

Futbolcularda Aerobik ve Anaerobik Yüklenmenin Kalp Atım Hızı Değişkenliğine Etkisinin İncelenmesi

Aylin ABDİOĞLU¹, Esin KAPLAN², Abdurrahman AKTOP³, Vedat ÇETİNKAYA⁴

Özet

Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi: 08.12.2022

Kabul Tarihi: 26.02.2023

Online Yayın Tarihi:

26.02.2023

Anahtar Kelimeler

Aerobik Kapasite,
Anaerobik Kapasite, Kalp
Atım Hızı

DOI:

10.55238/seder.1216444

Araştırmanın amacı futbolcularda aerobik ve anaerobik yüklenme öncesi ve sonrasında kalp atım hızı değişkenliği (KAHD) verilerindeki değişimi incelemek ve testler arası farkları karşılaştırmaktır. Araştırma yaşları ortalaması 19,40±1,49 yıl olan 24 erkek futbolcu ile yürütülmüştür. Tüm istatistiksel analizler SPSS (sürüm 22) programı ile yapılmıştır. Verilerin analizinde Shapiro-Wilk testi kullanılarak normal dağılım ölçütlerine bakılmıştır. Normal dağılım gösteren değişkenler için t-testi, normal dağılım göstermeyen değişkenler için Mann Whitney U testi, normal dağılım göstermeyen verilerin; grup içi farklılıklarının karşılaştırılmasında Wilcoxon testi kullanıldı. alfa değeri 0,05 kabul edilmiştir. Aerobik yüklenme için Astrand Rhyming Bisklet Ergometre Testi ve anaerobik yüklenme için Wingate Anaerobik Güç Testi (WAnT) uygulanmıştır. Testlerin öncesi ve sonrasında 5 dakika süreyle KAHD parametreleri (SDNN, RMSSD) ve uygulamaların hemen öncesi ve sonrasında KAH parametresi incelenmiştir. WAnT öncesi ve sonrası karşılaştırmada SDDN (t=3.53 z, p=.002), RMSSD (z=-4.000, p=.000), KAHort (t=-43.06, p=.000) değerlerinde anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir. Katılımcıların Astrand Testi öncesi ve sonrası karşılaştırmada SDNN (z=-2.057, p=.040), RMSSD (z=-4.257, p=.000), KAHort (t=-29.31, p=.000) değerlerinde anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir. Yüklenme türüne göre yapılan karşılaştırma sonucunda sadece KAHort değerinin yüzdelik değişiminde anlamlı fark bulunmuştur (p<0.05). Sonuç olarak, yüksek yoğunluklu anaerobik ve aerobik yüklenmelerin öncesi ve sonrasında KAHD parametrelerinden SDNN ve rMSSD'de düşüş olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar kısa süreli yoğun yüklenmelerin, kalp üzerinde sempatik aktiviteyi arttırdığının bir göstergesidir.

Investigation of the Effect of Aerobic and Anaerobic Loading on Heart Rate Variability in Football Players

Abstract

Article Info

Received: 08.12.2022

Accepted: 26.02.2023

Online Published:

26.02.2023

Keywords

Aerobic Capacity,
Anaerobic Capacity, Heart
Rate

The aim of the study is to examine the change in heart rate variability (HRV) data before and after aerobic and anaerobic loading in football players and to compare the differences between the tests. The research was carried out with 24 male football players with an average age of 19.40±1.49 years. All statistical analyzes were made with the SPSS (version 22) program. In the analysis of the data, the normal distribution criteria were examined by using the Shapiro-Wilk test. T-test for normally distributed variables, Mann Whitney U test for non-normally distributed variables, non-normally distributed data; Wilcoxon test was used to compare within-group differences. alpha value of 0.05 is accepted. Astrand Rhyming Bicycle Ergometer Test was applied for aerobic loading and Wingate Anaerobic Power Test (WAnT) was applied for anaerobic loading. HRV parameters (SDNN, RMSSD) were examined for 5 minutes before and after the tests, and HR parameter just before and after the applications. In the comparison before and after WAnT, there was a significant difference in SDDN (t=3.53 z, p=.002), RMSSD (z=-4,000, p=.000), HRmean (t=-43.06, p=.000). In the comparison of the participants before and after the Astrand Test, it was determined that there was a significant difference in SDNN (z=-2.057, p=.040), RMSSD (z=-4.257, p=.000), HRmean (t=-29.31, p=.000) values. has been done. As a result of the comparison made according to the loading type, a significant difference was found only in the percentage change of the HRmean value (p<0.05). As a result, it was determined that there was a decrease in SDNN and rMSSD, which are HRV parameters, before and after high-intensity anaerobic and aerobic loads. These results are an indication that short-term intense loads increase sympathetic activity on the heart.

