

EGZERSİZ YAPAN YETİŞKİNLERDE 1 SAATLİK KOŞU SONRASINDA KHD'DEKİ 48 SAATLİK DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ*

Dicle ARAS¹, Barış KARAKOÇ¹, Mitat KOZ¹

¹Ankara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi.

Geliş Tarihi: 03.06.2014

Kabul Tarihi: 05.08.2014

Özet: Bu araştırmanın amacı; egzersiz yapan kişilerin KHD'sini 1 saatlik koşu sonrasında 48 saat boyunca incelemektir. Araştırmaya 8 sağlıklı erkek gönüllü olarak katılmıştır. Her katılımcı, VO₂maks'ının % 70'ine denk gelen KAH'da 1 saat boyunca koşmuştur. KHD ölçümleri koşu öncesinde, tamamlandıktan 30 dk sonrasında, 24 saat sonrasında ve 48 saat sonrasında tekrar edilmiştir.

Test sonuçlarına göre; KAH değerinin koşudan 30 dk sonraki alımda diğer ölçümlerden anlamlı olarak yüksek çıktığı görülmüştür. SDNN, TP ve HF için; aktiviteden 30 dk sonraki alımın diğer ölçümlere göre anlamlı olarak düşük çıktığı görülmüştür. SDDSD, RMSSD değerlerinde; koşudan 30 dk sonraki ölçümün 24 ve 48 saat sonraki ölçümlerden anlamlı olarak düşük çıktığı anlaşılmıştır. HFnu için; koşudan 30 dk sonraki alımın egzersiz öncesine göre anlamlı olarak düşük çıktığı görülmüştür. LF, yüklenmeden 30 dk sonraki alımda, 24 saat sonraki ölçüme göre anlamlı olarak düşük çıkmıştır. LFnu ise koşudan 30 dk sonraki ölçümde, dinlenik zamana göre anlamlı olarak yüksek kaydedilmiştir. LF/HF'de koşudan 30 dk sonra, öncesi ve 24 saat sonrasına göre artış görülmüştür.

Sonuç olarak KAH'da ve KHD parametrelerinde koşudan 30 dk sonra görülen anlamlı değişikliklerden KAH ve LF/HF'deki artış, SDNN, SDDSD ve RMSSD'deki azalma, sempatik aktivitedeki artışın koşudan 30 dk sonra da devam ettiğinin göstergesidir. TP, HF, HFnu ve LF'deki azalma da sempatik aktivitenin baskınlığını gösteren diğer sonuçlardır. Bu araştırmadan çıkarılabilecek başka bir sonuç ise; yoğun fiziksel aktivitenin kalp üzerindeki etkilerinin 24 saat içerisinde normale döndüğü, kalbin bu süre içerisinde toparlandığıdır.

Anahtar kelimeler: Kalp hızı değişkenliği, Sempatik etki, Parasempatik etki, Toparlanma.

INVESTIGATION OF THE CHANGES IN HRV IN THE IMMEDIATE 48 HOURS FOLLOWING A 1 HOUR RUNNING EXERCISE IN TRAINED ADULTS

Abstract: The purpose of this study is to investigate the HRV in trained people during the first 48 hours after a 1 hour running. Eight healthy males voluntarily participated in this study. Each subject ran for 1 hour at 70% VO₂max. HRV measurements took 5 min for each person and those were applied before (Be) and after 30 minutes (30min), 24 hours (24h), 48 hours (48h) following a 1 hour-running.

According to the test results; HRV at post-30 min was found significantly higher than the others and LF/HF higher than Be and post- 24 h either. For SDNN, TP and HF; results at post-30 min were significantly lower than the others. SDDSD and RMSSD results were significantly lower at post-30 min than the ones at post-24 h and post-48 h. For HFnu results, it was found that the result at post-30 min was significantly lower than Be, for LF results at post-30 min was significantly lower than post-24 h and LFnu was found significantly higher at post-30 min than the values in resting period.

* Bu araştırmanın geniş özeti, 19-21 Aralık 2013 tarihleri arasında 55. he 55th ICHPER•SD Anniversary World Congress & Exposition'da sözel bildiri olarak sunulmuştur

In conclusion, the rise in HR and LF/HF and the decline in SDNN, SDDSD, RMSSD, TP, HF, HFnu and LF were the indicators of the sympathetic system activity which is still active 30 min after the running. Another result of this study is that the effects of an intense physical activity on heart return to normal in 24 hours, so it means the heart recovers in that period.

Key words: Heart rate variability, Sympathetic effect, Parasympathetic effect, Recovery

GİRİŞ

Kalp hızı değişkenliği (KHD) veya ülkemizde de sıkça kullanılan İngilizce karşılığıyla “Heart Rate Variability” (HRV) ardışık kalp atımları arasındaki zamanı gösteren bir büyüklüktür (1, 2, 3) ve kalbin otonom fonksiyonlarının değerlendirilmesinde kullanılan (4, 5, 6, 7) non-invazif bir yöntemdir (8, 9, 10, 11, 12).

