

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ BÖLÜMÜ

**AKUT YÜKSEK ŞİDDETLİ İNTERVAL ANTRENMANIN KALP ATIM HIZI
DEĞİŞKENLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Umut YİĞİT

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

Lisans eğitim sürecimde ve bu çalışmanın ortaya çıkmasında her türlü akademik bilgisini ve manevi desteğini benden esirgemeyen tez danıőmanım Doç. Dr. Tuba MELEKOĞLU'na teőekkürlerimi sunarım. Bu çalışmanın her anında yanımda bulunan, bu süreçte yol gösteren, Kadir Can KÜPELİ'ye en içten duygularımla teőekkürlerimi sunarım. Araştırmanın en baőtından sonuna kadar her türlü çalışmada bana desteklerinden dolayı, Arőt. Gr. Ali IŐIN ve Muhammet AKKUŐ'a çok teőekkür ederim. Hayatımın her alanında ve eğitim hayatımda bana olan güvenini kaybetmeyen, benden desteğini esirgemeyen, maddi ve manevi her zaman yanımda olan annem Hatice YİĞİT'e ve babam Hüseyin YİĞİT'e lisans eğitimim boyunca bana sundukları imkanlar için sonsuz teőekkürlerimi sunarım. Son olarak lisans tez çalıőmamız için bizlere kapılarını açan ve her türlü imknı veren Fora Sports Club'tan Can POYRAZ'a teőekkür ederim.

ÖZET

Giriş ve Amaç: Bu araştırmanın amacı akut yüksek şiddetli interval antrenmanın otonom sinir sisteminin göstergelerinden biri olarak kabul edilen kalp atım hızı değişkenliği (KAHd) üzerine etkilerinin araştırılmasıdır.

Yöntem: Araştırmaya katılan 18 gönüllü yüksek şiddetli interval antrenman grubu (n:9) ve kontrol grubu (n:9) olmak üzere cinsiyet, antropometrik özellikler ve antrenman geçmişleri dikkate alınarak iki gruba ayrılmıştır. Kalp atım hızı değişkenliği parametreleri kalp atış hızı monitörü (Polar H10) kullanılarak antrenman öncesinde ve sonrasındaki 3 gün boyunca ölçülmüştür. Antrenman günü ve takip eden günlerdeki ölçümler sabah saatlerinde ve antrenmanın hemen akabinde 5 dakikalık ölçümle oturur pozisyonda gerçekleştirilmiştir. Zamana bağlı grupların etkileşiminin değerlendirilmesi için Tekrarlayan Ölçümlerde ANOVA testi uygulanmıştır.

Bulgular: Grupların zamana bağlı değişimleri incelendiğinde KAHd parametrelerinde zamana bağlı etkileşimin yanı sıra grup x zaman etkileşimi de tespit edilmiştir. Posthoc testi ise bu farklılığın antrenmandan hemen sonra gerçekleştirilen ölçümlerden kaynaklandığını göstermiştir. HIIT antrenmanından hemen sonra SDNN, RmSSD ve HRV değerleri egzersiz öncesine ve kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha düşükken sempatik aktivitenin artmasının bir göstergesi olan LF/HF yüksek olarak ölçülmüştür. 24 saat sonra ise bu anlamlı farkın kaybolarak antrenman öncesi değerlerine döndüğü ve kontrol grubuyla benzer değerlere ulaştığı görülmüştür. HIIT grubunda egzersiz öncesi, sonrası ölçümlerde (24.,48., ve 72. saat) KAHd değerleri kontrol grubuyla benzer bulunmuştur.

Sonuç: Kontrol grubunda KAHd değerlerinde herhangi bir değişim gözlemlenmezken akut HIIT antrenmandan hemen sonra otonom sistemin etkilendiği, özellikle sempatik aktivitenin arttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte 24 saat içerisinde HIIT grubunun toparlanarak KAHd değerlerinin egzersiz öncesi duruma geri döndüğü görülmüştür.

Öneriler: Bu araştırmada gençlerin her ne kadar HIIT antrenmanı sonrasında sempatik aktiviteleri artmış olsa da 24 saat içerisinde toparlandıkları görölmektedir. 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 HIIT antrenmanlarının otonom sinir sistemi üzerine olumlu etkileri olabileceği düşünölmektedir.

Anahtar Kelimeler: akut egzersiz, kalp atım hızı değişkenliği, yüksek şiddetli interval antrenman

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER ve KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER	vii
TABLolar	vi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. İnterval Antrenman (Aralıklı Antrenman)	3
2.1.2 Yüksek Yoğunluklu İnterval Antrenman (HIİT)	3
2.2. Otonom Sinir Sistemi	9
2.2.1 Sempatik Sinir Sistemi	9
2.2.2 Parasempatik Sinir Sistemi	10
2.3 Kalp Atım Hızı Değişkenliği	11
2.3.1 KHD Analizi ve İlgili Parametreleri	12
2.3.1.1 Zaman Temelli Parametreler	12
2.3.1.2 Frekans Temelli Parametreler	13
2.3.2 KHD ve Egzersiz	14
3. GEREÇ ve YÖNTEM	15
3.1 Katılımcılar	15
3.2 Antrenman Protokolü	15
3.2.1 İnterval	15

