ Kas dayanıklılığı %22↑
Fernandez ark. (2015) (akut)	10/0	1 yıllık crossfit deneyimi	1.FRAN 21-15-9 Push Press (42.5kg) Şınav 2.Cindy Amrap 20 5 Pull up 10 Push up 15 Squat	1.HR avg179 bpm RPE 8,4 Laktat 14.0 mmol/L 2. .HR avg182,2 bpm RPE 8 Laktat 14.5 mmol/L

Klischewicz ve ark. (2015) (akut)	10/0	3 aylık Crossfit deneyimi	Cindy Amrap 20 5 Pull up 10 Push up 15 Squat	Akut kan oksidatifinde artış mevcuttur.
Heinrich ve ark.(2015) (5 hafta)	5/0	sedanter	Haftada 5 gün WOD	Yağsız kas kütlesi ↑ Yağ oranı ↓ Esneklik ↑
Fisker ve ark. (2016) (akut)	34	Aktif kişiler	FOR TIME 5 ROUND 5 Front Squat 10 Box Jumps 15 DU	Plantarda herhangi bir değişiklik olmaksızın patellar ve aşil tendonlarının artan kalınlığı
Crawford ve ark. (2018) (6 hafta)	13/12	sedanter	Haftada 5 gün WOD	1 RM Back Squat ↑ Strict Press ↑ Deadlift ↑ VO ₂ maks ↑

Tablo2.1. HIFT ile ilgili çalışmalar

2.3. Otonom Sinir Sistemi

Otonom sinir sistemi (OSS) iç organların düz kaslarını, bezlerin salgılama fonksiyonunu ve kardiyovasküler sistemi kontrol etmektedir. Detaylı şekilde açıklarsak OSS'nin, damarların kasılmasını veya genişlemesini, kalbin kasılma gücünü, kalbin hızını ve salgı bezlerini kontrol ettiği bilinmektedir. Ayrıca otonom sinir sistemi sempatik sinir sistemi (SSS) ve parasempatik sinir sistemi (PSS) olmak üzere iki ayrı bölümden oluşmaktadır. Ayrıca 3. bir sistemden söz edilmektedir ve bu mide bağırsak hormonlarının işlevinin sürdürülmesinden sorumlu olan nonkolinerjik-nonadrenerjik sinir sistemi olarak adlandırılmaktadır. Sempatik ve parasempatik

sinir sistemlerinden kısaca bahsedecek olursak, Sempatik sinir sistemi herhangi bir durum karşısında savaş veya kaç durumunu/tepkisini yansıtırken, Parasempatik sinir sistemi daha çok sakin dinlen ve sindir dediğimiz sistem olarak adlandırılmaktadır. (Özcengiz ve Işık, 2006)

2.3.1. Sempatik Sinir Sistemi

Sempatik bölüm, parasempatik bölüme kıyasla otonom sinir sisteminde daha geniş bir yer kaplamaktadır. Kompleks bir yol izleyen sempatik sistem, strese karşı tepki oluşturma esnasında önemli derecede rol üstlenmektedir. Sempatik sistemin faaliyeti stres veya kişinin gerçek bir tehlike ile karşısında kalması durumunda önemli ölçüde artmaktadır. Fizyolog olan Walter Cannon tarafından savaş veya kaç (fight or flight) tepkisi olarak adlandırılan bu durum sempatik sinir sistemini aslında özetlemektedir (Baltaş ve ark., 2008).

Sempatik sinir sistemi denmesinin diğer nedeni ise duygularla aynı anda ve aynı yönde hareket etmesinden kaynaklanmaktadır. Korku, sevinç, öfke, baskı, heyecan vb gibi durumlarda SSS devreye girmesiyle beraber, kan basıncında, kalp atışlarında ve sindirim sisteminde vb durumlarda belirli düzeylerde artışlar veya azalışlar görülmektedir. Ayrıca nabızda yükselme, göz bebeklerinde büyüme, vücutta terleme gözlemlenmektedir. Kan deri yüzeyinden ve sindirim sistemi organlarından o duruma özgü olarak hayati olan iskelet kaslarına yönelmeye başlar. Sempatik sinir sisteminin en önemli fonksiyonu vücudu stres durumlarına karşı hazırlayan bir mekanizma olmasıdır. (Pagami ve ark., 1991)

Katabolik bir süreç olduğunu ve vücudu aktiviteye hazırlarken enerji tüketen sistem olarak da adlandırılmaktadır. Sempatik sinir sisteminin anatomisi preganglionik nöronları ise T1 den başlayarak L3'e kadar devam eden spinal kordun anterolateral gri cevherinde bulunmaktadır. (Özcengiz ve Işık, 2006)

2.3.2 Parasempatik Sinir Sistemi

Parasempatik sinir sistem, sempatik sinir sisteminin zıt yönünde işlemektedir. Parasempatik sistem sempatik sistemin aksine enerjinin üretilmesi ve üretilen enerjinin depolanması yönünde hareket etmektedir. Parasempatik sistem yaşamsal fonksiyonları ön planda tutan, kalp ritmini ve kalbin dakikada pompaladığı kan hacmini azaltan, kısacası solunum ve dolaşım sistemini yavaşlatan "dinlen ve sindir" diye adlandırılan sistemdir. Parasempatik sinir sistemi genel olarak sempatik sistemi dengelemek için çalışır. Bu sistem genel olarak dinlenme, uyku ve istirahat halinde nispeten geceleri artar. Parasempatik sistemin

kalp hızına etkisi asetilkolin salgısı ile olmaktadır. Daha sakin durumlarda parasempatik sinirler kalbi yavaşlatmaktadır (Budak, 2001). (Kaya, 2006). (Tokçaeer, 1993). (Baltaş ve ark., 2008).

Tablo 2.2. Sempatik ve Parasempatik sistemin fizyolojik etkileri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

SEMPATİK SİSTEM	PARASEMPATİK SİSTEM
Savaş ya da Kaç	Dinlen ve Sindir
Kalp hızında artış meydana gelir	Kalp hızında yavaşlama meydana gelir
Kan basıncında artış meydana gelir	Kan basıncında azalma meydana gelir
Salgı azalır	Salgı artar
Terleme artar	Terleme azalır
Konsantrasyon artmaktadır	Konsantrasyon azalmaktadır
Gözbebekleri büyür	Gözbebekleri küçülmektedir
Kan hacmi artar	Kan hacmi azalır
Sindirim yavaşlar	Sindirim artmaktadır
Kaslara kan gönderimi artar	Kaslardan kan çekilmektedir
Nefrin, epinefrin	asetilkolin

İstenilen ve sağlıklı bir vücutta bu iki sinir sistemi arasında zıt çalışma prensibine bağlı bir denge vardır. Parasempatik sistemin kalbi yavaşlattığı, sempatik sinir sisteminin ise kalbi hızlandırma yönünde etki ettiği bilinmektedir. Otonom sinir sistemi, endojen ve egzojen bütün etilere karşı vücudun tepkisini kontrol etmektedir. İki sistem de senkronize bir şekilde çalışarak diğer sistemleri kontrol etmektedir ve vücudun taleplerine kıyasla o anki talep doğrultusunda baskın hale geçmektedirler. Bu iki sistemin arasındaki bu dengeye otonom denge veya sempato-vagal denge de denmektedir. Otonom sinir sistemi aktivitesini değerlendirmede, son yıllarda popülerliliği ve güvenilirliğini kanıtlanmış olan ve bundan dolayı en çok kullanılan parametre ise kalp hızı değişkenliğidir. (Dewey ve ark., 2007)

2.4. Kalp Atım Hızı Değişkenliği

Kalp atım hızı değişkenliği (Heart Rate Variability, HRV, KAHD), sempatik sistemin devreye girmesiyle kalp hızının artması ve parasempatik sistemin devreye girmesiyle kalp hızının yavaşlamasına dayanarak birbirini takip eden kalp atımları arasındaki zamansal değişimi ifade etmektedir. Kısacası ardışık kalp atımları arasındaki süre de denmektedir. Otonom sinir sisteminin aktivitesini değerlendirmek için kullanılan non-invazif bir yöntemdir. Literatüre bakıldığında tanımlamalar olarak, RR değişkenliği, RR aralığı veya Kalp periyot değişkenliği denilmişse de KAHD veya HRV daha çabuk kabul gördüğünden devamında KAHD olarak ifade edilecektir. (Kaplan,2021)

Kalp atım hızı değişkenliği (KAHD), literatüre bakıldığında beyin ve kalbin arasında geçen sinyallerin uyumlu çalışıp çalışmadığını gösteren bir parametre olmakla beraber kalp ile beyin arasındaki düzenleyici sinyallere karşı kalbin cevap verme yetisini ölçmeye yaradığı görülmektedir. Kalp kendi atımlarını düzenleyebilse de vücudun değişen taleplerine ve ihtiyaçlarına karşı kasılma kuvvetini ve oranını kendisi değiştirememektedir. (Van Amelsvoort, ve ark., 2000).