¹Akdeniz Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Antalya/Türkiye, E-mail: aylinabdioğlu@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7717-8566

²Mehmet Akif Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Burdur/Türkiye, E-mail: esinkaplan2@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8417-1266

³Akdeniz Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Antalya /Türkiye, E-mail: aktop@akdeniz.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5009-4004

⁴Akdeniz Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Antalya /Türkiye, E-mail: cetinkaya@akdeniz.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4074-5501

Giriş

Futbol, iki takım arasında oynanan, değişen dinamikleri ve çok yapılı hareketleri olan oldukça karmaşık bir takım sporudur. Her takım 10 oyuncu ve bir kaleciden oluşur ve nihai oyun başarısı doğrudan 11 oyuncunun tamamının performansına bağlıdır (Kubayi, 2018; Leontijevic, 2019). Bu nedenle performans analizi, oyuncuların başarısının değerlendirilmesinde çok önemlidir (Carling, 2007). Teknolojinin spor endüstrisi ve özellikle futbol branşında büyük etkisi olduğu ve tüm dünyada futbol takımlarının, performans ölçümlerinin analizi için dijital sistemleri kullandığı bilinmektedir (Andreassen ve ark., 2019). Gelişen teknoloji ve yeni antrenman metotları doğrultusunda sporcuların kısa sürede üst düzey performansa ulaşmaları hedeflenmektedir. Dolayısıyla günümüzde antrenman, günün her saatinde sporcunun takibini yapma zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır (Koz, 2014). Yüksek VO₂max'ın, futbol maçı sırasında yorucu sprintler ve yüksek yoğunluklu dönemler arasındaki toparlanmada (laktat eşiğinin) önemli rolünün olduğu bilinmektedir (Helgerud ve ark, 2011). Antrenman esnasında yapılan yüklenmelerden sonra vücutta bazı değişimlerin olduğu ve sporcuların daha hızlı biçimde önceki haline dönmesi için toparlanma antrenmanlarına eğilimlerinin arttığı dikkat çekmektedir (Koz, 2014)

Günümüzde antrenörlerin, daha iyi antrenman planlaması ve programlaması yapabilmeleri için sporculardaki pozitif ve negatif antrenman etkilerini tespit etmek amacıyla çeşitli fizyolojik ölçümler kullanılmaktadır (Coutts ve ark., 2007). Bu ölçümlerle öncelikle oyuncunun performansını artırmak ve yaralanma riskini azaltmak (Ryan, 2018; Sampaio, 2015) amaçlanmaktadır. Bu nedenle, teknolojinin spordaki kullanımını performans analizi için önemli bir yardımcıdır (Memmert ve ark. 2017). Performans belirleyici bu ölçümler arasında, kalp atım hızı değişkenliği (KAHD) oldukça dikkat çekicidir (Buchheit, 2014). KAHD, işinin yorgunluk seviyesini belirlemek ve ona göre antrenman programı dizayn etmek açısından spor bilimlerini yakından ilgilendiren bir konu alanıdır. En basit şekliyle KAHD; ardışık kalp atımları arasındaki zamanı gösteren bir büyüklüktür ve kalbin otonom fonksiyonlarının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Koz, 2014). Kalp atım hızı (KAH), fizyolojik ihtiyaçların çevresel kısıtlamalara göre ayarlanmasına olanak tanıyan kısa, orta veya uzun vadede kalıcı bir değişkenlik sağlar. Bu, KAHD düzenleme mekanizmalarının kaynağı otonom sinir sistemidir (OSS). OSS, parasempatik ve sempatik olarak ikiye ayrılmaktadır ve KAH, OSS'nin kantitatif bir belirteçidir (Bricout ve ark., 2010). Sempatik Sinir Sistemi (SSS), vücut stres altındayken devreye giren sistemdir. SSS vücudun hayatta kalmak için KAH kardiyak çıktı ve kan basıncını arttırmak gibi vücudun gerekli reaksiyonları vermesini sağlamaktadır (Ören ve Aytemir, 2008). Parasempatik Sinir Sistemi (PSS) ise SSS'nin tam tersi şeklinde çalışmaktadır. PSS, özellikle uyku esnasında aktif olarak çalışmakta, vücudun stres vb. durumlar sonrasındaki değerlerini normal haline geri getirmektedir. KAHD, SSS ve PSS'nin dengeli ve sağlıklı çalışıp çalışmadığının bir göstergesi olarak kullanılmakta (Freeman ve ark., 2006) ve kalp-beyin etkileşimleri ile OSS verilerini yansıtmaktadır (McCarty ve ark., 2009).