3.3 Kalp Atım Hızı Değişkenliği Ölçümü	19
3.4 İstatistiksel Analiz	21
4. BULGULAR	22
5. TARTIŞMA	27
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	28
KAYNAKLAR	29

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Sempatik ve Parasempatik sistemin fizyolojik etkileri	10
Tablo 2.2. HRV parametrelerinin tanımı	12
Tablo 3.2.1 Isınma protokolü	15
Tablo 4.1 Bulgular	22

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. RR aralıkları	12
Şekil 2.2. HRV parametrelerindeki örnek frekans çıktısı	14
Şekil 3.2.1 Foam roller uygulaması	16
Şekil 3.2.2 Statik germe aşaması	17
Şekil 3.2.3 Dinamik ısınma evresi	18
Şekil 3.2.4 Antrenman evresi	19
Şekil 3.3.1 a) Kalp atım hızı monitörü (Polar H10), b) Kalp atım hızı monitör kullanımı.	20
Şekil 3.3.2 Polar Beat uygulaması	20
Şekil 3.3.3 a) Kalp atım hızı takibi, b) Kalp atım hızı değişkenliği takibi	20
Şekil 4.1. Ortalama HR değeri	22
Şekil 4.2. Ortalama HRV değeri	23
Şekil 4.3. Ortalama SDNN değeri	24
Şekil 4.4. Ortalama RMSSD değeri	25
Şekil 4.5. LF/HF değeri	26

SİMGELER ve KISALTMALAR

KAHD: Kalp atım hızı değişkenliği

HRV: Heart rate variability (kalp atım hızı değişkenliği)

HİİT: High intensity interval training (yüksek şiddetli aralıklı antrenman)

YYİA: Yüksek yoğunluklu interval antrenman

OSS: Otonom sinir sistemi

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)

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 geliştiği bilinmektedir. HRV, zaman alan parametreleri (LF ve HF, LH/HF) ve frekans alan parametreleri (RMSSD) dahil iyileşen parametreleridir.(Rakobowchuk ve ark., 2013)

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

Bu çalışmanın amacı akut yüksek şiddetli 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).

2.1.2 Yüksek Yoğunluklu İnterval Antrenman (HIİT)

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 taşımasını 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 (Kenney ve ark., 2012). Bu sebeple, interval antrenman yöntemi yeni bir antrenman yöntemi değildir. 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 görülmektedir (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 karşılarırken 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 düşünölmelidir. 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 görölmektedir. 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 geliştirdiğı de yapılan araştırmalarda görölmektedir (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 artırılabilir 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 Reçeteye 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 seviyede 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 öneminin 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 kütlelerinde azalma ise beslenme ve direnç antrenmanına odaklanılmalıdır. Yüksek şiddetli interval antrenman, geleneksel aerobik koşu antrenmanları ile kıyaslandığında, yağ kütlelerinde 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 (Garber ve ark., 2011). Bu

sebeple, elit sporcular tarafından branşlarındaki performanslarını arttırmak için yüksek şiddetli antrenmanlar uygulanmıştır. 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. 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)

2.2.1. 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)

2.2.2 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). (Tokçaer, 1993). (Baltaş ve ark., 2008).

Tablo 2.1. 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 egzogen 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)

2.3. 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

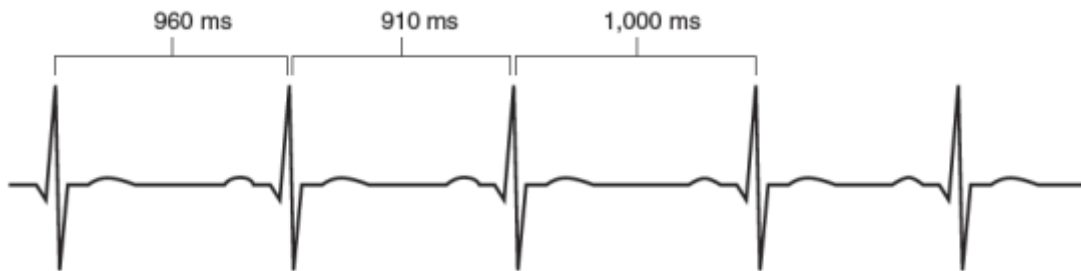
saptanmıştır. Bu bağlamda KAHD'nin önemi gün geçtikçe artmakta ve bu alandaki araştırmalar artmaktadır (Camm ve ark., 1996).

2.3.1. 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.

2.3.1.1. 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

Parametre	Bririm	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

Tablo 2.2. HRV parametrelerinin tanımı

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).