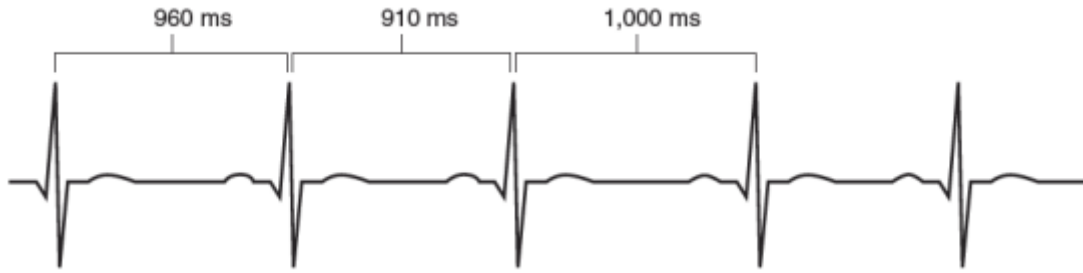
KAHD'nin günümüze kadarki gelişimine bakacak olursak, ilk olarak 1965 yılında Hon ve Lee'nin kalp hızında herhangi bir önem arz eden değişiklik olmadan önce KAHD'de değişiklik meydana geldiğini fark etmişlerdir. Sonraki yıllarda Saver ve arkadaşları, kalp atışı sinyali içine gömülmüş fizyolojik ritimlerin varlığına dikkat çekti. 1970'lerde diyabetik hastalarda basit ve kısa süreli RR değişiklikleri test edilmesiyle beraber otonomik nöropati saptanmıştır. Bu bağlamda KAHD'nin önemi gün geçtikçe artmakta ve bu alandaki araştırmalar artmaktadır (Camm ve ark., 1996).

2.4.1. KHD Analizi ve İlgili Parametreleri

KHD analizi, ardışık kalp atımlarının belirli bir zaman zarfında kaydedildikten hemen sonra her bir kalp atımının, kendisinden önceki atıma göre ne kadar süre sonra ortaya çıktığını hesaplamaktadır. Kısacası KHD'de ölçümlerin ve analizlerinde kaydedilen QRS kompleksi ve R dalgalarının tepe noktaları analiz edilerek yapılmaktadır (Özer, 2018) (Aydoğan ve ark., 2019) (Ayyıldız,2009). KHD ölçümleri zaman alan ölçümler ve frekans alanlı ölçümler olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır.

2.4.1.1. Zaman Temelli Parametreler

Zaman boyutu analiz ölçümleri içerisinde kalp atış aralıkları ve kalp atış hızını içermektedir. Bu analiz RR aralıklarının doğrudan ölçülmesi yöntemi ve RR aralıklarındaki farkların ölçülmesi ile yapılmaktadır. Gerçekleşmesi en kolay zaman boyutunda analiz yöntemi olabilir. (Spaak ve ark., 2010)



Şekil 2.1. RR aralıkları

Tablo 2.3. Zaman Temelli Parametreler

Parametre	Birim	Tanım
SDNN	ms	Normal normal aralıklarının standar sapması
RMSSD	ms	Birbirini takip eden RR aralıklarının farklarının ortalama karesi
pNN50	%	50 ms'den fazla değişen birbirini takip eden RR aralıklarının oranı
HRmax-HRmin	bpm	Solunumda en yüksek ve en düşük kalp hızı arasındaki ortalama
RRmax	ms	Birbirini takip eden iki kalp vuruşundaki en uzun süre
RRmin	ms	Birbirini takip eden iki kalp vuruşundaki en kısa süre
RRort	ms	Birbirini takip eden iki kalp vuruşundaki ortalama süre

Zaman alan temelli bazı parametrelerden kısaca bahsedecek olursak;

SDNN (ms): Normal sinüs aralıklarının standart sapmasıdır, milisaniye olarak ifade edilmektedir. Bu değer kalp atım hızı değişkenliği ile ilgili bütün etkenleri ve kişinin otonom sinir sistemi hakkında genel bilgi vermektedir. 20 ve altı SDNN değerleri otonom sinir sisteminde sempatik sistemin baskın olduğuna bu değeri 50 ve üstüne çıktıkça parasempatik sistemin baskın olduğunu söyleyebiliriz. Kişi ne kadar yüksek SDNN'ye sahipse kişinin otonom sinir sistemi fonksiyonlarının iyi olduğunu belirtebiliriz. Yüksek SDNN kişinin sağlıklı olduğunun göstergelerinden birisidir demek doğru olacaktır. (Heart Rate Variability Analysis System, 2019).

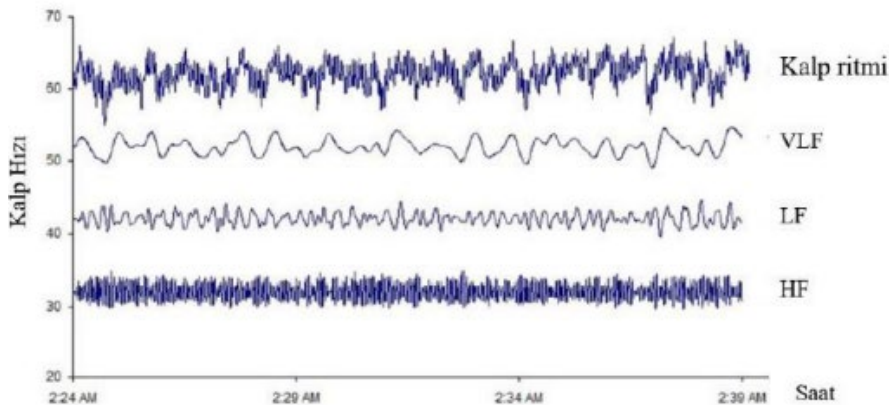
RMSSD (ms): Birbirini takip eden RR aralıklarının farklarının ortalama karesi ve milisaniye şeklinde ifade edilmektedir. Bu parametre genel olarak kısa süreli kabul edilir, ayrıca HF ile ilişkilendirilip parasempatik sistemin göstergesi olduğu kabul edilmektedir.

Pnn50 (%): 50 ms'den fazla değişen birbirini takip eden RR aralıklarının oranını göstermektedir. NN50'nin toplam NN aralıklarına bölünmesiyle bulunmaktadır. RMSSD gibi kısa sürelidir ve vagal tonusu hakkında bilgi vermektedir. (Fidancı 2013)

RRmax,RRmin ve RRort ise ardışık kalp atımlarının sırasıyla en uzun süre, en kısa süre ve ortalama sürelerini ifade etmektedir.

2.4.1.2. Frekans Temelli Parametreler

KAHD analizinde kısa süreli (5dk) ölçümlerde Frekans temelli parametreler tercih edilmektedir. Frekans alan temelli parametrelerin birimi ms² /Hz'dir. Uygulanabilirliğinin basit olmasının yanında çalışmalarda grafiksel olarak çok anlaşılır bir çıktı sunmaktadır. (Spiers ve ark., 1993) Frekans temelli parametrelerin grafiksel gösterimi aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2.2. LF, HF ve VLF Frekans Gösterimi

Frekans temelli bazı parametreleri ve tanımları yukarıdaki tabloda gösterilmektedir. Bu frekans temelli parametreleri kısaca yorumlayacak olursak, TP değişkeni OSS hakkında genel bilgi verirken herhangi bir düşüşün stres ile ilgili olduğu bilinmektedir. LF ve VLF parametreleri sempatik sistemi yansıtırken, HF parasempatik sistemi yansıttığı düşünülmektedir. LF/HF değişkeni ise hem sempatik sinir sistemi hem de parasempatik sinir sistemi hakkında bilgi vermektedir. Yani LF/HF oranının arttığı zaman sempatik sistemin baskın olduğu, bu oranın azaldığı zaman ise parasempatik sistemin baskın olduğunu gözlemlenmiştir. (Shaffer ve ark., 2014). (Boudreau ve ark., 2012).