KHD, Otonom Sinir Sistemi'nin (OSS) kalp üzerindeki etkisi sonucu ortaya çıkar (13, 1, 3). OSS, kalp çalışmasını düzenleyici etkiye sahiptir ve OSS'nin değerlendirilmesi, kardiyak sempatik ve vagal denge hakkında bilgi verir (10, 14, 15). Dinlenme anında parasempatik aktivite, fiziksel ve zihinsel aktiviteler ile stresli anlarda ise sempatik aktivite baskındır.

KHD analizi klinik ortamda da büyük öneme sahiptir. Kronik kalp yetmezliği olan ve miyokard infarktüsü geçirmiş kişilerde KHD'de görülen düşüş, ani kardiyak ölümlerin göstergesi kabul edilmektedir (1, 4, 14). Ayrıca KHD'nin diyabetes mellitus, yüksek yansıyon ve obezite ile de ilişkili olduğu bilinmektedir (16).

Yine, fiziksel olarak aktif bireylerin sedanter yaşlılarına göre daha büyük KHD değerlerine sahip oldukları (1, 16), egzersizin kalp yetmezliği olan kişilerde RR intervallerini uzattığı (17) ve kanser hastalarında da KHD'de iyilişme sağladığı bilinmektedir (18).

KHD farklı yöntemlerle analiz edilebilmektedir. Bunlar; zaman-alan ölçümleri, frekans-alan ölçümleri ve doğrusal olmayan ölçümlerdir (19, 20). Bu ölçümler kısa süreli (2-15 dk) ve uzun süreli (24 sa) olabilmektedir. Kısa kayıtlar herhangi bir değişkenin akut etkisi incelenmek istediğinde daha kullanışlı bulunurken, sağlık amaçlı kardiyak taramalarda veya egzersizin kronik etkilerinin incelenmesinde uzun süreli kayıtlar tercih edilmektedir. Bununla birlikte spor bilimleri alanında sıklıkla zaman ve frekans alan ölçümleri kullanılmaktadır.

KHD'ye ait zaman-alan parametreleri şöyledir;

SDNN (ms)	: RR aralıklarının standart sapmasıdır.
SDANN (ms)	: 5 dakikalık kayıtlarda elde edilen ortalama RR aralıklarının standart sapması.
RMSSD (ms)	: RR aralıkları farklarının karesinin ortalamasının karekökü.
SDNN indeks (ms)	: 5 dk'lık segment RR aralıklarının standart sapmasının ortalaması.
SDDSD (ms)	: Komşu RR aralıkları farklarının standart sapması.
NN50 (adet)	: 50 ms'den daha büyük RR aralıkları farklarının aralık sayısı.
pNN50 (%)	: RR aralıklarının toplam sayısının NN50'ye bölünmesi ile elde edilen oranı katsayısı.
Geometrik Yöntemler	: Bu yöntemlerin kullanılabilmesi için en az 20 dk, genellikle de 24 saatlik ölçümler tercih edilmektedir.
KHD trianguler indeks:	Toplam RR aralık sayısının histogram yüksekliğine oranı.
TINN (ms)	: Trianguler kesitirilmiş RR aralık histogramının bazal genişliği (21).

KHD'ye ait frekans-alan parametreleri şöyledir;

TP (ms ²)	: ULF+VLF+LF+HF (>0.4 Hz)
LF/HF	: Sempatovagal denge.
HF (ms ²)	: 0.15-0.4 Hz.
LF (ms ²)	: 0.04-0.15 Hz.
VLF (ms ²)	: 0.003-0.04 Hz.
ULF (ms ²)	: <0.003 Hz.
HF (nu)	: HF/TP-VLF.
LF (nu)	: LF/TP-VLF (21, 22).

Ancak her araştırmada tüm bu zaman ve frekans-alan parametreleri kullanılmamaktadır. Bunlardan hangisinin kullanılacağı hem alınan ölçümün süresine hem de ölçüm cihazına bağlı olarak değişmektedir. Bu çalışmada; SDNN, SDDSD, RMSSD, TP, HF, HFnu, LF, LFnu, LF/HF ve VLF parametreleri değerlendirilmiştir.

KHD parametrelerinin bazıları sempatik bazıları ise parasempatik aktivitenin baskınlığıyla ilgilidir.

HF'deki artış vagal aktiviteyle ilişkiliyken (23, 24), LF hem sempatik hem de parasempatik aktivite hakkında bilgi vermektedir (25, 26, 27) ve aynı LF/HF oranı gibi sempatovagal denge hakkında bilgi vermektedir (21, 28). VLF, ULF gibi parametrelerin ise hangi fizyolojik ve sinirsel süreçlerle ilişkili olduğu bilinmemektedir (20). Ancak bazı kaynaklarda VLF'nin termal ve hormonal mekanizmalarda etkili olduğu, OSS ile ilişkili olmadığı belirtilmiştir. KHD'ye ait zaman-alan parametrelerindeki (SDNN, SDDSD, RMSSD) artış ise parasempatik aktiviteyle ilişkilidir. Artan sempatik etki bu değerlerin düşmesine neden olmaktadır.