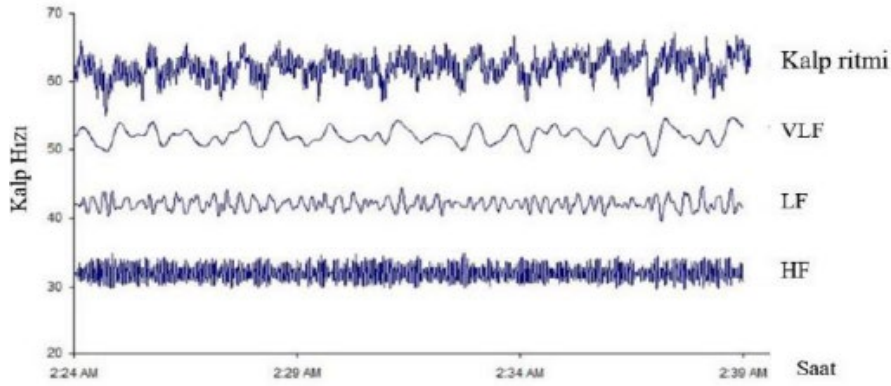
RMSSD (ms): Birbirini takip eden RR aralıklarının farklarının ortalama karesi ve milisaniye şeklinde ifade edilmektedir. Bu parametre genel olarak kısa süreli kabul edilir, ayrıca HF ile ilişkilendirilip parasempatik sistemin göstergesi olduğu kabul edilmektedir.

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.

2.3.1.2. 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. HRV parametrelerindeki örnek frekans çıktısı

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).

2.3.2.KHD ve Egzersiz

Egzersiz veya antrenmanların kardiyovasküle 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 devredışı kalması ve kalp atım hızının artmasına neden olan sempatik sistemin baskın olması ile ilgilidir. Egzersizde KAHD'nin kişilere sağladığı kardiyovasküler sistem hakkında faydalı bilgiler sağladığı unutulmamalıdır (Javorka ve ark., 2002).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Katılımcılar

Araştırmaya Antalya ilinde yaşayan yaşları $22,28 \pm 1,38$ yıl olan 10 erkek 8 kadın olacak şekilde 18 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 elit sporcular Deney (n=9) ve Kontrol Grubu (n=9) olarak 2 gruba ayrılmıştır.

3.2. Antrenman Protokolü

3.2.1. İnterval

Çalışmada yer alan deney grubundaki 9 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.

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 ekstremitelere ağırlıklı olmak üzere tüm vücut egzersizleri
Aerobik Aktivasyon	Assault Bike üzerinde sabit tempo düşük şiddet ile 5 dakika ısınma

Tablo 3.2.1 Isınma protokolü

Yukarıdaki tabloyu açıklayacak olursak;

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



Şekil 3.2.1 Foam roller uygulaması

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 3.2.2 Statik germe aşaması

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 3.2.3 Dinamik ısınma evresi

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

Antrenman Evresi:

Katılımcılara 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.



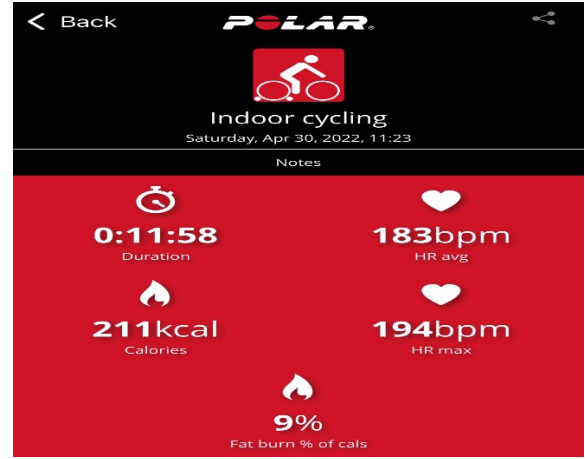
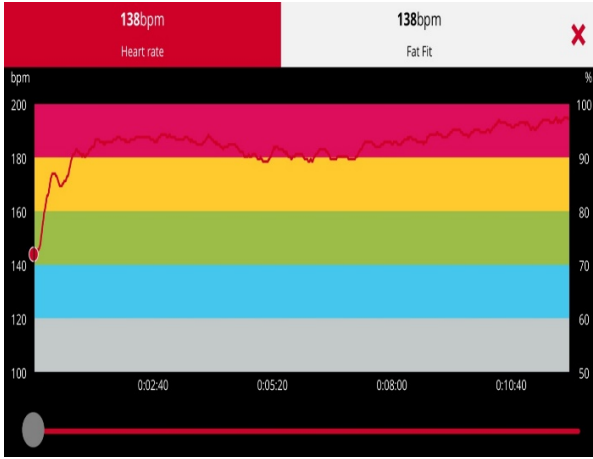
Şekil 3.2.4 Antrenman evresi