2.4.2.KHD ve Egzersiz

Egzersiz veya antrenmanların kardiyovaskülele bağlı ölüm oranını veya ani kardiyak ölümü azalttığı bilinmektedir. Düzenli yapılan antrenmanlar otonom dengeye yardımcı olduğu bilinmektedir ayrıca literatürde egzersizin otonom sinir sistemi üzerindeki etkilerini değerlendirmek üzere yapılan çalışmalarda mevcuttur (Haffernan ve ark 2007). Sempatik sinir sisteminin dolaşım sistemini kontrol, ettiği bilinmektedir (Robergs ve Roberts 1997). Egzersiz esnasında sempatik sistemin devreye girmesiyle beraber kalp atım hızında artma meydana gelir. Böylece KHD zaman-frekans parametleri vücudumuzdaki otonom sinir sistemi hakkında bilgi vermektedir.

Düzenli yapılan egzersizlerin kalp-damar sistemini önemli ölçüde geliştirdiğini gözlemlemekteyiz. Aynı zamanda KHD'nin egzersize bağlı vücuda verilen stresi analiz etmek ve egzersiz sonrası toparlanma hakkında bilgi edinmek için kullanıldığı bilinmektedir. Aynı zamanda, egzersizle beraber sporcunun ne kadar toparlandığı veya yüklenme dinlenme ilişkisini anlamada yararlı olabileceği düşünülmektedir. (Makivic ve ark., 2013) Yapılan egzersiz veya antrenman parasempatik sistemin devre dışı kalması ve kalp atım hızının artmasına neden olan sempatik sistemin baskın olması ile ilgilidir. Egzersizde KHD'nin kişilere sağladığı kardiyovasküler sistem hakkında faydalı bilgiler sağladığı unutulmamalıdır (Javoroka ve ark., 2002).

3 .GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Katılımcılar

Araştırmaya Antalya ilinde yaşayan yaşları $21,72 \pm 1,63$ yıl olan 5 erkek 85 kadın olacak şekilde 10 kişi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya dahil edilme kriterleri; aktif olarak kendi antrenmanlarına katılma, en az 2 yıl antrenman geçmişi olan ve haftada en az 3 antrenman yapan, kendi branşlarında lisanslı olma şartları mevcuttur. Gönüllü olmak, ayrıca herhangi bir rahatsızlığı olmayan ve sürekli ilaç kullanımına tabi olmamak esastır. Araştırma kriterlerine uyan aktif sporcular çapraz katılım yöntemi ile araştırmaya dahil edilmiştir.

3.2. Antrenman Protokolü

3.2.1. Isınma Protokolü

Çalışmada yer alan deney grubundaki 10 katılımcı Yüksek Şiddetli İnterval Antrenmanına tabi tutulmuştur. Egzersizler Assault Bike ergometresi üzerinde sporcuların kendi antropometrik özelliklerine uygun biçimde ayarlanmıştır. Egzersiz öncesinde ısınma aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 3.1. Isınma Evreleri

Isınma Evreleri	Açıklama ve kapsam
Foam Roller Uygulaması	Tüm vücut foam roller uygulaması (her büyük kas grubu başına 10 yuvarlanma şeklinde) ortalama 10dk
Statik Germe Hareketleri	Tüm vücut germe hareketleri 5dk
Dinamik Isınma Evresi	Vücut ağırlığı ile alt ekstremitte ağırlıklı olmak üzere tüm vücut egzersizleri
Aerobik Aktivasyon	Assault Bike üzerinde sabit tempo düşük şiddet ile 5 dakika ısınma

Yukarıdaki tabloyu açıklayacak olursak;

Foam Roller Uygulaması: sırası ile gastrokinemius, quadriceps, hasmtring, gluteus maximus, latisimus dorsi ve pectoralis kas grupları üzerinde orta sertlikte bir foam roller kullanılarak kas grubu başına 10 yuvarlanma yapılarak fasya dokusu rahatlatılmıştır.



Şekil 3.1. Foam Roller Uygulaması Görseli

Statik Germe Hareketleri: Üst ekstremitelerden alt ekstremitelere doğru boyun ve çevresi kas gruplarından gastrokinemius, quadriceps, hasmtring, gluteus maksimus, lattisimus dorsi ve pectoralis kas grublarına kadar, kas grupları başına en az 10 saniye olacak şekilde statik germe egzersizleri yaptırılmıştır.



Şekil 3.2. Statik Germe Hareketleri

Dinamik Isınma Evresi: Bireyin kendi vücut ağırlığı ile yapmış olduğu egzersiz başına 20 tekrar olacak şekilde sırasıyla 1 set boyunca: squat, push-up, single leg romanian deadlift ve barfiks egzersizleri uygulatılmıştır.



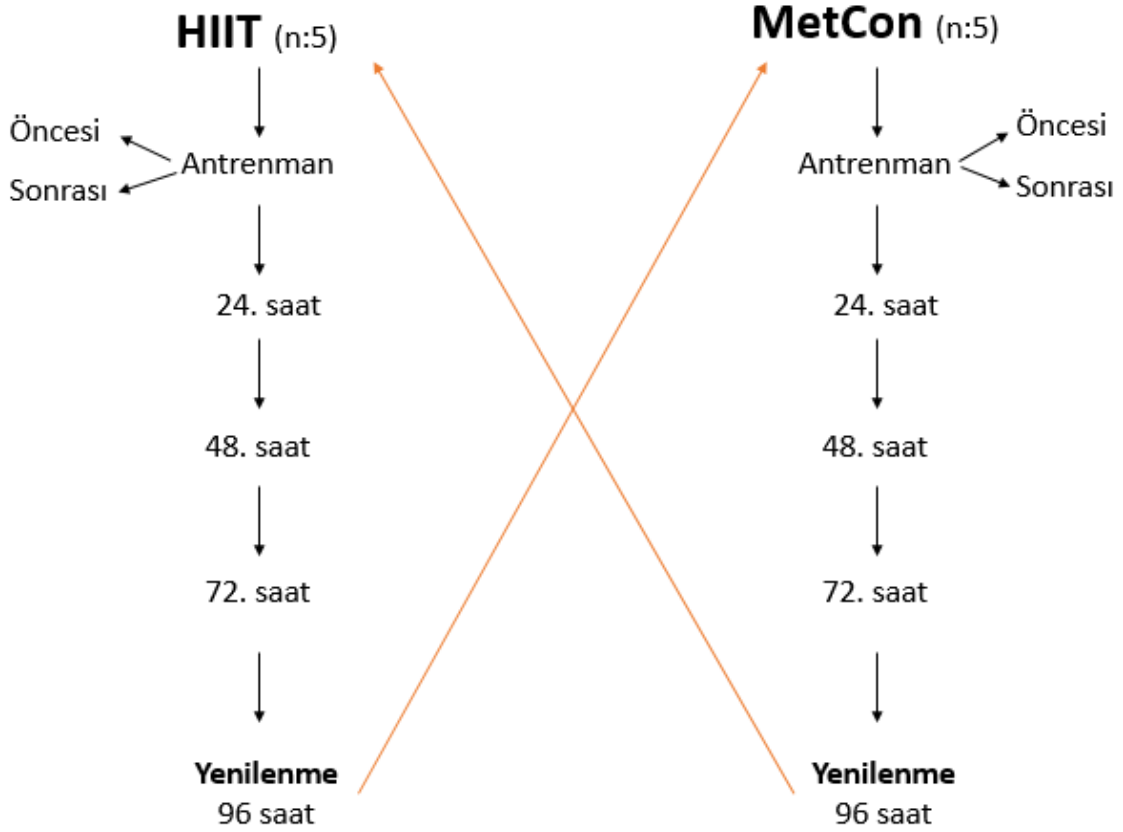
Şekil 3.3. Dinamik Isınma Evresi Hareketleri

Aerobik Aktivasyon: Bireylerin assault bike ergometrisinde kendi antropometrik özelliklerine göre gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra sabit tempo ile düşük yoğunlukta 5 dakika kadar ısınma yaptırılmıştır.

3.2.2. Antrenman Protokolü

Katılımcılar çapraz yöntem kullanılarak 5 kişi interval 5 kişi de Metcon antrenmanı yapacak şekilde dizayn edilmiştir. Antrenman bittikten sonra devamında 4 gün ölçüm

alındıktan sonra 96 saatin sonunda çapraz değişlik yapılarak interval antrenmanı yapanlar bu sefer metcon yaparken, metcon antrenmanı yapanlar ise interval antrenmanı yapmıştır. Aşağıdaki şekilde antrenman yöntemi açıklanmaktadır.



Şekil 3.4. Antrenmanda çaprazlama yöntemi

Katılımcılarda bir grup assault bike ergometrisinde kendi antropometrik özelliklerine göre gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra yüksek şiddetli interval antrenman yaptırılmak üzere 1 seti 10 saniye yüklenme, 20 saniye dinlenme olacak şekilde toplamda 24 set ve 12 dakika boyunca %85-90 yoğunluğunda katılımcılar performans göstermiştir.