KHD analizleri spor bilimleri alanında fiziksel aktivitenin akut veya egzersizin kronik fizyolojik etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılmakta (29), buradan elde edilen yanıtlar genetik farklılıklara rağmen kalp çalışmasının otonom düzenlenmesinde önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir (30).

Bu bilgiler çerçevesinde bu araştırmanın amacı; egzersiz yapan kişilerin KHD'sini, %70 yoğunlukta yapılan 1 saatlik koşu sonrasında belirli aralıklarla 48 saat boyunca incelemektir. Böylece bu ve benzeri yorgunluk oluşturan fiziksel aktivitelerden sonra kalp fonksiyonlarında meydana gelen değişiklikler ve bu fonksiyonların normale dönme zamanı hakkında bilgi sahibi olunabilecektir. Elde edilen bilgiler yüklenme-toparlanma ilişkisi hakkında bilgi verecektir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma Grubu

Araştırmaya Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinde öğrenim gören ve egzersiz yapan 8 sağlıklı, yetişkin erkek gönüllü olarak katılmıştır.

Katılımcıların; ortalama yaşları 22,75 yıl (\pm 1,48), boy uzunlukları 171,01 cm (\pm 6,72), vücut ağırlıkları 67,00 kg (\pm 7,05) ve yağ oranları % 18,77 (\pm 7,40) olarak ölçülmüştür. Maksimal oksijen tüketimleri ve maksimal kalp atım hızları ise sırasıyla 55,28 (\pm 5,15) ml.kg.dk ve 194,62 (\pm 7,85) atım/dk olarak bulunmuştur.

Veri Toplama Araçları

Vücut ağırlığı ve vücut kompozisyonu, Avis 333 plus (South Korea) analizör ile boy uzunluğu ise 1 mm aralığa sahip Holtain marka stadiometre ile (Holtain, U.K.) ölçülmüştür. Bir saatlik koşu şiddetinin belirlenebilmesi için deneklere Bruce test protokolü uygulanmış, Jaeger Masterscreen CPX (Hoechberg, Germany) koşu bandı ve gaz analizörü ile maksimal O₂ tüketimi hesaplanmıştır. Katılımcıların dinlenik KAH'ları ve KHD'YE ait hep zaman hem de frekans alan parametrelerinin ölçümü için Omegawave 800 (Oregon, USA) model cihaz kullanılmıştır. Bir saatlik koşu sırasında ise KAH'lar Polar Team 2 Pro sistemi transmitters ve Polar RS 100 (Kempele, Finland) ile takip edilmiştir.

İşlem sırası

Katılımcılar tarafından ilk olarak "Bilgilendirilmiş Olur" formu doldurulmuştur. Bu çalışmanın onayı Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınmıştır.

Daha sonra sırasıyla; boy uzunlukları, vücut ağırlıkları ve vücut kompozisyonları ölçülmüştür. Eğimin % 10 ve koşu hızının 2,7 km/sa ile başladığı ve her üç dakikalık etaplarda, eğimin % 2 ve koşu hızının da yaklaşık 1-1,5 km/sa arttığı Bruce koşu bandı test protokolü ile kişilerin maksimal aerobik güçleri ve maksimal kalp atım hızları değerlendirilmiştir.

Bruce test protokolünden elde edilen sonuçlara göre her katılımcının VO₂maks'ının % 70'ine denk gelen kalp atım hızının \pm 5'iyile elde edilen aralık bir saatlik koşularda şiddet olarak belirlenmiştir. Koşular sırasında bir araştırmacı sürekli hazır bulunmuş ve deneklerin KAH'larını monitörden takip edip, koşu bandı hızını ayarlayarak kişilerin istenilen KAH aralığında aktivite yapmasını sağlamıştır.

Tüm bu ölçümler performans laboratuvarında alınmış ve ölçümler sırasında oda sıcaklığı iklimlendirici ile 20-22 °C ve nem oranı da % 60'ın altında tutulmuştur.

Katılımcıların dinlenik KAH'ları ve KHD ölçümleri kişiler üzerlerinde yalnızca şort varken, sedye üzerinde sırt üstü yatar pozisyondayken alınmıştır. Ölçüm sırasında kullanılan toplam 7 elektrotun 3'ü göğse yerleştirilen Wilson ve diğer

Tablo 1. Kalp atım hızındaki değişiklikler.

	Aktivite öncesi	30 dakika sonrası	24 saat sonrası	48 saat sonrası
KAH	69,50 ± 7,48	85,62 ± 6,73	68,00 ± 9,77	72,37 ± 7,34

Tablo 2. KHD'ye ait zaman alan parametreleri.