3.3. Kalp Atım Hızı Değişkenliği Ölçümü

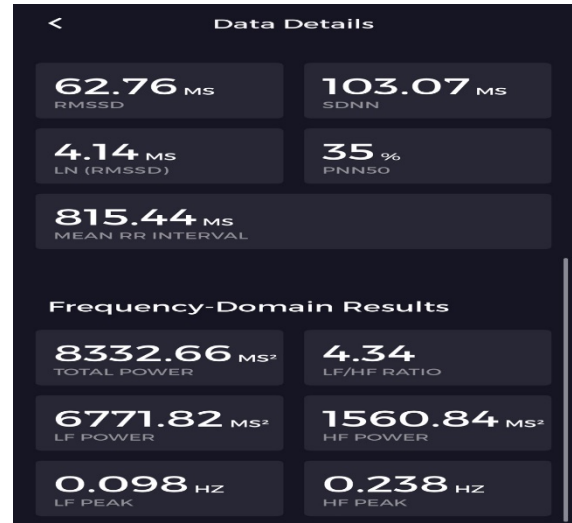
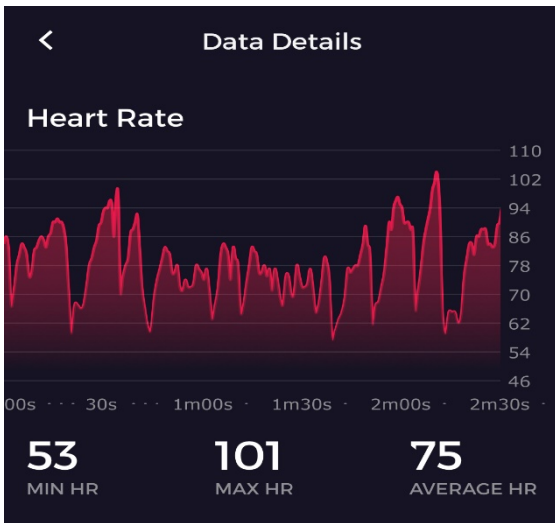
Kalp atım hızı değişkenliği parametreleri kalp atış hızı monitörü (Polar H10) kullanılarak antrenman öncesinde, hemen sonrasında ve devamındaki 3 gün boyunca ölçülmüştür. KHD verileri EliteHRV uygulaması üzerinden takip edilmiş ve antrenman esnasında sporcuların nabızlarının takibi ise PolarBeat uygulaması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



Şekil 3.3.1 a) Kalp atım hızı monitörü (Polar H10), b) Kalp atım hızı monitör kullanımı



Şekil 3.3.2 Polar Beat uygulaması



Şekil 3.3.3 a) Kalp atım hızı takibi, b) Kalp atım hızı değişkenliği takibi

3.4. İstatistiksel Analiz

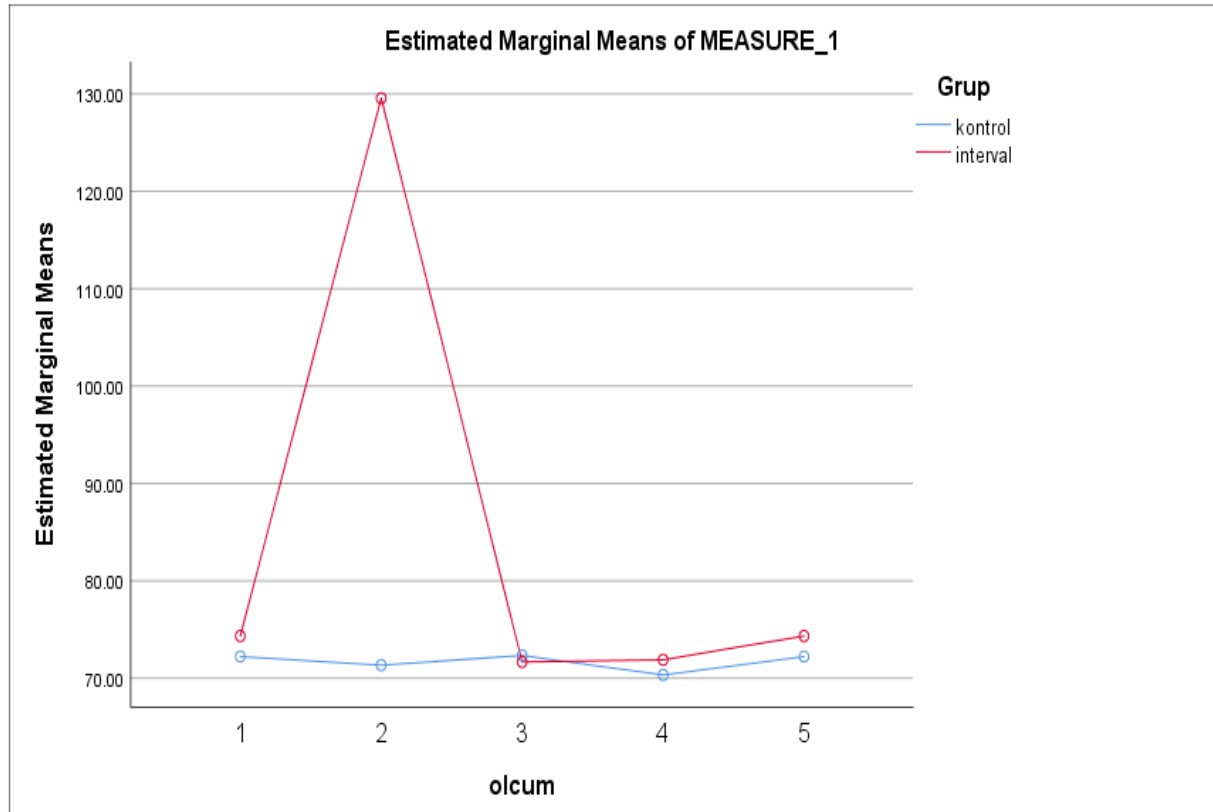
Tüm veriler SPSS 23 paket programı kullanılarak analiz edildi. Veriler ortalama ve standart sapma (Ort \pm Std) olarak sunulmuştur. Tekrarlayan ölçümlerin istatistiksel analizi, Tekrarlı Ölçümlerde ANOVA testi ile yapılmıştır. Anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Tablo 4.1 Bulgular