Şekil 3.5 İnterval Antrenmanı

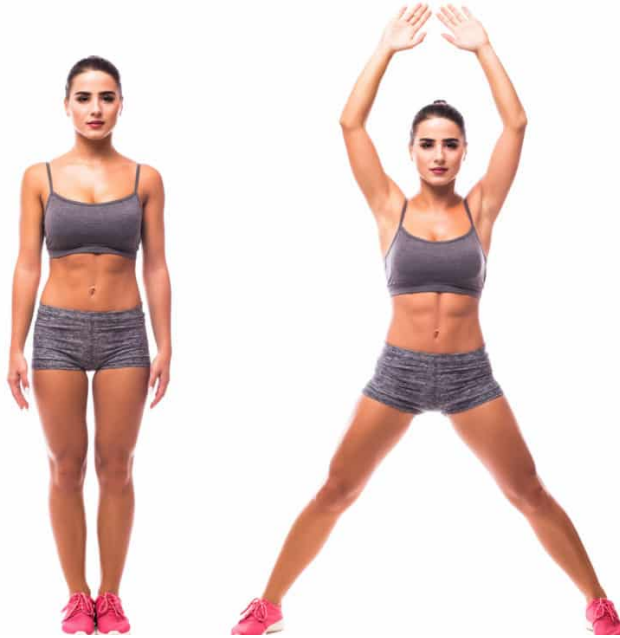
Katılımcılarda diğer grup ise ısınma protokolünü uyguladıktan sonra metcon antrenmanını yapmak üzere sırasıyla 3 Burpee, 6 Thruster ve 12 Jump Jack yaptıktan sonra tekrar başa dönerek 12 dakika boyunca dinlenmeden %85-95 yoğunlukta yapabildikleri en çok tekrarı yapmaya çalışıp performans göstermişlerdir.



Şekil 3.6. Burpee hareketi



Şekil 3.7. Thruster hareketi



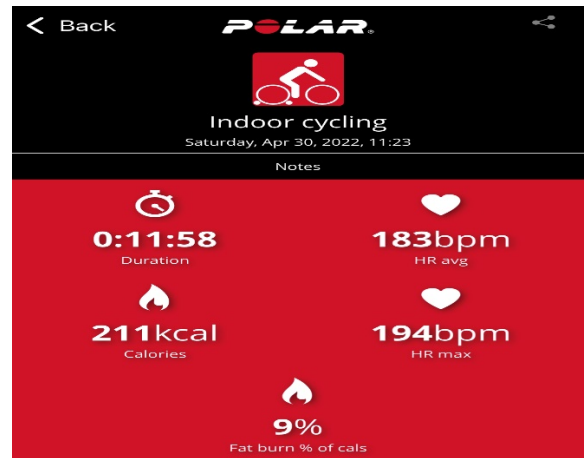
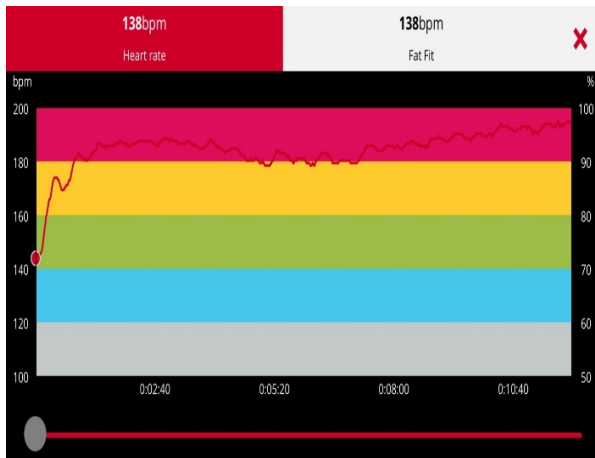
Şekil 3.8. Jump jack hareketi

3.3. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Ölçümü

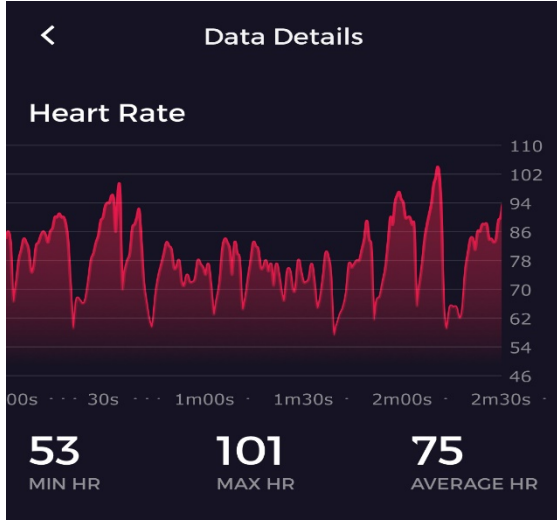
Kalp atım hızı değişkenliği parametreleri kalp atış hızı monitörü (Polar H10) kullanılarak antrenman öncesinde, hemen sonrasında ve devamındaki 3 gün boyunca ölçülmüştür. KHD verileri EliteHRV uygulaması üzerinden takip edilmiş ve antrenman esnasında sporcuların nabızlarının takibi ise PolarBeat uygulaması ile takip edilmiştir. Antrenman günü ve takip eden günlerdeki ölçümler sabah saatlerinde ve antrenmanın hemen akabinde 5 dakikalık ölçümle yatar pozisyonda gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.9. a) Kalp atım hızı monitörü (Polar H10), b) Kalp atım hızı monitör kullanımı



Şekil 3.10. Polar Beat uygulaması



Şekil 3.11. a) Kalp atım hızı takibi, b) Kalp atım hızı değişkenliği takibi

3.4. İstatistiksel Analiz

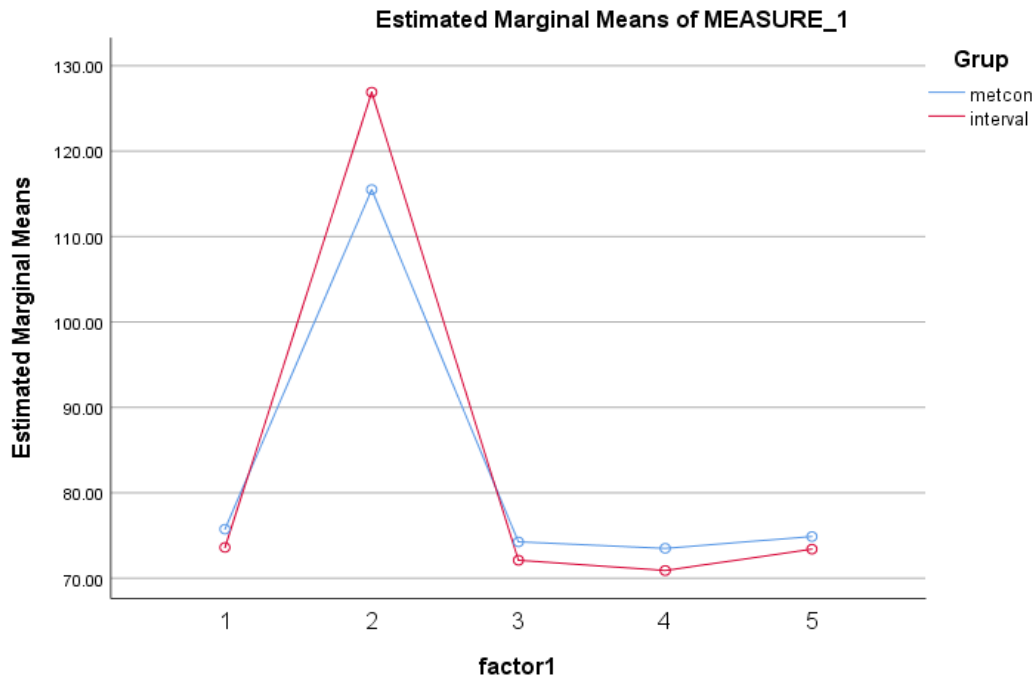
Tüm veriler SPSS 23 paket programı kullanılarak analiz edildi. Veriler ortalama ve standart sapma ($Ort \pm Std$) olarak sunulmuştur. Tekrarlayan ölçümlerin istatistiksel analizi, Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA testi ile yapılmıştır. Anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Tablo 4.1. Katılımcıların Betimleyici İstatistikleri

	İnterval Grup (n:10)	MetCon Grup (n:10)
Yaş (yıl)	22,37 ± 1,32	22,37 ± 1,32
Boy Uzunluğu (cm)	168,80 ± 7,91	168,80 ± 7,91
Vücut Ağırlığı (kg)	64,30 ± 10,63	64,30 ± 10,63