OSS'deki değişimler Elektrokardiyografi (EKG) kullanılarak KAHD, ölçüm ve analizleriyle belirlenebilmektedir (Blumenstein ve Orbach, 2014). Normal bir EKG grafiği sırasıyla; P dalgası, QRS kompleksi ve T dalgasından oluşmaktadır. Bunların dışında PQ (PR) aralığı, Q-T aralığı, QRS intervali, S-T segmenti, RR aralığı ve U dalgası da EKG ile takip edilen ve her biri kalbin çalışması hakkında bilgi veren

parametrelerdir (Koz, 2014). Bu tür verilerin anında kullanılabilirliği, antrenörlerin ve spor bilimcilerin mevcut ve gelecekteki ihtiyaçlar hakkında daha bilinçli kararlar almalarına, başka bir ifadeyle bireysel oyuncuların fiziksel kondisyon düzeyini optimize etmelerine ve böylece takımların performans potansiyelini artırmalarına olanak tanır (Andreassen ve ark.2019). Bu nedenle sporcuların mevcut durumlarının değerlendirilebilmesi bireysel antrenman programlarının hazırlanmasına ön koşuldur. KAHD'nin fiziksel aktivite öncesi ve sonrasında ölçülmesi, fiziksel aktivite sonucu ortaya çıkan akut fizyolojik cevapların anlaşılmasını sağlar (Aras ve ark.2013). Bu bilgiler doğrultusunda bu çalışmanın amacı kısa süreli yoğun aerobik ve anaerobik yüklenmelerden sonra KAHD'nin bazı zaman-alan ve frekans-alan parametrelerinde değişimi tespit etmek ve farklı yüklenme protokollerinin KAHD üzerindeki etkilerini ortaya koymaktır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Grubu

Araştırma, yaşları 19,40 ($\pm 1,49$) yıl olan 24 erkek futbolcu ile yürütülmüştür. Araştırmaya dahil edilme kriterleri; aktif olarak futbol antrenmanlarına katılma, araştırma yürütüldüğünde 18-24 yaş arasında olma, en az 3 yıl lisanslı olarak futbol oynama, gönüllü olarak katılma, herhangi bir kronik hastalığı olmama ve sürekli olarak ilaç kullanmama olarak belirlenmiştir. Çalışmada katılımcılardan her laboratuvar testleri öncesinde yorucu bir faaliyetten kaçınmaları ve her veri toplama gününden en az 12 saat önce semptomimetik maddeleri (örneğin kafein, pseudoephedrine) tüketmemeleri istenmiştir. Ayrıca, uygulamalardan önce en az 2 saat öncesine kadar alkol ve kafein içeren içecekler tüketmemeleri ve hafif bir öğün tüketmeleri istenmiştir.

Veri Toplama Araçları

Boy, Ağırlık ve Yağ Ölçümleri

Futbolcuların, ağırlık, BKİ, (%) ve yağ ölçümleri Tanita Tbf-300 Vücut Analiz Empedans Ölçüm Sistemi kullanılarak, boy ölçümleri Holtain Limited Stadiometer kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Aerobik Kapasite Ölçümü:

Astrand-Rhyming Nomogramı: Astrand Rhyming Testi, efor yoğunluğu ile kalp atım hızı veya oksijen kullanımı arasındaki ilişkiyi yararlanarak kişilerin submaksimal verilerinden MaxVO₂'i tahmin etmek için geliştirilen bir yöntemdir. Bisiklet ergometresi kullanılarak uygulanabildiği gibi, koşu bandı ve basamak kullanılarak da uygulanabilir (Astrand, 1954). Test sırasında maksimal oksijen tüketiminin (Max VO₂) belirlenmesi için Astrand Rhyming testi uygulanmıştır. Monark 824E bisiklet ergometresi kullanılarak gerçekleştirilen testte her katılımcı için sele yüksekliği ayarlanmış ve ayakların kaymasını önlemek için kayışlı ayak klipleri kullanılmıştır. Denek öncelikle 0 kg iş yükünde 50 rpm hızla pedal çevirmiştir. Test sırasında hız göstergesi 50 rpm (devir/dk) olacak şekilde denekten pedala 6 dakika çevirmesi istenmiş ve test boyunca 50 rpm lik sürati korumasına dikkat edilmiştir. Antrenmanlı erkeklerde başlangıç iş yükü 600 – 900 kg.m.dk (100 veya 150 W)'dır. Kalp atım sayıları her dakikanın son 15 saniyesinde kaydedilmiş ve kalp atım sayısı 2 dakika içinde 120'ye çıkmaz ise direnç artımı 1/2 oranında olacak şekilde arttırılmıştır. Test sonunda denekler 5 dakika boyunca 0 kg iş yükünde 50 rpm altında pedal çevirerek toparlanma süresi gerçekleştirdiler.