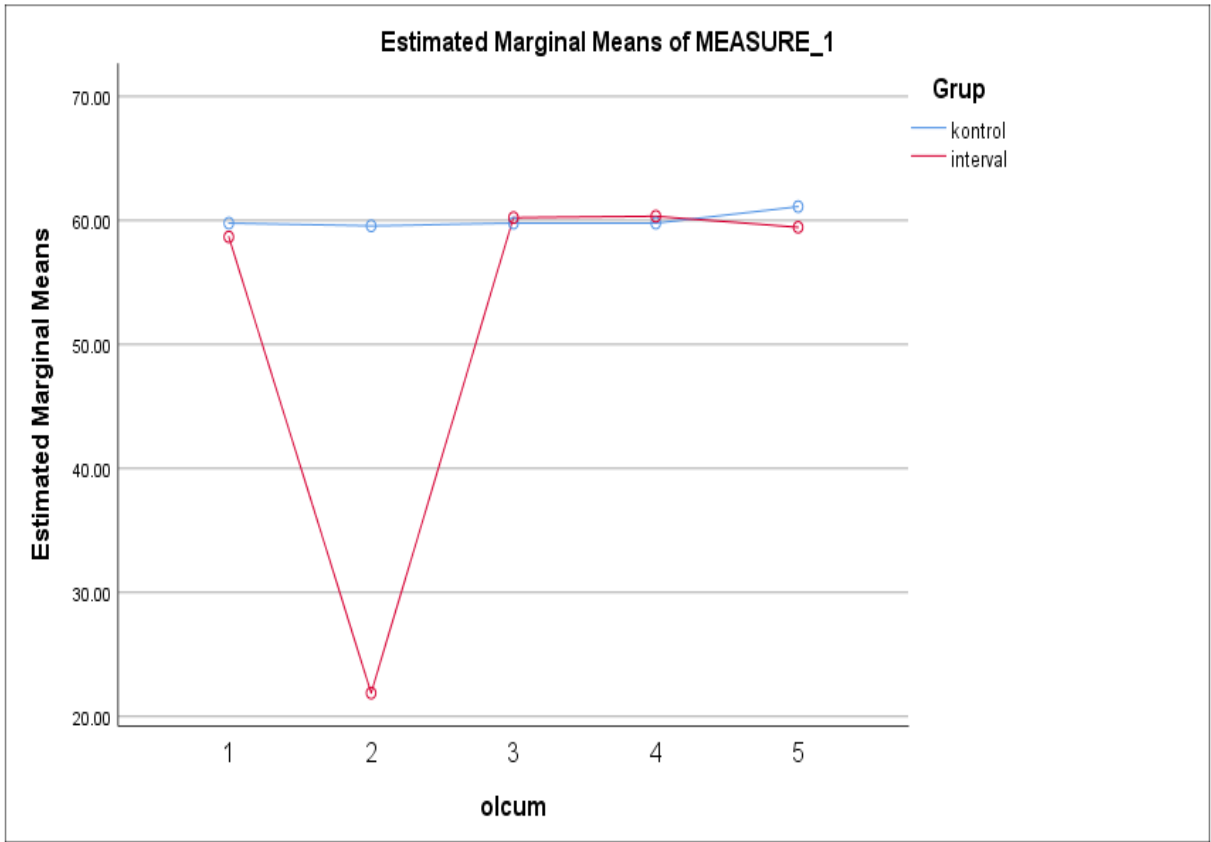
	İnterval Grup (n:9)	Kontrol Grup (n:9)
Yaş (yıl)	22,28 ± 1,38	22,15 ± 1,18
Boy Uzunluğu (cm)	169,89 ± 7,62	169,90 ± 7,28
Vücut Ağırlığı (kg)	65,22 ± 10,43	65,40 ± 12,58

Bu çalışmaya toplamda 18 kişi katılmıştır. İnterval grubu en az 1 yıllık antrenman geçmişi olan bireylerden seçilmiştir. İnterval grubunun yaş ortalamaları 22.28, standart sapma değerleri $\pm 1,38$ iken, kontrol grubunun yaş ortalamalarında 22.15, standart sapma değerlerinde ise 1.18'dir. Boy uzunluğu parametresinde ortalama değer interval grubu için $169,89 \pm 7,62$, kontrol grubu içinse $169,90 \pm 7,28$ 'dir. Son bakılan parametre olan vücut ağırlığı değerlerinde interval grubun ortalama ağırlık ve standart sapması $65,22 \pm 10,43$ 'ken, kontrol grubunun $65,40 \pm 12,58$ 'dir.