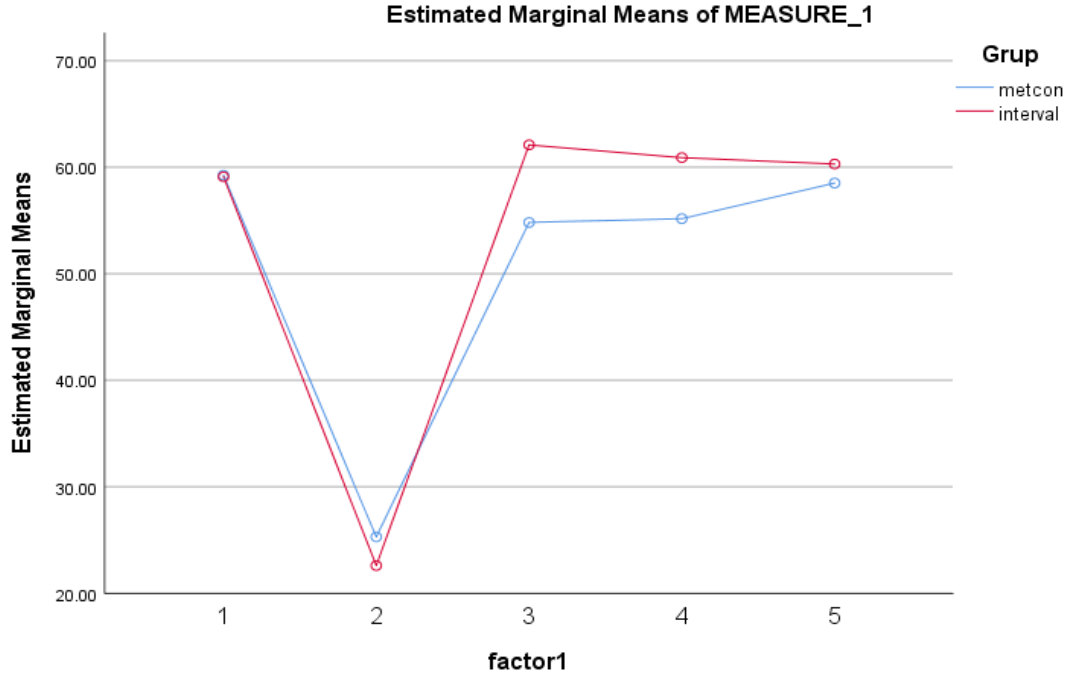
Araştırmaya yaş ortalamaları ve standart sapması $22,37 \pm 1,32$, boy uzunluklarının ortalaması ve standart sapması $168,80 \pm 7,91$ ve vücut ağırlıklarının ortalaması ve standart sapması $64,3 \pm 10,63$ olan toplamda 10 aktif sporcu katılmıştır.



Şekil 4.1. Ortalama HR değeri

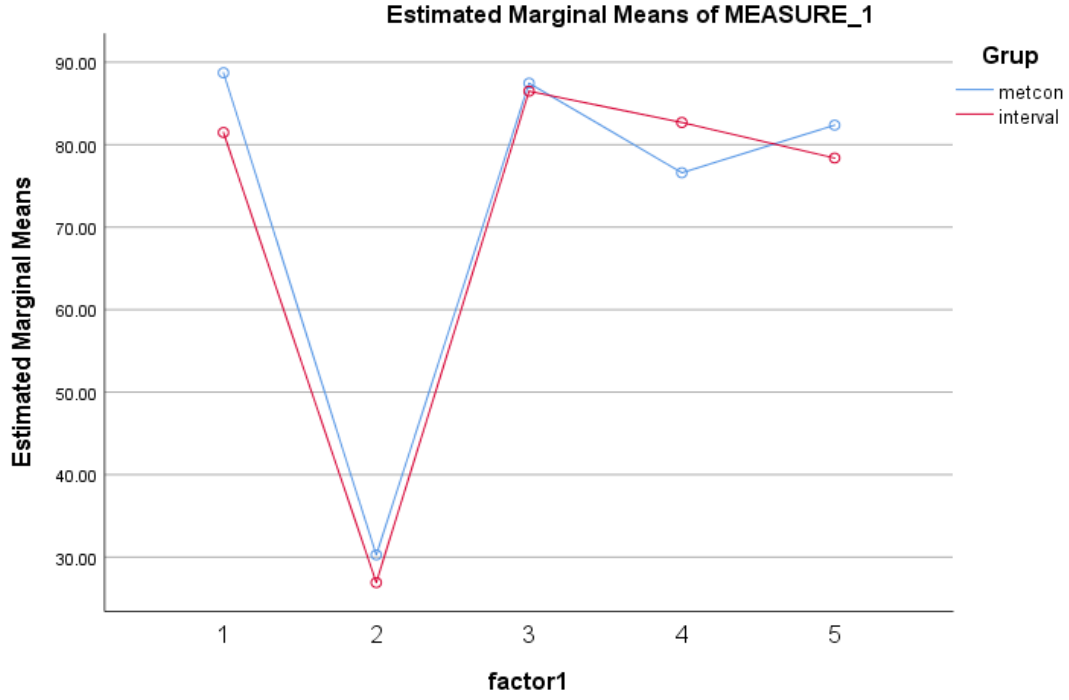
Antrenman öncesi ortalama HR değeri metcon antrenman grubu için 75,75 iken interval antrenman grubu için 73,60'dır. Egzersiz sonrasında her iki grup içinde ortalama HR

değeri artmıştır. Bununla birlikte 24. saatte her iki grup için ortalama HR değeri egzersiz öncesi değerlere dönmüştür. Her iki grup içinde egzersiz öncesine kıyasla 24. 48. Ve 72. Saatlerde ortalama HR değerleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık tespit edilmemiştir.



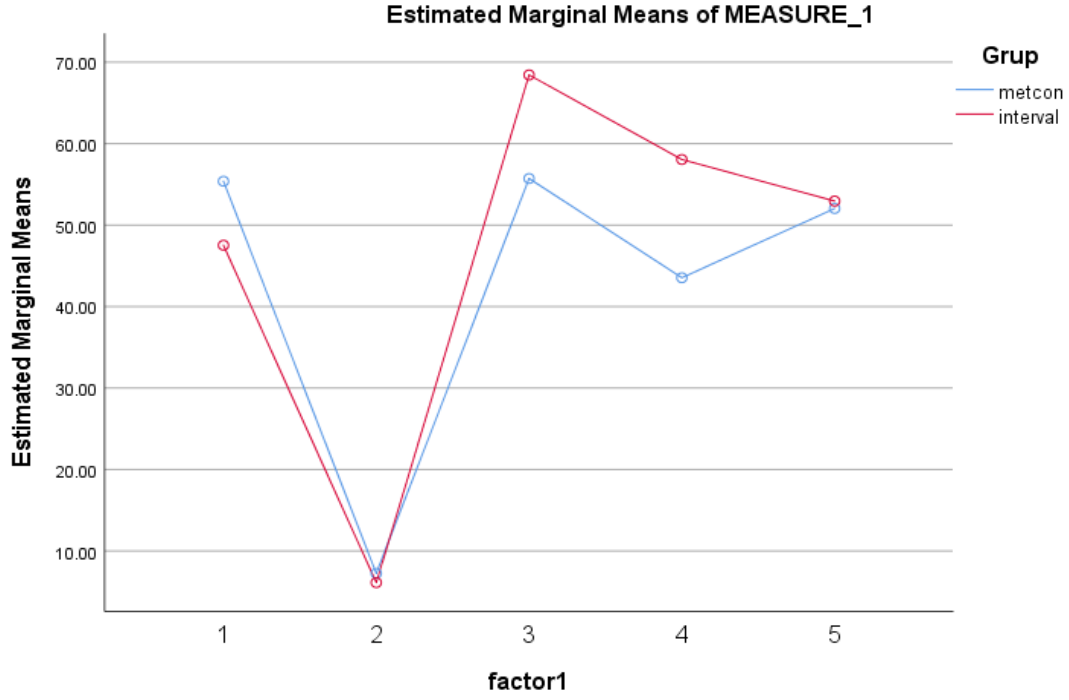
Şekil 4.2. Ortalama HRV değeri

Antrenman öncesi ortalama HR değeri metcon antrenman grubu için 59,25 iken interval antrenman grubu için 59,10'dır. Egzersiz sonrasında her iki grup içinde ortalama HR değeri artmıştır. Bununla birlikte 24. saatte her iki grup için ortalama HR değeri egzersiz öncesi değerlere dönmüştür. Her iki grup içinde egzersiz öncesine kıyasla 24. 48. Ve 72. Saatlerde ortalama HR değerleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık tespit edilmemiştir.