Anaerobik Kapasite ve Yorgunluk Faktörü Ölçümü

Wingate Anaerobik Güç Testi: WanT, anaerobik performansı belirlemek için kullanılan bir testtir ve anaerobik performansın alaktasit ve laktasit bileşeni hakkında bilgi sağlar. Wingate testi, kol ya da bisiklet ergometresi ile kişinin bir yüke karşı 30 saniye boyunca pedal çevirmesi esasına dayanır (Benckle ve ark., 2002). Monark 824E bisiklet ergometresi kullanılarak gerçekleştirilen testte her katılımcı için sele yüksekliği ayarlanmış ve ayakların kaymasını önlemek için kayışlı ayak klipleri kullanılmıştır. Kefeye bırakılacak yükü belirlemek için denek bilgileri (Doğum tarihi, kilo, boy) programa girilmiştir. Öncelikle denek 0 kg iş yükünde 50 rpm hızla pedal çevirmiş ve bu iş yükünde 1 dakika arayla 2 adet maksimum hızda pedal çevirerek maksimum pedal çevirme hızı belirlenmiştir. 39 Denek maksimum pedal çevirme hızının %80 ine geldiğinde vücut ağırlığına göre belirlenen yük kefeye bırakılarak deneğin 30 sn boyunca belirlen iş yükünde pedal çevirmesi istenmiş ve maksimum çabayı gösterebilmesi için test boyunca sözlü olarak teşvik edilmiştir. Test sonunda denekler 5 dakika boyunca 0 kg iş yükünde 50 rpm altında pedal çevirerek toparlanma süresi gerçekleştirdiler. Test sonunda deneğin maksimum, ortalama, minimum olacak şekilde güç değerleri ve yorgunluk indeksi değerleri kaydedilmiştir.

Kalp Atım Hızı Değişkenliği Ölçümü

Çalışmaya katılan futbolcuların Maksimal oksijen tüketimi (VO₂max) belirleme ve Maksimal Anaerobik kapasite ve yorgunluk faktörünü belirleme ölçümü tüm katılımcılara uygulanmıştır. Aerobik ve anaerobik testler öncesinde oturur pozisyonda 5 dk dinlendikten sonra 5 dk süreyle KAHD verileri kaydedilmiştir. Testler sonrasında ise test bitimini takip eden 5 dakika süresince KAHD verileri kaydedilmiştir. KAHD ölçümü test öncesi, sırası ve sonrasında Biograph Infinity (ThoughtTechnology) EKG sensörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, cihaz tarafından otomatik olarak hesaplanan zamana ve frekansa dayalı kalp atım hızı değişkenliği parametrelerinden; NN aralıklarının standart sapması olan SDNN ve ardışık RR aralık farklarının ortalama karesi olan rMSSD kullanılmıştır.

Testlerin Uygulama Saatleri

Katılımcıların aerobik performanslarını değerlendirmek için Maksimal Oksijen Tüketimi Testi (VO₂max) ve anaerobik performanslarını değerlendirmek için Maksimal Anaerobik Güç Testi (WanT) uygulanmıştır. Astrand Rhythmic Bisiklet Ergometre Testi sabah 9.00-12.00 ve Wingate Anaerobik Güç testi öğleden sonra 13.00-17.00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. İlk olarak Astrand Rhythmic Bisiklet Ergometre Testini uygulayanlar ertesi gün Wingate Anaerobik Güç testini uygulamışlardır. İlk olarak Wingate testini uygulayanlar ise ölçümden 48 saat sonra Astrand Rhythmic Bisiklet Ergometre Testini uygulamışlardır. Ölçümler Akdeniz Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Performans Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Verilerin Analizi

Tüm istatistiksel analizler SPSS (sürüm 22) programı ile yapılmıştır. Verilerin analizinde Shapiro-Wilk testi kullanılarak normal dağılım ölçütlerine bakılmıştır. Normal dağılım gösteren değişkenler için t-testi, normal dağılım göstermeyen değişkenler için Mann Whitney U testi, normal dağılım göstermeyen

verilerin; grup içi farklılıklarının karşılaştırılmasında Wilcoxon testi kullanıldı. alfa değeri 0,05 kabul edilmiştir