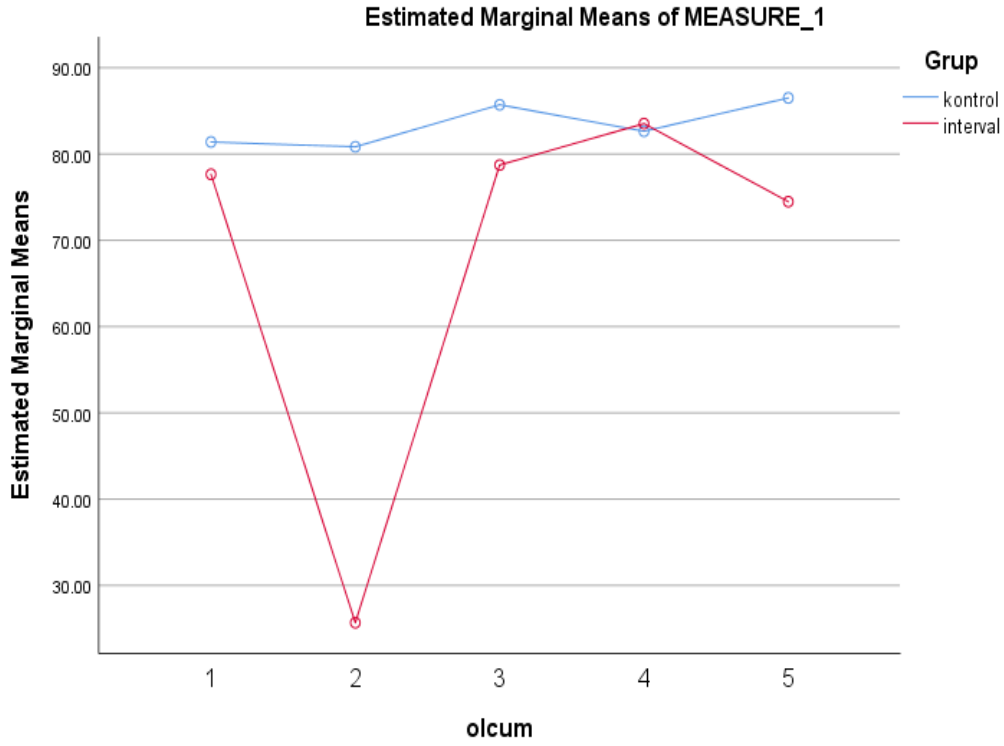
Şekil 4.1. Ortalama HR değeri

Antrenman öncesi ortalama HR değeri interval antrenman grubu için 74,33 atım iken kontrol grubu 72,22 için atım'dır. Egzersizin hemen sonrasında interval grubu için ortalama HR değeri beklendiği gibi artmıştır. Kontrol grubu herhangi bir egzersiz yapmadığından dolayı HR'de herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Bununla birlikte 24. saatte her iki grup için ortalama HR değeri egzersiz öncesi değerlere dönmüştür. İki grup içinde egzersiz öncesine kıyasla 24. 48. ve 72. Saatlerde ortalama HR değerleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık tespit edilmemiştir.