	Aktivite öncesi	30 dakika sonrası	24 saat sonrası	48 saat sonrası
SDNN	56,87 ± 33,03	30,62 ± 10,84	55,25 ± 20,83	47,75 ± 10,37
SDSD	58,12 ± 36,82	20,66 ± 11,12	62,00 ± 31,9	45,37 ± 16,03
RMSSD	45,62 ± 29,65	16,25 ± 8,31	48,87 ± 25,14	35,75 ± 12,17

4'ü ise el ve ayak bileklerine yerleştirilen Limb elektrotlarıdır. Elektrotlar jel sürülerek vücuda sabitlenmiştir. Her bir EKG ve KHD kaydı 5 dakika sürmüştür. Bu ölçümler sırasında kişilerin üşmesini engellemek için oda sıcaklığının yüksek olmasına dikkat edilmiş ve deneklerde ölçüm sırasında konuşmalarını ve hareket etmemeleri konusunda uyarılmıştır. Bu ölçüm her kişi için toplamda dört kez farklı zamanlarda alınmıştır. İlk ölçüm bir saatlik koşu öncesinde, ikinci ölçüm koşudan 30 dk sonrasında, üçüncü ölçüm koşudan 24 saat sonrasında ve dördüncü ölçüm ise koşudan 48 saat sonrasında alınmıştır. Kişi ilk ölçümden hemen sonra koşuya başlamış ve koşu sonrasında özel bir beslenme, aktivite veya toparlanma programı uygulamamıştır.

Verilerin Analizi

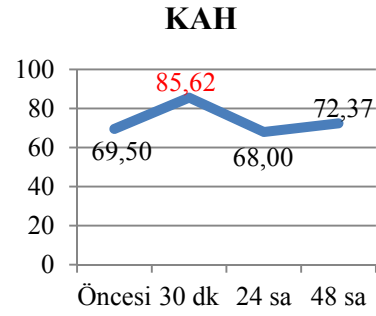
Verilerin analizi için SPSS (sürüm 20) istatistik programı kullanılmıştır. Parametrik veya non-parametrik testlerden hangisinin kullanılması gerektiğine karar vermek için verilerin dağılımı incelenmiş, kişi sayısı 50'den az olduğu için normallik, Shapiro Wilk ile test edilmiştir. Farklı zamanlarda alınan ölçümlerin ortalama karşılaştırması, normal dağılım gösteren parametrelerde Repeated Measures ANOVA ve normal dağılıma sahip olmayan parametrelerde de Friedman testi ile değerlendirilmiş farkın hangi gruptan kaynaklandığının anlaşılması için de Wilcoxon testi kullanılmıştır. İstatistiksel analizlerin tamamında alfa değeri 0,05 olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Tablo 1'de, katılımcılardan dört farklı zamanda elde edilen dinlenik KAH sonuçları bulunmaktadır. Aktiviteden 30 dk sonra alınan değer

aktivite öncesine göre ($p<0,11$), 24 saat sonrasında göre ($p<0,005$) ve 48 saat sonrasında göre ($p<0,38$) anlamlı olarak yüksek çıkmıştır (Tablo 1).

KAH'A ait sayısal verilerin eğilimleri Grafik 1'de gösterilmektedir (Grafik 1).

**Grafik 1. Değişen KAH grafiği.**

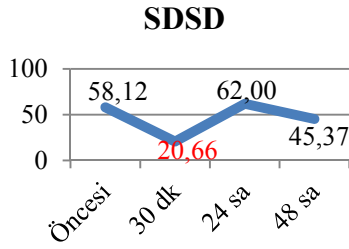
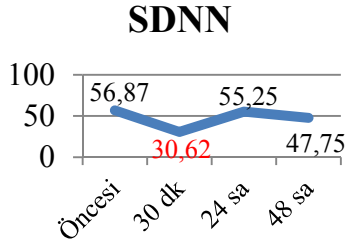
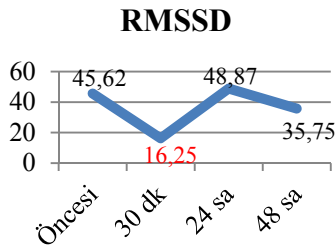
Tablo 2'de KHD'nin zaman alan parametrelerinin dört farklı zamana ait değişimleri görülmektedir (Tablo 2).

SDSD incelendiğinde koşudan 30 dk sonra alınan ölçümün 24 saat sonrasında göre ($p<0,016$) ve 48 saat sonrasında göre ($p<0,017$) anlamlı olarak düşük çıktığı görülmüştür (Grafik 2). SDNN incelendiğinde koşudan 30 dk sonra alınan ölçümün öncesine göre ($p<0,012$), 24 saat sonrasında göre ($p<0,017$) ve 48 saat sonrasında göre ($p<0,021$) anlamlı olarak düşük çıktığı görülmüştür (Grafik 3). RMSSD ise koşudan 30 dk sonra, 24 saat sonraki ölçüme göre ($p<0,018$) ve 48 saat sonrasında göre ($p<0,015$) anlamlı olarak düşük çıkmıştır (Grafik 4).

Tablo 3, KHD'nin frekans alan parametrelerinde dört farklı zamana ait değişimleri göstermektedir (Tablo 3).