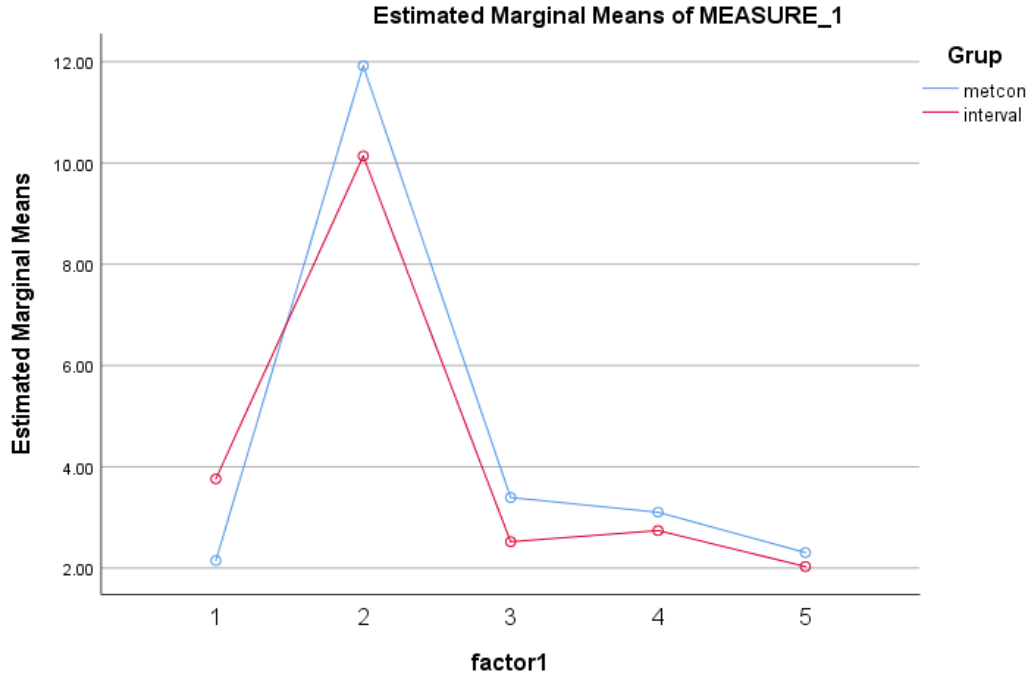
Şekil 4.3. Ortalama SDNN değeri

Antrenman öncesi ortalama HR değeri metcon antrenman grubu için 88,72 iken interval antrenman grubu için 81,48'dır. Egzersiz sonrasında her iki grup içinde ortalama HR değeri artmıştır. Bununla birlikte 24. saatte her iki grup için ortalama HR değeri egzersiz öncesi değerlere dönmüştür. Her iki grup içinde egzersiz öncesine kıyasla 24. 48. Ve 72. Saatlerde ortalama HR değerleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık tespit edilmemiştir.



Şekil 4.4. Ortalama RMSSD değeri

Antrenman öncesi ortalama HR değeri metcon antrenman grubu için 55,38 iken interval antrenman grubu için 47,53'dır. Egzersiz sonrasında her iki grup içinde ortalama HR değeri artmıştır. Bununla birlikte 24. saatte her iki grup için ortalama HR değeri egzersiz öncesi değerlere dönmüştür. Her iki grup içinde egzersiz öncesine kıyasla 24. 48. Ve 72. Saatlerde ortalama HR değerleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık tespit edilmemiştir.



Şekil 4.5. LF/HF değeri

Antrenman öncesi ortalama HR değeri metcon antrenman grubu için 2,15 iken interval antrenman grubu için 3,76'dır. Egzersiz sonrasında her iki grup içinde ortalama HR değeri artmıştır. Bununla birlikte 24. saatte her iki grup için ortalama HR değeri egzersiz öncesi değerlere dönmüştür. Her iki grup içinde egzersiz öncesine kıyasla 24. 48. Ve 72. Saatlerde ortalama HR değerleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık tespit edilmemiştir.

5. TARTIŞMA

Bu araştırma akut yüksek şiddetli interval antrenmanı ve metcon antrenmanının otonom sinir sisteminin göstergelerinden biri olarak kabul edilen kalp atım hızı değişkenliği (KAHD) üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Bu araştırma sonucunda RMMSD değerinin egzersiz öncesine kıyasla 24, 48 ve 72. saatlerde istatistiksel olarak anlamlı olarak değişmediği tespit edilmiştir. Benzer şekilde; Parasempatik aktivitenin bir göstergesi olan istirahat RMSSD'si, istirahat kalp atım hızının iyileşmesine rağmen, HIIT antrenmanından sonra anlamlı düzeyde değişmediği bildirilmiştir (Alansare ve ark.). HIIT programını takiben RMSSD değişmeden RR aralığı sayısının arttığına dair benzer bulgular bildirmiştir (Ramírez-Vélez ve ark.).

Ayrıca antrenman sonrasında edilen yüksek düzeyde fizyolojik ve algısal stres ve sık sık topyekün metabolik şartlandırma seanslarının performansının, işlevsel olmayan aşırı erişime yol açma potansiyeline sahip olduğu düşünüldüğünde, belki de bu tarz çalışmalarda en büyük bulgu, RPE'dir. Daha düşük fizyolojik stres ile yüksek bir iş yükü elde etmek için kullanılır.

Kalp atım hızı değişkenliği (KAHD) biyolojik geribildirim (BG) genel olarak, stres, hipertansiyon ve kronik astım, kronik obstrüktif akciğer hastalığı gibi durumları iyileştirmek için kullanılan bir kendi kendini regüle etme stratejisi olarak bilinmektedir (Rosalba Courtney ve ark. 2011). Araştırmalar genel olarak sağlıklı bireyler veya klinik hastalar üzerine yoğunlaşmıştır. Son yıllarda KAHD BG uygulamasının sporcu bireyler üzerinde kullanılmasında bir artış olmasına rağmen bu artış sınırlı sayıdadır. Çalışmalarda genellikle, egzersiz esnasında ve egzersiz sonrasında KAHD yanıtları belirlenmiş ve egzersiz sonrası bu yanıtların KAHD BG yöntemiyle düzenlenmesi incelenmemiştir.

HIFT, hem kardiyovasküler uygunluk parametrelerini hem de iskelet kası gücü parametrelerini geliştirmek için geliştirilmiş nispeten yeni bir antrenman paradigmasıdır. Kardiyovasküler zindelik ve bilişsel işlevlerdeki iyileşmeye katkıda bulunan temel moleküler mekanizmalarını kapsamlı bir şekilde değerlendirmek için ek araştırmalara ihtiyaç vardır

Bununla birlikte, HIFT, sedanter olan bireylerde performansın artmasına yol açabilecek güvenli ve etkili bir strateji olma potansiyelini göstermiştir. Bu nedenle, HIFT'in sedanter bireyler için zaman açısından verimli bir antrenman stratejisi olması mümkündür, çünkü bu grup spor performansına yol açacak özelliklerde gelişebilmek için daha büyük bir faydaya sahip

olacaktır. HIFT, üst düzey sporcular için etkili olan antrenmanlarla karşılaştırılabilir, buna karşılık yüksek düzeyde mekanik ve metabolik stres ortaya çıkarma potansiyelini göstermiştir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Akut METCON ve HIIT antrenmanlardan hemen sonra otonom sistemin etkilenmektedir. Bunu da sempatik aktivitenin artmasından kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte 24 saat içerisinde ise benzer sonuçları vererek METCON ve HIIT gruplarının toparlanarak KAHD değerlerinin egzersiz öncesi duruma geri döndüğü görülmüştür. Pandemi koşulları veya ekstrem koşullar esnasında ister METCON ister HIIT antrenmanlarının hangisinin yapıldığına bakılmaksızın birbiri yerine kullanılabilmesi sonucuna ulaşılmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmanın sonuçları, parasempatik belirteçlerin (yani, RMSSD, HF) akut etkilerine bakıldığında egzersizin ardından önemli ölçüde değiştiğini, ancak birbirinden önemli ölçüde farklı olmadığını ortaya koymaktadır.