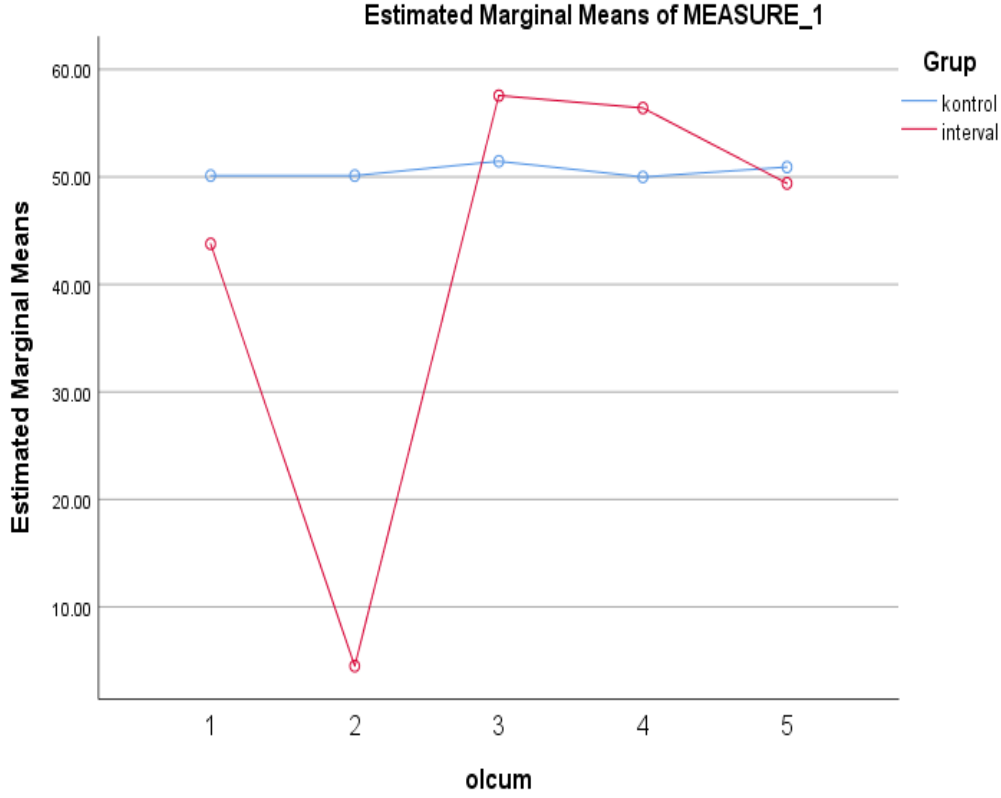
Şekil 4.2. Ortalama HRV değeri

Antrenman öncesi ortalama HRV değeri interval antrenman grubu için 58,68 iken kontrol grubu için 59,78 dir. Egzersizin hemen sonrasında interval grubu için ortalama HRV değeri beklendiği gibi azalmıştır. Kontrol grubu herhangi bir egzersiz yapmadığından dolayı HRV'de herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Bununla birlikte 24. saatte her iki grup için ortalama HRV değeri egzersiz öncesi değerlere dönmüştür. İki grup içinde egzersiz öncesine kıyasla 24. 48. ve 72. Saatlerde ortalama HRV değerleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık tespit edilmemiştir



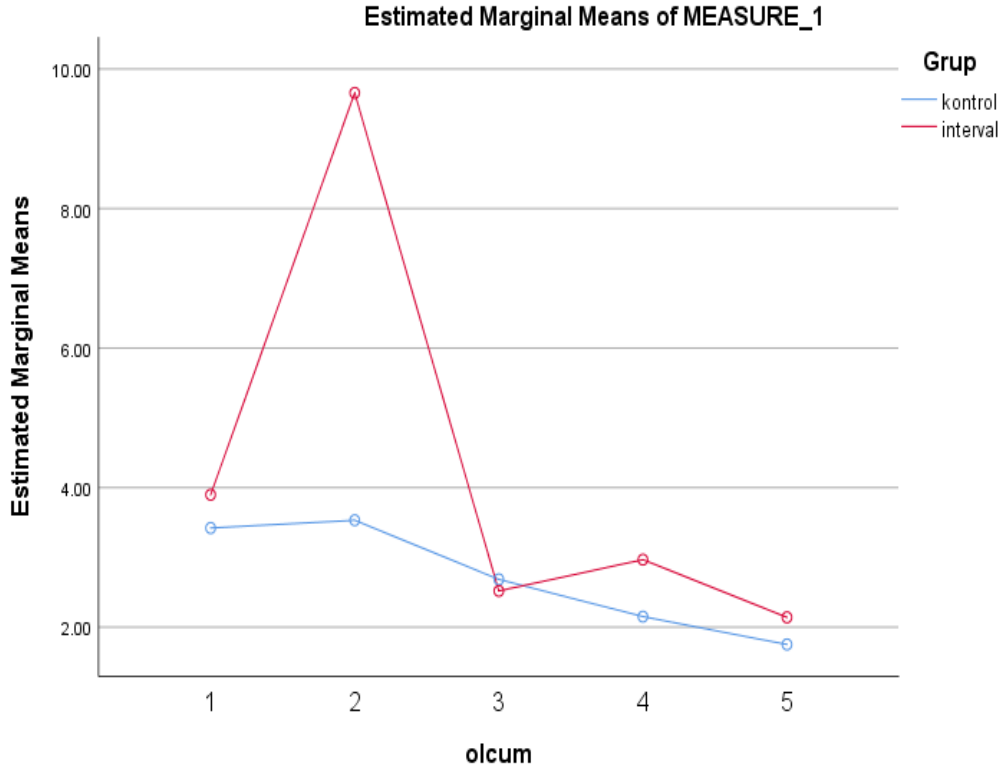
Şekil 4.3. Ortalama SDNN değeri

Antrenman öncesi ortalama HRV değeri interval antrenman grubu için 77,65 iken kontrol grubu için 81,40 dır. Egzersizin hemen sonrasında interval grubu için ortalama SDNN değeri beklendiği gibi azalmıştır. Kontrol grubu herhangi bir egzersiz yapmadığından dolayı SDNN’de herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Bununla birlikte 24. saatte her iki grup için ortalama SDNN değerleri egzersiz öncesi değerlere dönmüştür. İki grup içinde egzersiz öncesine kıyasla 24. 48. ve 72. Saatlerde ortalama SDNN değerleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık tespit edilmemiştir.



Şekil 4.4. Ortalama RMSSD değeri

Antrenman öncesi ortalama RMSSD değeri interval antrenman grubu için 43,77 iken kontrol grubu için 50,12 dir. Egzersizin hemen sonrasında interval grubu için ortalama RMSSD değeri beklendiği gibi azalmıştır. Kontrol grubu herhangi bir egzersiz yapmadığından dolayı RMSSD’de herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Bununla birlikte 24. saatte her iki grup için ortalama RMSSD değerleri egzersiz öncesi değerlere dönmüştür. İki grup içinde egzersiz öncesine kıyasla 24. 48. ve 72. Saatlerde ortalama SDNN değerleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık tespit edilmemiştir.