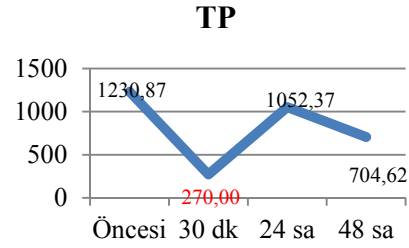
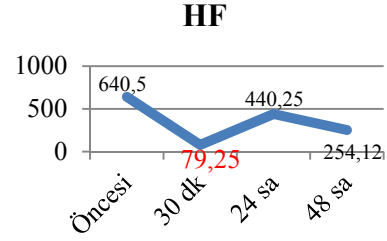
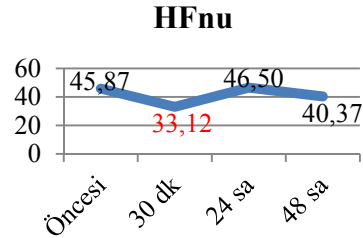
Tablo 3. KHD'ye ait frekans alan parametreleri.

	Aktivite öncesi	30 dakika sonrası	24 saat sonrası	48 saat sonrası
TP	1230,87 ± 1147,20	270,00 ± 170,97	1052,37 ± 558,04	704,62 ± 258,94
HF	640,5 ± 819,82	79,25 ± 62,38	440,25 ± 258,83	254,12 ± 115,73
HFnu	45,87 ± 18,14	33,12 ± 12,47	46,50 ± 7,76	40,37 ± 14,47
LF	498,62 ± 308,22	147,87 ± 110,31	505,25 ± 263,13	368,37 ± 156,08
LFnu	53,12 ± 18,14	65,87 ± 12,47	52,62 ± 7,72	58,62 ± 14,47
LF/HF	1,55 ± 1,22	2,37 ± 1,31	1,17 ± 0,36	1,72 ± 0,96
VLF	91,62 ± 68,45	43,00 ± 19,7	107,12 ± 59,24	82,00 ± 41,08

**Grafik 2. SADS grafiği.****Grafik 3. SDNN grafiği.****Grafik 4. RMSSD grafiği.**

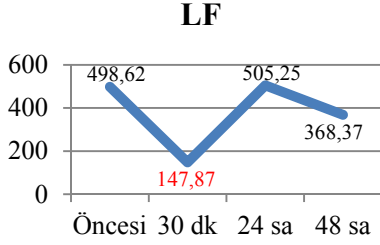
TP'nin 30 dk sonraki ölçümü aktivite öncesine göre ($p<0,012$), 24 saat sonrasına göre ($p<0,017$) ve 48 saat sonrasına göre ($p<0,012$) anlamlı olarak düşük çıkmıştır (Grafik 5). HF'nin 30 dk sonraki ölçümü aktivite öncesine göre ($p<0,012$), 24 saat sonrasına göre ($p<0,017$) ve 48 saat sonrasına göre ($p<0,012$) anlamlı olarak düşük çıkmıştır (Grafik 6). HFnu için; koşudan 30 dk

sonraki değer in egzersiz öncesine göre anlamlı olarak düşük çıktığı ($p<0,047$) görülmüştür (Grafik 7).

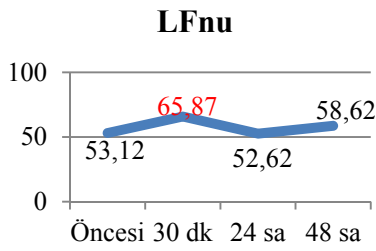
**Grafik 5. TP grafiği.****Grafik 6. HF grafiği.****Grafik 7. HFnu grafiği.**

LF, egzersizden 30 dk sonraki ölçümde, 24 saat sonraki ölçüme göre anlamlı olarak ($p<0,028$) düşük çıkmıştır (Grafik 8). LFnu ise egzersizden

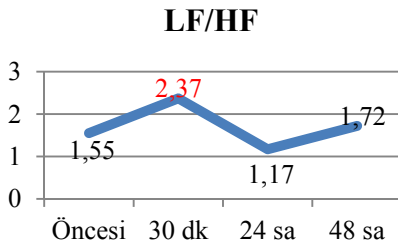
30 dk sonraki ölçümde, koşu öncesine göre anlamlı olarak ($p<0,047$) yüksek kaydedilmiştir (Grafik 9).



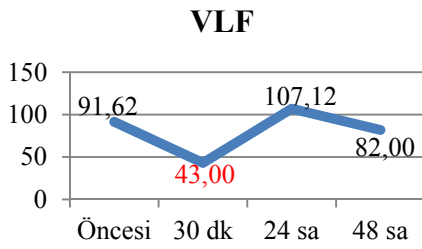
Grafik 8. LF grafiği.



Grafik 9. LFnu grafiği.



Grafik 10. LF/HF oranı grafiği.



Grafik 11. VLF grafiği.

LF/HF incelendiğinde koşudan 30 dk sonra alınan ölçümün, koşu öncesine ($p<0,046$) ve 24 saat sonrasına göre ($p<0,038$) anlamlı olarak düşük çıktığı görülmüştür (Grafik 10). VLF'de görülen anlamlı ortalama farkı ($p<0,017$) koşudan 30 dk sonrası ile 24 saat sonrasında ortaya çıkmıştır (Grafik 11).