Antrenmana kas adaptasyonlarını daha iyi uyarmak için de kuvveti etkileyecek hareketler ilave edilebilir. HIFT antrenmanlarında çok kısa dinlenmeler veya hiç dinlenme olmaması ve bunun yanında daha fazla tekrar sayısı ile yapıldığından, kas dayanıklılığı en çok fayda sağlayabilecek antrenman tarzı gibi görünmektedir. Son olarak, antrenörler HIFT'in önemli düzeyde yorgunluk ve yüksek bir genel antrenman yükü oluşturabileceğini anlamalıdır. Bu nedenle antrenman süreleri belirli bir hedefe göre planlanmalı ve antrenmanlar arasında yeterli toparlanma sağlanmalıdır. HIFT antrenmanları HIIT antrenmanlarına göre daha diğer branşlara evrilebilmesi ve kardiyovasküler parametrelerinin yanında kas gücü ve dayanıklılığını da geliştirmesi sebebiyle tercih edilebilir.

Bu araştırmada sporcuların her ne kadar ister METCON ister HIIT antrenmanları sonrasında sempatik aktiviteleri artmış olsa da 24 saat içerisinde toparlandıkları görülmektedir. Benzer çalışmaların farklı yaş gruplarında ve farklı antrenman metotları ile de araştırılması öneri olarak sunulabilir. Otonom sinir sistemindeki bu dalgalanmaların dengenin korunması için güçlendirici bir etken olduğu ve bu nedenle bireye özgü hazırlanan METCON ve HIIT antrenmanlarının otonom sinir sistemi üzerine olumlu etkileri olabileceği düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

Alansare, A., Alford, K., Lee, S., Church, T., & Jung, H. C. (2018). The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on heart rate variability in physically inactive adults. *International journal of environmental research and public health*, 15(7), 1508.

Alcaraz, P.E.; Sanchez-Lorente, J.; Blazevich, A.J. Physical performance and cardiovascular responses to an acute bout of heavy resistance circuit training versus traditional strength training. *J. Strength Cond. Res.* **2008**,

Aydoğan O, Güney K, Öter A. *Kalp atım hızı değişiminin belirlenmesi*. International Symposium on Advanced Engineering Technologies ISADET 2019.

AYYILDIZ P (2009). *Astımlı çocuklarda egzersizin kalp hızı değişkenliği üzerine etkisi*. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Yandal Uzmanlık Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Samsun.

Babraj JA., Vollaard NB., Keast C., Guppy FM., Cottrell G., Timmons JA. *Extremely short duration high intensity interval training substantially improves insulin action in young healthy males*. BMC Endocr Disord, 2009; 9 (3).

Baltaş, A., Baltaş Z. (2008). *Stres Ve Başa Çıkma Yolları*. Remzi Kitabevi

Barker AR., Day J., Smith A., Bond B., Williams CA. *The influence of 2 weeks of low-volume high-intensity interval training on health outcomes in adolescent boys*. J Sports Sci, 2014; 32(8): 757-765.

Bartlett JD., Close GL., Maclaren DP., Gregson W., Drust B., Morton JP. *Highintensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderateintensity continuous exercise: implications for exercise adherence*. Journal of Sports Sciences, 2011; 29(6): 547-553.

Bayati M., Farzad B., Gharakhanlou R., Agha-Alinejad H. A practical model of lowvolume high-intensity interval training induces performance and metabolic adaptations that resemble 'all-out' sprint interval training. *Journal of Sports Science & Medicine*, 2011; 10(3): 571-576.

Billat LV. Interval training for performance: A scientific and empirical practice. *Sports Medicine*, 2001; 31(1): 13-31.

Bompa TO., Haff G. D.nemleme: Antrenman Kuramı ve Y.ntemi. .ev. Tanju Bağırhan, Beşinci Basım, Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi, 2003.

Boudreau, P., Yeh, W. H., Dumont, G. A., & Boivin, D. B. (2012). A Circadian Rhythm In Heart Rate Variability Contributes To The Increased Cardiac Sympathovagal Response To Awakening In The Morning. *Chronobiology International*, 29(6), 757- 768.

Buchheit M., Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports Medicine*, 2013; 43(10): 927-954.

Budak MM. Kalp Hızı Değişkenliğinin Tip II Diabetes Mellitusu Olan ve Olmayan Akut Miyokard İnfarktüsü Geçirmiş Hastalardaki Benzerliği ve Prognostik Önemi, Uzmanlık Tezi, 2001, Ankara (Danışman: Doç. Dr. Mehmet Yıldız)

Butcher, S.J.; Neyedly, T.J.; Horvey, K.J.; Benko, C.R. Do physiological measures predict selected CrossFit benchmark performance? *Open Access J. Sports Med.* **2015**, *6*, 241–247.

Camm AJ, Malik M, Bigger JT, Breithardt G, Cerutti S, Cohen RJ, Lombardi F. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. 1996; *93*: 1043-1065.

Cochran, A.J.; Percival, M.E.; Tricarico, S.; Little, J.P.; Cermak, N.; Gillen, J.B.; Tarnopolsky, M.A.; Gibala, M.J. Intermittent and continuous high-intensity exercise training induce similar acute but different chronic muscle adaptations. *Exp. Physiol.* **2014**, *99*, 782–791.

Daussin FN., Zoll J., Ponsot E., Dufour SP., Doutreleau S., Lonsdorfer E. Ventura-Clapier R, Mettauer B, Piquard F, Geny B, Richard R. Training at high exercise intensity promotes qualitative adaptations of mitochondrial function in human skeletal muscle. *J Appl Physiol*, 2008; *104*(5): 1436-1441.

Dewey, F. E., Freeman, J. V., Engel, G., Oviedo, R., Abrol, N., Ahmed, N., ... & Froelicher, V. F. (2007). Novel Predictor Of Prognosis From Exercise Stress Testing: Heart Rate Variability Response To The Exercise Treadmill Test. *American Heart Journal*, *153*(2), 281-288.

Dishman R., Patton R., Smith J., Weinberg R., Jackson A. Using perceived exertion to prescribe and monitor exercise training heart rate. *International Journal of Sports Medicine*, 1987; *8*(03): 208-213.

Feito, Y.; Hoffstetter, W.; Serafini, P.; Mangine, G. Changes in body composition, bone metabolism, strength, and skill-specific performance resulting from 16-weeks of hift. *PLoS ONE* **2018**, *13*, e0198324.

Fox EL., Bowers RW., Foss ML. 1988 *The Physiological Basis of Physical Education and Sports*. *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri*. Mesut Cerit, Bağırğan Yayınları, Ankara, 1999; 358-366.

Fox EL., Matthews D. Interval training: Conditioning for Sports and General Fitness. Orlando: Saunders College. In: Harcourt Brace Jovanovich, 1974.

F.W. Booth, C.K. Roberts, J.P. Thyfault, G.N. Ruegsegger, R.G. Toedebusch **Role of inactivity in chronic diseases: evolutionary insight and pathophysiological mechanisms** *Physiol Rev*, *97* (4) (2017), pp. 1351-1402,

Garber CE., Blissmer B., Deschenes MR., Franklin BA., Lamonte MJ., Lee I-M., Nieman DC., Swain DP. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2011; *43*(7): 1334-1359.

Gibala MJ. High-intensity interval training: a time-efficient strategy for health promotion? *Current Sports Medicine Reports*, 2007; 6(4): 211-213.

Gibala MJ., Little JP., Macdonald MJ., Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol*, 2012; 590(5): 1077-1084.

Greeley SJ., Martinez N. Campbell bi the impact of high-intensity interval training on metabolic syndrome. *Strength & Conditioning Journal*, 2013; 35(2): 63-65.

Haffernan, K.S., Fahs, C.A., Shinsako, K.K., (2007). Heart rate recovery and heart rate complexity following resistance exercise training and detraining in young men. Department of Kinesiology and Community Health, Champaign, Illinois Submitted and accepted.

Hannan, AL; Hing, W.; Simas, V.; Climstein, M.; Coombes, JS; Jayasinghe, R.; Byrnes, J.; Furness, J. Kardiyak rehabilitasyonda yüksek yoğunluklu aralıklı antrenmana karşı orta yoğunluklu sürekli antrenman: Sistematik bir inceleme ve meta-analiz. *Açık Erişim J. Sports Med.* **2018** , 9 , 1-17.

Haskell WL., Lee I-M., Pate RR., Powell KE., Blair SN., Franklin BA, Macera CA., Heathgw., Thampson PD., Bauman A. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the american college of sports medicine and the american heart association. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2007; 39(8): 1423-1434.

Hermansen L., Grandmontagne M., Moehlum S., Inges I. Postexercise elevation of resting oxygen uptake: possible mechanisms and physiological significance. In *Physiological Chemistry of Training and Detraining*: Karger Publishers.1984; 119-129.

Hickson R., Foster C., Pollock M., Galassi T., Rich S. Reduced training intensities and loss of aerobic power, endurance, and cardiac growth. *Journal of Applied Physiology*, 1985; 58(2): 492-499.