Şekil 4.5. LF/HF değeri

Antrenman öncesi ortalama LF/HF oranı interval antrenman grubu için 3,90 iken kontrol grubu için 3,42 dır. Egzersizin hemen sonrasında interval grubu için ortalama LF/HF oranı beklendiği gibi azalmıştır. Kontrol grubu herhangi bir egzersiz yapmadığından dolayı LF/HF oranında herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Bununla birlikte 24. saatte her iki grup için ortalama LF/HF oranı egzersiz öncesi değerlere dönmüştür. İki grup içinde egzersiz öncesine kıyasla 24. 48. ve 72. Saatlerde ortalama LF/HF oranında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık tespit edilmemiştir.

5. TARTIŞMA

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.

Egzersiz sonrası kalp atım hızının normale dönmesine otonom sinir sisteminin her iki dalı da aracılık eder. Kalp atım hızındaki ilk düşüş, parasempatik reaktivasyon ve sonraki düşüşler parasempatik reaktivasyon ve sempatik geri çekilme yoluyla gerçekleşir (Pierpont ve Voth, 2004; Borrosen ve ark., 2008; İmai ve ark., 1994). Akut kalp hızı toparlanma değerleri temel olarak 2 fazda incelenmektedir; hızlı faz ilk dakikayı kapsayan parasempatik reaktivasyon fazını temsil eder (Fecchio ve ark., 2019).

Bu araştırma akut yüksek şiddetli interval antrenmanın 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.).

Egzersizden sonra parasempatik aktivitenin hızlı bir şekilde iyileşmesi güçlü bir kardiyο koruyucu etkinin göstergesi olduğu bilindiği için, (Heffernan ve ark., 2006; Jouven ve ark., 2005) özellikle otonomik regülasyonu bozabilecek patolojiler varlığında egzersiz tipinin ve yoğunluğunun seçimi yapılırken egzersiz sonrası otonomik toparlanma sürecinin ve mekanizmalarının göz önünde bulundurularak tercih yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

- Kontrol grubunda KAHd değerlerinde herhangi bir değişim gözlemlenmezken akut HIIT antrenmandan hemen sonra otonom sistemin etkilendiği, özellikle sempatik aktivitenin arttığı tespit edilmiştir.
- Bununla birlikte 24 saat içerisinde HIIT grubunun toparlanarak KAHd değerlerinin egzersiz öncesi duruma geri döndüğü görülmüştür.
- Bu araştırmada gençlerin her ne kadar HIIT antrenmanı sonrasında sempatik aktiviteleri artmış olsa da 24 saat içerisinde toparlandıkları görülmektedir.
- Antrenman süresi arttırılarak (min 20dk vb.) KAHd değerlerinin takibi yapılabilir.
- Benzer çalışmaların farklı yaşı 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 HIIT antrenmanlarının otonom sinir sistemi üzerine olumlu etkileri olabileceği düşünölmektedir.

7. KAYNAKLAR

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

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

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

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

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.

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

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

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

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.

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

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.

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).

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.

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.

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

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

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.

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.

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.

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

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.

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

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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

Medbo JI., 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.

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).

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.

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.

Ramírez-Vélez, R.; Tordécilla-Danders, A.; Tellez-T, L.A.; Camelo-Prieto, D.; Hernández-Quíñonez, 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.

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,

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

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

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,

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

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

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

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

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

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), I143-51.

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)

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

Tokçaeer 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).

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.

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.

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.

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

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.

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.

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.

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.

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, 757- 768.

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.

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.

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

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.

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, 991-1000.

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

Pierpont GL, Voth EJ. Assessing autonomic function by analysis of heart rate recovery from exercise in healthy subjects. *The American Journal of Cardiology*, 2004; 94: 64-68.

Borresen J, Lambert MI. Autonomic Control of Heart Rate during and after Exercise. *Sports Med*. 2008; 38, 633–646.

Imai K, Sato H, Hori M, Kusuoka H, Ozaki H, Yokoyama H, Takeda H, Inoue M, Kamada T. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 1994; 24: 1529–1535.

Fecchio RY, Brito L, Leicht AS, Forjaz CLM, Peçanha T. Reproducibility of post-exercise heart rate recovery indices: A systematic review. *Autonomic Neuroscience.* 2019; 221: 102582.

Heffernan KS, Kelly EE, Collier SR, Fernhal B. Cardiac autonomic modulation during recovery from acute endurance versus resistance exercise. *European Journal of Preventive Cardiology.* 2006; 13: 80-86.

Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, Macera AC, Heath GW, Thompson PD, Joven X, Empana JP, Schwartz PJ, Desnos M, Courbon D, Ducimetière P. Heart-Rate Profile during Exercise as a Predictor of Sudden Death. *Nejm.* 2005; 352:1951-1958.