Bulgular

Tablo 1. Katılımcıların yaş ve beden kompozisyonu özellikleri

Değişken	Ort.	Ss.
Yaş (yıl)	19,40	1,49
Vücut Ağırlığı (kg)	69,26	6,78
Boy (cm)	1,77	,04
BKİ (kg/m ²)	22,04	1,87

Tablo 1’de katılımcıların vücut ağırlığı ortalamasının 69,26±6,78 kg, boy ortalamasının 1,77±,04 cm, beden kütle indekslerinin 22,04±1,87 kg/ m² olduğu belirlenmiştir,

Tablo 2. Katılımcıların Wingate Anaerobik Güç Testi ortalama değerleri

Değişken	Ort.	Ss.
Maks. Güç (w)	776,85	125,43
Min. Güç (w)	379,55	52,71
Ort. Güç (w)	574,15	68,41
Yorgunluk İndeksi (%)	50,31	7,76

Tablo 2’de WanT sonrası katılımcıların; maksimum gücünün 776,85±125,43 watt, minimum gücünün 379,55±52,71 watt, ortalama gücünün 574.15±68,41 watt, yorgunluk indeksinin %50,31±7,76 olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3. Katılımcıların WanT öncesi ve sonrası KAHD değerleri

Değişken	Öncesi		p	Sonrası		
	Ort.	Ss.		Ort.	Ss.	
SDNN (ms)	79,38	32,67	t= 3,530	,002	55,42	13,52
rMSSD (ms)	48,50	29,88	z= -4,000	,000	11,07	12,26
KAHort(atım/dk)	72,13	8,15	z= -43,06	,000	152,34	11,36

*p<0,05

Tablo 3’te Wingate Anaerobik Güç Testi öncesi ve sonrası z puanı değerlerine incelendiğinde rMSSD -4.000. KAH ve SDNN verilerinde normal dışı dağılım olmadığı için Bağımlı Örneklem T Testi uygulanmış ve SDNN için t=3.530, KAH ortalama için ise t=-43.06 bulunmuştur. Katılımcıların KAHD verilerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür (p<0.05).

Tablo 4. Katılımcıların Astrand Rhyning Bisiklet Ergometre test sonrası KAH ve VO₂maks değerleri

Değişken	Ort.	Ss.
KAH (atım/dk)	141,4	8,28
VO ₂ maks (ml/kg/dk)	46,27	6,94

Tablo 4’te Katılımcıların Astrand Rhyning Bisiklet Ergometre Testi sonrası KAH değeri 141,4±8,28 atım/dk ve VO₂max değeri 46,27±6,94 ml/kg/dk olarak gözlenmiştir.

Tablo 5. Katılımcıların Astrand Rhyning Bisiklet Ergometre testi öncesi ve sonrası KAHD değerleri

Değişken	Öncesi		z	p	Sonrası	
	Ort.	Ss.			Ort.	Ss.
SDNN (ms)	79,17	31,76	z=-2,057	p=,040	65,64	24,03
rMSSD (ms)	47,39	22,39	z= -4,257	p= ,000	15,82	13,76
KAHort(atım/dk)	74,93	12,08	t= -29.31	p=.000	140,43	6,88

*p<0,05

Tablo 5'te Astrand Rhyning Bisiklet Ergometre Testi öncesi ve sonrası z puanı değerlerine bakıldığında SDNN -2.057, rMSSD -4.257 olarak bulunmuştur. KAH ortalaması normal dağılım gösterdiği için t değeri hesaplanmış ve $t = -29.31$ bulunmuştur. Katılımcıların KAH verilerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p < 0.05$).

Tablo 6. Anaerobik ve aerobik yüklenme sonucunda KAHD değişim yüzdeleri

SDNN (ms)	-20,45	$t = -1,005$	$p = ,325$	-12,54
rMSSD (ms)	-69,48	$z = -1,286$	$p = ,198$	-64,87
KAHort (atım/dk)	112,81	$t = 3,659$	$p = ,001$	91,66

* $p < 0.05$

Tablo 6'da SDNN değeri anaerobik yüklenmede %-20.45 ve aerobik yüklenmede %-12.54, rMSSD değeri anaerobik yüklenmede %-69.48 ve aerobik yüklenmede %-64.87, KAHort değeri anaerobik yüklenmede %112.81 ve aerobik yüklenmede % 91.66 değiştiği gözlenmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda sadece KAH değerinde anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.05$).