TARTIŞMA

Bulgular bölümü incelendiğinde KAH ve KHD parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler gözlenmiştir. Bu değişikliklerden dinlenik KAH'ın, koşudan 30 dk sonra yüksek çıkması yapılan aktivitenin kalpte oluşturduğu yorgunluğu göstermektedir. KAH'la birlikte KHD parametrelerinden, sempatovagal denge hakkında bilgi veren LF/HF oranının da koşu sonrasında yüksek olması sempatik etkinin baskınlığını göstermektedir. LF/HF oranı sağlıklı yetişkinlerde 1-2 arasında olmalıdır ve bu değer gün içerisinde sürekli değişmektedir. Genellikle LF gündüzleri, HF ise geceleri yüksek çıkmaktadır (14).

Sempatik ve parasempatik süreçlerden etkilenen bir diğer parametre olan LF'de, parasempatik aktiviteyi gösteren HF'DE ve ULF+VLF+LF+HF'nin bileşeni olan TP'de gözlenen düşüşler de, koşudan 30 dk sonra sempatik aktivitenin arttığını göstermektedir.

Zaman alan parametrelerinin tamamında (SDNN, SDDSD, RMSSD) koşudan 30 dk sonra devam eden azalmalar da kalp üzerinde vagal etkinin baskınlığının azalmasının sonucudur ve frekans-alan ölçümleriyle uyum göstermektedir. Dolayısıyla araştırmanın bir sonucu; bu ve benzeri şiddet ve sürede yapılan fiziksel aktivitelerin kalp üzerinde sempatik aktiviteyi artırdığıdır.

Bir çalışmada maksimal şiddetle yapılan 50 m siprint yüzmenin 13-14 yaşlarındaki erkek yüzücülerde, güncel çalışmada olduğu gibi, sempatik aktiviteyi artırdığı gözlenmiştir (31). Bir başka çalışmada ise, iki farklı zamanda dörtlü ve tekli Wingate testi yaptırılarak KHD'deki değişiklikler izlenmiştir. Araştırma sonucunda dörtlü Wingate testinden sonra KHD'de daha fazla düşüş görülmüş aynı zamanda her iki uygulamadan 2 saat sonra KHD'de başlangıç düzeyine ulaşamadığı kaydedilmiştir (32). Benzer bir çalışma da 15 yetişkin, sağlıklı erkek üzerinde yapılmış, bisiklet ergometresiyle yapılan ve tükeninceye kadar devam fiziksel aktivite sonrasında 5 dk boyunca alınan SDNN ve RMSSD parametrelerinde dinlenik zamana göre anlamlı azalmalar kaydedilmiştir (33). Yukarıdaki çalışmaların sonuçlarından anlaşılacağı gibi kısa veya uzun süreli olsun maksimal şiddetle yapılan fiziksel aktiviteler, aktiviteden hemen sonra sempatik etkide artış sağlamakta ve

bu sonuç güncel çalışmadan elde edilen bulgularla uyum göstermektedir.

Yoğun fiziksel aktivite sonrasında insan organizmasının denge durumunu yeniden sağlaması süreci, yalnızca antrenman aralıklarının düzenlenmesi için değil, sağlığın korunması için de önemli bir bilgidir. KHD'de görülen değişikliklerin başlangıç seviyelerine dönüşleriyle ilgili olarak; düşük şiddetli ve kısa süreli aktivitelerden sonra birkaç dakikaya ihtiyaç duyulduğu (6), yüksek şiddetli yüklenmelerden sonra ise toparlanma süresinin uzadığı savunulmaktadır (1). Güncel araştırmadan çıkarılabilecek önemli başka bir sonuç da; yoğun fiziksel aktivitenin kalp üzerindeki etkilerinin 24 saat içerisinde normale döndüğü, dolayısıyla kalbin bu süre içerisinde toparlandığıdır. Hem zaman hem de frekans-alan parametrelerinin tamamında 30 dk sonra sempatik etkinin artışıyla devam eden değişiklikler, 24 saat sonrasında koşu öncesi değerlere ulaşmıştır.

Supramaksimal bir egzersiz sonrasında KHD'deki değişikliklerin uyku sırasında izlendiği bir çalışmada KHD değerlerinin ancak egzersizden iki gece sonra normale döndüğü görülmüştür (14). Güncel çalışmada araştırma grubunun fiziksel olarak aktif bireylerden oluşması, KHD'deki toparlanmanın 24 saat içerisinde gerçekleşmesinin gerekçesi olabilir. Çünkü literatürde genellikle, yoğun fiziksel aktivitenin dinlenik durumdaki vagal etkiyi artırdığı görülmektedir (34). Bir araştırmada 8 haftalık Hatha Yoga çalışmasının KHD'yi geliştirdiği, vagal tonda artış sağlarken, sempatik aktivitenin azaldığını göstermektedir (35). Bununla birlikte egzersizin KHD üzerinde olumlu etkilerinin olmadığını savunan çalışmalar da mevcuttur. Bu durum, egzersiz-KHD ilişkisini daha net bir şekilde yorumlayabilmek için çok sayıda ve farklı gruplar üzerinde araştırma yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

Literatürde toparlanma döneminde yapılan aktivitenin şeklinin ve cinsiyetin de KHD'yi etkilediği görülmektedir. Erkeklerin ve kadınların artan iş yükü ve solunum frekansına verdikleri KHD yanıtları doğrusal olmakla birlikte erkekler daha uzun RR intervallerine sahiptir (2). Hem cinsiyete hem de fiziksel aktivite durumuna bağlı olarak farklı gruplarda daha fazla katılımcı ile çalışmaların yapılması KHD'nin ve toparlanma sürecinin daha doğru yorumlanmasını sağlayabilir.

