



**Uluslararası Spor Egzersiz ve
Antrenman Bilimi Dergisi**
**International Journal of Sport
Exercise and Training**

USEABD
IJSETS



ISSN: 2149-8229

USEABD / IJSETS

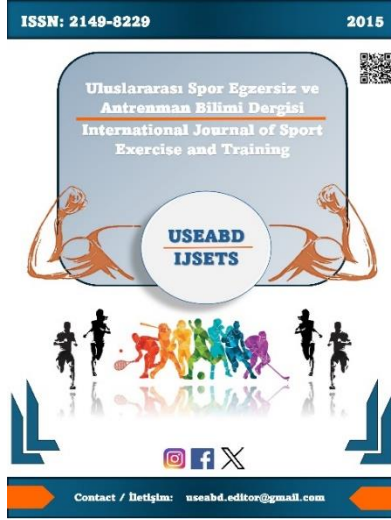
Uluslararası Spor Egzersiz ve Antrenman Bilimi Dergisi
International Journal of Sport Exercise and Training

Cilt / Volume: 10

Sayı / Issue: 2

Mart / March

2024



Dizinler / Index



CrossRef



ERIH PLUS



SOBIAD



ROAD: Directory of Open Access Scholarly Resources



TÜRKMEDLINE



ACARINDEX



CiteFactor



ROOTINDEX



Türk Eğitim İndeksi



Bilgindex



JournalTOCs



WorldCat



INFOBASE INDEX



MIAR



Genamics JournalSeek



IJIF (INTERNATIONAL INNOVATIVE JOURNAL IMPACT FACTOR)

Uluslararası Spor Egzersiz ve Antrenman Bilimi Dergisi International Journal of Sport Exercise and Training

Cilt / Volume: 10

Sayı / Issue: 2

Mart / March

2024

Yayıncı / Publisher

PhD. İbrahim ERDEMİR - Balıkesir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Balıkesir, Türkiye

Baş Editör / Head Editors

PhD. Ramazan ÖZAVCI - Bingöl Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Bingöl, Türkiye

PhD. Gül Tiryaki SÖNMEZ - Lehman Collage, Department of Health Sciences, USA

Alan Editörleri / Section Editor

PhD. Abdurrahman AKTOP - Akdeniz Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

PhD. Abdulmenaf KORKUTATA - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

PhD. Adil Deniz DURU - Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

PhD. Alpay Güvenç - Akdeniz Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

PhD. Aydın ŞENTÜRK - Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

PhD. Brad SCHOENFELD - Lehman Collage Department of Health Sciences, ABD

PhD. Gökhan ÇALIŞKAN - Iğdır Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

PhD. Hayriye Selde YÜCEL - Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

PhD. Mustafa Levent İNCE - Ortadoğu Teknik Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

PhD. Nahit ÖZDAYI - Balıkesir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

PhD. Özcan SAYGIN - Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Türkiye

PhD. Sırrı Cem DİNÇ - Trabzon Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

PhD. Vedat AYAN - Karadeniz Teknik Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

PhD. Yüksel SAVUCU - Fırat Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

PhD. Zafer ÇİMEN - Gazi Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

Uluslararası Spor Egzersiz ve Antrenman Bilimi Dergisi International Journal of Sport Exercise and Training

Cilt / Volume: 10

Sayı / Issue: 2

Mart / March

2024

Yayın Kurulu / Editorial Board

-
- PhD. Adela BADAU - University of Medicine and Pharmacy of Tirgu Mures, Romania
PhD. Ahmet Şadan ÖKMEN - Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye
PhD. Ahmet YAPAR - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye
PhD. Ali KIZILET - Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye
PhD. Alp Kaan KİLCİ - Balıkesir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye
PhD. Amin AZIMKHANI - International University of Imam Reza, İran
PhD. Antonio DAMASIO - Polytechnic Institute of Coimbra, Coimbra, Portugal
PhD. Asiye Filiz ÇAMLIGÜNEY - Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye
PhD. Brad SCHOENFELD - Lehman Collage Department of Health Sciences, USA
PhD. Burçak KESKİN - Yalova Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye
PhD. Francisco CAMPOS - Polytechnic Institute of Coimbra, Coimbra, Portugal
PhD. Gabriel Laurentiu TALAGHIR - "Dunărea de Jos" University of Galați, Romania
PhD. Gülçin GÖZAYDIN - Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye
PhD. Gönül BABAYİĞİT İREZ - Muğla Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye
PhD. İbrahim CİCİOĞLU - Gazi Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye
PhD. İsa ÇİFTÇİ - Bingöl Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye
PhD. Jan GAJEWSKI - Józef Piłsudski University of Physical Education, Warsaw, Poland
PhD. Kemal GÖRAL - Muğla Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye
PhD. Kerem Yıldırım ŞİMŞEK - Anadolu Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye
PhD. Levent CEYLAN - Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye
PhD. Marko VIDNJEVIČ - University of Primorska, Slovenia
PhD. Mehmet Fatif KARAHÜSEYİNOĞLU - Fırat Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye
PhD. Murat KASAP - İstanbul Aydın Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye
PhD. Oğuzhan YÜKSEL - Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye
PhD. Ozan ATALAG - University of Hawai'i, Hilo, USA
PhD. Önder DAĞLIOĞLU - Gaziantep Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye
PhD. Önder KARAKOÇ - Kilis Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye
-

Uluslararası Spor Egzersiz ve Antrenman Bilimi Dergisi International Journal of Sport Exercise and Training

Cilt / Volume: 10

Sayı / Issue: 2

Mart / March

2024

Yayın Kurulu / Editorial Board

PhD. Özlem KESKİN - Sinop Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

PhD. Ratko PAVLOVIC - University of East Sarajevo, Faculty of Physical Education & Sport, Bosnia & Herzegovina

PhD. Rüchan İRİ - Ömer Halis Demir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

PhD. Sercan YILMAZ - Selçuk Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

PhD. Serdar TOK - Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

PhD. Süreyya Yonca SEZER - Munzur Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

PhD. Tarık Balcı - Balıkesir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

PhD. Şerife VATANSEVER - Uludağ Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Türkiye

İstatistik Editörü / Statistics Editor

PhD. Sinan SARAÇLI - Balıkesir Üniversitesi, Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı

Dil ve Mizanpaj Editörleri / Language and Layout Editors

Ayşenur KURT TÜRKOĞLU - Rumeli Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, İstanbul, Türkiye

Bureu Sıla SEZER - Bingöl Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Bingöl, Türkiye

USEABD; Hareket ve Antrenman Bilimi, Spor Eğitimi, Spor Sağlık ve Beslenme, Egzersiz Fizyolojisi, Egzersiz ve Spor Psikolojisi, Spor Bilişim Teknolojisi, Spor Yönetimi ve Beden Eğitimi ve Spor bilimleri, Boş Zaman ve Rekreasyon alanlarındaki en son araştırmaları sunan saygın ve Uluslararası hakemli yayın (Bilimsel Dergi) organıdır.

IJSETS; It is a respected and international peer-reviewed publication presenting the latest research in the fields of Movement and Training Science, Sports Education, Sports Health and Nutrition, Exercise Physiology, Exercise and Sports Psychology, Sports Information Technology, Sports Management and Physical Education and Sports sciences, Leisure and Recreation.

İletişim / Contact: ijsets.editor@gmail.com

useabd.editor@gmail.com

useabd.technical@gmail.com

© Tüm Hakları Saklıdır / All Rights Reserved

Uluslararası Spor Egzersiz ve Antrenman Bilimi Dergisi International Journal of Sport Exercise and Training

Cilt / Volume: 10

Sayı / Issue: 2

Mart / March

2024

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

	Makale / Articles	Tür / Type	Sayfa / Page
1.	Kademeli Koşu Protokollerinin Tepe Oksijen Tüketimi ve Kas İçi Oksijen Doygunluğu Üzerindeki Etkisi <i>The Effect of Graded Running Protocols on Peak Oxygen Consumption and Intramuscular Oxygen Saturation</i>	Araştırma Makalesi Research Article	73-83
2.	Genç Erkek Futbolcularda 8 Haftalık Kontrast ve Pliometrik Antrenman Yöntemlerinin Biyomotor Özellikler ve Nöromusküler Faktörlere Etkisi <i>Effects of 8-Week Contrast and Plyometric Training Methods on Biomotor Characteristics and Neuromuscular Adaptations in Young Male Football Players</i>	Araştırma Makalesi Research Article	84-97
3.	Tenis Sporunda Uygulanan Farklılıkla Öğrenme ve Fonksiyonel Kuvvet Antrenmanlarının Biyomekaniksel Perspektif Açısından Performans Parametreleri Üzerine Etkisi <i>The Impact of Differential Learning and Functional Strength Training on Biomechanical Performance Parameters in Tennis Athletes</i>	Araştırma Makalesi Research Article	98-109
4.	Futbolculara Uygulanan 30 Metre Hız ve Kompleks Antrenmanlarının Yüksek Şiddetli ve Sprint Koşu Profillerine Etkisi <i>The Effect of 30 Meter Speed and Complex Trainings Applied to Football Players on High Intensity and Sprint Running Profiles</i>	Araştırma Makalesi Research Article	110-118
5.	Güreşçilerde Antrenman Yükünün Belirlenmesinde Kullanılan Farklı Yöntemlerin Karşılaştırılması <i>Comparison of Different Methods Used in Determination of Training Load in Wrestlers</i>	Araştırma Makalesi Research Article	119-127
6.	Irak'ta Spor ve Gençlik Dairesi Çalışanları İçin Boş Zaman Sporlarının Sosyolojik Olarak İncelenmesi <i>Sociological Investigation of Leisure Sports for Employees of Sports and Youth Departments in Iraq</i>	Araştırma Makalesi Research Article	128-135



The Effect of Graded Running Protocols On Peak Oxygen Consumption and Intramuscular Oxygen Saturation

Orkun PELVAN¹ , Savaş AKBAŞ² , Hasan Birol ÇOTUK³ 

Abstract

Aim: The aim of this investigation was to examine the impact of two different running protocols on peak oxygen consumption (VO_{2max}) and regional intramuscular oxygen saturation (SmO_2) levels in one highly trained runner.

Methods: VO_2 and SmO_2 were measured simultaneously during a gradually ascending running protocol and a Bruce protocol. VO_2 was measured by breath-by-breath spiroergometer gas analysis system (ZAN[®], Germany), and SmO_2 was measured from both gastrocnemius muscles using a wireless near-infrared spectroscopy device (BSXinsight[®], USA). The correlation between VO_2 and SmO_2 data was determined by Pearson correlation coefficients over the test stage mean values. The change of VO_2 and SmO_2 within each stage was determined by first-degree polynomials.

Results: Peak VO_2 in the Bruce protocol (4390 ml/min) was higher than peak VO_2 in the running protocol (4640 ml/min), but no difference was observed in end-test SmO_2 decreases. There were highly significant negative correlations between VO_2 values and SmO_2 values ($r=-0.960-0.990$, $p<0.001$). SmO_2 values measured in the right and left gastrocnemius muscle decreased similarly in both protocols ($r=0.993$, $r=0.987$, $p<0.001$).

Conclusion: Central and peripheral physiological processes of oxygen consumption are not always congruent, and the test protocol exert an influence due to the complex interplay of physiological and biomechanical factors.

Keywords

Max VO_2 ,
Near Infrared Spectroscopy,
Muscle oxygenation.

Article Info

Received: 09.05.2024

Accepted: 30.05.2024

Online Published: 15.06.2024

DOI: 10.18826/useeabd.1481068

Kademeli Koşu Protokollerinin Tepe Oksijen Tüketimi ve Kas İçi Oksijen Doygunluğu Üzerindeki Etkisi

Özet

Amaç: Bu araştırmanın amacı, üst düzey antrenmanlı bir koşucuda, iki farklı koşu protokolünün zirve oksijen tüketimi (VO_{2max}) ile bölgesel kas içi oksijen saturasyonu (SmO_2) üzerindeki etkisini incelemektir.

Yöntem: Kademeli artan koşu protokolü ve Bruce protokolü esnasında VO_2 ve SmO_2 eş zamanlı olarak ölçülmüştür. VO_2 , her nefeste spiroergometre gaz analiz sistemi (ZAN[®], Almanya) ile ölçülürken SmO_2 , kablosuz yakın kızılötesi spektroskopisi cihazı (BSXinsight[®], ABD) kullanılarak her iki gastrocnemius kasından ölçülmüştür. VO_2 ve SmO_2 verileri arasında ilişki, test kademe ortalamaları üzerinden Pearson korelasyon kat sayıları ile belirlenmiştir. Her bir kademe süresince VO_2 ve SmO_2 değişimi 1. derece polinomlarla belirlenmiştir.

Bulgular: Bruce protokolünde zirve VO_2 (4390 ml/dk) değeri koşu protokolü zirve VO_2 (4640 ml/dk) değerine göre daha yüksek bulunmuştur, ancak test sonu SmO_2 düşüşleri arasında fark gözlenmemiştir. VO_2 değerleri ile SmO_2 değerleri arasında negatif yönde çok yüksek düzeyde anlamlı ilişki mevcuttur ($r=-0,960-0,990$, $p<0,001$). Her iki protokolde sağ ve sol gastrocnemius kasında ölçülen SmO_2 değerleri benzer şekilde düşüş göstermiştir ($r=0,993$, $r=0,987$, $p<0,001$).

Sonuç: Oksijen tüketiminin merkezi ve periferik fizyolojik süreçleri her zaman uyumlu değildir ve test protokolü, fizyolojik ve biyomekanik faktörlerin karmaşık etkileşimi nedeniyle bir etki oluşturur.

Anahtar Kelimeler

VO_{2Max} ,
Yakın Kızılaltı Spektroskopisi,
Kas Oksijenlenmesi.

Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi: 09.05.2024

Kabul Tarihi: 30.05.2024

Online Yayın Tarihi: 15.06.2024

DOI: 10.18826/useeabd.1481068

INTRODUCTION

Oxygen Consumption

Oxygen consumption is the process of inhaling air containing oxygen, transporting the oxygen via the bloodstream to the working muscles, and using it for energy conversion in the muscle fibers (Sneel and Mitchell, 1984). The body uses the oxygen consumed during physical activity to meet its energy demands, which depend on the intensity of the exercise (Skinner and McClellan, 1980; Spriet, 2022).

¹ **Corresponsible Author:** Marmara University Faculty of Sport Sciences, orkunpelvan@gmail.com

² Marmara University Faculty of Sport Sciences, savas.akbas@marmara.edu.tr

³ Marmara University Faculty of Sport Sciences, hbcotuk@marmara.edu.tr

This concept is of great interest in the field of exercise physiology, specifically in relation to maximum oxygen consumption, also known as VO_2max (Sietsema and Rossiter, 2023). Hill and Lupton (1923) were the first to conduct running experiments and observe that oxygen consumption increases linearly with increasing running speed. However, they noted that there was an individual maximum limit to oxygen consumption at which the subjects reached a plateau, even if the running speed was increased. Today, determining maximum oxygen uptake has been established as the most accurate method for assessing not just aerobic fitness, but also cardiovascular health (Mohajan and Mohajan, 2023).

Test Protocols for VO_2max Measurement

A wide number of test methods and protocols have been developed and validated to measure maximal oxygen consumption. Especially endurance athletes were tested in laboratory settings, for instance on a treadmill or bicycle ergometer, as well as in simulated real-life competitions. The three main methods most commonly used in research are submaximal testing, maximal testing, and field testing (Scheer et al., 2018; Kang et al., 2001).

The submaximal testing is an estimation of the individual's maximum oxygen consumption from oxygen consumption below the point of maximal effort. Submaximal testing is generally preferred in clinical populations because these individuals are often unable to complete a protocol that requires a maximal level of exercise. Although not a direct measure of maximal oxygen consumption, extrapolating data from submaximal exercise is a fairly accurate method of estimating an individual's VO_2max (Nolan et al., 2014; Kathy et al., 2023).

Field testing measures an athlete's maximum oxygen consumption in their actual training and/or competition environment. This familiarity can benefit the athlete, but it can also make it more challenging for researchers to monitor performance (Nabi et al., 2015). When comparing field tests to lab tests using similar protocols in both environments, VO_2max values do not differ significantly. This is illustrated by a study involving eighteen well-trained runners who completed peak performance protocols on both an outdoor track and a laboratory treadmill: There was no significant difference in VO_2max between the treadmill test and the field test, mean VO_2max was 63.5 versus 63.3 ml/kg/min (Meyer et al., 2003).

Nevertheless, the most widely accepted method for measuring maximal oxygen consumption is to perform maximal exercise tests in a laboratory. These protocols use progressively higher exercise levels to elicit a maximal effort from the subject. Respiratory gases are collected and analyzed in the laboratory throughout the test. Such testing offers the advantage of being highly controllable by the examiner, thereby eliminating many possibilities of error that may exist outside the laboratory. Because the examiner is in control of the test, the subject is more likely to produce a true maximal effort, which accurately captures the maximal oxygen consumption. In this context, a number of studies in the literature have investigated the effects of different VO_2max test protocols on total oxygen consumption and performance, albeit with inconclusive results. The conflicting findings observed in these studies can be attributed to the fact that the participants were drawn from different population groups, and were largely untrained (Vanhoy, 2012).

In laboratory tests, researchers can measure a range of physiological data such as VO_2 , heart rate, rating of perceived exertion (RPE), and lactate as exercise intensity increases. These variables allow researchers to examine the physiological process that occurs from the beginning of exercise to maximal effort. However, such physiological diagnostics have a general limitation in that they determine the oxygen utilization and physiological parameters of the entire body. Until recently, there were no practical methods for assessing circulatory parameters and energy metabolism in peripheral regional muscles.

The advent of near-infrared spectroscopy (NIRS), however, has offered non-invasive, cost-effective and easy-to-use solutions for monitoring regional muscle energy metabolism. It is increasingly used in athletic performance studies and in clinical situations such as cardiovascular disease (Biçer and Çotuk, 2022). Near-infrared spectroscopy is based on the fact that biological tissues are permeable to light in the near-infrared spectrum, which is considered an 'optical window' between 700-1000 nm. In this range, water absorption is low, allowing light to penetrate the tissue and reach the light receptors. The intensity of the perceived light is mainly influenced by changes in hemoglobin and oxyhemoglobin

levels (Çotuk et al., 2020; Quaresima et al. 2003).

The existing literature on the subject indicates that there is currently only limited information available regarding the impact of the testing protocol on intramuscular O₂ saturation. The purpose of this study was to investigate the synchronous changes in oxygen consumption and regional intramuscular oxygen saturation levels during two different running protocols in a highly trained athlete in order to obtain a mechanistic understanding of the “protocol effect”.

METHOD

Model of the research

The study was approved by the Marmara University Faculty of Medicine Clinical Research Ethics Committee. This study was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki. All participants signed an informed consent form.

The universe and sample of the research/study group of the research

An 8-year licensed long-distance athlete with national-level achievements in track, road, and cross-country running participated in the study. Due to his participation in cross-country running, he had included incline running in his training program.

Data collection tools of the research

Two distinct test protocols were employed in the study to ascertain VO₂Max. The Bruce protocol involved a three-minute rest period, a three-minute warm-up at a speed of 3 km/h on a 0% incline, and the commencement of the test at a slow walking pace at 10% incline, with an increase in speed and incline occurring at three-minute intervals. Both the incline and the speed increased by 3% every three minutes. The Bruce protocol is analogous to ascending slowly stairs and is suitable for individuals of all fitness levels. The second test protocol, designated as the "Speed protocol," commenced with three minutes of rest and a three-minute warm-up at a speed of 3 km/h. Thereafter, the speed was increased by 1 km/h every minute until exhaustion, which was defined as the point at which the subject could no longer maintain the required pace (at a constant 1% incline). This protocol has been designed for competitive athletes. The athlete was initially evaluated using the Bruce protocol, and subsequently, the Speed protocol was employed. The interval between the two test protocols was 72 hours.

Physiological Measurements

In both test protocols, the athletes' VO₂Max values were determined according to the breath-by-breath technique using a 680 USB model gas analysis system from ZAN® (Germany). Following each measurement, the ergospirometer was calibrated. The intramuscular oxygen saturation of the athlete was quantified using a wireless and portable near-infrared spectroscopy device from BSXinsight® (USA). The widest part of the gastrocnemius (medio-lateral) muscle was identified and its distance from the calcaneus and tibia was recorded in centimeters to ensure identical placement in both tests.

Data analysis of the research

The correlation between oxygen consumption and SmO₂ data was analyzed using Pearson correlation coefficients, with the mean values of the individual steps serving as the basis for the calculation. In order to harmonize the data with the Speed protocol, the three-minute increments of the Bruce protocol were divided into one-minute increments. The statistical significance value employed for these analyses was $p < 0.001$.

To assess the dynamic reaction of muscle oxygenation to the momentary change in power output, the change in SmO₂ within each stage of the test was computed. First-degree polynomials were fitted to the SmO₂ data separately for each stage (and side), and the end-to-start values for each stage were subtracted. The mean value of the SmO₂ data obtained from the simultaneous measurement of the oxygen saturation of the right and left gastrocnemius muscles of the athlete was taken for analysis.

FINDINGS

The subject of the study was a 20-year-old male long-distance runner with a height of 175 cm, a body weight of 61.1 kg, and a BMI of 19.95.

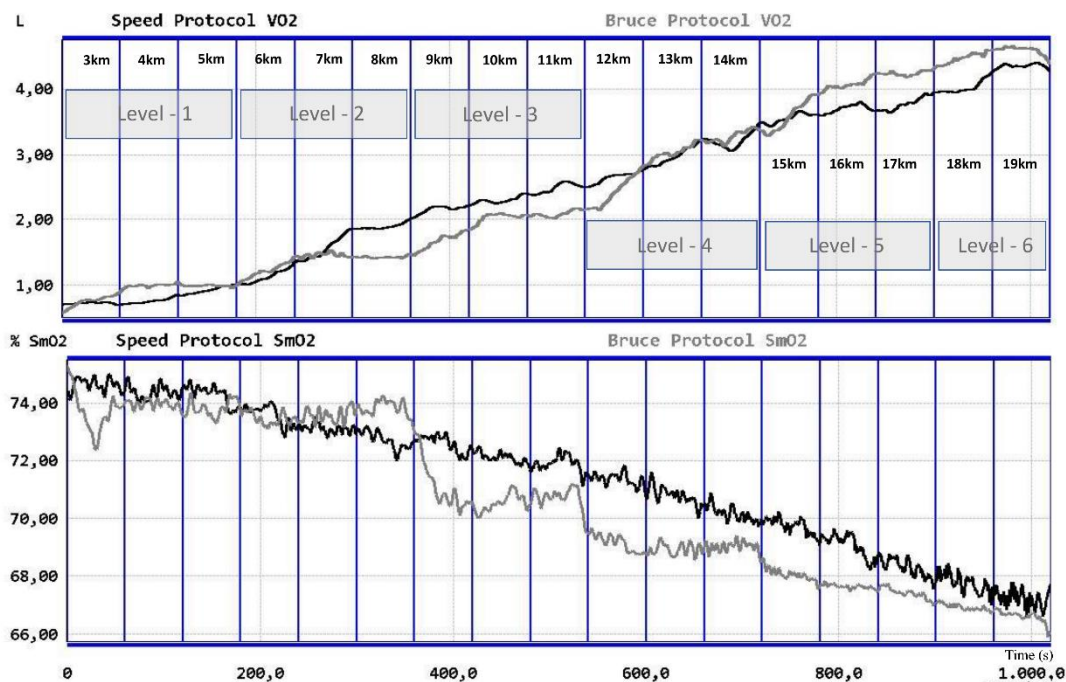


Figure 1: Oxygen consumption and intramuscular oxygen saturation during the Speed and Bruce protocol against time (s) **Speed Protocol VO₂**: Oxygen consumption during the speed protocol. **Bruce Protocol VO₂**: Oxygen consumption during the Bruce protocol. **Speed Protocol SmO₂**: Intramuscular oxygen saturation during the Speed protocol. **Bruce Protocol SmO₂**: Intramuscular oxygen saturation during the Bruce protocol.

The subject successfully completed both tests to the point of exhaustion in the same time period of 17 minutes. The oxygen consumption and intramuscular oxygen saturation are presented in Figure 1. In the Bruce protocol, the stage transitions are characterized by abrupt and steep increases in oxygen uptake, which then level out during the stage. In the Speed protocol, oxygen uptake exhibits a relatively linear increase. A divergence between the two VO₂ curves can be observed during the transition to running in the speed protocol (after 6 km/h), which corresponds to the middle of the second phase of the Bruce protocol. This divergence is evidenced by the lower oxygen consumption observed in the Bruce protocol. This phenomenon is observed in the Speed protocol up to 12 km/h, which corresponds to the beginning of the fourth stage of the Bruce protocol. At 15 km/h and in the fifth stage, the oxygen consumption of the Bruce protocol exceeds that of the Speed protocol.

The mean values of SmO₂ obtained from the right and left gastrocnemius muscles were nearly identical at the start of both test sessions. In the continuation of the test, at the attainment of the speed of 9 km/h in the Speed protocol, and the third stage in the Bruce protocol, both curves diverge, with the SmO₂ value of the Bruce protocol remaining lower (figure 1).