Tartışma ve Sonuç

Mevcut çalışmada futbolcuların VO₂max, maksimal-ortalama-minimal güç değerleri ve yorgunluk indeksleri belirlenerek, aerobik ve anaerobik yüklenmelerin KAHD üzerine etkileri incelenerek yüklenme öncesi ve sonrası yüzdelerik değişimleri belirlenmiştir. Futbolcularda aerobik ve anaerobik yüklenmelerin KAHD'lerinin izlenmesi performans belirleme ve antrenman programları oluşturma açısından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. Araştırmaya katılan antrenmanlı genç futbolcuların VO₂max değerleri incelendiğinde 46.27 ± 6.94 ml/kg/dk bulunmuştur. Nobari ve ark. (2020), 16 genç futbolcunun katıldığı araştırmalarında VO₂max değerlerini 48.4 ± 2.6 ml/kg/dk, Somlev ve ark. (2012) 11 futbolcunun katıldığı araştırmada VO₂max değerlerini 54.12 ± 5.88 ml/kg/dk, Çetinkaya ve ark. (2018) 33 erkek futbolcunun VO₂max değerlerini 52.29 ± 3.73 ml/kg/dk, Fang ve ark (2021), 56 adölesan erkek futbolcunun ergobisiklet kullanılarak belirlediği VO₂max değerlerini 47.7 ± 6.7 ml/kg/dk olarak bildirmişlerdir. Bu sonuçlar araştırmamıza katılan antrenmanlı genç futbolcuların VO₂max değerleri ile benzerlik göstermektedir. Bu veriler değerlendirildiğinde araştırmaya katılan antrenmanlı genç futbolcuların aerobik kapasitelerinin iyi düzeyde olduğu söylenebilir.

Wingate anaerobik test (WANt), futbolcuların anaerobik kondisyon düzeyini belirlemek için kullanılan bir testtir (Nikolaidis,2018; Boraczyński.2020; Song, 2021). Song Sun ve ark. (2021), kolejli erkek futbolcularda WanT maks. güç değerini $642.5 \pm 111.4(w)$, ort. güç değerini $487.4 \pm 78.8(w)$ ve yorgunluk indeksini 55.4 (%) olarak belirlemişlerdir. Bu veriler ile karşılaştırıldığında araştırmamızda, yorgunluk indeksi değeri düşük gözlemlenirken WanT maks. güç değeri ve ort. güç değerinin yüksek olduğu görülmüştür. Arı ve Sözen (2021), 27 genç erkek futbolcu ile yaptığı bir araştırmada WanT maks. güç değerini $554.45(w)$, ort. güç değerini $415.77(w)$, min. güç değerini $179.47(w)$, yorgunluk indeksi değerini 37.95 (%) olarak tespit etmiştir. Bu veriler araştırmamız verileri ile karşılaştırıldığında düşük olduğu görülmüştür. Lee ve ark. (2020), genç futbolcularda WanT maks. güç değerini $768.3 (w)$, yorgunluk indeksi değerini 47.4 (%) olarak bildirmişlerdir. Bu değerler araştırmamızdaki WanT maks. güç değeri açısından benzerlik gösterirken yorgunluk indeksi açısından pozitif yönde farklılık göstermektedir. Bu veriler

doğrultusunda literatür verileri ile karşılaştırıldığında araştırmamız katılımcılarının anaerobik performanslarının iyi olduğu düşünölmektedir.

Anaerobik performans testi öncesi ve sonrası KAHD'leri değerlendirildiğinde, Millar ve ark. (2009), Wingate test protokolü sonuçlarına göre test sonrasında KAHD değerlerinin test öncesi değerlerine göre daha düşük düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmamız verilerinde KAHort değerleri yükselirken diğer KAHD değerlerinde düşüş olduğu gözlenmiştir. KAHort değerinin anaerobik ve aerobik yüklenmeler sonrasında artış göstermesi beklenen akut fizyolojik bir yanıttır. Araştırmamızda ulaşılan zaman alan değerkenleri SDNN ve rMSSD'dir. Uyguladığımız yoğunluğu yüksek yüklenmeler sırasında, bu değerkenlerde anlamlı düşüşler görölmüştür. Bu değerşim sempatik aktivitenin arttığını düşündörmektedir. Aras ve ark. (2014), araştırmalarında dinlenme anında fiziksel ve zihinsel aktivitelerde parasempatik aktivitenin, stresli anlarda ise sempatik aktivitenin baskın olduğunu belirtmişlerdir. Bu durum araştırmamız bulgularında da açıkça görölmektedir.