SONUÇ

Araştırmadan elde edilen önemli bir sonuç % 70 şiddet ve bir saat süreyle yapılan aerobik aktivitelerin, kalbin çalışmasını düzenleyen otonom sinir sisteminde sempatik aktiviteyi artırdığıdır. Bir başka önemli sonuç ise aktiviteden hemen sonra ortaya çıkan bu değişikliklerin 24 saat sonra normale döndüğü, dolayısıyla bu benzeri aktivitelerden 24 saat sonra kalpte toparlanmanın sağlandığıdır. Bu bilgiler antrenmanın anlık takibinde ve antrenman planlamasında sıklıkla kullanılan KAH ve KHD parametreleri hakkında bilgi vermektedir.

KAYNAKLAR

1. Borresan J, Lambert MI. Autonomic Control of Heart Rate during and after Exercise. *Sports Medicine* 2008; 38(8): 633-646.
2. Lewis MJ, Kingsley M, Short AL, Simpson K. Rate of Reduction of Heart Rate Variability during Exercise an Index of Physical Work Capacity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2007; 17 (6): 696-702.
3. Lombardi, F. Clinical Implications of Present Physiological Understanding of HRV Components. *Cardiac Electrophysiology Review* 2002; 6 (3): 245-249.
4. Silvilairat S, Wongsathikun J, Sittiwangkul R, Pongprot Y, Chattipakorn N. Heart Rate Variability and Exercise Capacity of Patients with Repaired Tetralogy of Fallot. *Pediatr Cardiol* 2011; 32 (8): 1158-1163.
5. Kaikkonen P, Rusko H, Martinmäki K. Post-Exercise Heart Rate Variability of Endurance Athletes after Different High-Intensity Exercise Interventions. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2008; 18 (4): 511-519.
6. Sandercock GRH, Brodie DA. The Use of Heart Rate Variability Measures to Assess Autonomic Control during Exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2006; 16 (5): 302-313.
7. Mourot L, Bouhaddi M, Perrey S, Cappelle S, Henriot MT, Wolf JP, Rouillon JD, Regnard J. Decrease in Heart Rate Variability with Overtraining: Assessment by The Poincare Plot Analysis. *Clinical Physiology and Functional Imaging* 2004; 24 (1): 10-18.
8. Myllymäki T, Rusko H, Syväoja H, Juuti T, Kinnunen ML, Kyröläinen H. Effects of Exercise Intensity and Duration on Nocturnal Heart Rate Variability and Sleep Quality. *Eur J Appl Physiol* 2012; 112 (3): 801-809.
9. Costa JYB, Anunciaçao PG, Ruiz RJ, Casonatto J, Polito MD. Effect of Caffeine Intake on Blood Pressure and Heart Rate Variability after a Single Bout of Aerobic Exercise. *International SportMed Journal* 2012; 13 (3): 109-121.