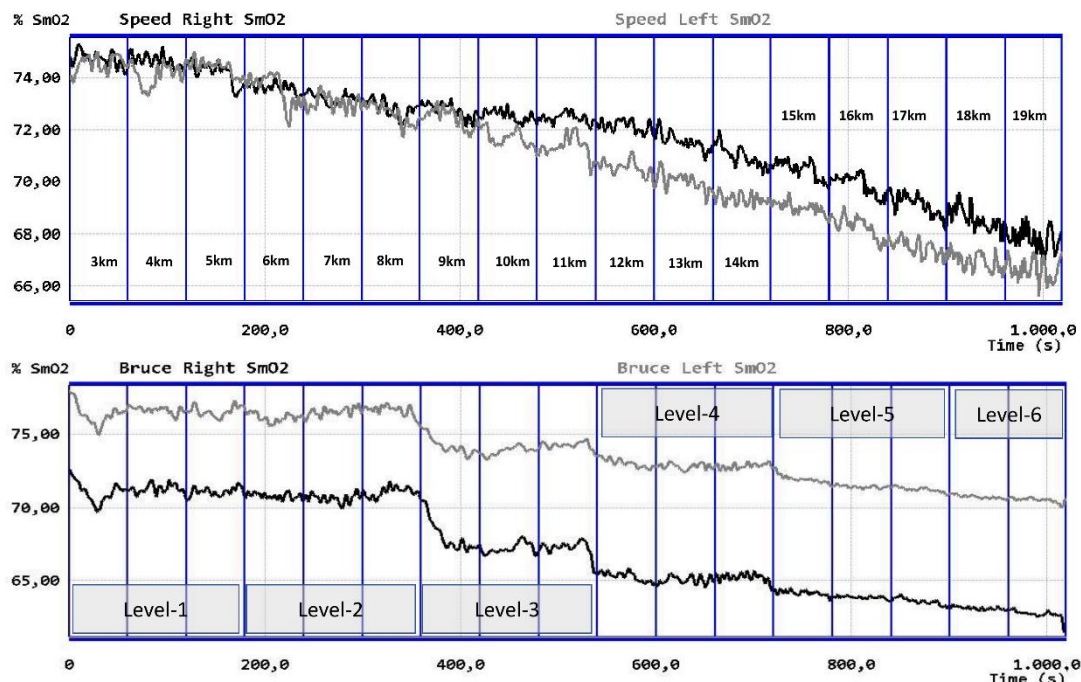


Figure 2: Synchronous evolution of left and right calf intramuscular oxygen saturation during the Speed and Bruce protocol against time (s). **Speed Protocol Right/Left SmO₂:** Intramuscular oxygen saturation during the Speed protocol obtained from the Right/Left gastrocnemius muscle. **Bruce Protocol Right/Left SmO₂:** Intramuscular oxygen saturation during the Bruce protocol obtained from the Right/Left gastrocnemius muscle.

Figure 2 depicts the SmO₂ values obtained simultaneously from the athlete's right and left gastrocnemius muscles during the Speed and Bruce protocols. In the Speed protocol, the SmO₂ levels remained relatively constant up to 5 km/h. Nevertheless, a decline in the oxygen saturation levels in both legs was observed following the commencement of running at 6 km/h. At 10 km/h, there was a divergence in the SmO₂ levels between the two legs (left calf values were then lower), yet the pattern of decline persisted in a similar manner. In the Bruce protocol, the athlete walked during stages 1 and 2 and commenced running at the beginning of stage 3. This was accompanied by a marked decline in the oxygen saturation levels. Although the initial SmO₂ values exhibited considerable disparity between the two legs, there was a notable degree of similarity in the subsequent decline within the designated test range (right calf values remained consistently lower throughout the duration of the test).

Table 1: VO₂max and SmO₂ values obtained in the Speed and Bruce protocols

	VO ₂ max (ml/min)	VO ₂ max (ml/kg/min)		SmO ₂ max (%)	SmO ₂ min (%)	SmO ₂ diff (%)
Speed Protocol	4390	71.85	Speed Right	74.7	68.1	6.6
			Speed Left	74.4	66.8	7.6
Bruce Protocol	4640	75.94	Bruce Right	71.1	63.0	8.1
			Bruce Left	76.5	70.6	5.9

The VO₂max value obtained in the inclined Bruce protocol was 5.7 % higher than in the Speed protocol. The muscular desaturation value obtained in the inclined Speed protocol was 1.4 % higher than in the Bruce protocol (table 1).

Table 2: Correlation of VO₂max and SmO₂ values obtained in the Speed and Bruce protocols

		Speed VO ₂	Speed Right SmO ₂
Speed Walk Right SmO ₂	Pearson's r	-0.974***	Walk
Speed Walk Left SmO ₂	Pearson's r	-0.988***	0.987***
Speed Run Right SmO ₂	Pearson's r	-0.970***	Run
Speed Run Left SmO ₂	Pearson's r	-0.990***	0.980***
		Bruce VO ₂	Bruce Right SmO ₂
Bruce Walk Right SmO ₂	Pearson's r	-0.960***	Walk
Bruce Walk Left SmO ₂	Pearson's r	-0.969***	0.993***
Bruce Run Right SmO ₂	Pearson's r	-0.970***	Run
Bruce Run Left SmO ₂	Pearson's r	-0.983***	0.977***

Speed VO₂: The amount of oxygen consumed during the Speed protocol. **Speed Walk Right SmO₂:** Intramuscular oxygen saturation from the right gastrocnemius muscle from start of walking until exhaustion during the Speed protocol. **Speed Walk Left SmO₂:** Intramuscular oxygen saturation from the left gastrocnemius muscle from start of walking until exhaustion during the Speed protocol. **Speed Run Right SmO₂:** Intramuscular oxygen saturation from the right gastrocnemius muscle from start of running until exhaustion during the Speed protocol. **Speed Run Left SmO₂:** Intramuscular oxygen saturation from the left gastrocnemius muscle from start of running until exhaustion during the Speed protocol. **Bruce VO₂:** The amount of oxygen consumed during the Bruce protocol. **Bruce Walk Right SmO₂:** Intramuscular oxygen saturation obtained from the right gastrocnemius muscle from start of walking until exhaustion during the Bruce protocol. **Bruce Walk Left SmO₂:** Intramuscular oxygen saturation from the left gastrocnemius muscle from start of walking until exhaustion during the Bruce protocol. **Bruce Run Right SmO₂:** Intramuscular oxygen saturation from the right gastrocnemius muscle from start of running until exhaustion during the Bruce protocol. **Bruce Run Left SmO₂:** Intramuscular oxygen saturation from the left gastrocnemius muscle from start of running until exhaustion during the Bruce protocol. *** p<0.001 level of statistical significance.

There is a very high negative correlation between oxygen consumption and SmO₂ values during the two test protocols. There is also a very high positive correlation between the SmO₂ values of the two legs (Table 2).

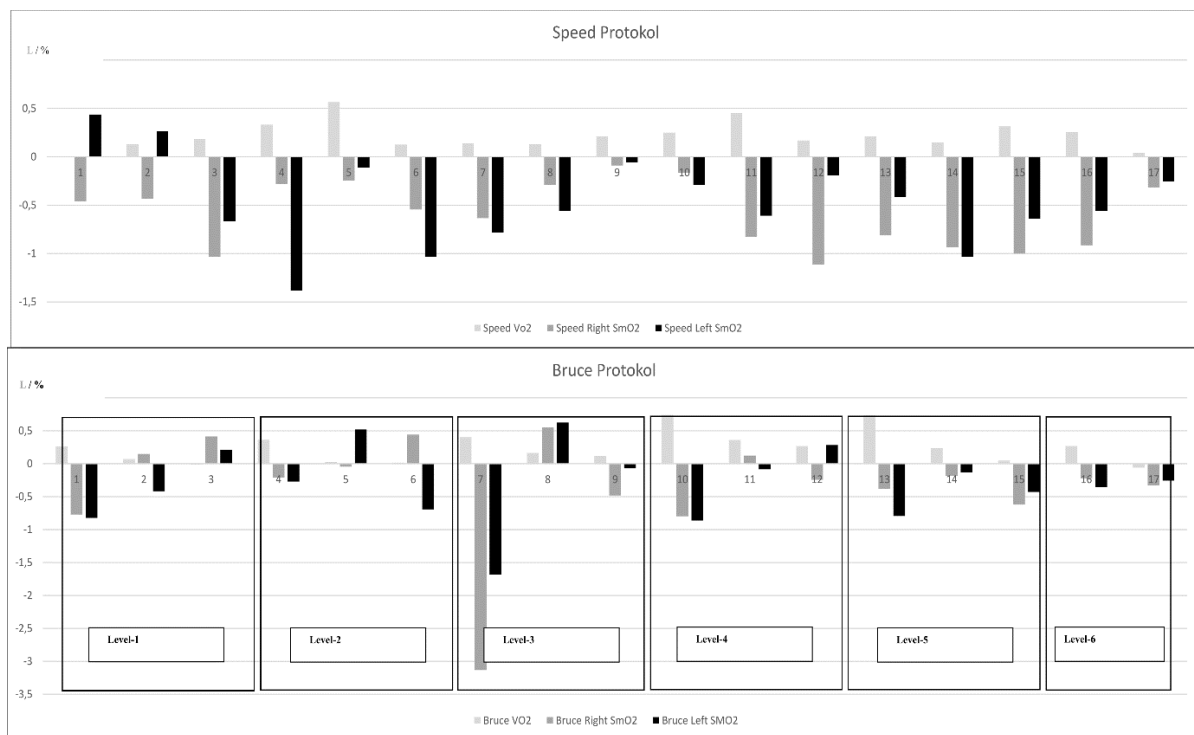


Figure 3 : Speed and Bruce protocol VO₂ and SmO₂ changes within each stage. **Speed VO₂:** VO₂ changes within each stage of the Speed protocol. **Speed Right SmO₂:** Changes of intramuscular oxygen saturation of the right gastrocnemius muscle within each stage of the Speed protocol. **Speed Left SmO₂:** Changes of intramuscular oxygen saturation of the left gastrocnemius muscle within each stage of the Speed protocol. **Bruce VO₂:** VO₂ changes within each stage of the Bruce protocol. **Bruce Right SmO₂:** Changes of intramuscular oxygen saturation of the right gastrocnemius muscle within each stage of the Bruce protocol. **Bruce Left SmO₂:** Changes of intramuscular oxygen saturation of the left gastrocnemius muscle within each stage of the Bruce protocol.

In the Speed protocol, a consistent increase in oxygen consumption was observed within the respective stages. Following a fluctuating period in the initial two minutes of the Speed test, the SmO₂ values declined in a consistent fashion throughout each subsequent stage, from the third minute onward, until the conclusion of the test.

The Bruce protocol was also subjected to further analysis by dividing each three-minute stage into one-minute sections. Due to the low intensity of the initial two stages and the fact that the athlete was walking, fluctuations were observed in oxygen consumption and SmO₂ values. The athlete's transition to the third stage of exertion is marked by the onset of running and a concomitant surge in oxygen uptake accompanied by a pronounced decline in the SmO₂ levels. However, during the second minute of this stage, there was an increase in the values of SmO₂. Subsequent stages exhibited a tendency for similar patterns to recur.

DISCUSSION

To date, there has been limited investigation into the simultaneous effects of different test protocols on oxygen uptake and muscular oxygen saturation. The VO₂max values obtained from the two tests in this

case study were higher for the Bruce protocol than for the Speed protocol. In this context, studies comparing VO_2max measurements using inclined treadmill logs with those using horizontal treadmill logs have not produced conclusive results.

The research conducted has produced conflicting results due to the wide variety of subjects included in the early studies. When testing untrained subjects, higher VO_2max measurements were obtained with an inclined protocol compared to a horizontal protocol (Taylor et al., 1955; Astrand & Saltin, 1961). When trained subjects were included, the results of the studies were inconclusive, with either inclined (Freund et al., 1986; Allen et al., 1986) or horizontal protocols (Wilson et al., 1979) producing higher VO_2max or no difference (Kasch et al., 1976). Freund et al. (1986) found no significant difference in VO_2max between the inclined protocol (53.1 ± 4.0 ml/kg/min) and the horizontal protocol (53.6 ± 3.9 ml/kg/min) in 22 men who had previously exercised moderately. However, after completing a 12-week training program, which included 35-minute running sessions on inclined/undulating terrain at 65-85% of VO_2max , the VO_2max values showed a significant difference in favor of the inclined protocol (59.0 ± 5.6 ml/kg/min versus 56.6 ± 4.5 ml/kg/min). Allen et al. (1986) confirmed this result using the same study design, even though flat terrain was used in the training period. These two studies from the same research group suggest that regardless of the training modality (flat versus inclined), the inclined protocols produced higher VO_2max values after endurance training.

During inclined testing, VO_2max may be measured higher due to the activation of more muscle mass compared to flat tests. Furthermore, mechanical or neuromuscular limitations may restrict the depth of breathing during horizontal running (Pokan et al., 1995). Vanhoy (2012) supported the suggestion that muscles are more activated during inclined testing, finding that lactate levels were 2 mmol/L higher during the inclined protocol compared to the flat protocol. In this group of elite trained athletes, the Bruce protocol elicited higher VO_2max values than the flat protocol (75.3 ± 6.9 ml/kg/min versus 71.2 ± 6.7 ml/kg/min). In support of this, Costil et al. (1974) reported that auxiliary muscles, such as the vastus lateralis, which assist the body in lifting against an incline, are more active in inclined protocols. The study by Allen et al (1986) identified a further rationale for the elevated oxygen consumption observed in inclined protocols when compared to horizontal protocols. This rationale is attributed to an augmented duration and force of muscle contraction, in conjunction with lower stride frequency and a prolonged ground contact duration.

The current study's results (Table 1) are comparable to those of Vanhoy (2012) because the athlete we studied was highly accomplished at the national level in cross-country, track, and road running, and his training included inclined running. Further indicating the athlete's level of performance, the sudden jumps in oxygen consumption that occurred during the stage transitions in the Bruce protocol decreased slightly in the second and third minutes of the stage. It is assumed that the systemic response and steady rate were recorded during the relatively undemanding test phases. Consistent with this idea, the SmO_2 data exhibited both decreases and increases during the transition from walking to running (figures 1 and 2). It is noteworthy that, despite the higher VO_2max value observed in the Bruce protocol,

oxygen consumption was significantly lower than in the Speed protocol at power levels below the ventilatory threshold (figure 1). This can be attributed to an increase in movement efficiency based on the different contraction patterns previously mentioned.

The decline in SmO_2 levels during the tests varied between the two legs (table 1). This is a strength of our study compared to the literature, where SmO_2 data are often collected from unilateral muscles or muscle groups. In our study, we collected data from symmetrical calf muscles simultaneously. The difference in the SmO_2 curves observed between the two legs may be attributed to the capillary structure in the dominant leg of the athlete, which may be influenced by a different blood supply. Alternatively, the differing muscle contraction durations and biomechanical running patterns may also contribute to the observed difference. Nevertheless, table 2 illustrate a strong negative correlation between oxygen consumption and SmO_2 levels for both legs, whether calculated from the start of walking or running. Note that the correlation values for the start of walking and running were obtained from a highly experienced and trained runner. Therefore, these values may vary among a larger and more diverse group of athletes.

Comprehensive analysis of the data, both overall and in detail, is critical when testing elite athletes. On occasion, the oxygen consumption observed during the Bruce protocol displays a decline while concomitantly exhibiting a reduction in SmO_2 values, which is a phenomenon that may be perceived as counterintuitive (figure 1). In a comparable manner, the decrease in SmO_2 at the end of the tests was marginally less pronounced in the Bruce protocol despite the VO_{2max} being measured to be higher (table 1). In order to gain a comprehensive understanding of the data, it is essential to evaluate the differences in the dynamic changes in addition to the average values. Consequently, the dynamic changes in SmO_2 values within each stage of the test were calculated (figure 3) in order to capture the reaction of the subsystems to the momentary change in power output. Additionally, it appears physiologically accurate to consider the 20-second delay in circulation between the lungs and muscles when calculating the correlation. However, it is worth noting that this delay not apply equally to everyone (Spencer et al., 2012). In this context, it is of paramount importance to consider the intricate interrelationship between these variables when developing a model of the peripheral and central circulatory system.

Overall, the literature confirms the results of our study. In their study, Spencer et al. (2012) divided their graded exercise test into 10-second increments and observed a decrease in SmO_2 levels that was similar to the findings in our study. Consistent with our findings, Austin et al. (2005) discovered a strong correlation ($r=-0.88$) between SmO_2 and VO_{2max} values during a graded exercise test. Shibuya and Tanaka (2003) reported a decrease in SmO_2 levels similar to our study during a gradually increasing cycle ergometer test with a 30W increase every 2 minutes. They found a strong correlation between this decline and VO_{2max} ($r=-.933$). Yano et al. (2005) observed a similar decrease in SmO_2 with a very high negative correlation to oxygen consumption ($r =-0.89$) during a cycle ergometer test with a 25-watt

increase per minute until exhaustion. Crum et al. (2017) reported a strong negative correlation ($r=-0.730$) between SmO_2 depletion and oxygen consumption during a gradually increasing cycle ergometer test.

RESULTS

The analysis of the present case demonstrates that central and peripheral physiological processes of oxygen consumption are not always congruent, and that the respective contingencies exert an influence. While VO_2 max (central) was measured to be higher in the inclined Bruce protocol, this was not reflected in the SmO_2 (periphery), which did not demonstrate a higher total SmO_2 drop compared to the flat Speed protocol. The inclined protocol elicited side differences and fluctuations in SmO_2 during the stage, despite the consistent increase of VO_2 . Nevertheless, the overall evolution of both parameters during both testing procedures exhibited a very high significant correlation.

In light of the results of this study, it is pertinent to ask whether the analysis of competitive athletes should be limited to examining averages or whether individual characteristics should be considered. It will be essential to complement the assessment based on traditional physiological parameters by also considering how physiological subsystems respond to performance. The integration of a multitude of accomplished athletes into this meticulous analysis will augment the comprehension of their individual solutions in the complex interplay of physiological and biomechanical factors.

Ethical Approval Permission Information

Ethics Committee: Marmara University Faculty of Medicine Clinical Research Ethics Committee

Division / Protocol No: 09.2016.415

REFERENCES

- Allen, D., Freund, B. J., & Wilmore, J. H. (1986). Interaction of test protocol and horizontal run training on maximal oxygen uptake. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18(5), 581-587.
- Astrand, P. O., & Saltin, B. (1961). Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscular activity. *Journal of applied physiology*, 16(6), 977-981.
- Austin, K. G., Daigle, K. A., Patterson, P., Cowman, J., Chelland, S., & Haymes, E. M. (2005). Reliability of near-infrared spectroscopy for determining muscle oxygen saturation during exercise. *Research quarterly for exercise and sport*, 76(4), 440-449.
- Biçer, B., & Çotuk, H. B. (2022). Lokal Kas Yorgunluğunun Anlaşılmasında Yakın Kızılaltı Spektroskopisi ve Yüzeysel Elektromiyografi Kullanımı. *Spor & Bilim-2022*, 101.
- Cotuk, H. B., Duru, A. D., Pelvan, O., & Akbaş, S. (2020). Muscle blood content and muscle oxygen saturation in response to head down and head up tilt. *Acta Astronautica*, 166, 548-553.
- Gostill, D. L., Jansson, E., Gollnick, P. D., & Saltin, B. (1974). Glycogen utilization in leg muscles of men during level and uphill running. *Acta Physiologica Scandinavica*, 91(4), 475-481.
- Crum, E. M., O'connor, W. J., Van Loo, L., Valckx, M., & Stannard, S. R. (2017). Validity and reliability of the Moxy oxygen monitor during incremental cycling exercise. *European journal of sport science*, 17(8), 1037-1043.
- Freund, B. J., Allen, D., & Wilmore, J. H. (1986). Interaction of test protocol and inclined run training on maximal oxygen uptake. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18(5), 588-592.
- Hill, A. V., & Lupton, H. (1923). Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. *QJM: Quarterly Journal of Medicine*, (62), 135-171.

- Kang, J., Chaloupka, E. C., Mastrangelo, M. A., Biren, G. B., & Robertson, R. J. (2001). Physiological comparisons among three maximal treadmill exercise protocols in trained and untrained individuals. *European journal of applied physiology*, 84(4), 291-295.
- Kasch, F. W., Wallace, J. P., Huhn, R. R., Krogh, L. A., & Hurl, P. M. (1976). VO₂max during horizontal and inclined treadmill running. *Journal of Applied Physiology*, 40(6), 982-983.
- Kathy, Sietsema., Harry, B., Rossiter. (2023). Exercise Physiology and Cardiopulmonary Exercise Testing. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*. DOI:10.1055/s-0043-1770362
- Meyer, T., Welter, J. P., Scharhag, J., & Kindermann, W. (2003). Maximal oxygen uptake during field running does not exceed that measured during treadmill exercise. *European journal of applied physiology*, 88, 387-389.
- Mohajan, D., & Mohajan, H. (2023). Long-Term regular exercise increases VO₂max for cardiorespiratory fitness.
- Nabi, T., Rafiq, N., & Qayoom, O. (2015). Assessment of cardiovascular fitness [VO₂ max] among medical students by Queens College step test. *Int j Biomed adv res*, 6(5), 418-21.
- Nolan, P. B., Beaven, M. L., & Dalleck, L. (2014). Comparison of intensities and rest periods for VO₂max verification testing procedures. *International journal of sports medicine*, 1024-1029.
- Pokan, R., Schwaberg, G., Hofmann, P., Eber, B., Toplak, H., Gasser, R., ... et al. (1995). Effects of treadmill exercise protocol with constant and ascending grade on levelling-off O₂ uptake and VO₂max. *International journal of sports medicine*, 16(04), 238-242.
- Quaresima, V., Lepanto, R., & Ferrari, M. (2003). The use of near infrared spectroscopy in sports medicine. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 43(1), 1.
- Scheer, V., Ramme, K., Reinsberger, C., & Heitkamp, H. C. (2018). VO₂max testing in trail runners: is there a specific exercise test protocol?. *International Journal of Sports Medicine*, 39(06), 456-461.
- Shibuya, K. I., & Tanaka, J. (2003). Skeletal muscle oxygenation during incremental exercise. *Archives of physiology and biochemistry*, 111(5), 475-478.
- Sietsema, K. E., & Rossiter, H. B. (2023). Exercise Physiology and Cardiopulmonary Exercise Testing. In *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*. Thieme Medical Publishers, Inc..
- Skinner, J.S. and McLellan, T.H. (1980). The transition from Aerobic to Anaerobic Metabolism. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 51(1), 234-248.
- Snell, P. G., & Mitchell, J. H. (1984). The role of maximal oxygen uptake in exercise performance. *Clinics in chest medicine*, 5(1), 51-62.
- Spencer, M. D., Murias, J. M., & Paterson, D. H. (2012). Characterizing the profile of muscle deoxygenation during ramp incremental exercise in young men. *European journal of applied physiology*, 112, 3349-3360.
- Spriet, L. L. (2022). Anaerobic metabolism during exercise. In *Exercise metabolism* (pp. 51-70). Cham: Springer International Publishing.
- Taylor, H. L., Buskirk, E., & Henschel, A. (1955). Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. *Journal of applied physiology*, 8(1), 73-80.
- Vanhoy, R. A. (2012). A Comparison of two different treadmill protocols in measuring maximal oxygen consumption in highly trained distance runners.
- Wilson, B. A., Monego, A., Howard, M. K., & Thompson, M. (1979). Specificity of maximal aerobic power measurement in trained runners. *Science in Athletics-J. Terauds and GG Dales (eds.) Del Mar, CA: Academic Publications*, 213-217.
- Yano, T., Horiuchi, M., Yunoki, T., Matsuura, R., & Ogata, H. (2005). Relationship Between Maximal Oxygen Uptake And Oxygenation Level in inactive Muscle at Exhaustion in incremental Exercise in Humans. *Physiological Research*, 54, 679-685.

CITING

Pelvan, O., Akbaş, S. & Çotuk, H.B. (2024). The Effect of Graded Running Protocols On Peak Oxygen Consumption and Intramuscular Oxygen Saturation. *International Journal of Sport Exercise and Training Sciences - IJSETS*, 10(2), 72-83. DOI: 10.18826/useeabd.1481068



Genç Erkek Futbolcularda 8 Haftalık Kontrast ve Pliometrik Antrenman Yöntemlerinin Biyomotor Özellikler ve Nöromusküler Faktörlere Etkisi *

Mehmet Berk UZUNHASAN¹, Ali KIZILET², Elif Sibel ATIŞ TEKELİ³, Tuba KIZILET⁴

Özet

Amaç: Genç erkek futbolculara uygulanan kontrast ve pliometrik antrenman programlarının biyomotor özellikler ve nöromusküler faktörler üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. **Yöntem:** Araştırmanın örneklemini 24 genç erkek futbolcu (yaş: 16,00±0,51 yıl; boy: 177,21±5,18; kilo: 66,20±6,25) oluşturmuştur. Katılımcılar rastgele olarak kontrast antrenman grubu (KAG; n=8), pliometrik antrenman grubu (PAG; n=8) ve kontrol grubu (KG; n=8) olmak üzere 3 ayrı gruba ayrılmıştır. KAG ve PAG 8 hafta boyunca futbol antrenmanlarına ek olarak haftada iki gün kuvvet ve güç antrenmanları uygulamıştır. KG yalnızca futbol antrenmanlarını sürdürmüştür. Ön test ve son test deneysel yöntem kullanılan çalışmada deney ve kontrol grubunun antrenmanlar sonunda sürat, maksimum sprint hızı (MSH), arrowhead çeviklik, sıçrama yüksekliği, elektromekanik gecikme (EMKG), dayanıklılık testi (30-15 IFT) ve anaerobik hız rezervi (AHR) üzerine etkileri karşılaştırılmıştır.

Bulgular: Grupların ön test ve son testleri arasındaki farklar değerlendirildiğinde KAG; sürat, maksimum sprint hızı, çeviklik, sıçrama, EMKG, 30-15 IFT ve AHR değerleri anlamlı olarak artmıştır (p<0,05). PAG; sürat, çeviklik, sıçrama, 30-15 IFT değerleri anlamlı olarak artmıştır (p<0,05). KG; sürat, çeviklik, sıçrama, EMKG değerleri anlamlı olarak artmıştır (p<0,05). Gruplar arasındaki artışlar karşılaştırıldığında KAG; sürat, maksimum sprint hızı, sıçrama ve AHR değerlerinde KG'ye göre anlamlı olarak gelişmiştir (p<0,05). PAG; 0-40m, 0-50m, AHSĞ, AS değerleri KG'ye göre anlamlı olarak artış göstermiştir (p<0,05). KG hiçbir gruba göre anlamlı artış göstermemiştir. Deney grupları arasındaki farklar incelendiğinde KAG; sürat, maksimum sprint hızı ve AHR değerlerinde PAG'ye göre anlamlı bir artış göstermiştir (p<0,05).

Sonuç: Her iki antrenman yönteminin de gelişimsel olarak faydalı olabileceği söylenebilir. Sürat değerlerinin geliştirilmesi amaçlandığında kontrast antrenman yönteminin uygulanması daha faydalı olmaktadır.