Literatürde yüklenme sonrası elde edilen SDNN ve rMSSD değerleri'nin düşüş gösterdiği (Malagü ve ark. 2021, Somlev ve ark. 2012, Bricout ve ark. 2010, Sánchez ve ark.2021, Yu ve ark. 2010) ve bu düşüşün araştırma bulgularımız ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Aanaerobik ve aerobik yüklenmeler öncesindeki ve sonrasında KAHD'deki değerşimin incelendiği çalışmada her iki yüklenmede de anlamlı bir değerşiklik olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Farklı yüklenmelerde yüzde değerşim arasındaki fark incelendiğinde de anaerobik yüklenmeler lehine anlamlı bir değerşim olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak; yüksek yoğunluklu anaerobik ve aerobik yüklenmelerin öncesi ve sonrasında KAHD parametrelerinden SDNN ve rMSSD'de düşüş olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yüklenmelerin öncesi ve sonrası arasındaki değerşim yüzdeleri açısından da anaerobik yüklenme lehinde anlamlı bir düşüş olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar kısa süreli yoğun yüklenmelerin, kalp üzerinde sempatik aktiviteyi arttırdığının bir göstergesidir.

Kaynaklar

- Astrand PO, Ryhming I. (1954). A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rates during submaximal work. *Journal of Applied Physiology*,;7: 218-221.
- Andreassen, K. (2019). Real-time analysis of physical performance parameters in elite soccer. *International Conference on Content-Based Multimedia Indexing*, 1-6.
- Aras, D., Akça F., Akalan C.(2013). 50 metre sprint yüzmenin 13-14 yaşlarındaki erkek yüzücülerde kalp hızı değerşkenliğine etkisi. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, XI (1) 13-18
- Aras D., Karakoç B., Koz M. (2014), Egzersiz yapan yetişkinlerde 1 saatlik koşu sonrasında KHD'deki 48 saatlik değerşimin incelenmesi. *Ankara Üniv Spor Bil Fak*, 12 (1), 35-42
- Ari, E., & Sözen, H. (2021). The Relationship between anaerobic power, reaction time and body composition parameters of young soccer players. *Kinesiologia Slovenica*, 27(1), 108-120.
- Bencke J, Damsgaard R, Sækmoose A, Jørgensen P, Jørgensen K, Klausen K. Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team

- handball, tennis and swimming. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2012;12(3), 171-178
- Blumenstein, B., Orbach, I. (2014). *Biofeedback for sports and performance enhancement Oxford handbooks online*.
- Boraczyński, M., Boraczyński, T., Podstawski, R., Wójcik, Z. and Gronek, P. (2020). Relationships between measures of functional and isometric lower body strength, aerobic capacity, anaerobic power, sprint and countermovement jump performance in professional soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 75(1), 161-175.
- Bricout, V.A., Dechenaud., S., Juvin, A.F. (2010). Analyses of heart rate variability in young soccer players: the effects of sport activity. *Auton Neurosci*, 19, 154(1-2), 112-116.
- Carling, C., Williams, A.M., Reilly, T. (2007). *Handbook of Soccer Match Analysis: A Systematic Approach to Improving Performance*; Routledge: London, UK.
- Coutts, A.J., Wallace, L.K., Slattery, K.M. (2007). Monitoring changes in performance, physiology, biochemistry, and psychology during overreaching and recovery in triathletes. *Int J Sports Med*, 28(2), 125-134.
- Çetinkaya, E., Tanır, H., Çelebi, B. (2018). Comparison of agility, sprint, anaerobic power and aerobic capacities of soccer players by playing positions. *Journal of Education and Training Studies*, 6(9).
- Fang, B., Kim, Y., Choi, M. (2021). Effect of Cycle-Based High-Intensity Interval Training and Moderate to Moderate-Intensity Continuous Training in Adolescent Soccer Players. *Healthcare*, 9, 1628.
- Freeman, J.V, Dewey, F.E, Hadley, D.M, Myers, J., Froelicher, V.F. (2006). Autonomic Nervous System Interaction with the Cardiovascular System During Exercise. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 48, 342-62.
- Helgerud J, Rodas G, Kemi OJ, Hoff J. (2011). Strength and endurance in elite football players. *Int J Sports Med*. Sep;32(9):677-82. doi: 10.1055/s-0031-1275742. Epub 2011 May 11. PMID: 21563031.
- Hong-Sun Song, Buong-O Chun, Kihyuk Lee. (2021). Relationship between anaerobic power and isokinetic trunk strength in college male soccer players. *J. Mens. Health*, 17(1), 44–49.
- Koz, M. (2014). Yoğun Egzersiz Çalışmaları Sonrasında Toparlanma Sürecine Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi. (Proje No. 11B5552001). Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri. Ankara.
- Kubayi, A., Toriola., A. (2018). Physical demands analysis of soccer players during the extra-time periods of the UEFA Euro 2016. *South Afr. J. Sports Med.*, 30, 1–3.
- Lee K.H., Lee K., Cho Y.C.(2020). Very Short-Term High-Intensity Interval Training in High School Soccer Players. *J Mens Health Vol 16(2):e1-e8*. DOI: 10.15586/jomh.v16i2.211
- Leontijevic, B. Jankovic, A., Tomic, L. (2019). Attacking performance profile of football teams in different national leagues according to uefa rankings for club competitions. *Facta Univ. Ser. Phys. Educ. Sport*, 697–708.
- Malagù, M., Vitali, F., Rizzo, U., Brieda, A., Zucchetti, O., Verardi, F.M., Guardigli, G., Bertini, M. (2021). Heart Rate Variability Relates with Competition Performance in Professional Soccer Players. *Hearts*, 2, 36-44.
- McCraty, R., Atkinson, M., Tomasino D, Bradley R.T. (2009). The coherent heart heart-brain interactions, psychophysiological coherence, and the emergence of system-wide order. *Integral Review: A Transdisciplinary & Transcultural Journal for New Thought, Research, & Praxis*, 5(2).