10. Chen JY, Lee YL, Tsai WC, Lee CH, Chen PS, Li YH, Tsai LM, Chen JH, Lin LJ. Cardiac Autonomic Functions Derived from Short-Term Heart Rate Variability Recordings Associated with Heart Rate Recovery after Treadmill Exercise Test in Young Individuals. *Heart Vessels* 2011; 26 (3): 282-288.
11. Oliveira TP, Ferreira RB, Mattos RA, Silva JP, Lima JRP. Influence of Water Intake on Post-Exercise Heart Rate Variability Recovery. *JEPonline* 2011; 14 (4): 97-105.
12. Bailón R, Mainardi L, Orini M, Sörnmo L, Laguna P. Analysis of Heart Rate Variability during Exercise Stress Testing Using Respiratory Information. *Biomedical Signal Processing and Control* 2010; 5 (4): 299-310.
13. Haddah HA, Laursen PB, Ahmaidi S, Buchheit M. Nocturnal Heart Rate Variability Following Supramaximal Intermittent Exercise. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 2009; 4 (4): 435-447.
14. Alyan Ö, Kaçmaz F, Özdemir Ö, Karahan F, Taşkesen T, İyem H, Alan S, Karadede A, İlkyay D. Sigara İçenlerde Artmış Yüksek Duyarlıklı C-Reaktif Protein Düzeyleri ve Bozulmuş Otonomik Aktivite. *Türk Kardiyoloji Derneği Araştırmaları* 2008; 36 (6): 368-375.
15. Dubin D. Otonom Sinir Sistemi. Çev. Edt. Okan, T. *Hızlı Ekg Yorumu*, 6. Baskı, İzmir, Güven Bilimsel Yayınları, 2009, 55-65.
16. Gilder M, Ramsbottom R. Change in Heart Rate Variability Following Orthostasis Relates to Volume of Exercise in Healthy Women. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical* 2008; 143 (1-2): 73-76.
17. Piotrowicz E, Baranowski R, Piotrowska M, Zielinski T, Piotrowicz R. Variable Effects of Physical Training of Heart Rate Variability, Heart Rate Recovery and Heart Rate Turbulence in Chronic Heart Failure. *Pacing & Clinical Electrophysiology* 2009; 32 (1): 113-115.
18. Niederer D, Vogt L, Thiel C, Schmidt K, Bernhöster M, Lungwitz A, Jaeger E, Banzer W. Exercise Effect on HRV in Cancer Patients. *Int J Sports Med* 2013; 34 (1): 68-73.
19. Pumpura J, Howorka K, Groves D, Chester M, Nolan J. Functional Assessment of Heart Rate Variability: Physiological Basis and Practical Applications. *International Journal of Cardiology* 2002; 84 (1): 1-14.
20. Parati G, Saul JP, Rienzo MD, Mancina, G. Spectral Analysis of Blood Pressure and Heart Rate Variability in Evaluating Cardiovascular Regulation. *Hypertension* 1995; 25 (6): 1276-1286.
21. Akgül F, Batyeraliev T, Pershukov I. Kalp Hastalarında Kalp Hızı Değişkenliği. *Türk Kardiyoloji Dergisi* 2007; 10 (1): 25-33.
22. Akselrod S, Gordon D, Ubel A, Shannon D, Barger A, Cohen R. Power Spectrum Analysis of Heart Rate Fluctuation: a quantitative of beat to beat cardiovascular control. *Science, New Series* 1981; 213 (4504): 220-222.
23. Malliani A, Pagani M, Lombardi F, Cerutti S. Cardiovascular Neural Regulation Explored in the Frequency Domain. *Circulation* 1991; 84 (2): 482-492.
24. Pomeranz M, Macaulay RJB, Caudili MA, Kutz I, Adam D, Gordon D, Kilborn KM, Barger AC, Shonnan DC, Cohen RJ, et al. Assessment of Autonomic Function in Humans by Heart Rate Spectral Analysis. *Am J Physiol* 1985; 248 (1-2): 151-153.
25. Lee CM, Mendoza A. Dissociation of Heart Rate Variability and Heart Rate Recovery in Well-Trained Athletes. *Eur J Appl Physiol*, 2012; 112 (7): 2757-2766.
26. Kelly JS, Delaney J, Wiggins T. Heart Rate Recovery from Peak Exercise and Cardiac Autonomic Control in Male Coronary Heart Disease Patients. *Journal of Exercise Physiology Online*, 2011; 14 (4): 64-74.
27. Appel ML, Berger RD, Saul JP, Smith JM, Cohen RJ. Beat to Beat Variability in Cardiovascular Variables: Noise or Music? *J Am Coll Cardiol* 1989; 14 (5): 1139-1148.
28. Goldberger JJ. Sympathovagal Balance: how should we measure it?, *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology* 1999; 276 (4-2): 1273-1280.
29. Barak OF, Jakovljevic DG, Gacesa JZP, Ovcin ZB, Brodie DA, Grujic NG. Heart Rate Variability Before and After Cycle Exercise in Relation to Different Body Positions. *JSSM* 2010; 9 (2): 176-182.
30. Kiviniemi AM, Hautala AJ, Kinnunen H, Nissila J, Virtanen P, Karjalainen J, Tulppo MP. Daily Exercise Prescription on the Basis of HR Variability among Men and Women, *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2010; 42 (7): 1355-1363.
31. Aras D, Akça F, Akalan C. 50 m Sprint Yüzmenin 13-14 Yaşlarındaki Erkek Yüzücülerde Kalp Hızı Değişkenliğine Etkisi. *SPORMETRE* 2013; XI (1): 13-18.
32. Millar PJ, Rakobowchuk M, McCartney N, Macdonald MJ. Heart Rate Variability and Non-linear Analysis of Heart Rate Dynamics Following Single and Multiple Wingate Bouts, *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism* 2009; 34 (5): 875-883.
33. Oliveira TP, Mattos RA, Silva RBF, Rezende RA, Lima JRP. Absence of Parasympathetic Reactivation after Maximal Exercise. *Clin Physiol Funct Imaging* 2013 33 (2): 143-149.
34. Vinet A, Beck L, Nottin S, Obert P. Effect of Intensive Training on Heart Rate Variability in Prepubertal Swimmers, *European Journal of Clinical Investigation* 2005; 35 (10): 610-614.
35. Papp ME, Lindfors P, Storck N, Wandell PE. Increased Heart Rate Variability but no Effect on Blood Pressure from 8 Weeks of Hatha Yoga-a Pilot Study, *BMC Research Notes* 2013; 6 (59): 1-9.