I. Goldenberg, R. Goldkorn, N. Shlomo, *et al.*

Heart rate variability for risk assessment of myocardial ischemia in patients without known coronary artery disease: the HRV-DETECT (heart rate variability for the detection of myocardial ischemia) study

J Am Heart Assoc, 8 (24) (2019), Article e014540,

Jacobs RA., Flück D., Bonne TC., Bürgi S., Christensen PM., Toigo M., Lundby C. Improvements in exercise performance with high-intensity interval training coincide with an increase in skeletal muscle mitochondrial content and function. *J Appl Physiol* (1985), 2013; 115(6): 785-793.

J.B. Gillen, M.J. Gibala **Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness?** *Appl Physiol Nutr Metabol*, 39 (3) (2014), pp. 409-412

Javorka M, Zila I, Balharek T, Javorka K. Heart rate recovery after exercise: relations to heart rate variability and complexity. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2002;35(8), 991-1000.

Kaya B. (2006). İş yerinde zihinsel yüklenme ve egzersizin kalp atım hızı değişkenliği üzerindeki etkisi

Kazior Z., Willis SJ., Moberg M., Apro W., Calbet JA., Holmberg H-C., Blomstrand E. Endurance Exercise Enhances the Effect of Strength Training on Muscle Fiber Size and Protein Expression of Akt and Mtor. PLOS One, 2016; 11(2).

Kenney WL., Wilmore JH., Costill DL. Physiology of Sport and Exercise (5th Edition ed.). Champaign: Human Kinetics, 2012.

Kilpatrick MW., Jung ME., Little JP. High-Intensity Interval Training: A Review of Physiological and Psychological Responses. ACSM's Health & Fitness Journal, 2014; 18(5): 11-16.

Laird RH., Elmer DJ., Barberio MD., Salom LP., Lee KA., Pascoe DD. Evaluation of Performance Improvements after Either Resistance Training or Sprint Interval-Based Concurrent Training. Journal of Strength and Conditioning Research, 2016; 30(11): 3057-3065.

Laursen P., Buchheit M. Science and Application of High-Intensity Interval Training: Champaign, Human Kinetics. 2019; 17-73

Little JP., Safdar A., Wilkin GP., Tarnopolsky MA., Gibala MJ. A Practical Model of Low-Volume High-Intensity Interval Training Induces Mitochondrial Biogenesis in Human Skeletal Muscle: Potential Mechanisms. J Physiol, 2010; 588(6): 1011-1022.

Löllgen H., Böckenhoff A., Knapp G. Physical activity and all-cause mortality: an updated meta-analysis with different intensity categories. International Journal of Sports medicine, 2009; 30(3): 213-224.

Makivić B, Nikić Djordjević M, Willis MS. Heart Rate Variability (HRV) as a tool for diagnostic and monitoring performance in sport and physical activities. Journal of Exercise Physiology Online. 2013;16(3).

Medbo JJ., Mohn A-C., Tabata I., Bahr R., Vaage O., Sejersted OM. Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O₂ deficit. Journal of Applied Physiology, 1988; 64(1): 50-60.

Medicore, Heart Rate Variability Analysis System. [Http://MediCore.Com/Download/Hrv_Clinical_Manual_Ver3.0.Pdf](http://MediCore.Com/Download/Hrv_Clinical_Manual_Ver3.0.Pdf) 29 Mayıs 2022.

Moderate and heavy metabolic stress interval training improve arterial stiffness and heart rate dynamics in humans

Eur J Appl Physiol, 113 (4) (2013), pp. 839-849

M. Rakobowchuk, E. Harris, A. Taylor, R.M. Cubbon, K.M. Birch

N. Singh, K.J. Moneghetti, J.W. Christle, D. Hadley, V. Froelicher, D. Plews
Heart rate variability: an old metric with new meaning in the era of using mHealth technologies for health and exercise training guidance. Part Two: prognosis and training
Arrhythmia Electrophysiol Rev, 7 (4) (2018), pp. 247-255

Özcengiz, D., Işık, G., (2006). Otonom Sinir Sistemi, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji Anabilim Dalı, Online Elektronik Kitap

Özer O. Pulmoner Hipertansiyon Ciddiyetinin Değerlendirilmesi Kardiyak Otonom Sinir Sisteminin Rolü, Uzmanlık Tezi, 2018, Ankara

Pagani, M., Mazzuero, G., Ferrari, A., Liberati, D., Cerutti, S., Vaitl, D., ... & Malliani, A. (1991). Sympathovagal Interaction During Mental Stress. A Study Using Spectral Analysis Of Heart Rate Variability In Healthy Control Subjects And Patients With A Prior Myocardial Infarction. *Circulation*, 83(4 Suppl), I43-51.

Pescatello LS., Medicine ACOS., Riebe D., Thompson PD. (2014). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription: Wolters Kluwer Health.

Philbin J. High-Intensity Training: *Human Kinetics*.2004; 1-18.

Poston, W.S.; Haddock, C.K.; Heinrich, K.M.; Jahnke, S.A.; Jitnarin, N.; Batchelor, D.B. Is high-intensity functional training (HIFT)/CrossFit safe for military fitness training? *Mil. Med.* **2016**, *181*, 627–637.

R. Guthold, G.A. Stevens, L.M. Riley, F.C. Bull **Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1·9 million participants** *Lancet Glob Health*, 6 (10) (2018), pp. e1077-e1086

Ramírez-Vélez, R.; Tordécilla-Danders, A.; Tellez-T, L.A.; Camelo-Prieto, D.; Hernández-Quinonez, P.A.; Correa-Bautista, J.E.; Garcia-Hermoso, A.; Ramírez-Campillo, R.; Izquierdo, M. Effect of moderate versus high-intensity interval exercise training on heart rate variability parameters in inactive Latin American adults: a randomized clinical trial. *J. Strength Cond. Res.* 2017.

Robergs, Robert, A., Roberts, Scott, O. (1997). *Exercise Physiology: exercise performance, and clinical applications*. St Louis: Mosby.

Rosalba Courtney ND, Marc Cohen MBBS, Jan van Dixhoorn MD. Relationship between dysfunctional breathing patterns and ability to achieve target heart rate variability with features of " coherence" during biofeedback. *Alternative therapies in health and medicine*. 2011;17

Shaffer, F., Mccraty, R., & Zerr, C. L. (2014). A Healthy Heart Is Not A Metronome: An Integrative Review Of The Heart's Anatomy And Heart Rate Variability. *Frontiers In Psychology*, 5, 1040.

Spaak J, Tomlinson G, McGowan CL, Soleas GJ, Morris BL, Picton P, Floras JS. Dose-related effects of red wine and alcohol on heart rate variability. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. 2010; 298(6): 2226-2231.

Spiers JP, Silke B, McDermott U, Shanks RG, Harron DWG. Time and frequency domain assessment of heart rate variability: a theoretical and clinical appreciation. *Clinical Autonomic Research* 1993; 3: 145-158.

Stracciolini, A., Quinn, B., Zwicker, R. L., Howell, D. R., & Sugimoto, D. (2020). Part I: CrossFit -Related Injury Characteristics Presenting to Sports Medicine Clinic. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 30(2), 102-107.

Tabata I. Tabata Training: One of the most energetically effective high-intensity intermittent training methods. *The Journal of Physiological Sciences*, 2019; 69(4): 559-572.

Tibana RA, Sousa NMF. Aşırı koşullandırma programları etkili ve güvenli midir? Yüksek yoğunluklu fonksiyonel eğitim yöntemleri araştırma paradigmaları ve bulgularının anlatsal bir incelemesi. *BMJ Açık Spor Egzersiz Med*. 2018; 2 (4):e000435

Tokçaer AB. Otonom Sinir Sistemi Fonksiyon Testleri: Normal Değerler ve Migren Hastalarındaki Bulgular. G.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Uzmanlık Tezi, 1993, Ankara (Danışman: Prof. Dr. HR Kuruoğlu).

Van Amelsvoort, L.G.P.M., Schouten, E.G., Maan., A. C., Swenne, (2000). Occupational determinants of heart of heart rate variability: *Int Arch Occup Environ Health*;73:255-262.

Wackerhage H, Schoenfeld BJ, Hamilton DL, Lehti M, Hulmi JJ. Stimuli and sensors that initiate skeletal muscle hypertrophy following resistance exercise. *J Appl Physiol* (1985). 2019 Jan 1;126(1):30-43.

Weston M., Taylor KL., Batterham AM., Hopkins WG. Effects of low-volume highintensity interval training (hit) on fitness in adults: a meta-analysis of controlled and non-controlled trials. *Sports Medicine*, 2014; 44(7): 1005-1017.