Anahtar Kelimeler

Futbol,
Pliometrik Antrenman,
Kontrast Antrenman,
Anaerobik Hız Rezervi,
Biyomotor Özellik,
Nöromusküler Adaptasyon.

Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi: 27.06.2023

Kabul Tarihi: 05.06.2024

Online Yayın Tarihi: 15.06.2024

DOI:10.18826/useeabd.1320635

Effects of 8-Week Contrast and Plyometric Training Methods on Biomotor Characteristics and Neuromuscular Adaptations in Young Male Football Players

Abstract

Aim: This study is to examine the effect of contrast and plyometric training programs on biomotor characteristics and neuromuscular factors in young male football players.

Methods: Twenty-four young male football players (age: 16,00±0,51 years; height: 177,21±5,18 cm; body mass: 66,20±6,25 kg) were randomly assigned to one of three groups: Contrast training group (KAG; n=8), plyometric training group (PAG; n=8) and control group (KG; n=8). The study was conducted using a randomized experimental design over an eight-week period. The participants were tested pre and post to assess sprint, maximum sprint speed (MSS), arrowhead agility, jump height, electromechanical delay (EMD), intermittent fitness test (30-15 IFT) and anaerobic speed reserve (ASR).

Results: KAG and PAG increased significantly in sprint, agility and jump parameters (p<0.05). Only KAG showed a significant increase in MSS and EMD parameters (p<0.05). Between the groups, a significant increase was observed in sprint and countermovement jump values in both CAG and PAG compared to CG. Only KAG showed a significant increase in squat jump, MSS and ASR parameters compared to KG. In the agility test, only PAG showed a significant increase compared to KG. KG did not show a significant increase compared to any group. KAG showed a significant increase in 0-50m sprint, MSS and AHR values compared to PAG.

Conclusion: It is seen that both strength/strength training methods will be beneficial in improving the physical requirements encountered in football. When it is aimed to improve speed values, it is more useful to apply the contrast training method.

Keywords

Football,
Plyometric Training,
Contrast Training,
Anaerobic Speed Reserve,
Biomotor Feature,
Neuromuscular Adaptation.

Article Info

Received: 27.06.2023

Accepted: 05.06.2024

Online Published: 15.06.2024

DOI:10.18826/useeabd.1320635

¹ Sorumlu Yazar: Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, berk.uzunhasan@hotmail.com

² Gelişim Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, akizilet@gmail.com

³ Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, elif.sibel@marmara.edu.tr

⁴ Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, tubakizilet@gmail.com

*Yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Futbol, başarı sağlamak için gerekli taktik ve teknik becerilere sahip olmanın yanın sıra bazı fiziksel ve fizyolojik yeterlilikler gerektiren, düzensiz aralıklarla yüksek şiddetli aktivitelerin gerçekleştirildiği bir takım sporudur (Turner ve Stewart, 2014). Futbolda performans genel olarak kat edilen toplam mesafe, toplam sprint mesafesi ve teknik becerilerin uygulanması (pas, şut, uzun top vb.) ile değerlendirilmektedir (Brocherie ve ark., 2015). Fiziksel performanslar incelendiğinde, oyuncular ortalama olarak 10-13 km toplam mesafe kat etmektedirler. Kat edilen toplam mesafenin %7-12'si yüksek şiddet hızlarında (>19.8 km/h) %1-4'ü ise sprint hızlarında (>25.2 km/h) gerçekleşmektedir (Stolen ve ark., 2005; Bush ve ark., 2015). Fizyolojik bir bakış açısıyla futbol maçı sırasında, kalp atışı yüksek şiddetli aktivitelerde kısa ve hızlı artışlar gösterirken, düşük şiddetli toparlanma dönemlerinde ise hızlı düşüşler göstermektedir. Maç sırasında ortalama kalp atım hızlarının %80-90 arasında olduğu bilinmektedir. Bu değer maksimum oksijen tüketimi (VO₂maks) değerinin ise %70-75'ine denk gelmektedir. Ortalama değerler ve oyunun süresi göz önüne alındığında oyunun anaerobik eşiğe yakın bir şiddette oynandığı gözlenmektedir (Stolen ve ark., 2005; Dolci ve ark., 2020).

Bir futbol maçı içerisinde toplam mesafelerin oyun üzerine etkisi olsa da genel olarak sonucu etkileyen faktörlerin yüksek şiddetli aktiviteler ile teknik ve taktik bileşenlerin başarılı bir şekilde entegrasyonu ile ilişkilendirilmektedir (Faude ve ark., 2012). Oyuncuların maç içerisinde ortaya çıkan talepleri destekleyen gelişmiş fiziksel niteliğe sahip olmaları gerekmektedir. Bir futbol maçının süresi göz önüne alındığında, aerobik enerji sistemlerinin baskın olduğu açıkça bilinmektedir, ancak anaerobik sistemler futbol maçının yüksek şiddetli anlarında önemli rol oynamaktadır. Sprint, yüksek şiddetli koşular, sıçrama, ikili mücadeleler, hızlı ve ani yön değiştirmeler gibi sonucu etkileyen eylemler anaerobik olarak gerçekleştirilmektedir (Silva ve ark., 2022; Baldi, 2017).

Yüksek şiddetli aktiviteler sırasında performansın bir başka belirleyicisi ise motor ünite katılımı, sinirsel uyarı iletim hızı, kaslar arası koordinasyon, elektromekanik gecikme süresinde azalmalar, gerilme-kısalma döngüsünün gelişmesi gibi kas-sinir(nöromusküler) sistemini ilgilendiren faktörlerdir (Sandford ve ark., 2019a; McKinlay ve ark., 2018). Yüksek şiddetli aktiviteler sonrası yeni aktiviteye hazır olabilmek için kasın yeniden oksijenlenmesi ve fosfokreatin depolarının hızlı bir şekilde yenilenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple futbolcularda gelişmiş aerobik kapasite performansın belirleyicilerindedir. (Buchheit ve Ufland, 2011). Aerobik kapasite; VO₂maks, koşu ekonomisi ve anaerobik eşiğin bir bütünü olarak açıklanmaktadır ve maksimal aerobik kapasitenin kat edilen toplam mesafe, yüksek hızlı koşular gibi futbol performansını etkileyen parametrelerle olumlu bir şekilde ilişki gösterdiği belirtilmektedir (Stolen ve ark., 2005; Turner ve Stewart, 2014). Futbolun fizyolojik ve fiziksel talepleri göz önüne alındığında fiziksel performansın hem metabolik (aerobik ve anaerobik enerji sistemleri) hem de nöromusküler faktörlerden etkilendiği görülmektedir (Buchheit ve ark., 2010).

Maksimal aerobik ve maksimal anaerobik kapasitenin belirlenmesi sporcuların maç performansları arasındaki farkların belirlenmesine ve lokomotor profillerinin analiz edilmesine yardımcı olabilmektedir. Bu sebeple bu kavramların birim zamandaki değerini ifade eden maksimal aerobik ve maksimal anaerobik güç değerlerinin incelenmesi önerilmektedir (Ortiz ve ark., 2018). Aerobik gücü belirlerken, VO₂maks'ın ortaya çıktığı en düşük hız olarak tanımlanan maksimal aerobik hız (MAH) değerleri kullanılmaktadır. Anaerobik gücün belirlenmesinde ise maksimal sprint hızı değerleri kullanılmaktadır. Futbol maçı içerisindeki yüksek şiddetli aktivitelerin büyük bir çoğunluğu MAH değerlerinin üzerinde meydana gelmektedir. Maksimum aerobik hız değerlerinin üzerindeki eforlar yaklaşık 0-300sn içerisinde gerçekleşmektedir ve metabolik ve nöromusküler faktörlerin karmaşık bir etkileşiminden kaynaklanmaktadır (Sandford ve ark., 2021).

Futbolun iki uçlu fizyolojik yapısını incelemek ve yüksek şiddetli egzersiz performansını değerlendirmek için anaerobik hız rezervi (AHR) kavramının kullanılması önerilmektedir (Selmi ve ark., 2020). Anaerobik hız rezervi, MSH ile MAH arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır. Bu kavramın anaerobik olarak sağlanan güç çıkışının bir kısmını tahmin edebileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda AHR, futbol performansıyla doğrudan ilişkili olan tekrarlı sprintlerdeki yorgunluk indeksiyle önemli ölçüde korelasyon göstermektedir (Mendez-Villanueva ve ark., 2008). Yapılan bir çalışmada MAH'nin üzerindeki şiddetlerde tükenme zamanının MAH'a oranla AHR ve MSH değerleri ile daha yakından ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Blondel ve ark., 2001). Bu durumda aynı aerobik kabiliyete sahip sporcularda daha yüksek AHR'nin daha iyi bir yarışma temposu sağlayabileceği düşünülmektedir (Buchheit ve Laursen., 2013). Bu durum MAH üzerinde tempoyu sürdürmek için daha büyük motor

ünite katılımı ve anaerobik hız rezervini en üst düzeye çıkarma gerekliliği için net bir mantık sunmaktadır (Sandford ve ark., 2019b). Bu sebeplerle, yüksek hızlı koşular, sprintler, yön değiştirmeler, sıçramalar ve ikili mücadeleler gibi yüksek şiddetli performans gerektiren özellikleri geliştirebilmek amacıyla ihtiyaç duyulan nöromüsküler adaptasyonların sağlanması gerekmektedir (Cormier ve ark., 2020). Futbolda kas kuvveti ve gücünü arttırmak, nöromüsküler adaptasyonu sağlamak için kullanılabilir potansiyel antrenman yöntemlerinden ikisi kontrast ve pliometrik antrenmanlardır (Hammami ve ark., 2019).

Pliometrik antrenman, kas tendon kompleksinin eksantrik kasılmasının hemen ardından konsantrik olarak kasılmasından oluşmaktadır. Bu durum gerilme-kısalma döngüsü (GKD) olarak adlandırılır. GKD, kas tendon kompleksinin mümkün olan en kısa sürede maksimum kuvvet üretme yeteneğini ifade etmektedir (Aloui ve ark., 2021; Markovic ve Mikulic, 2010). Hızlı eksantrik kas kasılması sonrası kas içerisinde depolanan elastik enerji, hareketin konsantrik fazının daha fazla kuvvet üretilmesine sebep olmaktadır (Buzdağlı, 2022). Yapılan çalışmalar incelendiğinde pliometrik antrenmanın futbol performansını etkileyen sprint, çeviklik, sıçrama, koşu ekonomisi, kas aktivasyon hızı gibi pek çok özelliğin gelişimi için faydalı olduğu görülmektedir.

Futboldaki temel hareket kalıpları GKD'nin etkin bir şekilde kullanılmasının yanı sıra kuvvetin hızlı bir şekilde geliştirilmesi ve yüksek güç çıktısı gerektirmektedir. Bu durum, kuvvet çalışmalarının sahaya doğru şekilde aktarılmasını gerektirmektedir (Garcia-Pinillos ve ark., 2014). Kontrast antrenman metodu, yüksek ağırlıklarla yapılan kuvvet çalışmaları ile yüksek hızlı pliometrik çalışmaların aynı set içerisinde peş peşe yapılması ile gerçekleştirilmektedir (Kobal ve ark., 2017). Bir kuvvet antrenmanının sprint veya pliometrik egzersizlerle birleştirilmesi, tek başına kuvvet antrenmanına kıyasla futbol performansında daha fazla adaptasyona yol açacağı düşünülmektedir. Kontrast antrenmanın altında yatan temel mekanizma, aktivasyon sonra potansiyasyon etkisi ile açıklanabilmektedir. Aktivasyon sonrası potansiyasyon (ASP), yüksek şiddetli bir ön aktivasyonun bir sonucu olarak akut kas gücündeki artış ve nöromüsküler uyarıların katılımının artması olarak ifade edilmektedir (Faude ve ark., 2013). ASP etkisinin ortaya çıkışı ile ilgili farklı teoriler olsa da temel olarak miyozin düzenleyici hafif zincirin fosforilasyonu, daha yüksek motor ünite katılımı, şiddetli uyarı sonrası kas pennat açısında meydana gelen azalmanın sonucunda kas fibrilinden tendona güç aktarımının kolaylaşması ile açıklanmaktadır (Bishop ve Tillin, 2009). Altı hafta veya daha uzun süreli kontrast antrenmanların kas kuvveti, güç ve nöromüsküler fonksiyonların adaptasyonlarında etkili gelişim görüldüğü belirtilmiştir. Bununla birlikte kontrast antrenman metodunun uygulandığı futbol performansını inceleyen çalışmalarda kontrast antrenmanın biyomotor özellikler ve nöromüsküler faktörlerinde gelişiminde etkili olduğu görülmektedir.

Literatür incelendiğinde, pliometrik ve kontrast antrenman programlarının sürat, çeviklik, sıçrama, aerobik kapasite (biyomotor özellikler) ve nöromüsküler faktörler üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmalara rastlanmıştır. Bununla birlikte, kuvvet ve güç antrenmanlarının anaerobik hız rezervi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışma ile karşılaşılmamıştır. Aynı zamanda pliometrik ve kontrast antrenman sonucunda nöromüsküler adaptasyonu incelemek için elektromekanik gecikmenin kullanıldığı çalışmaların sayısı oldukça kısıtlıdır.

Çalışmamızda, kuvvet ve güç antrenmanlarının potansiyel nöromüsküler adaptasyonlarının incelendiği ve bu adaptasyonların futbola özgü dayanıklılık ve anaerobik hız rezervi üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Özellikle kuvvet ve güç antrenmanlarının anaerobik hız rezervine etkilerinin incelendiği herhangi bir araştırmaya rastlanmamış olması nedeniyle, çalışmamızın özgün ve değerli hale geldiği düşünülmektedir. Bu bağlamda, pliometrik ve kontrast kuvvet antrenmanların biyomotor özellikler ve nöromüsküler faktörler üzerindeki etkilerinin incelenmesi antrenman bilimi ve uygulayıcılar açısından faydalı olacağı düşünülmektedir. Çalışmamızın hipotezini genç erkek futbolcularda kontrast ve pliometrik antrenman yöntemlerinin biyomotor özellikler ve nöromüsküler faktörlerin üzerinde anlamlı bir etkisi olacağı varsayımı oluşturmuştur.

YÖNTEM

Araştırmanın modeli

Bu çalışma nicel araştırma yöntemlerinden tam deneysel araştırma modeli kullanılarak yapılmıştır. Araştırmaya başlamadan önce tüm katılımcılara yapılacak çalışmalar hakkında bilgilendirme

yapılmıştır. Katılımcıların kuvvet adaptasyonlarını sağlamak amacıyla iki hafta süreyle haftada 3 gün hazırlık oturumları tamamlandıktan sonraki hafta içerisinde ön testler gerçekleştirilmiştir. Ön testlerin gerçekleştirilmesinin ardından katılımcılar rastgele seçilerek farklı gruplara atanmıştır. İki deney grubu, futbol antrenmanlarına ek olarak sekiz hafta boyunca farklı antrenman yöntemlerini uygularken kontrol grubu ise futbol antrenmanlarına ek olarak herhangi bir müdahale almamıştır. Sekiz haftalık antrenman programlarının ardından katılımcılar son testleri gerçekleştirmişlerdir. Çalışma süreci adaptasyon oturumları, ön testler, deney süreci ve son testler dahil olmak üzere 12 hafta içerisinde tamamlanmıştır. Veriler, gruplar arasındaki farklılıkları veya benzerlikleri belirlemek için analiz edilmiştir.

Araştırmanın çalışma grubu

Araştırmanın evrenini, amatör düzeyde aktif olarak TFF U17 Liginde oynayan futbolcuların tamamı oluşturmaktadır. Araştırma evreninin tamamını ayrıntıları ile incelemek maliyet ve zaman yönüyle çok zor olduğu için belirli bir hedef doğrultusunda, örneklemin istenen niteliklere sahip kişilerden oluşmasının amaçlanması sebebiyle seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden “uygun örnekleme” yöntemi kullanılmıştır. Bu bağlamda çalışmamızın örneklemini, İstanbul Bölgesel Amatör Lig takımlarından birisinin U17 takımı oyuncuları ile oluşturmuştur. Katılımcıların 18 yaşından küçük olmaları sebebiyle çalışmamıza başlamadan önce tüm katılımcıların kendilerinden ve velilerinden imzalı onay alınmıştır. Çalışmaya aktif olarak lisanslı futbol oynayan ve en az 3 yıl futbol geçmişi olan, yaşları 15-17 aralığında değişen n:27 erkek futbolcu katılmıştır. Çalışmadan çıkarılma kriterleri göz önüne alındığında çalışma n:24 katılımcı ile tamamlanmıştır. Araştırmaya katılan gönüllü katılımcılar, belirlenen denek havuzundan seçkisiz desene göre rastgele olarak atanarak pliometrik antrenman grubu (PAG), kontrast antrenman grubu (KAG) ve kontrol grubunu (KG) oluşturmuştur.

Araştırmanın veri toplama araçları

Boy, Vücut Ağırlığı, Yağ Oranı, Kas Kütlesi ve Beden Kitle İndeksi Ölçümleri

Boy ölçümleri, sırtı düz bir yüzeye dayalı durumda, ayakta, baş dik ve gözler tam karşıya bakar durumdayken (Frankfurt düzlemi) başın tepe noktası ile ayak tabanları arası mesafe ölçülecek şekilde yere sabit ayaklı bir boy ölçer yardımı ile ölçülmüştür (Mazıcıoğlu, 2011). Vücut ağırlığı, yağ oranı, kas kütlesi ve beden kitle indeksi ölçümleri için biyoimpedans cihazı kullanılmıştır. Ölçümler için Tanita MC-780MA model vücut kompozisyon cihazı kullanılmıştır.

1 Tekrar Maksimal Değerlerinin Belirlenmesi

Antrenmanlar sırasında yüklerin doğru bir şekilde belirlenip antrenman programlarının uygulanması için gruplar belirlendikten sonra deney gruplarının squat egzersizindeki 1 tekrar sırasındaki kaldırdıkları en yüksek ağırlık değerleri belirlenmiştir. 1 tekrar maksimal (1TM) kuvvetinin belirlenmesi için 20kg olimpik bar ve olimpik plakalar kullanılmıştır. Katılımcılar 10 dakikalık bir ısınma setinin ardından, tahmini 1TM ağırlıklarının %75-90 değerlerinde ağırlıklarla squat hareketini gerçekleştirmişlerdir. Her katılımcıdan yorgunluk ortaya çıkıp tükeniş gerçekleşene kadar tekrar yapmaya devam etmeleri istenmiştir. Eğer katılımcı 10 tekrardan fazla gerçekleştirirse 5 dk dinlendirildikten sonra kullandığı ağırlığın %10'u eklenerek protokol tekrarlanmıştır. Bir 1TM'in tekrar sayısı üzerinden belirlenmesi için; $1TM (kg) = \text{Kaldırılan Ağırlık} / (1,0278 - 0,0278 \times \text{Tekrar Sayısı})$ formülü uygulanmıştır (Brzycki, 1993).

Sürat Testleri ve Maksimum Sprint Hızının Bulunması

Sürat testleri 0, 40 ve 50m'lik mesafelere yerleştirilen elektronik zaman sensörü NewTest Powertimer 300 ile kaydedilmiştir. Katılımcıların başlangıç kapısının 1 m gerisinde olacak şekilde yerleşmeleri ve kendilerini hazır hissettiklerinde maksimal bir şekilde 50 m mesafeyi geçmeleri istenmiştir. Maksimal sprint hızı (MSH) ile 40m sürat testinin sonuçları ile maçlar sırasındaki maksimum sprint hızı arasında büyük bir ilişki bulunmuştur (Djaoui ve ark., 2017). Bu sebeple MSH değerinin belirlenebilmesi için 40m ve 50m zaman kapıları arasındaki mesafenin süresi dikkate alınmıştır.

Çeviklik Testi

Katılımcıların çeviklik performansın ölçmek amacıyla “Arrowhead Çeviklik Testi” kullanılmıştır. Katılımcılardan hazır olduklarında zaman kapısından maksimal bir şekilde geçerek başlangıç noktasının 10 m ilerisinde olan A noktasına koşmaları, ardından yapılan dönüşün yönüne bağlı olarak A noktasının 5 m sağında veya solunda bulunan B noktasına daha sonra A noktasının 5 m ilerisinde bulunan C noktasından dönerek başladıkları zaman kapısından geri dönmeleri istenmiştir. Testler ilk dönüş

yönüne bağlı olarak arrowhead ilk dönüş sola (AHSL) ve arrowhead ilk dönüş sağa (AHSĞ) olarak isimlendirilmiştir. Katılımcılardan AHSL ve AHSĞ için ikişer deneme yapmaları istenmiştir.

Sıçrama Testleri

Sıçrama testleri için skuat sıçrama (SS) ve aktif sıçrama (AS) testleri kullanılmıştır. SS testi sırasında katılımcılardan 90 derecelik bir diz açısıyla, 2-3 saniyelik beklemeden ardından aşağı doğru hareket gerçekleştirilmeden kendilerini maksimal bir şekilde yukarı doğru itmeleri istenmiştir. AS testi sırasında, katılımcıların dik bir pozisyonda teste başlamaları ardından aşağı doğru hızla çöküp yukarı doğru maksimal bir şekilde sıçramaları istenmiştir. Sıçrama testlerinden elde edilen sıçrama yükseklikleri cm cinsinden değerlendirilmiştir. Sıçrama testleri Push 2.0 test cihazı ile ölçülmüştür.

Elektromekanik Gecikmenin Belirlenmesi

Elektromekanik gecikmenin (EMKG) belirlenebilmesi için MP150, BIOPAC SYSTEM yüzeyel elektromiyografi (sEMG) kullanılmıştır. EMG verileri AG-AGCI elektrotlar kullanılarak, 1000 Hz’de toplanacaktır. Verileri toplamak için Acqknowledge yazılımı kullanılmıştır. EMG aktivitesi, dominant bacakta; Rectus Femoris (RF) ve Biceps Femoris (BF) kaslarına yerleştirilen elektrotlar ile ölçülecektir. Elektrotlar yerleşiminde “Avrupa Kasların İnvazif Olmayan Değerlendirmesi İçin sEMG” (SENIAM) projesinin standartları göz önünde bulundurulmuştur (Stegeman ve Hermens, 2007). EMG elektrotları yerleştirilmeden önce, deri yüzeyindeki kıllar ve ölü deri jilet ve alkol yardımıyla temizlenmiştir ve elektrotlar merkezden merkeze 20mm olacak şekilde yerleştirilmiştir.

Elektromekanik gecikmenin belirlenebilmesi için SS testi kullanılacaktır. Katılımcılar ısınma protokolünü tamamladıktan sonra kuvvet platformunun üzerinde eller belde olacak şekilde, dizler femur ve tibia arasında 90 derece bükülene kadar çömelecekler ve bu pozisyonda 2-3 saniye bekledikten sonra maksimal bir sıçrama gerçekleştirmişlerdir (Maixnerova ve ark., 2019). EMKG, EMG aktivitesinin başlangıcı ile kuvvet üretiminin başladığı zaman arasındaki fark olarak hesaplanacaktır. Ölçümler sırasında kuvvet katkısının başlangıcını belirlemek amacıyla KISTLER marka kuvvet platformu kullanılmıştır.

30-15 Aralık Dayanıklılık Testi (30-15 IFT)

Katılımcılardan, önceden kaydedilmiş bir bip sesine uyum sağlayarak 40m iki hat arasında koşmaları istenmiştir. Bu aralıklı dayanıklılık testi, 30 saniyelik mekik koşuları ve aralardaki 15 saniyelik pasif toparlanma dönemlerinden oluşmaktadır. Test 8 km/sa ile başlamakta ve her aşamanın sonunda 0,5 km/sa yükselmektedir. Katılımcılardan, önceden kaydedilmiş bir bip sesine uyum sağlayarak her iki kenarında ve orta noktasında üç hat bulunan 40 metrelik bir alan arasında koşmaları istenmiştir. Oyunculardan tükenene kadar testi sürdürmeleri istenmektedir. Oyuncular tükendikleri veya arka arkaya 3 kez ses sinyali ile hatlara ulaşamadıklarında test sona ermektedir. Bu test, MAH değerleriyle korelasyon göstermektedir. Aynı zamanda futbolun aralıklı yapısına uygun olması sebebiyle kullanılması önerilmektedir (Buchheit ve ark., 2021). Bu sebeple katılımcıların MAH değerini bulmak için 30-15 IFT hız değerleri (vIFT) kullanılacaktır. Aralıklı dayanıklılık testi kullanarak MAH değerlerini bulmak için; $vIFT = 1,2 \times MAH$ formülü kullanılmaktadır.

Anaerobik Hız Rezervinin (AHR) Belirlenmesi

Katılımcılar AHR değerlerini belirlemek için sürat testleri aracılığıyla bulunan MSH değerleri ile 30-15 IFT aracılığıyla bulunan MAH değerleri arasındaki fark kullanılacaktır:

$$AHR (km/sa) = MSH - MAH$$

Antrenman programı

Deney gruplarındaki katılımcılar futbol antrenmanlarına ek olarak 8 hafta boyunca salı ve perşembe günleri pliometrik ve kontrast antrenman programlarını uygulamışlardır. Kontrol grubu ise 8 hafta boyunca yalnızca futbol antrenmanı gerçekleştirmiştir. Kuvvet antrenmanları ile futbol antrenmanı arasında 6 saatlik bir toparlanma süresi eklenmiştir. Deney grupları antrenman öncesinde 10 dakikalık dinamik ısınma hareketlerinin ardından 4 adet düşük şiddetten yüksek şiddete doğru ilerleyen aktif sıçrama gerçekleştirmişlerdir. Daha sonra katılımcılar kendilerine ait antrenman programlarını uygulamışlardır. Antrenmanların ardından oyuncular 10 dakikalık statik germe hareketleri gerçekleştirmişlerdir. Her iki deney grubuna ait antrenman programları Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. KAG ve PAG Antrenman Programı

Antrenman Haftaları	KAG	PAG
1-4. Hafta	10 dakika dinamik ısınma + 5 aktif sıçrama (%25, %50, %75, %100)	6x6 Öne Engel Sıçraması (30-45cm)
	4x5 Squat (%70-90 1TM)	
	+ 3 Aktif Sıçrama	
10 dakika statik germe		
5-8. Hafta	10 dakika dinamik ısınma + 5 aktif sıçrama (%25, %50, %75, %100)	8x6 Öne Engel Sıçraması
	5x5 Squat (%70-90 1TM)	
	+ 3 Aktif Sıçrama	15m Sprint
	+ 15m Sprint	
10 Dakika Statik Germe		

Araştırmanın veri analizi

Verilerin analizi için IBM SPSS Statistics 24.0 programı kullanılmıştır. Düşük örneklem boyutuna sahip çalışmalar ($n < 30$) için ön şartları yerine getirememesinden dolayı parametrik olmayan testlerin uygulanması önerilmektedir (Conover, 1999). Bu bağlamda, çalışmamızda farkların gruplara göre gösterdikleri değişimin belirlenmesi için Kruskal-Wallis H Testi, aradaki farkların belirlenmesi için ise Tamhane's T2 post-hoc test uygulanmıştır. Grupların kendi içerisindeki ön test ve son test değerlerini karşılaştırmak için Wilcoxon testi uygulanmıştır.