- Memmert, D., Lemmink K.A.P.M., Sampaio, J. (2017). Current approaches to tactical performance analyses in soccer using position data. *Sports Med*, 47, 1–10.
- Millar, P.J, Rakobowchuk, M., McCartney, N., Macdonald, M.J. (2009). Heart rate variability and non-linear analysis of heart rate dynamics following single and multiple wingate bouts. *Applied Physiology, Nutrition&Metabolism*, 34 (5), 875-883.
- Muratlı, S., Yaman, H. (1997). Uygulamada Ergobisiklet, Gençlik Basımevi, Antalya, 100-108.
- Nikolaidis, P.T, Matos, B., Clemente, F.M., Bezerra, P., Camões, M., Rosemann, T., and Knechtle, B. (2018). Normative data of the wingate anaerobic test in 1 year age groups of male soccer players. *Front. Physiol*, 9, 1619.
- Nobari, H., Tubagi Polito, L.F., Clemente, F.M., Pérez-Gómez, J., Ahmadi, M., Garcia-Gordillo, M.Á.,Silva, A.F.,Adsuar, J.C. (2020). Relationships between training workload parameters with variations in anaerobic power and change of direction status in elite youth soccer players. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17, 7934.
- Ören, H. ve Aytemir, K. (2008). Kalp hızı toparlanma indeksi (heart rate recovery): klinik kullanım ve yöntemler. *Türk Aritmi, Pacemaker ve Elektrofizyoloji Dergisi*, 6, 3.
- Ryan, M., Malone, S., Collins, K. (2018). An acceleration profile of elite Gaelic football match play. *J Strength Cond Res*. 32, 812–820.
- Sampaio, J., McGarry T., Calleja-González, J., Sáiz, S.J. (2015). Exploring game performance in the national basketball association using player tracking data. *PloS one*, 10(7), e0132894.
- Sánchez-Sánchez, J., Botella, J., Felipe Hernández., J.L., León, M., Paredes-Hernández, V., Colino, E., Gallardo, L., García-Unanue, J. (2021). Heart rate variability and physical demands of in-season youth elite soccer players. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18, 1391.
- Somlev, P.G., Uzunova, E.P. (2012). Heart rate variability at rest in elite and former soccer players. *Scripta Scientifica Medica*, 44(1).
- Yu, S., Katoh T., Makino, H, Mimuno, S., Sato, S. (2010). Age and heart rate variability after soccer games. *Res Sports Med*, 18(4), 263-9.

Makale Alıntısı

Abdioğlu, A., Kaplan, E., Aktop, A. & Çetinkaya V. (2023). Futbolcularda Aerobik ve Anaerobik Yüklemenin Kalp Atım Hızı Değişkenliğine Etkisinin İncelenmesi [Investigation of the Effect of Aerobic and Anaerobic Loading on Heart Rate Variability in Soccer Players], *Spor Eğitim Dergisi*, 7 (1), 17-25.



Bu eser Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.