BULGULAR

Tablo 2. Katılımcıların Demografik Değerlerine İlişkin Bilgiler

Değişkenler	KAG	PAG	KG
	Ortalama \pm SS	Ortalama \pm SS	Ortalama \pm SS
Yaş (yıl)	16,00 \pm 0,53	16,00 \pm 0,53	16,00 \pm 0,53
Lisans (yıl)	7,00 \pm 1,77	6,25 \pm 1,66	6,13 \pm 1,15
Boy (cm)	179,13 \pm 5,81	175,88 \pm 5,02	176,63 \pm 4,74
Kilo (kg)	64,80 \pm 5,44	69,52 \pm 7,12	64,27 \pm 5,40
Yağ Oranı (%)	13,83 \pm 2,13	14,65 \pm 1,78	14,02 \pm 1,85
Kas Kütlesi (kg)	51,98 \pm 5,23	56,28 \pm 4,44	50,13 \pm 5,85
BKİ	20,30 \pm 1,79	22,50 \pm 2,52	20,60 \pm 1,50

BKİ: Beden Kitle İndeksi

Kontrast antrenman grubunun yaş değerlerinin 16,00 \pm 0,53, lisanslı olarak futbol oynadıkları yıl değerlerinin 7,00 \pm 1,77, boylarının 179,13 \pm 5,81, kilo değerlerinin 64,80 \pm 5,44, yağ oranı değerlerinin 13,83 \pm 2,13, kas kütlesi değerlerinin 51,98 \pm 5,23, BKİ değerlerinin 20,30 \pm 1,79 görülmüştür. Pliometrik antrenman grubunun yaş değerlerinin 16,00 \pm 0,53, lisanslı olarak futbol oynadıkları yıl değerlerinin 6,25 \pm 1,66, boylarının 175,88 \pm 5,02, kilo değerlerinin 69,52 \pm 7,12, yağ oranı değerlerinin 14,65 \pm 1,78, kas kütlesi değerlerinin 56,28 \pm 4,44, BKİ değerlerinin 22,50 \pm 2,52 olduğu görülmüştür. Kontrol grubunun yaş değerlerinin 16,00 \pm 0,53, lisanslı olarak futbol oynadıkları yıl değerlerinin 6,13 \pm 1,35, boylarının 176,63 \pm 4,74, kilo değerlerinin 64,27 \pm 5,40, yağ oranı değerlerinin 14,02 \pm 1,85, kas kütlesi değerlerinin 50,13 \pm 5,85, BKİ değerlerinin 20,60 \pm 1,5 olduğu görülmüştür.

Tablo 3'de KAG, PAG ve KG sürat testi ön test ve son test değerleri arasındaki farklar incelendiğinde her üç grubun ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). Gruplar arasındaki gelişim farklılıkları incelendiğinde 0-40 metre süresinde KAG ($p = 0,001$) ve PAG ($p = 0,014$) KG'ye göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek gelişim göstermiştir. Diğer yandan 0-50 metre süresinde ise KAG hem PAG hem de KG'ye göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde gelişim göstermiştir ($p < 0,001$). PAG ise yalnızca KG'ye göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde gelişim gösterdiği gözlemlenmiştir.

Tablo 3'de bulunan MSH ön test ve son test arasındaki değerler incelendiğinde KAG ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir farklılık göstermiştir ($p < 0,05$). PAG ve KG gruplarının ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir. Gruplar arasındaki gelişimsel farklar karşılaştırıldığında KAG hem PAG hem de KG'ye göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde gelişim göstermiştir ($p = 0,001$).

Tablo 3. Sürat ve Çeviklik Değerlerine İlişkin Sonuçların Karşılaştırılması

Grup	Değişkenler	Ön Test	Son Test	Fark (%)	Fark (%)	P
		Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	%95 GA	
KAG	0-40 m (sn)	5,74 ± 0,20	5,64 ± 0,20	1,72 ± 0,37	1,46 - 1,98	0,012 ^{*a}
	0-50 m (sn)	6,98 ± 0,25	6,84 ± 0,24	2,02 ± 0,38	1,76 - 2,28	0,011 ^{*ab}
	MSH (km/sa)	29,23 ± 1,38	30,28 ± 1,44	1,56 ± 2,82	-0,44 - 3,46	0,017 ^{*ab}
	AHSL (sn)	8,56 ± 0,24	8,45 ± 0,22	1,21 ± 0,45	0,90 - 1,52	0,012 [*]
	AHSĞ (sn)	8,49 ± 0,22	8,42 ± 0,20	0,83 ± 0,70	0,34 - 1,32	0,012 [*]
PAG	0-40 m (sn)	5,73 ± 0,20	5,65 ± 0,18	1,39 ± 0,50	1,04 - 1,74	0,011 ^{*a}
	0-50 m (sn)	6,95 ± 0,25	6,87 ± 0,23	1,22 ± 0,39	0,95 - 1,49	0,012 ^{*a}
	MSH (km/sa)	29,59 ± 1,28	29,60 ± 1,25	0,01 ± 1,33	-0,91 - 0,93	0,833
	AHSL (sn)	8,53 ± 0,22	8,42 ± 0,21	1,33 ± 0,78	0,79 - 1,87	0,012 [*]
	AHSĞ (sn)	8,43 ± 0,25	8,33 ± 0,24	1,14 ± 0,73	0,63 - 1,65	0,017 ^{*a}
KG	0-40 m (sn)	5,73 ± 0,18	5,71 ± 0,19	0,44 ± 0,62	0,01 - 0,87	0,09 [*]
	0-50 m (sn)	6,97 ± 0,22	6,95 ± 0,23	0,24 ± 0,44	-0,06 - 0,54	0,12 [*]
	MSH (km/sa)	29,10 ± 1,03	28,89 ± 0,98	-1,12 ± 2,35	-2,75 - 0,51	0,26
	AHSL (sn)	8,67 ± 0,16	8,62 ± 0,15	0,65 ± 0,37	0,39 - 0,91	0,01 [*]
	AHSĞ (sn)	8,57 ± 0,19	8,56 ± 0,16	0,20 ± 0,49	-0,14 - 0,54	0,21

*: Ön Test-Son Test arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ($p \leq 0,05$)., a: KG'ye göre anlamlı düzeyde gelişim göstermiştir ($p \leq 0,05$)., AHSL: Arrowhead Sola Dönüş, AHSĞ: Arrowhead Sağa Dönüş, b: PAG'na göre anlamlı gelişim göstermiştir ($p \leq 0,05$)., MSH: Maksimum Sprint Hızı

Tablo 3'de bulunan çeviklik testlerinin ön test ve son test değerleri arasındaki farklılıklar incelendiğinde her üç grup AHSL testinde anlamlı bir farklılık göstermiştir ($p < 0,05$). Diğer yandan AHSĞ testinde ise KAG ve PAG ön test ve son test değerleri arasındaki anlamlı bir farklılık ($p < 0,05$) gösterirken, KG ön test ve son test değerlerinde anlamlı farklılık gözlemlenmemiştir. Gruplar arasındaki gelişimsel farklar karşılaştırıldığında yalnızca PAG, AHSĞ testinde KG'ye göre anlamlı düzeyde gelişim göstermiştir ($p = 0,028$).

Tablo 4. Sıçrama ve EMKG Değerlerine İlişkin Sonuçların Karşılaştırılması

Grup	Değişkenler	Ön Test	Son Test	Fark (%)	Fark (%)	P
		Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	%95 GA	
KAG	SS (cm)	33,13 ± 5,16	36,80 ± 4,43	10,27 ± 3,24	8,02 - 12,52	0,012 ^{*a}
	AS (cm)	37,80 ± 4,04	41,78 ± 3,29	9,65 ± 3,22	7,42 - 11,88	0,012 ^{*a}
	EMKG RF (ms)	122,00 ± 10,18	114,83 ± 6,37	6,12 ± 3,55	3,66 - 8,58	0,027 [*]
	EMKG BF (ms)	94,00 ± 4,94	92,67 ± 5,72	1,62 ± 5,67	-2,31 - 5,55	0,344
PAG	SS (cm)	34,16 ± 3,17	37,23 ± 2,66	8,32 ± 3,77	5,71 - 10,93	0,012 [*]
	AS (cm)	38,46 ± 3,43	42,14 ± 2,71	8,85 ± 2,90	6,84 - 10,86	0,012 ^{*a}
	EMKG RF (ms)	116,67 ± 8,43	114,17 ± 10,89	2,68 ± 8,99	-3,55 - 8,91	0,528
	EMKG BF (ms)	91,83 ± 5,23	91,00 ± 10,51	1,98 ± 7,31	-3,09 - 7,05	1
KG	SS (cm)	32,18 ± 4,00	33,45 ± 4,08	3,74 ± 4,06	0,93 - 6,55	0,01 [*]
	AS (cm)	36,33 ± 3,90	37,41 ± 3,70	2,92 ± 3,60	0,43 - 5,41	0,01 [*]
	EMKG RF (ms)	121,57 ± 5,94	117,86 ± 7,36	3,30 ± 4,20	0,39 - 6,21	0,06 [*]
	EMKG BF (ms)	94,71 ± 5,28	98,29 ± 4,07	-3,45 ± 12,41	-12,05 - 5,15	0,2

*: Ön Test-Son Test arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ($p \leq 0,05$)., a: KG'ye göre anlamlı düzeyde gelişim göstermiştir ($p \leq 0,05$)., AS: Aktif Sıçrama, b: PAG'na göre anlamlı gelişim göstermiştir ($p \leq 0,05$)., EMKD RF: Elektromekanik Gecikme Rectus Femoris, EMKD BF: Elektromekanik Gecikme Biceps Femoris, SS: Skuat Sıçrama

Tablo 4'de bulunan sıçrama testlerinin KAG, PAG ve KG için ön test ve son testler arasındaki farklar incelendiğinde. Hem SS hem de AS testlerinde her üç grupta ön test ve son testler arasındaki değer anlamlı olduğu söylenebilir ($p \leq 0,05$). Gruplar arasındaki gelişimsel farklar karşılaştırıldığında, KAG, SS testinde KG'ye göre anlamlı düzeyde gelişim göstermiştir ($p = 0,006$). Aktif sıçrama testindeki gelişim farkları karşılaştırıldığında ise hem KAG ($p < 0,001$) hem de PAG ($p < 0,001$), KG'ye göre anlamlı düzeyde gelişim gösterdiği gözlemlenmiştir. Her iki denek grubunun sıçrama testleri sırasında birbirleriyle arasında anlamlı bir fark bulunmadığı gözlemlenmiştir.

Tablo 4’de bulunan elektromekanik gecikme ölçümlerinin grupların kendi içerisindeki ön test ve son testler arasındaki farklar incelendiğinde, RF kasındaki EMKG değerlerinin KAG ve KG için anlamlı düzeyde fark olduğu gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Diğer yandan BF kasındaki EMKG değerleri incelendiğinde her üç grup için ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir bulunmamıştır. Gruplar arasındaki gelişim farkları karşılaştırıldığında ise her üç grubunda arasında hem RF hem de BF kasındaki EMKG değerlerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Tablo 5. 30-15 AFT ve AHR Değerlerine İlişkin Sonuçların Karşılaştırılması

Grup	Değişkenler	Ön Test	Son Test	Fark (%)	Fark (%)	P
		Ortalama \pm SS	Ortalama \pm SS	Ortalama \pm SS	%95 GA	
KAG	30-15 AFT (km/sa)	19,38 \pm 0,64	20,00 \pm 0,60	3,12 \pm 1,75	1,91 - 4,33	0,015*
	AHR (km/sa)	13,09 \pm 1,25	13,61 \pm 1,44	0,39 \pm 6,46	-4,09 - 4,87	0,206 ^{ab}
PAG	30-15 AFT (km/sa)	19,56 \pm 1,12	20,13 \pm 1,13	2,76 \pm 2,98	0,70 - 4,82	0,034*
	AHR (km/sa)	13,28 \pm 1,25	12,81 \pm 1,21	-0,25 \pm 3,37	-2,59 - 2,09	0,024
KG	30-15 AFT (km/sa)	19,13 \pm 1,13	19,38 \pm 0,92	1,32 \pm 2,44	-0,37 - 3,01	0,16
	AHR (km/sa)	13,18 \pm 0,57	12,75 \pm 0,84	-1,21 \pm 7,64	-6,50 - 4,08	0,08

*: Ön Test-Son Test arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ($p\leq 0,05$)., 30-15 AFT: 30-15 Aralık Fitness Testi, a: KG’ye göre anlamlı düzeyde gelişim göstermiştir ($p\leq 0,05$)., AHR: Anaerobik Hız Rezervi, b: PAG’na göre anlamlı gelişim göstermiştir ($p\leq 0,05$).

Tablo 5’de bulunan 30-15 AFT testinin grupların kendi içerisindeki ön test ve son testleri arasındaki farkları incelendiğinde, KAG ve PAG ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunduğu gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Diğer yandan KG ise 30-15 AFT testinin ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir gelişim göstermemiştir. Gruplar arasındaki gelişimsel farklar karşılaştırıldığında ise her üç grup arasında 30-15 AFT testinde anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Tablo 5’de bulunan AHR değerleri incelendiğinde ise bütün grupların ön test ve son testleri arasında pozitif yönde anlamlı bir fark gözlemlenmemesine rağmen PAG ve KG ön test ve son testleri arasındaki farkların anlamlı olarak düşüş gösterdiği gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Gruplar arasındaki gelişimsel farklar incelendiğinde ise KAG, hem PAG hem de KG’ye göre AHR değerlerini anlamlı düzeyde geliştirmiştir ($p=0,016$).

TARTIŞMA

Çalışmamızın amacı sekiz hafta boyunca uygulanan kontrast antrenman ve pliometrik antrenman metodlarının biyomotor özellikler ve nöromusküler faktörlere etkilerinin incelenmesidir. Biyomotor özellikler ve nöromusküler faktörlerin belirlenmesi için 30-15 IFT, sürat, çeviklik, sıçrama ve elektromekanik gecikme parametreleri incelenmiştir. Aynı zamanda sekiz haftalık kuvvet ve güç antrenmanlarının futbolun iki uçlu yapısını yansıtan, oyuncuların lokomotor profillerinin ve maç performanslarının incelenmesine olanak sağlayacağı düşünülen anaerobik hız rezervine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda çalışmamızın ana bulguları incelendiğinde KAG ve PAG’nin 0-40m, 0-50m, AS değerlerinde KG’ye göre anlamlı farklar gözlemlenmiştir. Diğer yandan MSH, SS, AHR parametrelerinde yalnızca KAG, KG’ye kıyasla anlamlı farklar göstermiştir. Deney grupları arasındaki gelişim farkları incelendiğinde ise, KAG 0-50m, MSH ve AHR parametrelerinde PAG’ye kıyasla anlamlı farklar göstermiştir. Belirtilen parametrelerin aksine AHSL, EMKG RF, EMKG BF, 30-15 IFT değerlerinde deney grupları ve KG arasında anlamlı farklar bulunmamaktadır.

Araştırmadaki sürat değerleri incelendiğinde, her üç grubun 0-40m, 0-50m parametrelerinin ön test-son test sonuçları arasındaki farkların anlamlı olduğu görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılıklar incelendiğinde ise 0-40m parametresinde her iki deney grubunun kontrol grubuna göre anlamlı olduğu görülmektedir. Diğer yandan 0-50m parametresinde her iki deney grubu için KG’ye göre anlamlı bir fark gözlemlenmesine rağmen KAG, hem PAG hem KG’ye göre anlamlı olarak gelişim gösterdiği gözlemlenmiştir. Sürat sırasında ulaşılan yüksek hızlar, hızlı kasılan kas fibrillerinin artışı ve artan motor ünite katılımı gibi faktörlere bağlı olarak ortaya çıkan daha büyük kas gücü üretiminin bir sonucu olarak görülmektedir (Spinetti, 2018). Genç futbolcularla yapılan bir çalışmada, pliometrik, kontrast ve kontrol gruplarını içeren 8 hafta yürütülen bir çalışmanın sonunda, her iki deney grubunun da kontrol grubuna kıyasla 40 metre sprint değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu gözlemlenmiştir. Aynı çalışma içerisinde 0-40m sırasında kontrast antrenmanı uygulayan grubun daha yüksek gelişim yüzdelerine sahip olması çalışmamızla benzerlik göstermektedir (Hammami, 2019). Başka bir

çalışmada ise 8 hafta boyunca yüksek hızlarla yapılan skuat egzersizi, dirençli koşular ve pliometrik antrenman metotları kıyaslanmış ve 50 metre sürat testinde skuat ve pliometri gruplarının anlamlı olarak geliştiği gözlemlenmiştir (De Hoyo ve ark., 2016). Literatürde yer alan çalışmaların büyük çoğunluğunda, araştırmamıza benzer şekilde pliometrik ve kontrast kuvvet antrenmanları sonucunda sürat değerlerinde yalnızca futbol antrenmanına göre anlamlı gelişimler olduğu görülmektedir. Bu gelişimlerin kas-tendon sertliğinin artması, sinir iletim hızının artması, motor ünite katılımda artış gibi nöromusküler faktörlerin gelişimine bağlı olduğu düşünülmektedir (Aloui ve ark., 2021). Çalışmamız içerisinde 0-50m parametresinde KAG lehine anlamlı farklar bulunması ve 0-40m değerlerinde deney grupları arasında anlamlı bir fark gözlemlenmemesine rağmen KAG'nin $1,72 \pm 0,37$, PAG'nin ise $1,39 \pm 0,50$ gelişim gösterdiği gözlemlenmiştir. Sürat sırasında en yüksek hıza ulaşılan bölümlerde daha fazla dikey kuvvet üretimi ve daha hızlı zemin temas sürelerinin maksimal sürat yeteneğinde daha büyük gelişmelere sebep olabileceği açıklanmaktadır (Ramirez-Campillo ve ark., 2015). Bu sebeple maksimale yakın dikey yükler üzerine sıçrama egzersizleri kullanılan kontrast antrenman metodunun maksimal sürate daha büyük bir etkisi olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızın bulguları içerisinde yer alan MSH değerleri incelendiğinde yazarların düşüncesine uygun olarak KAG'nin, hem PAG hem de KG'ye göre anlamlı olarak gelişim gösterdiği görülmektedir.

Çalışmamızın bulguları ve belirtilen çalışmaların aksine, yapılan bazı çalışmalarda pliometrik ve kontrast antrenmanın kronik etkilerinin sürat değerleri üzerinde anlamlı etkileri olmadığı gözlemlenmiştir (Spinetti ve ark., 2018; Faude ve ark., 2013; Markovic ve ark., 2007). Bu durumun sebebinin çalışmaların uygulandığı dönem, antrenman programları ve egzersizlerin antrenmanın özgülüğü ilkesine bağlı olarak seçilmemesi olarak düşünülmektedir.

Sporcuların güç ve sürat performansları arasındaki ilişki incelendiğinde genel olarak daha güçlü olan sporcuların sürat performanslarında daha iyi bir performans gösterdikleri söylenebilmektedir (Comfort ve ark., 2014). Bu bağlamda çalışmamızda hem sürat hem de sıçrama parametrelerinde her iki deney grubunun KG'ye kıyasla daha yüksek oranda gelişimler göstermiş olması bu düşüncüyü doğrulamaktadır. Çalışmamıza benzer şekilde kontrast antrenman ve pliometrik antrenmanın birbiri ile kıyaslandığı çalışmalar incelendiğinde, 8 hafta sürdürülen kontrast, pliometrik ve geleneksel kuvvet antrenmanlarının aktif sıçramaya etkileri incelendiği bir çalışmada her 3 grup için de dikey sıçramada anlamlı gelişmeler kaydedildiği gözlemlenmiştir (Kobal ve ark., 2017). 10 hafta boyunca sürdürülen pliometrik ve sprint çalışmalarının birleştirildiği bir çalışmada, AS testinde kontrol grubuna göre anlamlı gelişmeler gözlemlenmiştir (Villarreal, 2015). Bir başka çalışmada ise 6 hafta sürdürülen pliometrik antrenmanın sonucunda pliometrik antrenman yapan grup SS testinde ($+7,55$) kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde gelişim göstermiştir (Buzdağlı ve ark., 2022). Çalışmamız içerisindeki her iki deney grubu arasındaki farklar incelendiğinde, her iki grubun ön test ve son testleri arasındaki farkların hem SS hem de AS parametrelerinde anlamlı olmadığı görülmektedir. Gelişimlerin yüzdelik farklarına göz önüne alındığında ise SS testinde KAG: $10,27 \pm 3,24$, PAG: $8,32 \pm 3,77$ AS testinde ise KAG: $9,65 \pm 3,22$, PAG: $8,85 \pm 2,90$ gelişim gösterdiği görülmektedir. Sekiz haftalık kontrast antrenmanın sonucunda gözlemlenen bu üstün artışlar, aktivasyon sonrası potansiyasyondan kaynaklanan fosforilasyona, kas pennat açısının küçülmesinden kaynaklanan kas fibrilinden tendona güç aktarımının kolaylaşmasına ve gerilme refleksinin uyarılmasına bağlı olduğu düşünülmektedir (Pagaduan, 2018; Tillin ve Bishop, 2009). Sıçrama ve sürat değerlerindeki göz önüne alındığında ise her iki deney grubunun nöromusküler faktörlerin adaptasyonuna olumlu yanıtlar verdiği düşünülmektedir.

Nöromusküler faktörlerin adaptasyonu göz önüne alınırken değerlendirilmesi gereken parametrelerden bir tanesi de EMKG kavramıdır. Elektromekanik gecikme, motor ünitenin aktivitesinin başlaması sonucunda gerçekleşen kas aktivasyonu ile hareket başlangıcını belirten ilk kuvvet üretimi arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır. Literatürde EMKG'nin atletik performans üzerindeki etkilerini inceleyen araştırmaların sayısı oldukça kısıtlıdır. Yapılan bir çalışmada, daha hızlı kuvvet üretme oranına sahip ve daha sert kas-tendon yapısına sahip sporcuların daha düşük EMKG sürelerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada ise kas-tendon sertliği ve sıçrama yüksekliği ile EMKG arasında korelasyon gözlemlenmiştir (Maixnerova ve ark., 2019). Başka bir çalışmada gerçekleştirilen sekiz haftalık pliometrik antrenmanın sonucunda EMKG değerlerinin anlamlı düzeyde azaldığı gözlemlenmiştir (Wu ve ark., 2010). Sekiz haftalık pliometrik antrenman ve direnç antrenman programlarının uygulandığı başka bir çalışmada ise EMKG değerlerinde anlamlı bir değişiklik gözlemlenmemiştir (McKinlay ve ark., 2018). Literatür taramasında kontrast antrenman metodunun EMKG değerleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışma ile karşılaşılmamıştır. Yapılan çalışmalar

incelendiğinde nöromüsküler faktörlerin adaptasyonuna bağlı olarak EMKG değerlerinde azalmalar beklenmektedir. Çalışmamızın bulgularında KAG ve KG, EMKG RF değerlerinde ön test-son test ölçümleri arasında anlamlı bir fark gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, EMKG BF değerlerinde bütün grupların ön test-son test değerlerinde anlamlı farklar gözlemlenmemiştir. Grupların yüzdesel gelişimleri göz önüne önüne alındığında değerlerin birbirine yakın olduğu ve farklı kas gruplarında farklı gelişimlerin gözlemlendiği görülmektedir. Buna rağmen rectus femoris kasında KAG adına gözlemlenen $6,12 \pm 3,55$ değerindeki gelişim maksimale yakın dikey yönde kuvvet çalışmaları içeren kontrast antrenman metodunun sıçrama özelliğinde ana kas grubu olan quadriceps kasları üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Gruplar arasındaki anlamsız artışlar gelişmelerin futbol antrenmanlarının etkisine bağlı olarak gerçekleştiğini düşünülmektedir.

Pliometrik ve kontrast antrenmanların çeviklik üzerindeki etkileri incelendiğinde, 8 haftalık kompleks, kontrast ve geleneksel antrenman metodlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada deney gruplarının çeviklik yeteneğinde anlamlı bir gözlenmemiştir (Kobal, 2017). Brito ve ark., tarafından yapılan çalışmada ise kolej seviyesindeki erkek futbolcuların dahil olduğu 9 hafta boyunca kompleks, pliometrik ve geleneksel kuvvet antrenmanları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma sonucunda deney gruplarının tamamının çeviklik yeteneğinde anlamlı bir fark bulunmamıştır (Brito ve ark., 2014). Yapılan bir meta analiz çalışmasında, kompleks ve kontrast antrenmanların yön değiştirme yeteneği üzerindeki etkilerinin çok küçük olduğu belirtilmiştir (Cormier ve ark., 2020). Bu çalışmaların aksine, başka bir çalışmada 12 haftalık bir kontrast antrenman programının sonucunda balsam çeviklik testinde kontrast antrenman grubu istatistiksel olarak anlamlı düzeyde gelişmiştir (Garcia-Pinillos ve ark., 2014). Pliometrik antrenmanın nöromüsküler ve performans adaptasyonlarının incelendiği bir meta analizde çalışmada çeviklik performansının pliometrik antrenmanların sonucunda $+1,5-10,2$ aralığında değiştiğini belirtmiştir (Markovic ve Mikulic, 2010). Çalışmamızın bulguları içerisinde deney gruplarının her iki taraftaki çeviklik testlerinin ön test-son test arasındaki farkların anlamlı olduğu görülmektedir. Ancak her iki deney grubundan yalnızca PAG, AHSĞ parametresinde KG'ye göre anlamlı bir gelişim göstermiştir. Çalışmamızdaki çeviklik yeteneğindeki tutarsız farklılıklar, literatürdeki çalışmaları desteklemektedir. Bu durumun sebebinin, çalışmamızda deney gruplarının antrenman programlarının daha çok dikey yönlerde egzersizleri ve doğrusal düzlemde sürat çalışmalarını içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Futbol, yüksek şiddetli aktiviteler ile düşük şiddetli aktivitelerin aralıklı olarak birbirini takip etmesi nedeniyle nöromüsküler faktörler ile metabolik faktörlerin karmaşık bir şekilde kullanılmasını gerektirmektedir. Bu sebeple kuvvet ve güç antrenmanlarının futbolun aralıklı yapısına nasıl etki edeceğinin belirlenmesi oldukça önemli görünmektedir. Oyuncuların aerobik kapasitelerini oluşturan maksimal oksijen tüketimini, aerobik ve anaerobik enerji sistemlerinin kullanımını ölçmek için pek çok alan testi bulunmaktadır. Yo-Yo Aralıklı Toparlanma Testi (Yo-Yo ATT) ve 30-15 IFT aralıklı sporları uygulayan sporcular için oldukça uygun görünmektedir. Yapılan bir çalışmada 7 haftalık kontrast antrenman programının sonucunda Yo-Yo ATT'de gelişmeler gözlenirse de bu gelişmeler kontrol grubuna göre anlamlı olarak farklı değildir. Bu durum çalışmalar içerisinde devam eden futbol antrenmanının etkileri olarak değerlendirilmiştir (Faude, 2013). Başka bir çalışmada ise 12 haftalık kuvvet ve güç antrenmanlarının kombinasyonundan oluşan bir programın sonucunda Yo-Yo ATT testinde anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir (Wong ve ark., 2010). Ramirez-Campillo ve ark., tarafından gerçekleştirilen çalışmada 6 hafta süren hafta 2 kez yapılan pliometrik antrenmanın sonucunda dayanıklılık performansının ölçüldüğü Yo-Yo ATT testinde anlamlı düzeyde performans artışı gözlemlenmiştir (Ramirez-Campillo ve ark., 2015). Çalışmamızın bulguları göz önüne alındığında ise, KAG ve PAG ön test-son test sonuçlarında anlamlı gelişimler göstermişlerdir ancak grupların arasındaki farklar karşılaştırıldığında deney grupları ile KG arasında anlamlı farklar bulunmamıştır. Yine de yüzdesel gelişimler göz önüne alındığında KAG ($3,12 \pm 1,75$) ve PAG ($2,76 \pm 2,98$), KG'ye ($1,32 \pm 2,44$) oranla anlamlı olmasa da daha fazla gelişim gösterdiği söylenebilmektedir. Kuvvet ve güç geliştirmeye yönelik antrenmanların sonucunda ortaya çıkan gelişmelerin koşu ekonomisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Dayanıklılık sporcularının katıldığı bir çalışmada 12 hafta boyunca kuvvet, patlayıcı ve pliometrik çalışmaları içeren antrenman programının koşu ekonomisi, maksimal oksijen tüketimi ve koşu mekaniği üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonunda kuvvet antrenman programını uygulayan grubun koşu ekonomisinde ve yer temas süresi, adım sıklığı, adım frekansı gibi koşu mekaniğini etkileyen parametreler üzerinde anlamlı gelişimler gösterdiği gözlemlendi (Giovanelli ve ark., 2017). Yapılan bir doktora tez çalışmasında, koşu ekonomisinin gelişiminde direnç

antrenmanları ve pliometrik antrenmanların koşu ekonomisinin gelişimi için önemli olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada yazar, koşu ekonomisinin performans için önemli bir gösterge olduğunu belirtmiştir (Kızılet, 2011). Literatürdeki çalışmamıza benzer şekilde kuvvet ve güç antrenmanlarının sonunda dayanıklılık performansında görülen düşük orandaki gelişmelerin koşu ekonomisi ve koşu mekaniğini etkileyen nöromusküler faktörlerin gelişimine bağlı olduğu düşünülmektedir.

Futbolun iki uçlu yapısını incelerken hem nöromusküler hem de metabolik faktörlerden etkilenen AHR futbol performansını belirlemek için önemli bir kavram olabilir. Anaerobik hız rezervi, tekrarlanan sprintler sırasındaki yorgunluk indeksi ile önemli ölçüde korelasyon göstermektedir. Tekrarlanan sprintlerin futbolcuların yüksek şiddetli koşular ve kat edilen mesafe gibi pek futbol performansını etkileyen faktörlerle ilişkili olduğu açıklanmıştır (Rampinini, 2007). Aynı zamanda benzer aerobik kapasitelere sahip sporcularda yüksek AHR'ye sahip olanların daha iyi bir yarışma performans göstereceği düşünülmektedir (Sandford, 2019b). Mevcut literatür incelendiğinde kuvvet ve AHR ilişkisinin incelendiğini çalışma gözlemlenmemiştir. Anaerobik hız rezervinin tekrarlı sprintler ile ilişkili olduğu göz önüne alındığında ise, Aloui ve ark., pliometri ve çeviklik çalışmalarını içeren antrenman programının sonunda tekrarlı sprint sürelerine olumlu etkiler gözlemlenmiştir (Aloui ve ark., 2021). Yapılan başka bir çalışmada ise, 10 hafta boyunca patlayıcı kuvvet antrenmanı programını uygulayan bir grubun maksimal sürat değerlerinde gelişmeler gözlemlense dahi tekrarlı sprint parametreleri üzerinde etkisi olmadığı gözlemlenmiştir (Buchheit ve ark., 2010). Başka bir çalışmada tekrarlı sprint yeteneği ile alt ekstremitte nöromusküler aktivasyonda önemli ölçüde ilişki olduğu belirtilmiştir (Brocherie ve ark., 2014). Baldi ve ark., ise sıçrama testleri kullanılarak ölçüden nöromusküler faktörlerin tekrarlı sprint yeteneğiyle önemli ölçüde ilişkili olduğunu gözlemlenmiştir (Baldi ve ark., 2017). Çalışmamızın bulguları incelendiğinde, KAG'nin hem PAG hem de KG'ye göre anlamlı düzeyde artmış olduğu görülmektedir. KAG sonucunda ortaya çıkan nöromusküler adaptasyonlar göz önüne alındığında nöromusküler faktörlerin gelişimini AHR üzerinde olumlu etkileri olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte nöromusküler faktörler üzerinde etkili olması beklenen pliometrik antrenmanların sonucunda PAG, AHR değerlerini $-0,25 \pm 3,37\%$ oranında düşürdüğü görülmektedir. Bu sebeple AHR'yi geliştirmek için önemli olan nöromusküler özelliklerin ne olduğunun incelenmesi gerekmektedir. Çalışmamızda KAG grubunun MSH'de her iki gruba göre anlamlı gelişimler gösterdiği görülmektedir. Yapılan çalışmalarda MSH ve tekrarlı sprint hızında büyük ölçüde ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bu bağlamda, çalışmamızın bulgularında kontrast antrenman programı sonrasında anlamlı düzeyde gelişen MSH sürelerinin tekrarlı sprint, AHR gibi futbol performansını belirleyen faktörler üzerinde oldukça önemli olduğu düşünülmektedir.

SONUÇ

Çalışmamız ve mevcut çalışmalar incelendiğinde, kontrast antrenman ve pliometrik antrenman metodlarının nöromusküler faktörler üzerinde önemli etkilere sahip olduğu söylenmektedir. Her iki antrenman metodu çeşitli güç ve dayanıklılık özelliklerini geliştirmektedir. Bununla birlikte kullanılan antrenman metodunun egzersizlerinin antrenmanın özgüllük ilkesine uygun olarak tasarlanması önerilmektedir. Daha fazla dikey yönde egzersizler içeren çalışmalar dikey sıçrama ve maksimale yakın hızlarda fayda sağlayacaktır ancak çeviklik gibi özellikleri geliştirmek için yanal yönlerde egzersizlerin kullanılması gerekmektedir. Direnç ve pliometrik egzersizlerin bir arada kullanıldığı antrenman programlarının nöromusküler özelliklerde daha fazla gelişim sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte kuvvet antrenmanları sonucunda gelişen koşu ekonomisi, yer temas süresinin azalması ve koşu mekaniğindeki gelişmelerin sonucunda dayanıklılık özelliklerinin gelişebileceği söylenebilir. Sonuç olarak, biyomotor özellikler ve nöromusküler faktörlerin gelişmesi için haftada 2 gün 8 hafta boyunca uygulanan kontrast antrenman metodunun futbol performansı için önemli gelişmeler gösterdiği görülmüştür. Uygulayıcılara güç geliştirme dönemlerinde futbol antrenmanlarına ek olarak düşük hacimlerle kontrast antrenman metodunu uygulamaları önerilmektedir.

ÖNERİLER

Sonraki araştırmalarda;

- Kuvvet ve güç antrenmanları ile anaerobik hız rezervi arasındaki ilişkiler incelenebilir.
- Kuvvet ve güç antrenmanlarının sonucunda oluşacak nöromusküler gelişimin tekrarlı sprint yeteneği ve anaerobik hız rezervi üzerindeki etkileri aynı anda incelenebilir

- Çok yönlü ve tek yönlü egzersizleri içeren kontrast ve pliometrik antrenmanların çeviklik üzerindeki etkileri karşılaştırılabilir.
- Kontrast antrenman metodunun koşu mekaniği ve koşu ekonomisine etkileri incelenebilir.

Etik Onay İzin Bilgileri

Etik Kurul Komitesi: Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Protokol Numarası: 09.2021.1281

KAYNAKÇA

- Aloui, G., Hermassi, S., Hayes, L. D., Sanal Hayes, N. E., Bouhaf, E. G., Chelly, M. S. et al. (2021). Effects of plyometric and short sprint with change-of-direction training in male U17 soccer players. *Applied Sciences*, 11(11), 4767.
- Baldi, M., Da Silva, J. F., Buzzachera, C. F., Castagna, C. & Guglielmo, L. G. (2017). Repeated sprint ability in soccer players: associations with physiological and neuromuscular factors. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, 57(1-2), 26-32.
- Blondel, N., Berthoin, S., Billat, V. & Lensel, G. (2001). Relationship between run times to exhaustion at 90, 100, 120, and 140% of vV O₂max and velocity expressed relatively to critical velocity and maximal velocity. *International Journal of Sports Medicine*, 22(01), 27-33.
- Brito, J., Vasconcellos, F., Oliveira, J., Krustup, P. & Rebelo, A. (2014). Short-term performance effects of three different low-volume strength-training programmes in college male soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 40, 121.
- Brocherie, F., Millet, G. P. & Girard, O. (2015). Neuro-mechanical and metabolic adjustments to the repeated anaerobic sprint test in professional football players. *European Journal of Applied Physiology*, 115, 891-903.
- Brzycki, M. (1993). Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education*, 64(1), 88-90.
- Buchheit, M. & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313-338.
- Buchheit, M. & Ufland, P. (2011). Effect of endurance training on performance and muscle reoxygenation rate during repeated-sprint running. *European Journal of Applied Physiology*, 111, 293-301.
- Buchheit, M., Dikmen, U. & Vassallo, C. (2021). The 30-15 Intermittent Fitness Test—Two decades of learnings. *Sport Performance and Science Reports*, 1(148), 1-13.
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Delhomel, G., Brughelli, M. & Ahmaidi, S. (2010). Improving repeated sprint ability in young elite soccer players: repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2715-2722.
- Bush, M., Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B. & Bradley, P. S. (2015). Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Human movement science*, 39, 1-11.
- Buzdağlı, Y., Eyipınar, C. D., Kalm, A., Şıktar, E. & Savaş, A. (2022). Pliometrik antrenmanın hız, çeviklik ve sıçrama performansı üzerine etkisi. *Research in Sport Education and Sciences*, 24 (4), 106-112.
- Comfort, P., Stewart, A., Bloom, L. & Clarkson, B. (2014). Relationships between strength, sprint, and jump performance in well-trained youth soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 173-177.
- Conover, W. J. (1999). *Practical nonparametric statistics* (Vol. 350). ISBN: 978-0-471-16068-7. John Wiley and Sons.
- Cormier, P., Freitas, T. T., Rubio-Arias, J. Á. & Alcaraz, P. E. (2020). Complex and contrast training: does strength and power training sequence affect performance-based adaptations in team sports? A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(5), 1461-1479.
- De Hoyos, M., Gonzalo-Skok, O., Sañudo, B., Carrascal, C., Plaza-Armas, J. R., Camacho-Candil, F. et al. (2016). Comparative effects of in-season full-back squat, resisted sprint training, and plyometric training on explosive performance in U-19 elite soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 368-377.

- Djaoui, L., Chamari, K., Owen, A. L. & Dellal, A. (2017). Maximal sprinting speed of elite soccer players during training and matches. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(6), 1509-1517.
- Dolci, F., Hart, N. H., Kilding, A. E., Chivers, P., Piggott, B. & Spiteri, T. (2020). Physical and energetic demand of soccer: a brief review. *Strength and Conditioning Journal*, 42(3), 70-77.
- Faude, O., Koch, T. & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Sciences*, 30(7), 625-631.
- Faude, O., Roth, R., Di Giovine, D., Zahner, L. & Donath, L. (2013). Combined strength and power training in high-level amateur football during the competitive season: a randomised-controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, 31(13), 1460-1467.
- García-Pinillos, F., Martínez-Amat, A., Hita-Contreras, F., Martínez-López, E. J. & Latorre-Román, P. A. (2014). Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2452-2460.
- Hammami, M., Gaamouri, N., Shephard, R. J. ve Chelly, M. S. (2019). Effects of contrast strength vs. plyometric training on lower-limb explosive performance, ability to change direction and neuromuscular adaptation in soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(8), 2094-2103.
- Kobal, R., Loturco, I., Barroso, R., Gil, S., Cuniyochi, R., Ugrinowitsch, C. & Tricoli, V. (2017). Effects of different combinations of strength, power, and plyometric training on the physical performance of elite young soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(6), 1468-1476.
- Maixnerová, E., Svoboda, Z., Gonosová, Z., Zaatar, A., Hůlka, K. & Lehnert, M. (2019). The reliability of electromechanical delay during squat jump. *Journal of Physical Education and Sport*, 19(1), 527-530.
- Markovic, G., Jukic, I., Milanovic, D. & Metikos, D. (2007). Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 543-549.
- Mazıcıoğlu, M. M. (2011). Büyüme gelişme izleminde kullanılan antropometrik ölçüm yöntemleri: Büyüme takibinin metodolojisi. *Türkiye Aile Hekimliği Dergisi*, 15(3), 101-108.
- McKinlay, B. J., Wallace, P., Dotan, R., Long, D., Tokuno, C., Gabriel, D. A. & Falk, B. (2018). Effects of plyometric and resistance training on muscle strength, explosiveness, and neuromuscular function in young adolescent soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(11), 3039-3050.
- Mendez-Villanueva, A., Hamer, P. & Bishop, D. (2008). Fatigue in repeated-sprint exercise is related to muscle power factors and reduced neuromuscular activity. *European Journal of Applied Physiology*, 103, 411-419.
- Ortiz, J. G., Teixeira, A. S., Mohr, P. A., Salvador, P. C. D. N., Cetolin, T., Guglielmo, L. G. A. & De Lucas, R. D. (2018). The anaerobic speed reserve of high-level soccer players: a comparison based on the running speed profile among and within playing positions. *Human Movement Special Issues*, 2018(5), 65-72.
- Pagaduan, J., Schoenfeld, B. J. & Pojskic, H. (2019). Systematic review and meta-analysis on the effect of contrast training on vertical jump performance. *Strength and Conditioning Journal*, 41(3), 63-78.
- Ramírez-Campillo, R., Gallardo, F., Henriquez-Olguín, C., Meylan, C. M., Martínez, C., Álvarez, C. & Izquierdo, M. (2015). Effect of vertical, horizontal, and combined plyometric training on explosive, balance, and endurance performance of young soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7), 1784-1795.
- Sáez de Villarreal, E., Suarez-Arrones, L., Requena, B., Haff, G. G. & Ferrete, C. (2015). Effects of Plyometric and Sprint Training on Physical and Technical Skill Performance in Adolescent Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7), 1894–1903.
- Sandford, G. N., Allen, S. V., Kilding, A. E., Ross, A. & Laursen, P. B. (2019a). Anaerobic speed reserve: a key component of elite male 800-m running. *International journal of Sports Physiology and Performance*, 14(4), 501-508.
- Sandford, G. N., Kilding, A. E., Ross, A. & Laursen, P. B. (2019b). Maximal sprint speed and the anaerobic speed reserve domain: the untapped tools that differentiate the world's best male 800 m runners. *Sports Medicine*, 49, 843-852.
- Sandford, G. N., Laursen, P. B. & Buchheit, M. (2021). Anaerobic speed/power reserve and sport performance: scientific basis, current applications and future directions. *Sports Medicine*, 51(10), 2017-2028.

- Selmi, M. A., Al-Haddabi, B., Yahmed, M. H. & Sassi, R. H. (2020). Does maturity status affect the relationship between anaerobic speed reserve and multiple sprint sets performance in young soccer players?. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(12), 3600-3606.
- Silva, A. F., Alvrdu, S., Akyildiz, Z. & Clemente, F. M. (2022). Relationships of final velocity at 30-15 intermittent fitness test and anaerobic speed reserve with body composition, sprinting, change-of-direction and vertical jumping performances: a cross-sectional study in youth soccer players. *Biology*, 11(2), 197.
- Spinetti, J., Figueiredo, T., Willardson, J., Bastos de Oliveira, V., Assis, M., Fernandes de Oliveira, L. & Simão, R. (2018). Comparison between traditional strength training and complex contrast training on soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(1), 42-49.
- Stegeman, D. & Hermens, H. (2007). Standards for surface electromyography: The European project Surface EMG for non-invasive assessment of muscles (SENIAM). *Enschede: Roessingh Research and Development*, 10, 8-12.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C. & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine*, 35, 501-536.
- Tillin, N. A. & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39, 147-166.
- Turner, A. N. & Stewart, P. F. (2014). Strength and conditioning for soccer players. *Strength and Conditioning Journal*, 36(4), 1-13
- Wu, Y. K., Lien, Y. H., Lin, K. H., Shih, T. F., Wang, T. G. & Wang, H. K. (2010). Relationships between three potentiation effects of plyometric training and performance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(1), e80-e86.

KAYNAK GÖSTERİMİ

Uzunhasan, M.B., Kızılet, A., Atış Tekeli, E.S. & Kızılet, T. (2024). Genç Erkek Futbolcularda 8 Haftalık Kontrast ve Pliometrik Antrenman Yöntemlerinin Biyomotor Özellikler ve Nöromüsküler Faktörlere Etkisi. *Uluslararası Spor, Egzersiz ve Antrenman Bilimi Dergisi - USEABD*, 10(2), 84-97. DOI: 10.18826/useabd.1320635



The Impact of Differential Learning and Functional Strength Training on Biomechanical Performance Parameters in Tennis Athletes*

Ozan ÖZDEMİR¹, Asiye Filiz ÇAMLIGÜNEY², Niyazi Güven ERDİL³

Abstract

Aim: The study aimed to investigate the effects of tennis athletes engaging in differential learning and functional strength training, alongside their routine tennis training, for 8 weeks on performance parameters in tennis, including serve speed, serve accuracy, serve depth, racquet path, and racquet speed, by interpreting it from a biomechanical perspective.

Methods: A total of 45 tennis athletes from the Turkish Interuniversity Tennis League were divided into three separate groups: the differential learning group (age: 20.7 ± 1.4 years; height: 171.4 ± 6.4 cm), the functional strength training group (age: 20.3 ± 0.9 years; height: 169.6 ± 4.3 cm), and the control group (age: 20.1 ± 1.3 years; height: 169.2 ± 4.5 cm). The functional strength training group engaged in modified biceps push-ups, modified triceps push-ups, and shoulder raise exercises, whilst the differential learning group participated in tennis serve modeling using soft materials, racquet throwing, and serving practice involving various distances and styles, alongside their functional training regimen. Before and after these training programs, which were conducted twice a week before routine tennis training for a duration of 8 weeks, biomechanical assessments and serve measurements were taken.

Results: There was a significant improvement favoring the differential learning group in the racquet side path, racquet behind head velocity, racquet side head velocity, total racquet head velocity, racquet behind path, total racquet path compared to the functional strength training group and the control group ($p < 0.05$).

Conclusion: When combined with functional strength training, differential learning seems to enhance the biomechanical parameters among tennis athletes compared to those who only undergo functional strength training.

Keywords

Differential Learning,
Functional Strength Training,
Tennis,
Biomechanics.

Article Info

Received: 26.01.2024

Accepted: 07.05.2024

Online Published: 15.06.2024

DOI:10.18826/useeabd.1414267

Tenis Sporunda Uygulanan Farklılıkla Öğrenme ve Fonksiyonel Kuvvet Antrenmanlarının Biyomekaniksel Perspektif Açısından Performans Parametreleri Üzerine Etkisi

Özet

Amaç: Tenis sporcularının 8 hafta süresince rutin tenis antrenmanlarına ek olarak farklılıkla öğrenme ve fonksiyonel kuvvet antrenmanı yapmalarının teniste performans parametrelerinden servis hızı, servis isabeti, servis derinliği, raket yolu ve raket hızına etkisini biyomekanik perspektiften araştırmak amaçlanmaktadır.

Yöntem: Çalışmaya Türkiye Üniversitelerarası Tenis Ligi oyuncusu olan 45 tenis sporcusu farklılıkla öğrenme antrenman grubu (yaş: $20,69 \pm 1,44$ yıl; boy: $171,35 \pm 6,39$ cm), fonksiyonel kuvvet antrenman grubu (yaş: $20,31 \pm 0,91$ yıl; boy: $169,62 \pm 4,30$ cm) ve kontrol grubu (yaş: $20,08 \pm 1,26$ yıl; boy: $169,16 \pm 4,47$ cm) olarak katılmıştır. Fonksiyonel kuvvet antrenman grubu modifiye biceps şnavı, modifiye triceps şnavı ve shoulder rise egzersizlerini yapmıştır. Farklılıkla öğrenme antrenman grubuna fonksiyonel kuvvet antrenmanlarına ek olarak yumuşak materyal ile tenis servisi modellemesi, raket fırlatma ve farklı mesafelerden servis çalışması uygulanmıştır. 8 hafta boyunca rutin tenis antrenmanları öncesinde haftada 2 kez uygulanmış olan bu antrenman programlarının öncesi ve sonrasında sporculara biyomekanik ve servis ölçümleri yapılmıştır.

Bulgular: Farklılıkla öğrenme antrenman grubu, kontrol grubu ve fonksiyonel kuvvet antrenman grubunun arkadan raket yolu, yandan raket yolu, toplam raket yolu, arkadan raket kafası hızı, yandan raket kafası hızı, toplam raket kafası hızı gelişim farkı yüzdesi değerleri arasında farklılıkla öğrenme grubunun lehine pozitif olarak istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$).

Sonuç: Farklılıkla öğrenme antrenmanları fonksiyonel kuvvet antrenmanları ile uygulandığında sadece fonksiyonel kuvvet antrenmanı uygulayan gruba göre tenis sporcularının biyomekanik parametrelerinde daha fazla gelişim sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler

Farklılıkla Öğrenme,
Fonksiyonel Kuvvet
Antrenmanları,
Tennis,
Biyomekanik.

Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi: 26.01.2024

Kabul Tarihi: 07.05.2024

Online Yayın Tarihi: 15.06.2024

DOI:10.18826/useeabd.1414267

¹ **Corresponsible Author:** Istanbul Rumeli University Faculty of Sports Science, ozanboun@hotmail.com

² Marmara University, Faculty of Sports Science, filizcamliguney@marmara.edu.tr

³ Marmara Üniversitesi, guven.erdil@marmara.edu.tr

* Produced from the first author's doctoral thesis.

INTRODUCTION

Tennis is characterized as a complex sport requiring many performance parameters that necessitate consistent and high-level demonstration during competition. In tennis, mastering sport-specific technical skills is crucial, with physical performance factors also playing a significant role in achieving peak performance (Fernandez-Fernandez et al., 2014). Tennis involves various types of strokes, including volley, ground stroke, spike, and serve, which are utilized at different times and frequencies throughout the competition (Kermen, 2002). Of these parameters, the tennis serve, which is the first hit at the beginning of the point, is of particular importance.

When analyzing tennis service parameters, speed, depth, and accuracy emerge as the three most crucial factors. The speed of the serve poses challenges for the opposing player, while the depth aims to maximize the distance for their response. Additionally, accuracy refers to the server's ability to precisely hit the designated area required to initiate the point. Research has shown that the average serve speed of adult male tennis athletes, who train an average of 13.1 ± 3.8 hours per week, is 189.9 ± 15.3 km/h. (Hayes et al., 2021). Meffert et al. also reported that the first serve hit rate averaged at 64 ± 7 for both male and female players across 28,843 distinct points, derived from 124 matches during the 2016 Wimbledon tournament, as per IBM data (Meffert et al., 2018). However, all of data comes from professional level players and they do not focus on recreational level such as university tennis players. In addition, the development of strength, power, coordination, and balance components is considered pivotal for achieving an effective tennis serve. For instance, it was reported that the torque produced during elbow extension significantly affected serve speeds, as evidenced by force measurements of the upper extremity (Cohen et al., 1994). Therefore, training programs aimed at improving the upper extremity are likely to enhance service parameters. Indeed, Behringer and colleagues showed that an 8-week plyometric exercise program improved serve speed (Behringer et al., 2013). In this growing body of literature, studies on static and dynamic stretching have also shown that dynamic exercises are more effective in enhancing tennis serve speed and accuracy values compared to static exercises (Gelen et al., 2012). However, attempting to develop a shot that demands such versatile skills using traditional methods, which focus on each component separately, incurs increased costs in terms of both time and energy and differential learning training is essential at this point.

Differential learning (DL) approaches are a model that aims to take learning beyond the usual model, with the specific goal of enhancing multifaceted development rapidly by surpassing familiar patterns in training. This phenomenon is also characterized as the learning of motor skills that lead to more enduring performance and quicker responses to various situations, as well as to be subconsciously ready for changing environmental conditions and to adapt at the earliest time (Erdil, 2016). DL similarly emphasizes improvement by encompassing the entire movement rather than advancing specific elements incrementally within a branch. When developing complex movements such as a tennis serve, DL doesn't divide it into smaller parts. Instead, it identifies focal points and facilitates development by integrating the tennis serve with other movements. In the tennis serve, the racket's downward movement after contacting the ball facilitates landing it in the designated service area. In DL, the racket is positioned upward, serving the ball over the service line rather than the end line, to direct it downward with the wrist's extension. In this way, tennis player must angle the racket head more downward to serve accurately to ensure that the flow of movement required for the tennis serve remains uninterrupted, allowing for efficient execution of the planned focus on the "*racquet head dropping*" technique. In particular, training methods such as serving from an elevated platform, rather than from the standard height, offer greater efficacy for players encountering difficulties in clearing the net. Moreover, this approach enables uninterrupted practice of the tennis serve flow (Hernandez-Davo et al., 2014). However, there is a gap in literature to research the effects of DL on biomechanical parameters of tennis serve. The studies merely focus on the biomechanical parameter such as racket path or head speed. In addition, sample evidence suggests that DL provides longer-term development compared to classical training. While both classical training and DL resulted in similar improvements, subsequent post-test results revealed that classical training returned to initial levels shortly thereafter, whereas DL maintained its performance levels close to those achieved at the end of the intervention (Hegen et al., 2016). Most likely, this is attributed to the enhanced activation of the brain and learning processes by DL, resulting in longer-lasting effects. Güven Erdil characterizes this as the learning of motor skills that offers various performance benefits, including achieving sustained performance, reacting rapidly to situations, maintaining subconscious readiness for changing environmental conditions, and adapting promptly

(Erdil, 2016). There is also no enough study on serve parameters of recreational tennis players which trains by DL.

Functional Strength Training (FST) aims to develop strength through dynamic movement patterns, highlighting full-body engagement rather than isolated muscle groups. Furthermore, FST is known to enhance proficiency in specific functional movements within targeted domains rather than focusing solely on maximal strength gains. In support of this, while movement-specific plyometric studies reported an increase in tennis serve speed, traditional resistance exercises did not yield significant improvements (Behringer et al., 2013). Moreover, the specificity of training programs designed to the particular sport branch is a crucial factor that greatly enhances development efficiency by focusing on targeted movements. For instance, serve speed was reported to improve following tennis-specific strength and power training in semi-professional tennis players (Williams, 2020). When studies are not specifically considered for tennis, the achieved efficiency was reported to be notably low. However, following a training intervention utilizing elastic bands and light weights, tennis players experienced a 6% increase in maximum speed values and a 7.9% increase in average speed values (Treiber et al., 1998). In the study, even the control groups showed small increases, ranging from 1.8% to 2.3%. However, these gains remain relatively low when compared to the development needs of modern players. Therefore, considering the demand for athletes to achieve high efficiency in a short period, DL and FST appear to be preferred interventions over traditional training models, as they can offer efficiency across multiple components. Subsequently, this study aimed to determine the rapid development of high-level athletes' performance in tennis after DL and FST interventions.

The DL approach, which represents a deliberate and radical shift in movement patterns, offers the chance to engage in multidisciplinary work, conserving time and energy by concurrently developing numerous motor skills. Differential learning methods aim to save time and energy by expediting the individual's learning and acquisition process, particularly in multi-component skills such as the tennis serve, through a focus on 'efficient' learning tailored to each specific goal. Tennis, characterized by its demanding skill requirements and prolonged specialization process, necessitates innovative learning methodologies. Numerous distinct learning approaches are being developed for specific sports disciplines. The number of variations to which this method can be applied is almost unlimited. This study aimed to examine the impact of DL combined with FST on performance parameters in tennis athletes.

METHOD

Model of the research

The study's design comprised experimental research with three distinct groups that included a control group, a pre-test group, and a post-test group (Karasar, 2007).

Study group of the research

The study's sample size was calculated using the G Power 3.1.9.4 analysis software, with an assumed effect size of $d = 0.8$ and an alpha error level of 0.05, indicating that 28 participants were required. Therefore, a total of 45 participants were recruited, with 15 participants assigned to each group. Given the non-parametric distribution exhibited by the participants, analysis utilizing the Wilcoxon-Mann-Whitney test from the t-test family was conducted. The participant group involved 45 licensed athletes who voluntarily participated in the Interuniversity Tennis League, organized by the Turkish Universities Federation. The participants were divided into groups using a table of random numbers. Each participant was assigned a number ranging from 1 to 45, and subsequently, individuals were allocated to their respective groups based on the generated random numbers. The first group was designated as the "learning with difference" group, the second group as the "functional strength" group, and the third group as the control group. Following the group assignments, 15 athletes were allocated to each group, and the training programs were planned accordingly.

Participants were provided with comprehensive information about the study and informed of their right to withdraw at any time in accordance with the Helsinki protocol. The participants were divided into three separate groups: the DL group (age: 20.69 ± 1.44 years, height: 171.35 ± 6.39 cm, body weight: 63.56 ± 10.86 kg, BMI: 21.64 ± 2.68 kg/m²), the FST group (age: 20.31 ± 0.91 years, height: 169.62 ± 4.30 cm, body weight: 66.10 ± 4.54 kg, BMI: 22.98 ± 1.46 kg/m²), and the control

group (age: 20.08 ± 1.26 years, height: 169.16 ± 4.47 cm, body weight: 63.81 ± 3.28 kg, BMI: 22.30 ± 0.56 kg/m²).

Data collection tools of the research

In our study, both pre- and post-tests were administered, and the training programs were fully conducted in person under the guidance of a trainer. Pretest measurements were conducted in November 2022, while the final measurements were taken in January 2023 after the completion of the 8-week training regimen. All measurements were conducted on the tennis courts under room temperature conditions, between 9:00 and 11:00 in the morning. Participants were adequately rested and had been provided with nourishment prior to the measurements.

Standard dynamic tennis warm-up protocols were applied in before measurements. The warm-up program consisted of 5-8 minutes of general mobility and dynamic exercises, followed by approximately 5 minutes of shoulder exercises. Subsequently, tennis-specific exercises, including a tennis serve warm-up, were incorporated, as outlined in Fernandez-Fernandez's (2014) protocol.

The following measurements were taken in the study.

Height and Weight Measurements: Height measurements were conducted using a stadiometer (Secca 213) with a sensitivity range of ± 0.1 mm, administered by the same researcher. Measurements were taken in the early morning hours, with participants barefoot and wearing minimal clothing to ensure accuracy.

Biomechanical Measurements: Racquet head speed measurements, Racquet head path measurements. Two separate videos were recorded of the participants during their serve: one from behind and another from the right. Images extracted from these videos were then uploaded to Kinovea 0.9.5 Video Analysis Program. In the video analysis program, the distance covered by the racket was computed along two distinct axes. The distance calculated along two separate axes provided the actual distance covered in the 3-dimensional plane, as determined the Pythagorean relation. The calculated distance and calculated time provided the Racket distance and speed in accordance with the laws of Newtonian motion (Serway et al., 2018). Given that all participants were right-dominant players, the service was recorded from the right side to ensure that the body did not obstruct the view of the racket's path during the serve.

Tennis Service Performance Measurements: Serve accuracy measurements, serve depth measurements, and service speed measurements.

To assess the participants' serve speed, the initial measuring officer was stationed with a radar positioned diagonally behind the participant's right side, aligning with the direction of the tennis ball's movement. The radar's trigger was activated from the moment the participant's racket made contact with the ball and was held down for an adequate duration. The numerical value displayed on the electronic screen was verbally announced and recorded by the observer. A total of 24 service speed measurements were conducted for each participant.

To ascertain whether the participant's serve reached the designated area, a second measuring officer was positioned on the left side of the court, adjacent to the serving side and aligned parallel to the service line. Throughout each service, the observer monitored whether the serve successfully landed within the designated areas. Specifically, the observer noted whether the serve hit the intended target or the appropriate area. Services failing to hit these designated zones were marked as "Aut." A total of 24 serve accuracy measurements were conducted for each participant.

To evaluate whether the participant's serves hit the power field, a third measuring officer was placed on the left side of the court, on the serving side, and next to the end line of the tennis court. During each serve, the observer monitored whether the ball landed within the power zone. For serves that successfully reached the power area, the term 'Double' was announced loudly. A total of 24 serve depth measurements were recorded for each participant.

Following the pre-test measurements, an 8-week training program began, incorporating standard dynamic tennis warm-up protocols. These protocols consisted of 5-8 minutes of general mobility and dynamic exercises, followed by approximately 5 minutes of shoulder exercises. Subsequently, tennis-specific exercises, including a tennis serve warm-up, were integrated into the

training regimen (Fernandez-Fernandez 2014). After the completion of the 8-week training periods, post-tests were administered in an identical manner to the pre-tests. Before conducting the post-test measurements, the same warm-up protocol was applied, and identical measurements were conducted for all study groups.

Data analysis of the research

The collected data were analyzed using the SPSS (Statistical Package for Social Sciences), Windows version 22.0 program. Descriptive statistics including counts, minimum and maximum values, means, and standard deviations were calculated. Normality tests were conducted using Q-Q plot analyses, histograms, and Shapiro-Wilk values. Outlier values were retained in the dataset, and non-parametric tests were utilized for datasets that did not exhibit a normal distribution. For intra-group pre- and post-test comparisons, paired t-test was applied for normally distributed values, and the Wilcoxon sequential signs test was used for non-normally distributed values. In normally distributed groups, one-way ANOVA analysis was conducted to assess the significance levels of the first and last test data across the groups. Post-hoc analysis using Games-Howell method was employed for intergroup analysis. For groups that did not exhibit normal distribution, Kruskal-Wallis analysis was applied, followed by pairwise post-hoc analysis.

For comparisons between groups, the development difference percentages were calculated using the following formula:

% Development Difference = [Last value - Initial value] / Initial value x 100 was applied (Silva, 2019).

Subsequently, one-way ANOVA analysis was conducted for the percent development difference groups showing normal distribution. Games-Howell post-hoc analysis was used for intergroup analysis in normally distributed datasets. For groups that did not display normal distribution, Kruskal-Wallis analysis was applied, followed by pairwise post-hoc analysis.

FINDINGS

The findings obtained as a result of the research are presented in the following tables.

Table 1. Demographic characteristics of differential learning and functional strength groups

Age and Height		n	Min	Max	Mean	SD
Differential learning	Height (cm)	15	150	188	171.35	6.39
	Age (y)	15	19	23	20.69	1.44
Functional strength training	Height (cm)	15	157	177	169.62	4.30
	Age (y)	15	18	22	20.31	0.96
Control	Height (cm)	15	167	174	169.16	4.47
	Age (y)	15	18	22	20.08	1.26

SD: Standard deviation

Various descriptive results are detailed in the table (Table 1).

Table 2. Pre- and post-test results of biomechanical parameters of the differential learning group

Biomechanical parameters		n	Min	Max	Mean	SD	p
Distance	Pre-racquet behind path (m)	15	18.36	34.30	27.96	4.37	.009
	Post-racquet behind path (m)	15	21.45	35.42	29.72	4.22	
	Pre-racquet side path (m)	15	8.55	16.26	13.05	1.97	<.001
	Post-racquet side path (m)	15	9.58	20.18	15.34	2.65	
	Pre-total racquet path (m)	15	28.12	39.75	30.95	4.07	<.001
	Post-total racquet path (m)	15	30.42	41.98	33.56	4.10	
Velocity	Pre-racquet behind head velocity (m/s)	15	41.66	52.67	46.68	7.42	<.001
	Post-racquet behind head velocity (m/s)	15	42.12	55.76	49.25	8.06	
	Pre-racquet side head velocity (m/s)	15	19.12	24.56	20.38	3.84	<.001
	Post-racquet side head velocity (m/s)	15	18.12	25.67	23.31	3.84	
	Pre-total racquet head velocity (km/h)	15	172.56	199.56	183.65	27.96	<.001
	Post-total racquet head velocity (km/h)	15	178.56	221.87	196.41	29.89	

$p < 0.05$; Independent Samples *t* Test, SD: Standard deviation

There was a significant difference between pre- and post-test in biomechanical parameters of the DL group (Table 2) ($p < 0.05$).

Table 3. Pre- and post-test results of biomechanical parameters of the functional strength training group

	Biomechanical parameters	n	Min	Max	Mean	SD	p
Distance	Pre-racquet behind path (m)	15	23.45	32.16	28.34	2.12	.946
	Post-racquet behind path (m)	15	24.12	35.23	27.61	4.22	
	Pre-racquet side path (m)	15	11.22	17.05	15.65	2.66	<.001
	Post-racquet side path (m)	15	12.24	19.23	15.18	2.47	
	Pre-total racquet path (m)	15	27.12	35.75	32.49	1.74	<.001
	Post-total racquet path (m)	15	30.42	37.98	31.69	3.40	
Velocity	Pre-racquet behind head velocity (m/s)	15	47.46	58.64	51.12	4.09	<.001
	Post-racquet behind head velocity (m/s)	15	44.02	56.79	50.75	4.17	
	Pre-racquet side head velocity (m/s)	15	19.08	27.53	22.75	3.58	<.001
	Post-racquet side head velocity (m/s)	15	16.15	24.63	22.54	2.10	
	Pre-total racquet head velocity (km/h)	15	162.53	212.46	201.70	16.19	<.001
	Post-total racquet head velocity (km/h)	15	179.56	231.27	200.19	12.94	

$p < 0.05$; Independent Samples *t* Test, SD: Standard deviation

No significant difference was noted in biomechanical parameters in the FST group (Table 3) ($p > 0.05$).

Table 4. Pre- and post-test results of biomechanical parameters of the control group

	Biomechanical parameters	n	Min	Max	Mean	SD	p
Distance	Pre-racquet behind path (m)	15	23.74	38.86	30.34	4.26	.623
	Post-racquet behind path (m)	15	21.15	40.12	30.57	4.37	
	Pre-racquet side path (m)	15	11.63	18.07	14.44	1.62	.337
	Post-racquet side path (m)	15	10.69	18.12	14.26	1.63	
	Pre-total racquet path (m)	15	28.49	41.95	33.70	3.76	.746
	Post-total racquet path (m)	15	26.37	43.12	33.84	3.82	
Velocity	Pre-racquet behind head velocity (m/s)	15	40.15	65.21	49.57	6.56	.907
	Post-racquet behind head velocity (m/s)	15	38.72	63.16	49.63	6.51	
	Pre-racquet side head velocity (m/s)	15	19.72	29.34	22.77	3.26	.889
	Post-racquet side head velocity (m/s)	15	18.12	25.67	23.82	3.56	
	Pre-total racquet head velocity (km/h)	15	172.56	199.56	196.77	23.27	.343
	Post-total racquet head velocity (km/h)	15	156.72	246.75	198.63	23.16	

$p < 0.05$; Independent Samples *t* Test, SD: Standard deviation

No significant difference was noted in biomechanical parameters in the Control group (Table 4) ($p > 0.05$).

Table 5. Pre- and post-test results of service parameters of the differential learning group

	Serve parameters	n	Min	Max	Mean	SD	p
	Pre-target area hit	15	0	13	5.08	3.38	.288
	Post-target area hit	15	2	13	6.08	3.33	
	Pre-other area hit	15	0	5	2.54	1.51	.337
	Post-other area hit	15	1	5	2.54	1.51	
	Pre-total hit	15	0	13	7.92	3.45	.654
	Post-total hit	15	3	14	8.08	3.28	
	Pre-out	15	7	20	16.08	4.09	.885
	Post-out	15	24	21	15.92	3.28	
	Pre-average velocity (m/s)	15	42.12	109	89.02	14.92	.858
	Post-average velocity (m/s)	15	51.78	130	90.09	23.52	
	Pre-accurate serve average velocity (m/s)	15	72.54	155	78.54	29.54	.299
	Post-accurate serve average velocity (m/s)	15	68.32	122	87.60	23.52	
	Pre-Out Serve Average Velocity (m/s)	15	67.88	123.7	90.08	21.62	.804
	Post-Out Serve Average Velocity (m/s)	15	46.67	120.5	91.52	24.12	

$p < 0.05$; Independent Samples *t* Test, SD: Standard deviation

Significant improvements in service parameters were observed in the DL group (Table 5) ($p < 0.05$).

Table 6. Pre- and post-test results of service parameters of the functional strength training group

Serve parameters	n	Min	Max	Mean	SD	p
Pre-target area hit	15	1	6	4.62	2.36	.877
Post-target area hit	15	2	7	4.69	1.80	
Pre-other area hit	15	3	8	3.85	1.46	.240
Post-other area hit	15	4	11	3.46	1.76	
Pre-total hit	15	4	7	8.46	1.56	.527
Post-total hit	15	7	12	8.15	1.63	
Pre-out	15	8	15	15.54	1.56	.527
Post-out	15	9	12	15.85	1.63	
Pre-average velocity (m/s)	15	42.54	109.22	99.34	19.99	.152
Post-average velocity (m/s)	15	51.12	130.43	98.40	19.45	
Pre-accurate serve average velocity (m/s)	15	72.45	155.68	102.41	23.82	.990
Post-accurate serve average velocity (m/s)	15	68.63	122.25	102.39	22.03	
Pre-out serve average velocity (m/s)	15	39.50	99.12	88.55	3.19	.395
Post-out serve average velocity (m/s)	15	46.12	102.54	88.04	3.06	

$p < 0.05$; Independent Samples *t* Test, SD: Standard deviation

No significant changes in service parameters were noted in the FST (Table 6) ($p > 0.05$).

Table 7. Pre- and post-test results of service parameters of the control group

Serve parameters	n	Min	Max	Mean	SD	p
Pre-target area hit	15	0	13	5.62	3.71	.717
Post-target area hit	15	1	14	5.85	3.34	
Pre-other area hit	15	0	5	2.15	1.68	.247
Post-other area hit	15	0	5	2.92	1.71	
Pre-total hit	15	2	13	7.77	4.15	.144
Post-total hit	15	5	14	8.77	2.55	
Pre-out	15	9	19	16.23	4.5	.146
Post-out	15	10	19	15.31	2.59	
Pre-average velocity (m/s)	15	59.07	126.91	92.64	17.53	.408
Post-average velocity (m/s)	15	60.9	124.67	92.09	16.39	
Pre-accurate serve average velocity (m/s)	15	52	125.4	91.93	19.45	.764
Post-accurate serve average velocity (m/s)	15	53.56	125.78	91.73	18.85	
Pre-out serve average velocity (m/s)	15	65.33	129.30	93.26	18.79	.528
Post-out serve average velocity (m/s)	15	74.10	130.56	92.95	19.70	

$p < 0.05$; Independent Samples *t* Test, SD: Standard deviation

No significant changes in service parameters were noted in the Control group (Table 7) ($p > 0.05$).

Table 8. Developmental differences between groups with parametric distribution

Biomechanical Parameters		CG	FST	DL
Control	Racquet side path (m)	Mean Difference	—	16.7
		p-value	—	<.001
	Racquet behind head velocity (m/s)	Mean Difference	—	5.31
		p-value	—	0.004
	Racquet side head velocity (m/s)	Mean Difference	—	10.9
		p-value	—	0.039
Total racquet head velocity (km/h)	Mean Difference	—	6.00	
	p-value	—	<.001	
Functional strength training	Racquet side path (m)	Mean Difference	—	2.83
		p-value	—	0.606
	Racquet behind head velocity (m/s)	Mean Difference	—	0.878
		p-value	—	0.818
	Racquet side head velocity (m/s)	Mean Difference	—	3.39
		p-value	—	0.847
Total racquet head velocity (km/h)	Mean Difference	—	1.59	
	p-value	—	0.490	
Differential learning	Racquet side path (m)	Mean Difference	—	—
		p-value	—	—
	Racquet behind head velocity (m/s)	Mean Difference	—	—
		p-value	—	—
	Racquet side head velocity (m/s)	Mean Difference	—	—
		p-value	—	—
Total racquet head velocity (km/h)	Mean Difference	—	—	
	p-value	—	—	

*One-way ANOVA, Games-Howell Post-hoc analysis

There was a significant improvement favoring the differential learning group in the Racquet side path, Racquet behind head velocity, Racquet side head velocity (m/s), and Total racquet head velocity compared to the functional strength training group and the control group (Table 8). ($p < 0.05$).

Table 9. Developmental differences between groups with non-parametric distribution

Biomechanical Parameters		CG	FST	DL
Control	Racquet behind path (m)	w	—	-3.082
		p-value	—	-3.445
	Total racquet path (m)	w	—	-4.678
		p-value	—	0.003
Functional strength training	Racquet behind path (m)	w	—	-0.544
		p-value	—	0.922
	Total racquet path (m)	w	—	0.761
		p-value	—	0.853
Differential learning	Racquet behind path (m)	w	—	—
		p-value	—	—
	Total racquet path (m)	w	—	—
		p-value	—	—

* Kruskal-Wallis, Pairwise Post-hoc analysis

There was a significant improvement favoring the differential learning group in the Racquet behind path and Total racquet path compared to the functional strength training group and the control group (Table 9).

DISCUSSION

There are many different DL trainings to improve skills in sports. DL has more positive effects on the hitting quality of football players than classical approaches (Oftadeh et al., 2022). For example, It is known that practicing techniques during a game, such as hitting the football with one arm raised or attempting to maintain a position with one eye closed, can have positive effects on athletes' adaptability (Erdil, 2016). Especially DL and training in diverse pressure environments are known to improve the adaptation abilities of athletes. A crucial aspect of this training lies in focusing on footwork as the primary starting point. Instead of depending solely on conventional footwork techniques, tennis players can elevate their footwork by incorporating methods like jump-sprint-step laddering, resulting in significant enhancements in performance (Benko et al., 2007).

Tennis is a sport which play in diverse pressure environments and it demands a good footwork from players. Within these instructional models, various verbal communication techniques are employed to help athletes practice specific movement patterns. For instance, rather than instructing to 'move your racket downwards and then upwards,' coaches might say, 'try reversing your racket motion from 9 o'clock to 3 o'clock.' Similarly, instead of simply saying 'bend your waist backward,' coaches might encourage athletes with, 'imagine you're lifting a prize and assume that posture,' making the movement easier to visualize and practice (Meier et al., 2020). In a study focused on speed enhancement, the differential learning group engaged in exercises like serving from positions 1 meter inside or 1 meter outside the service line, resulting in a higher increase in service speed compared to the classical study group (Hernandez-Davo et al., 2014). Our study aligns with prior research examining tennis serves from various positions and racket throws. Also the study contains DL trainings that have visual and verbal trainings and these kind of trainings improve the results of players and the results are similar with previous studies in literature.

Considering that DL involves a wide array of training methodologies, it is important to design the training to be both suitable and effective. For instance, in a study examining the transferability of gains from one foot to the other bilaterally among football players, DL techniques were applied to the non-dominant feet. However, no significant difference was observed in pre- and post-training values for the dominant foot (Şener, 2018). Similarly, our study revealed that there was no significant difference in the service accuracy values of the players before and after the DL training. DL is also recognized to impact participants' attention spans. Choosing the right DL training method to improve skills is very important. Indeed, a previous research has identified significant differences between pre-test and post-test data on attention spans following the application of DL to the participants (Topsakal, 2019), supporting our findings showing the application of service modeling training with soft material and DL

group resulted in positive improvements in service parameters. Also, in a study conducted on handball athletes, significant improvements were noted in participants' agility, t-test, and obstacle test scores following DL (Çakıt et al., 2022). Given that the tennis serve demands both dynamic and static balance, our study evaluated the positive effects of DL on serve parameters. Tennis serve also needs high level of agility and DL trainings are effect it positively.

Tennis serve is a kinetic chain movement that requires technique and coordination as well as involves the whole body (Williams, 2020). The FST is important for high coordination level and The FST applied in our study also provided improvements in the hitting performances of the athletes because many muscle groups come into play during the tennis serve. According to previous research, there is a significant relationship between isokinetic trunk rotation and functional medicine ball exercises (Ellenbecker et al., 2004). The fact that the biceps and triceps muscles work in an agonist-antagonist relationship during the serving flow underscores the high coordination demands on these muscle groups. Our study contains biceps and triceps push-up tainings and they improve the functional strength. In another study, concentric and eccentric exercises were administered to training groups, and their outcomes were compared with those of a control group. Notably, both training groups exhibited an approximately 11% enhancement in serve speed performance. Furthermore, improvements were observed in measurements taken at 60 and 180 degrees inside and outside the shoulder (Mont et al., 1994). In our study, we also found a significant differences in deltoid muscle strength measurements between the FST group and other groups ($p < 0.05$) and the deltoid strength is highly related to the power of tennis serve. Another study has indicated that deceleration holds equal importance to acceleration in muscle movement, showing the crucial role of eccentric force development in athlete training (Kovacs et al., 2008). In our study, we observed a statistically significant difference between the right biceps, left biceps, right triceps, left triceps, right deltoid, and left deltoid values in the FST group, highlighting an improvement following the FST program ($p < 0.05$). In addition, a significant relationship was also noted between DL and FST groups in right deltoid strength, consistent with earlier research findings. The results show that FST training is useful to improve tennis serve performances because of the effect of them on the upper-extremity muscle groups.

A study applying a protocol resembling ours investigated the alterations in serve speeds and serve accuracy. In this study, one group engaged in plyometric training twice a week for 8 weeks, while another group performed machine-based resistance exercises. After the training intervention, a higher percentage of serve speed improvement was found in the serve speeds of the group doing tennis-specific plyometric training compared to the group doing machine-based resistance training, while no difference was evident in the serve accuracy values between the groups (Behringer et al., 2013). In a study, it was found that roughly 65% of the power generated in the service originates from the shoulder, with approximately 40% attributed to internal rotation of the shoulder joint (Elliott, 2006). In our study, we observed improvements in both right and left deltoid strength values following FST. In another study by Hayes and colleagues, they compared service speeds with various measurements taken on a power platform. They reported a significant relationship between serve speed values and peak power values, counter-movement jump values, as well as internal and external shoulder rotation measurements (Hayes et al., 2021). These findings corroborate our results, demonstrating an enhancement in serve speed while observing no alteration in serve accuracy because applying FST is much more effective from the machine-based resistance training is tennis because of the real-time effect of it.

In a study, serves were performed under conditions of both eyes open and closed. The average racket speed was measured at 32.93 ± 5.67 m/s with eyes open and 28.06 ± 4.74 m/s with eyes closed. Furthermore, it was observed that the total distance covered by the racket decreased when participants performed serves with closed eyes (Giblin et al., 2017). In our study, following the learning training with a similar approach, a serve speed of 54.56 ± 8.30 m/s and an improvement percentage of 7.01% were achieved. Additionally, the average racket path increased by 2.61 meters compared to baseline measurements. In another study involving professional tennis athletes, the movement speeds of various body parts during the tennis serve were analyzed, revealing a hand speed of 47 mph (equivalent to 75.64 km/h) (Kibler, 1995). It's worth noting that in our study, we measured the speed of the racket rather than directly measuring the speed of the hand. Moreover, we calculated the average speed value throughout the entire movement. Therefore, any observed differences in speed measurements may stem from these methodological distinctions.

In another study, the lower and upper extremity strengths and serve speeds in tennis athletes were measured before and after the competition, and it was reported that the participants' internal shoulder rotation forces and average serve speeds constantly decreased (Martin et al., 2016). In our study, it is highly probable that conducting serve and strength measurements outside of a competitive environment prevented athlete burnout, consequently resulting in the absence of a consistent decrease in the specified values during the test measurements.

Furthermore, field-based studies using biomechanical analysis have reported that making small fluctuating movements in the movement planes of the hand holding the racket during the serve could reduce the speed and accuracy of the serve (Antúnez et al., 2012). In the present study, we used *the Kinovea Video Analysis Program* known for its affordability, portability, and user-friendly interface (Adnan et al., 2018). This software is both reliable and valid, offering a practical solution that can be readily utilized by coaches and recreational clubs, in contrast to more costly movement analysis systems (Delgado-García et al., 2022). After our interventions, the fluctuation of the serve reduces and gets better the serve performance. It enhances the results of some essential parameters of tennis serve; depth and speed.

CONCLUSION

Based on the data obtained in the present study, it appears that differential learning have a significant impact on the biomechanical parameters of the participants when administered alongside functional strength training.

SUGGESTIONS

Further studies are warranted to expand upon the current findings, particularly by including larger groups of participants and extending the duration of the training period. Additionally, exploring the application of these findings across different sports branches would contribute to a more comprehensive understanding.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare that there are no conflicts of interest.

ACKNOWLEDGEMENT

My little monkeys, IDA and ERA...

Ethical Approval Permission Information

Ethics Committee: Clinical Research Ethics Committee of Marmara University, Faculty of Medicine
Division / Protocol No: May 31, 2022/ 09.2022.835

REFERENCES

- Adnan, N. M. N., Ab Patar, M. N. A., Lee, H., Yamamoto, S. I., Jong-Young, L., & Mahmud, J. (2018). Biomechanical analysis using Kinovea for sports application. *In IOP conference series: Materials science and engineering*, 342(1), 012096.
- Antúnez, R. M., Hernández, F. J. M., García, J. P. F., Vaíllo, R. R., & Arroyo, J. S. D. (2012). Relationship between motor variability, accuracy, and ball speed in the tennis serve. *Journal of Human Kinetics*, 33- 45.
- Behringer, M., Neuerburg, S., Matthews, M., & Mester, J. (2013). Effects of two different resistance-training programs on mean tennis-serve velocity in adolescents. *Pediatric Exercise Science*, 25(3), 370-384.
- Benko, U., & Lindinger, S. (2007). Differential coordination and speed training for tennis footwork. *Coaching and Sport Science Review*, 41, 10-11.
- Cohen, D. B., Mont, M. A., Campbell, K. R., Vogelstein, B. N., & Loewy, J. W. (1994). Upper extremity physical factors affecting tennis serve velocity. *The American Journal of Sports Medicine*, 22(6), 746-750.

- Çakıt, İ., Çamlıgüney, A.F., & Erdil, G. (2022). The Impact of Differential Learning Model on Motor Skills and Handball-Specific Coordination Performance in 11-13-Year-Old Beginners in Handball. *International Journal of Sport Exercise and Training Sciences*, 8(4), 152-160.
- Delgado-García, G., Coll, J. S., Infantes, S. C., Malagón, E. J. R., Colio, B. B., & Fernández, F. T. G. (2022). Validation of wearables for technical analysis of tennis players. *International Journal of Racket Sports Science*, 4(2), 56-60.
- Ellenbecker, T. S., & Roetert, E. P. (2004). Strength in Elite Tennis Players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 195(9131/04), 1959.
- Elliott, B. (2006). Biomechanics and tennis. *British Journal of Sports Medicine*, 40(5), 392-396.
- Erdil, G. (2016). Farklılıkla öğrenme motor becerilerin öğrenimine farklı bir bakış. *Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 1(1), 39-48.
- Fernandez-Fernandez, J., Ulbricht, A., & Ferrauti, A. (2014). Fitness testing of tennis players: How valuable is it? *British Journal of Sports Medicine*, 48(Suppl 1), 22-31.
- Gelen, E., Dede, M., Bingul, B. M., Bulgan, C., & Aydın, M. (2012). Acute effects of static stretching, dynamic exercises, and high volume upper extremity plyometric activity on tennis serve performance. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(4), 600.
- Giblin, G., Whiteside, D., & Reid, M. (2017). Now you see, now you don't... the influence of visual occlusion on racket and ball kinematics in the tennis serve. *Sports Biomechanics*, 16(1), 23-33.
- Hayes, M. J., Spits, D. R., Watts, D. G., & Kelly, V. G. (2021). Relationship between tennis serve velocity and select performance measures. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(1), 190-197.
- Hegen, P., Rizzi, N., & Schöllhorn, W. I. (2016). Comparison of the differential learning approach in the form of games and traditional tennis training. *In Book of Abstract of 21st Annual Congress of the European College of Sport Science. Wien (Vol. 459)*.
- Karasar, N. (2007). Bilimsel araştırma yöntemi: kavramlar, ilkeler, teknikler (2). Nobel yayın dağıtım.
- Kermen, O. (2002). Tenis: teknik ve taktikleri (1). Nobel yayın dağıtım.
- Kibler, W. B. (1995). Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. *Clinics in Sports Medicine*, 14(1), 79-85.
- Kovacs, M. S., Roetert, E. P., & Ellenbecker, T. S. (2008). Efficient deceleration: The forgotten factor in tennis-specific training. *Strength & Conditioning Journal*, 30(6), 58-69.
- Martin, C., Bideau, B., Delamarche, P., & Kulpa, R. (2016). Influence of a prolonged tennis match play on serve biomechanics. *PloS One*, 11(8), e0159979.
- Meffert, D., O'Shannessy, C., Born, P., Grambow, R., & Vogt, T. (2018). Tennis serve performances at break points: Approaching practice patterns for coaching. *European Journal of Sport Science*, 18(8), 1151-1157.
- Meier, C., Frank, C., Gröben, B., & Schack, T. (2020). Verbal instructions and motor learning: How analogy and explicit instructions influence the development of mental representations and tennis serve performance. *Frontiers in Psychology*, 11, 2.
- Mont, M. A., Cohen, D. B., Campbell, K. R., Gravare, K., & Mathur, S. K. (1994) Isokinetic concentric versus eccentric training of shoulder rotators with functional evaluation of performance enhancement in elite tennis players. *The American Journal of Sports Medicine*, 22(4), 513-517.
- Oftadeh, S., Bahram, A., Yaali, R., Ghadiri, F., & Schöllhorn, W. I. (2022). External Focus or Differential Learning: Is There an Additive Effect on Learning a Futsal Goal Kick? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 317.
- Sawczyn, M. (2020). Effects of a periodized functional strength training program (FST) on Functional Movement Screen (FMS) in physical education students. *Physical Education of Students*, 24(3), 162-167.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Physics for scientists and engineers*. Cengage learning.
- Şener, M. (2018) 13-15 yaş genç amatör futbolcularda farklılıkla öğrenme metodunun bilateral gelişime etkisinin incelenmesi. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.

- Treiber, F. A., Lott, J., Duncan, J., Slavens, G., & Davis, H. (1998). Effects of Theraband and lightweight dumbbell training on shoulder rotation torque and serve performance in college tennis players. *The American Journal of Sports Medicine*, 26(4), 510-515.
- Williams, J. A. (2020). Effect of specific strength and power training on serving velocity in tennis players. *Journal of Australian Strength & Conditioning*, 28(5), 80-92.

CITING

Özdemir, O., Çamlıgüney, A.F. & Erbil, N.G. (2024). The Impact of Differential Learning and Functional Strength Training on Biomechanical Performance Parameters in Tennis Athletes. *International Journal of Sport Exercise and Training Sciences - IJSETS*, 10(2), 98-109. DOI: 10.18826/useeabd.1414267.



Futboculara Uygulanan 30 Metre Hız ve Kompleks Antrenmanlarının Yüksek Şiddetli ve Sprint Koşu Profillerine Etkisi*

Emrah AKÇA¹ , Erdil DURUKAN² , Gökhan AYDIN³ 

Özet

Amaç: Bu çalışmanın amacı, profesyonel futbolcular üzerinde gerçekleştirilen ve 10 haftalık bir süreç boyunca uygulanan 30 metrelik hız ve kompleks antrenmanların, yüksek şiddetli koşu ve sprint aktivite profiline olan etkisini incelemektir.

Yöntem: Balıkesir spor takımında futbol oynayan 20 A takım futbolcusu, basit rastgele örnekleme yöntemiyle seçilerek araştırmaya katılmıştır. Katılımcılar, deney ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Deney grubundaki sporculara, takımlarının futbol antrenmanlarının dışında haftada bir gün ek olarak 30 metrelik hız ve kompleks antrenman uygulanmıştır. Deney ve kontrol grubuna 1. hafta ön ölçüm, 5. hafta ara ölçüm ve 10. hafta son ölçüm olmak üzere toplam üç ölçüm alınmıştır. Veriler, GPS temelli Polar Team Pro cihazı kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen veriler repeated measures ANOVA testi kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmada anlamlılık değeri 0,05 olarak belirlenmiştir.

Bulgular: 30 metre hız ve kompleks antrenman uygulanan deney grubu; yüksek tempolu koşu aktivite profilinde kontrol grubuna göre anlamlı farklılık gösterirken ($p<0.05$), sprint koşu aktivite profilinde kontrol grubuna göre anlamlı farklılık göstermemiştir ($p>0.05$). Yüksek tempolu koşu aktivite profilinde deney grubu ile kontrol grubu arasındaki fark incelendiğinde; deney grubunun ortalamaları 1., 2. ve 3. ölçümde giderek artarken, kontrol grubunda artış göstermemiştir.

Sonuç: Sonuç olarak futbolcular üzerinde yapılan çalışmada 30 metre hız ve kompleks antrenmanın yüksek şiddetli koşular üzerinde deney ve kontrol grubu arasında fark oluştururken, sprint koşu üzerinde herhangi bir fark oluşturmamıştır.

Anahtar Kelimeler

Hız,
Futbol,
Antrenman,
Kompleks antrenman.

Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi: 28.03.2024

Kabul Tarihi: 13.06.2024

Online Yayın Tarihi: 15.06.2024

DOI: 10.18826/useeabd.1460720

The Effect of 30 Meter Speed and Complex Trainings Applied to Football Players on High Intensity and Sprint Running Profiles

Abstract

Aim: This study aims to examine the effects of 30-meter speed and complex training, conducted over a 10-week period, on the high-intensity running and sprint activity profiles of professional football players.

Methods: Twenty first-team football players from the Balıkesir sports team were selected using simple random sampling to participate in the research. Participants were divided into experimental and control groups. The experimental group received an additional 30-meter speed and complex training once a week, alongside their regular football training. Three measurements were taken for both groups: a pre-test in the 1st week, an intermediate test in the 5th week, and a post-test in the 10th week. Data were collected using GPS-based Polar Team Pro devices and analyzed with repeated measures ANOVA. The significance level was set at 0.05.

Results: The experimental group, which underwent the 30-meter speed and complex training, showed a significant difference in high-intensity running activity profiles compared to the control group ($p<0.05$). However, no significant difference was observed in the sprint running activity profiles between the two groups ($p>0.05$). In the high-intensity running activity profile, the experimental group's averages increased progressively across the 1st, 2nd, and 3rd measurements, while no such increase was observed in the control group.

Conclusion: The study concluded that 30-meter speed and complex training created a difference in high-intensity running profiles between the experimental and control groups but did not affect sprint running profiles.

Keywords

Speed,
Football,
Training,
Complex training.

Article Info

Received: 28.03.2024

Accepted: 13.06.2024

Online Published: 15.06.2024

DOI: 10.18826/useeabd.1460720

¹ Balıkesir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, emrahakca15@hotmail.com

² Balıkesir Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, erdurukan@hotmail.com

³ Sorumlu Yazar: Balıkesir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, gokhan.aydin@baun.edu.tr

*Birinci yazarın lisansüstü tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Spor, dünya genelinde yaşamın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Günümüzde birçok insan aktif veya pasif olarak spor etkinliklerine katılarak sporla ilişkili ekipmanlar satın almaktadır. Ayrıca çeşitli medya araçları ile milyarlarca insana spor etkinliklerini takip etmesine olanak tanımaktadır (Kilci ve ark., 2023). Birçok işletmenin doğrudan veya dolaylı olarak sporla ilgilendiği gözlemlenmektedir (Li ve ark., 2001). Bireylerle toplum arasındaki ilişkileri geliştiren ve aynı zamanda toplumun yüceltilmesine katkıda bulunan önemli bir unsur haline gelmiştir. Gelişen veya gelişmekte olan toplumlar, sporu bir propaganda aracı olarak görmüş ve kendilerini temsil etmesi için gençlerin en iyi şekilde eğitilmesinin gerekliliğine inanmışlardır (Yetim, 2016). Dünya genelinde, devletler sporun toplum için önemini ve değerini bilerek uluslararası düzeydeki organizasyonlarda yer almak ve başarılı olmak için büyük çaba göstermektedirler (Öztürk, 1998). Bu nedenle, spor günümüz toplumlarında yaygın bir şekilde kullanılan sosyal kurumların öncüsüdür. Bireyin sosyal, ruhsal ve fiziksel gelişimine yardımcı olmak temel amacıdır. Ayrıca, çağdaş toplumları oluşturan en önemli sosyal olgunun spor olduğu bilinmektedir (Yetim, 2000). Öte yandan dünya ve ülkemizde en popüler spor branşlarından biri futboldur (Günay ve ark., 2008). Dil, din, ırk ayrımı yapmadan, bireylerin eğitim seviyesi ve sınıfı ne olursa olsun, hayatlarını zenginleştirebilen ve yenileyebilen potansiyele sahip olan futbol, seyir zevki yüksek bir oyundur. Kendini bir topluluğa ait hissetme ve ifade etme aracı olarak futbol, izleyiciler ve geniş kitleler tarafından benimsenir (Tekin ve Topkaya, 2005). Son yüzyılda en çok çaba harcanan ve en yüksek ekonomik sermayeye sahip spor branşı futboldur. Spor kulüpleri, UEFA sıralamaları, yerel ligde sezon boyunca elde ettikleri puanlar, stadyuma gelen seyirci sayısı, piyasadaki değerleri, yayınlardan elde ettikleri gelirler ve sponsorluk anlaşmaları gibi faktörlerle sportif açıdan etkili ve başarılı olmaya çalışırken yaptıkları harcamalar ve karşılaştıkları yüksek maliyetlerle mücadele etmektedirler (Çati ve ark., 2017).

Futbolcuların çalışma şartlarını iyileştirebilmek ve seyircilere daha iyi zevk ve haz vermek için bilim ve spor bilimi etkileşime girerek futbola gelişmeler sağlamış ve geniş kitlelere yayılmasını kolaylaştırmıştır (Günay ve ark., 2008). Futbolcuların motorik özelliklerinden geliştirilmesi gereken temel, "dayanıklılık" olmasına rağmen, kuvvet, hız, esneklik, teknik beceri ve aerobik-anaerobik güç becerilerinin de yüksek düzeyde olması önemlidir. Bu nedenle, günümüz futbol branşında, fonksiyonel olarak kısa süreli antrenman dilimleri içinde birçok motor becerinin birlikte geliştirilmesi hedeflenmektedir (Aslan, 2012). Takım sporlarında, maçlar ve antrenmanlar sırasında sporcuların iç ve dış yüklerini hesaplamak, performanslarını değerlendirmek ve aktivite profillerini belirlemek için en yaygın olarak zaman-hareket analizi ve sporcu takip yöntemleri kullanılmaktadır (Coumts ve Duffield, 2010; Rampinini ve ark., 2009). Futbol oynayan bireylerin hareket analizlerini yapmak için kullanılan en güncel yöntem, GPS tabanlı sporcu takip cihazlarıdır. Bu cihazlar, video tabanlı zaman-hareket analizi ve yarı otomatik çok kameralı sistemler olarak kullanılmaktadır (Dwyer ve Gabbett, 2012; Hewitt, 2016). GPS teknolojisinin ilk olarak 2003 yılında geliştirilmesi ve kullanılmaya başlanması, özellikle futbol olmak üzere birçok takım sporunda sporcuların takibini yapmak amacıyla önemli ölçüde kabul görmüş ve yaygın bir şekilde kullanılmıştır (Edgecomb ve Norton, 2006; Gabbett, 2010).

Bu araştırmada hareket hızının gelişimi üzerine yapılan çalışma, kuvvet antrenmanlarında genellikle geri plana atılan ancak oldukça önemli bir parametre olarak kabul gören hareket hızı konusunda mevcut literatüre katkı sağlamak amaçlanmıştır. Elde edilecek verilerin, spor bilimleri literatüründeki boşlukları doldurmanın yanı sıra antrenörler, kondisyonerler ve atletik performans antrenörlerine katkı ve bilgi sağlayacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda bu çalışmanın amacı, sezon içinde futbolculara uygulanan 30 metre hız ve kompleks antrenmanların, Polar Team Pro kullanılarak yüksek şiddetli koşu ve sprint performansına etkisinin olup olmadığının incelenmesidir.

YÖNTEM

Araştırmanın modeli

Bu araştırmada nicel araştırma modellerinden deneysel araştırma modeli kullanılmıştır (Büyüköztürk ve ark. 2013). Futbolculara, deneysel araştırma modeli kapsamında 30 metre hız ve kompleks antrenmanı uygulanmıştır. Böylece ön test ve son test aşamalarında kontrol ve deney gruplarının elde ettikleri dereceler istatistiksel olarak incelenmiştir.

Araştırmanın evreni ve örnekleme

Araştırmanın evrenini, Balıkesir ilindeki profesyonel futbol kulüpleri oluştururken, örneklemini ise Balıkesir spor futbol kulübünde 2019-2020 sezonunda aktif futbol oynayan 20 profesyonel A takım oyuncusu oluşturmaktadır.

Araştırmanın veri toplama araçları

Bilgi Formu: çalışmaya katılan futbolcuların yaş, boy ve kilolarının tespit edilmesi amacıyla bilgi formu kullanılmıştır.

Polar Team Pro: Veri toplama sürecinde Polar Team Pro cihazı gibi GPS tabanlı bir sporcu takip sistemi kullanılmıştır. Polar Team Pro Uygulaması, önemli performans verilerini ve parametrelerini canlı olarak görüntüleyerek, antrenörlerin oyun sırasında çalışma yükü veya taktik ayarlamaları konusunda anlık kararlar almasını sağlar. Uzun vadeli bir veri tabanı oluşturmak, kalp atış hızı bölgelerini ve hız bölgelerini özelleştirerek antrenman içeriklerini bireyselleştirmek için önemli bir temel oluşturur ve bu da teknik-taktik hazırlıkta fiziksel yükün uygun şekilde uygulanmasını kolaylaştırır (Bota ve ark., 2019).

Araştırmada verilerin toplanması ve antrenman protokolü

Çalışmaya katılan futbolcular için 30 metre hız ve kompleks antrenman modeli planlanmıştır. Basit rastgele örnekleme yöntemi kullanılarak futbolcular deney ve kontrol grubu olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Deney grubunda bulunan futbolculara 10 haftalık antrenman periyodu süresince standart futbol antrenmanlarının yanı sıra haftada 1 gün kompleks antrenman (5 hareket-8 tekrar-2 set) ve 30 metre hız antrenmanı (3 tekrar -2 set) yapılmıştır. Kontrol grubundaki futbolcular ise standart futbol antrenmanlarına devam etmişlerdir. Deney ve kontrol gruplarının 1. haftada 1.ölçüm (ön test) verileri alındıktan sonra, seçili olan performans parametrelerindeki muhtemel değişikliklerin seyrinin belirlenmesi için 5. haftada 2. ölçüm (ara test) verileri alınmış ve 10. haftada 3. ölçüm (son test) verileri alınmıştır. Çalışmamıza katılan futbolcuların antrenmanlarda farklı hız aralığında kat ettikleri yüksek şiddetli ve sprint koşu aktivite profillerini belirlemek için her antrenman öncesinde futbolcuların antrenman giysilerinin içine göğüs bandı olarak takılan ve antrenman boyunca koşu mesafelerini ve tekrarlarını kaydeden Polar Team Pro cihazıyla yapılacak ölçüm sistemi kullanılmıştır. Her antrenman sonunda elde edilen veriler bilgisayara aktarılarak kayıt altına alınmıştır. Antrenman protokolü sporcuların futbol antrenman saatlerine uygun olarak antrenman sonrası uygulanmıştır. Antrenman saatleri değişkenlik gösterdiği için uygulanan antrenman protokolünün saatleri de değişkenlik göstermektedir. Ölçümler ise 17:00-19:00 saatleri arasında yapılan antrenmanlar içerisinde alınmıştır. Hill ve ark. (2018) akşam saatlerinde yapılan antrenman yüksek vücut sıcaklığı ve artan kas gücü nedeniyle fiziksel performansı artırabileceğini belirtmektedir.

Kompleks antrenman, bir kuvvet antrenmanı programında maksimal kuvvet çalışmaları ile pliometrik çalışmaların arka arkaya uygulandığı antrenman metodu olarak tanımlanabilir (MacDonald ve ark., 2012). Kompleks antrenmanına başlamadan önce futbolculara 10 dk amaca yönelik ısınma yaptırılacak ve her egzersiz istasyonu bir kez antrenör tarafından örnek gösterilmiştir. Antrenmanın içeriği, kuvvet ve çabuk kuvvet egzersizleri olarak belirlenmiştir;

- (Kuvvet)Bench Press (50kg) + (Çabuk Kuvvet) Lying Medicine Ball Up (5kg)
- (Kuvvet)Smith Machine Squat (50kg) + (Çabuk Kuvvet) Jump Squat
- (Kuvvet)Lat Pulldown (38kg) + (Çabuk Kuvvet) Throw The Medicine Ball (5kg)
- (Kuvvet)Shoulder Press (15kg) + (Çabuk Kuvvet) Throw a Ball Up The Shoulder (4kg)
- (Kuvvet)Front Lunge (2kg) + (Çabuk Kuvvet) Commande Dance (15sn)

Önce kuvvet egzersizi 8 tekrar 2 set yaptırılarak, oyunculara setler arası 1 dk dinlenme süresi verilmiştir. Daha sonra 30 saniye içinde yine 8 tekrar çabuk kuvvet egzersizinin tamamlanması istenmiştir. Antrenman protokolündeki antrenman yükü her 4 haftada bir Polar Team pro cihazından alınan veriler doğrultusunda Banister (1991) tarafından belirlenen TRİMP (Training İmpulse) protokolüne göre hesaplanarak arttırılmıştır. Antrenman protokolü oluşturulurken futbol kulübü tarafından verilen izin doğrultusunda antrenmanlar haftada 1 gün olarak belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılacak sprint ve yüksek şiddetli koşu profillerinin hız sınıflamalarını belirlemek için kullanılan birçok kaynak bulunmaktadır. Fakat Bradley ve arkadaşlarının (2009) belirlemiş olduğu; yüksek tempolu koşu (19,8- 25,1 km/h) ve sprint koşu (>25,1 km/h) parametreleri bu araştırmada referans olarak alınmıştır. “19,8- 25,1 km/h” aralığındaki süratler yüksek tempolu koşu aktivite profili, “>25,1 km/h” den daha yüksek süratler ise sprint aktivite profili içerisinde yer almaktadır.

Araştırmanın veri analizi

Polar Team Pro cihazından antrenman sonunda bilgisayara aktarılan veriler SPSS 25.0 paket programına aktarılmıştır. Daha sonra normallik sınaması yapılan verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Ön, ara ve son testlerin arasındaki farklılığı tespit etmek için “Repeated Measures ANOVA” (Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi) testi kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farkın belirlenmesinde ise “Bonferroni” düzeltmeli post- hoc testinden yararlanılmıştır. Anlamlılık düzeyi 0,05 olarak kabul edilmiştir. Antrenmanın çalışma grubu G-Power güç analizi kullanılarak belirlenmiştir. Etki büyüklüğü ($f=0,30$) oluşacağı beklentisinin istatistiksel olarak anlamlı bulunması için gerekli toplam sayı 20 (her grup için 10 kişi) olarak belirlenmiştir ($\alpha=0,05$; $1-\beta=0,80$).

BULGULAR

Bu bölümde profesyonel futbolculara ait demografik bilgiler ve uygulanan antrenman programının sonuçlarının yer aldığı tablolar yer almaktadır.

Tablo 1. Katılımcıların tanımlayıcı istatistikleri

Gruplar	Değişkenler	Minimum	Maksimum	Ortalama
Deney (n:10)	Yaş	23	32	27,00
	Boy (cm)	170	191	177,40
	Kilo (kg)	68	81	72,30
Kontrol (n:10)	Yaş	22	30	26,90
	Boy (cm)	165	188	175,70
	Kilo (kg)	65	73	69,50

Tablo 1 de araştırmaya katılan futbolcuların boy, kilo ve yaş ile ilgili tanımlayıcı istatistiklerine yer verilmiştir. Deney grubunun yaş ortalaması 27, boy ortalaması 177,40 cm, kilo ortalaması ise 72,30 kg olarak görülmektedir. Kontrol grubunun ise yaş ortalaması 26,90, boy ortalaması 175,70 cm, kilo ortalaması ise 69,50 kg olarak ölçülmüştür.

Tablo 2. Yüksek tempolu koşu ölçümlerinin gruplararası karşılaştırılması

	Mean Square	df	F	p	η^2
Deney-Kontrol	4173,32	2	12,413	0,01*	0,408

$p<0,05$; repeated measures ANOVA Test

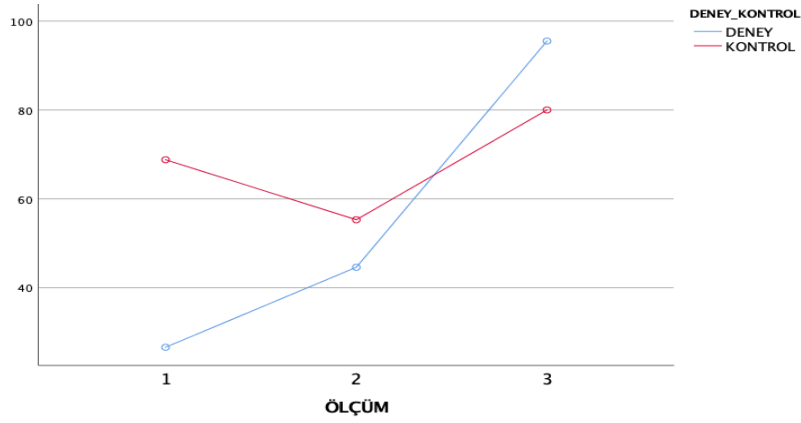
Tablo 2’de Yüksek tempolu koşu ölçümleri ile deney kontrol grubu arasında yapılan tekrarlı ölçümlerde ANOVA testine göre anlamlı fark tespit edilmiştir ($p<0,05$). Yüksek tempolu koşu ölçümlerinde deney ve kontrol grubu arasında fark tespit edilmiştir.

Tablo 3. Yüksek tempolu koşu ölçümlerinin tekrarlayan ölçümlerde anova testi ile ölçümler arasında karşılaştırılması

	Ölçümler	$\bar{X} \pm SS$	F	p	Bonferroni
Deney	1.Ölçüm ^a	26,60±17,79	69,102	0,01*	a<b<c
	2.Ölçüm ^b	44,60±22,01			
	3.Ölçüm ^c	95,50±20,29			
Kontrol	1.Ölçüm ^a	68,80±35,46	1,786	0,21	-
	2.Ölçüm ^b	55,30±34,15			
	3.Ölçüm ^c	80,00±32,12			

* $p<0,05$ a, b, c =Post-Hoc testi karşılaştırması

Tablo 3’de Yüksek tempolu koşu ölçümlerinin deney ve kontrol grubuna göre karşılaştırılmasında; deney grubu ile ölçümler arasında anlamlı fark tespit edilirken ($p<0,05$), kontrol grubu ile 1., 2. ve 3. ölçüm arasında herhangi bir anlamlı fark tespit edilememiştir ($p>0,05$). Yüksek tempolu koşu ölçümleri ile deney grubu arasındaki farkın hangi gruplardan kaynaklandığını tespit etmek amacıyla Bonferroni düzeltmeli Post-Hoc testi yapılmıştır. Bu sonuçlara göre 3. ölçümün 2. ölçümden, 2. ölçümün ise 1. ölçümden daha büyük olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1. Yüksek Tempolu Koşu-Deney-Kontrol Grubu Performans Ölçüm Grafiği

Tablo 4. Sprint koşu ölçümlerinin gruplararası karşılaştırılması

	Mean Square	df	F	p	η^2
DENEY-KONTROL	1132,51	2	1,486	0,24	0,076

$p < 0,05$; repeated measures ANOVA Test

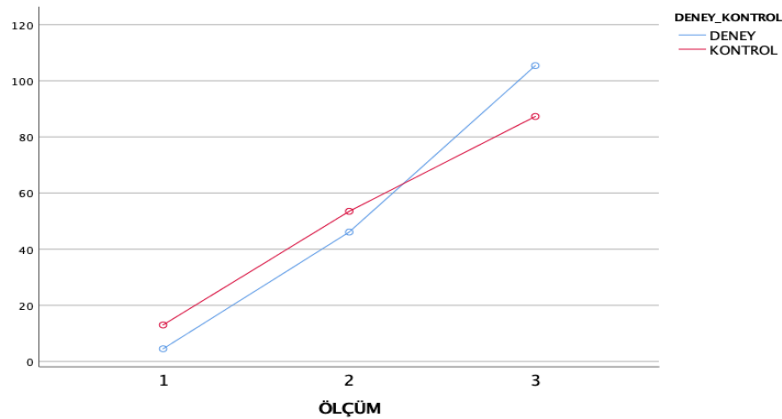
Tablo 4. incelendiğinde futbolcuların sprint ölçümlerine göre deney ve kontrol grubu arasında anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p > 0,05$).

Tablo 5. Sprint koşu ölçümlerinin tekrarlayan ölçümlerde anova testi ile ölçümler arasında karşılaştırılması

	Ölçümler	$\bar{X} \pm SS$	F	p	Bonferroni
Deney	1.Ölçüm ^a	4,50±3,27	45,484	0,01*	a<b<c
	2.Ölçüm ^b	46,10±22,04			
	3.Ölçüm ^c	105,40±31,49			
Kontrol	1.Ölçüm ^a	13,00±17,41	14,431	0,01*	a<b<c
	2.Ölçüm ^b	53,50±32,45			
	3.Ölçüm ^c	87,30±30,07			

* $p < 0,05$ a, b, c =Post-Hoc testi karşılaştırması

Tablo 5’de sprint koşu ölçümlerinin deney ve kontrol grubuna göre karşılaştırılmasında; deney ve kontrol grubu ile ölçümler arasında anlamlı fark tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Sprint koşu ölçümleri ile deney ve kontrol grubu arasındaki farkın hangi gruplardan kaynaklandığını tespit etmek amacıyla Bonferroni düzeltilmeli Post-Hoc testi yapılmıştır. Bu sonuçlara her iki grupta da 3. ölçümün 2. ölçümden, 2. ölçümün ise 1. ölçümden daha büyük olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 2. Sprint- Deney-Kontrol Grubu Performans Ölçüm Grafiği

TARTIŞMA

Yüksek tempolu koşu ölçümlerini deney ve kontrol grubuna göre incelediğimizde bu iki grup arasında anlamlı fark olduğu saptanmıştır. Kullanılan antrenman metotlarına göre yüksek tempolu koşu parametresinde bu anlamlı farklılık deney ve kontrol grubunda farklı sonuçlara ulaşıldığını göstermektedir. Uyguladığımız kompleks ve hız antrenman yöntemlerinin deney grubundaki sonuçlara

göre, kontrol grubunda daha farklı sonuçlara neden olduğu görülmüştür. Düşünüldüğü gibi kompleks ve hız antrenmanları sporcuların yüksek tempolu koşu profilleri üzerinde etkisinin olduğu görülmektedir. Buna istinaden yüksek tempolu koşu profillerinin geliştirilebilir olduğunu söyleyebiliriz. Yüksek tempolu koşu profili ile ilgili literatürde yapılan incelemelerde benzer çalışmalara rastlanmamıştır.

Elde edilen farkın hangi gruplarda ne kadar olduğu incelenmiştir. Buna göre deney grubunda 1., 2. ve 3. ölçüm arasında anlamlı bir fark tespit edilirken, kontrol grubunda ölçümler arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Deney grubunu incelediğimizde sporculardan alınan verilere göre; 3. ölçümün 2. ölçümden, 2. ölçümün ise 1. ölçümden daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve giderek artan bir durum söz konusudur. Kontrol grubunu incelediğimizde ise sporcuların yüksek tempolu koşu profilleri önce düşmüş sonra tekrar yükselmiştir, fakat bu sonuçlar kontrol grubunda ölçümler arasında herhangi bir fark teşkil etmemektedir. Kontrol grubu ile deney grubu arasında yapılan ölçümlerde, 1. ölçüm ortalamaları arasındaki farkın kontrol grubundaki sporcuların deney grubuna seçilmemesinden kaynaklı içsel motivasyonunun daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan hız ve kompleks antrenmanlar antrenmanın uygulandığı deney grubunu, antrenman uygulanmayan ve standart futbol antrenmanlarına devam eden kontrol grubuna göre farklılaştırmıştır. Kısacası standart futbol antrenmanının yanında ekstra olarak uygulanan hız ve kompleks antrenman metotları futbolcuların yüksek tempolu koşu profillerini geliştirerek daha iyi performans elde etmelerini sağlamaktadır.

Şekil 1 incelendiğinde tablo 2’de farkları söz edilen deney ve kontrol grubunun grafiğine yer verilmiştir. Deney grubu (mavi çizgi) uygulanan hız ve kompleks antrenmanları sayesinde 1., 2. ve 3. ölçümde arasında yükselen bir grafik sergilerken, standart futbol antrenmanının dışında ekstra olarak herhangi bir antrenman metodu uygulanmayan kontrol grubu (kırmızı çizgi) 1. ölçüm ile 2. ölçüm arasında düşüş, 2. ölçüm ile 3. ölçüm arasında bir miktar yükselme görülmüştür. Fakat kontrol grubundaki bu sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmamıştır

Sprint koşu profili ölçümlerinin deney ve kontrol grubuna göre karşılaştırılması sonucuna göre deney ve kontrol grubunda herhangi bir anlamlı fark tespit edilmemiştir. Standart futbol antrenmanlarına ilave olarak yaptırılan hız ve kompleks antrenmanlar deney grubunda sprint performansı üzerinde herhangi bir fark oluşturmadığı görülmüştür. Düşünülenin aksine hız ve kompleks antrenmanlar sprint performansı üzerinde bir etki oluşturmamıştır. Literatür incelendiğinde birçok çalışmaya rastlanmaktadır (Göllü, 2006; Karabıyık, 2018; Mouelhi ve ark., 2007; Özdemir, 2009; Özitin,1999). Fakat bu araştırmalar bizim bulgularımızla örtüşmemektedir. Çalışma yapılan gruplarını incelediğimizde yaş faktörünün öne çıktığı görülmektedir. Yukarıdaki yapılan çalışmalarda alt yaş grupları tercih edilmiştir. Buna istinaden yaş düzeyleri alt yaş kategorisinde olan sporcuların sprint performansları yapılan çeşitli antrenmanlarla geliştirilebilir olduğu, sporcuların gelişime açık olduğu görülmüştür. Fakat yapılan bu çalışmadaki gibi belirli bir yaşa gelmiş sporcuların sprint koşu profillerinin ekstra olarak yapılan çalışmalar ile tekrar sayısı artırılabilse de geliştirilemediği görülmüştür. Özdemir ve ark., (2014) tarafından yapılan çalışmada yaşa bağlı olarak sprint performansları incelenmiş yaş ilerledikçe sprint performanslarının daha az geliştiği ve anlamlı fark göstermediği sonucuna ulaşımlardır ve bu sonuç araştırmamızı desteklemektedir.

Sprint koşu profilinde deney ve kontrol grupları arasında fark olmamasına rağmen grupların kendi içerisindeki ölçümleri arasındaki anlamlı fark tespit edilmiş ve incelenmiştir. Standart futbol antrenmanının dışında ekstra hız ve kompleks antrenman uygulan deney grubunda 3. ölçümün 2. ölçümden, 2. ölçümün ise 1. ölçümden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sadece standart futbol antrenmanı yapılan grupta ise aynı şekilde 3. ölçümün 2. ölçümden, 2. ölçümün ise 1. ölçümden daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlara göre ekstra olarak hız ve kompleks antrenman yapmasalar da sporcularda sprint performansı git gide yükselen bir form oluşturmuştur.

Şekil 2’de gösterilen grafik incelendiğinde deney grubunu gösteren mavi çizgi ve kontrol grubunu gösteren kırmızı çizgi 10 haftalık süreç içerisinde sporcuların sprint performansları temsil etmektedir. Tablo 4’ de deney ve kontrol gruplarının kendi içerisinde ölçümler arasında tespit edilen fark Şekil 2’de grafik haline getirilmiştir. Grafik incelendiğinde deney ve kontrol grubunun çizgileri 2. ölçüme kadar paralel bir şekilde seyretmiştir. 2. ölçüm ile 3. ölçüm arasında ise standart futbol antrenmanlarının dışında ekstra olarak hız ve kompleks antrenman uygulan deney grubu, kontrol grubunu geçerek daha yüksek ortalama elde etmiştir. Fakat bu yükseliş deney grubu ile kontrol grubu

arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmasını sağlamamıştır. Kısacası her iki grupta da kendi içerisindeki ölçümler arasında anlamlı fark olsa da bu fark gruplar arasında anlamlı değildir.

SONUÇ

Yapmış olduğumuz araştırmanın sonuçları incelendiğinde; Profesyonel düzeyde A takım futbolcularının deney ve kontrol grubuna göre standart futbol antrenmanı dışında haftada 1 gün kompleks ve hız antrenmanı uygulaması yüksek tempolu koşu aktivite profilinde (19,8-25,1 km/h) deney grubu lehine anlamlı sonuç ortaya çıkmıştır. Haftada 1 gün hız ve kompleks antrenman uygulamak deney grubundaki futbolcuların yüksek tempolu koşu performanslarını kontrol grubundaki futbolculara göre olumlu yönde arttırmıştır. Deney grubundaki futbolcuların performansları kontrol grubundakilere göre incelendiğinde 3. ölçüm 2. ölçümden, 2. ölçüm 1. ölçümden daha fazladır. Kontrol grubunda ise ölçümler arasında farklılık tespit edilmemiştir.

Elde edilen sonuçlar aynı çalışmadaki sprint koşu profili (>25,1 km/h) üzerinde etkisi incelendiğinde ise standart futbol antrenmanlarının dışında ekstra olarak yapılan haftada 1 günlük hız ve kompleks antrenmanları deney ve kontrol grubunda anlamlı farklılık göstermemiştir. Her iki grubun sonuçları incelenmiş sezon başından başlayarak yapılan bu çalışmada sezon içerisindeki antrenmanlar ile her iki grubunda performansının yükselmesini sağlamışlardır. Ancak deney grubuna uygulanan ekstra antrenman metotları kontrol grubuyla arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yaratmamıştır. Her iki grubun sonuçları 1., 2. ve 3. ölçüme göre incelenmiş ve her iki grupta da performansta iyileşme meydana gelmiştir. Her iki grupta da 3. ölçüm 2. ölçümden, 2. ölçüm 1. ölçümden daha yüksek seviyededir.

Sonuç olarak bu bulgular, profesyonel düzeydeki A takım futbolcularında haftada bir gün hız ve kompleks antrenman uygulamasının yüksek tempolu koşu aktivite profilinde anlamlı bir artış sağladığını göstermektedir. Ancak, sprint koşu profili üzerindeki etkisi incelendiğinde ise standart futbol antrenmanlarının dışında ek olarak yapılan hız ve kompleks antrenmanların deney ve kontrol grupları arasında anlamlı farklılık göstermediği belirlenmiştir. Her iki grup da sezon içindeki antrenmanlarla performanslarını arttırmıştır. Sonuç olarak, deney grubuna uygulanan ek antrenman metotlarının kontrol grubuyla karşılaştırıldığında sprint performansında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı görülmüştür. Her iki grup da performanslarında gözle görülür bir iyileşme göstermiş ve zaman içinde performansları artmıştır. Her iki grupta da yapılan ölçümler, performansta belirgin bir iyileşme olduğunu göstermektedir; her iki grupta da 3. ölçüm, 2. ölçümden daha yüksek seviyededir. Bu sonuçlar, futbolcularda sprint performansını artırmak için ek antrenman yöntemlerinin etkili olmadığını, ancak düzenli antrenmanın zaman içinde performans artışını sağladığını göstermektedir. Ayrıca yüksek tempolu koşu performansını arttırmada yapılan ek antrenmanların etkili olduğu görülmektedir.

ÖNERİLER

- Futbol takımları haftada 1 gün kompleks ve hız antrenmanı uygulayarak müsabaka içerisindeki yüksek tempolu koşu tekrarlarını arttırabilir.
- Haftalık antrenman sayısı arttırılarak aynı çalışma tekrar yapılabilir.
- Antrenman metodu farklı örneklem grupları üzerinde uygulanabilir.
- Farklı branşlar üzerinde aynı çalışma yapılarak sonuçları incelenebilir.

KAYNAKÇA

- Aslan C. S. (2012). *Dar alan oyunları ile interval koşu antrenman yöntemlerinin futbolcuların seçilmiş fiziksel fizyolojik ve teknik kapasiteleri üzerine etkilerinin karşılaştırılması*. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Ankara.
- Banister, E. W. (1991). *Modeling elite athletic performance. Physiological testing of elite athletes*. Human Kinetics.
- Bota, A., Teodorescu, S., Mezei, M., & Alexe, I. (2019). Polar Team Pro—the Ultimate Diagnosis Tool in Competitive Football. *Learning & Software for Education*, 3.
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159-168. <https://doi.org/10.1080/02640410802512775>

- Büyüköztürk, Ş., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., Demirel, F., & Kılıç, E. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi
- Coutts, A. J., & Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 133-135.
- Çati, K., Es, A., & Özevin, O. (2017). Sportive and financial performance analysis of football team with entropi and topsis methods: an application on major europe's 5 leagues and turkey league. *International Journal of Management Economics & Business*, 13(1), 199.
- Dwyer, D. B., & Gabbett, T. J. (2012). Global positioning system data analysis: velocity ranges and a new definition of sprinting for field sport athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(3), 818-824. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3182276555
- Edgecomb, S. J., & Norton, K. I. (2006). Comparison of global positioning and computer-based tracking systems for measuring player movement distance during Australian football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(1), 25-32. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.01.003>
- Gabbett, T. J. (2010). GPS analysis of elite women's field hockey training and competition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1321-1324.
- Göllü, G. (2006). *14-16 yaş kız ve erkek basketbol öğrencilerinde iki aylık sadece pliometrik veya pliometrik ile yaygın interval antrenman programının birlikte uygulamasının fizyolojik değerlere etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Günay M., Ocak Y. & Yüce A. İ. (2008). *Futbol-Futsal Antrenmanının Bilimsel Temelleri* (3. baskı). Gazi Kitabevi.
- Hewitt, A. (2016). *Performance analysis in soccer: applications of player tracking technology*. Doctoral dissertation, University of Canberra.
- Hill, D.W., Borden, D.O., Darnaby, K.M., Hendricks, D.N. & Hill, C.M. (1992). Effect of time of day on aerobic and anaerobic responses to high-intensity exercise. *Canadian journal of sport sciences*, 17(4), 316- 319.
- Karabıyık, A. (2018). *Kompleks kuvvet antrenmanının genç futbolcuların anaerobik güç performansları üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kilci, A. K., Yalçın, S., Aydın, G., Özdayı, N. (2023). FİFA Dünya Kupası Eleme Turlarında Turu Geçen ve Elenen Takımları Ayırt Eden Oyun-İçi İstatistiklerin Belirlenmesi: 2010-2022 Yılları Arasında Düzenlenen Dünya Kupası Organizasyonları Üzerine Bir Araştırma. *Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi*, 6(1-Cumhuriyet'in 100. Yılı Özel Sayısı), 273-281. <https://doi.org/10.38021/asbid.1292777>
- Li, M., Hofacre, S., & Mahony, D. (2001). *Economics of Sport*. Morgantown: Fitness Information Technology.
- MacDonald, C. J., Lamont, H. S., & Garner, J. C. (2012). A comparison of the effects of 6 weeks of traditional resistance training, plyometric training, and complex training on measures of strength and anthropometrics. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 422-431.
- Mouelhi, J., Dardouri, W., Gmada, N., Sassi, R. H., Mahfoudhi, M. E., & Yahmed, M. H. (2007). Relation entre le five-jump test, l'épreuve de vitesse sur 30 m et la détente verticale Relationship between the five-jump test, 30 m sprint test and vertical jump. *Science & Sports*, 22(2), 46-247. DOI: 10.1016/j.scispo.2007.07.001
- Özdemir, F. M., Yılmaz, A., & Kınışler, A. (2014). Genç futbolcularda tekrarlı sprint performansının yaşa göre incelenmesi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 25(1), 1-10. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/sbd/issue/16369/171302>
- Özdemir, S. (2009). *14–16 Yaş Grubu Erkek Futbolcularda Kompleks Antrenman Programının Patlayıcı Güç, Kuvvet, Sürat ve Çeviklik Gelişimine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özitin S. (1999). *15-16 Yaş Grubu Basketbolculara Uygulanan Çabuk Kuvvet ve Pliometrik Çalışmalarının Fiziksel ve Fizyolojik Özelliklere Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Ankara.
- Öztürk F. (1998). *Toplumsal boyutlarıyla spor* (1. Baskı). Bağırhan Yayınevi.

- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J., & Wisløff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 227-233. DOI: 10.1016/j.jsams.2007.10.002
- Tekin, A., & Topkaya, İ. (2005). *Futbol genel kuramsal bir çerçeve teknik taktik öğretim* (1.baskı). Nobel Yayın Evi.
- Yetim A. (2000). Sporun sosyal görünümü. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 5(1), 63-72. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/gbesbd/issue/27963/298406>
- Yetim A. (2016). *Sporun tanımı, alanı, amaç ve fonksiyonları. Sporda etkili iletişim* (1.baskı) Spor Kitabevi.

KAYNAK GÖSTERİMİ

- Akça, E., Durukan, E. & Aydın, G. (2024). Futboculara uygulanan 30 metre hız ve kompleks antrenmanlarının yüksek şiddetli ve sprint koşu profillerine etkisi. *Uluslararası Spor, Egzersiz ve Antrenman Bilimi Dergisi- USEABD*, 10(2), 110-118. DOI: 10.18826/useabd.1460720



Güreşçilerde Antrenman Yükünün Belirlenmesinde Kullanılan Farklı Yöntemlerin Karşılaştırılması*

Ayşenur Turgut KAYMAKÇI¹ , Ertuğrul GELEN² , Volkan SERT³ , Taha ERÜN⁴ ,
İbrahim ODUNKIRAN⁵ , Serhat KIRIK⁶ 

Özet

Amaç: Bu çalışmanın amacı da güreş sporunda antrenman yükünü belirlemek için kullanılan yöntemlerin karşılaştırılmasıdır.

Yöntem: Çalışmada 8 erkek elit güreşçi (Yaş 21,6±0,91 yıl; Güreş Yılı, 9,3±1,6 yıl; boy, 172±6,71 cm; Beden Ağırlık, 75,3±12,3 kg) 3 ayrı antrenman seansına katılmıştır. Seansların ilk ikisi aynı yükte iken üçüncü seans yükü tekrar sayıları ve antrenman süresi ile artırılmıştır. Antrenman yükü, Banister Antrenman Uyararı (AU), Edwards Antrenman Yükü (AY) ve Seans Algılanan Eforun Derecesi (sAED) ile hesaplanmıştır. Kalp atım hızı (KAH) seanslar boyunca Polar (Verity Sense) nabız bandı ile kaydedilirken sAED ise seansın 30 dakika sonra alınmıştır. Farklı yöntemlerin seans yükü hesaplamaları arasındaki ilişki Spearman korelasyon analizi ile kontrol edilmiştir. Üç ayrı seansın yükleri ise tekrarlı ölçümlerde Anova ile karşılaştırılmış ve Wilcoxon testi ile farkların hangi değerler arasında olduğu kontrol edilmiştir.

Bulgular: Her bir seansın kendi içinde, yöntemler arasında ilişki bulunmuştur ($p < 0,05$, $\rho = 0,786-1,000$). İlk iki seans aynı yüklerle yapılmasına rağmen istatistiksel olarak yapılan karşılaştırmalarda Banister AU ve sAED yöntemleri anlamlı fark belirtmezken ($p = 0,055-0,844$, $EB = 1,41-0,12$ sırasıyla), Edwards AY yöntemi seanslar arasındaki yüklerin farklı olduğu ($p = 0,039$, $EB = 1,75$) sonucuna ulaşılmıştır.

Sonuç: Her bir seanstaki üç yöntemin birbiri ile ilişkili olması tüm yöntemlerin güreşte antrenmanlarında güvenle kullanılabilirliğini gösterirken, Edwards AY yönteminin seanslar arasındaki farkı belirleyememesi bu yöntemin güvenilir olmadığını düşündürmüştür.

Anahtar Kelimeler

Antrenman Uyararı,
Savunma Sporları,
Seans Algılanan Zorluk
Derecesi,
İç yük,
Dış Yük,
Antrenman İzleme.

Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi: 02.04.2024

Kabul Tarihi: 15.06.2024

Online Yayın Tarihi: 15.06.2024

DOI:10.18826/useeabd.1463237

Comparison of Different Methods Used in Determination of Training Load in Wrestlers

Abstract

Aim: The aim of this study was to compare the methods used to determine training load in wrestling.

Methods: In the study, 8 male elite wrestlers (Age, 21.6±0.91 years; Wrestling Years, 9.3±1.6 years; Height, 172±6.71 cm; Body Weight, 75.3±12.3kg) participated in 3 separate training sessions. The first two sessions had the same training load, while the third training session load was increased by the number of repetitions and training duration. Training load was calculated by Banister Training Impulse (AU), Edwards Training Load (AY) and Session Perceived Exertion Rating (sAED). Heart rate (HR) was recorded with a Polar (Verity Sense) pulse band throughout the sessions, while sAED was taken 30 minutes after the session. The relationship between the sessions load calculations of different methods was checked by Spearman correlation analysis. The loads of the three different sessions were compared by repeated measures ANOVA and Wilcoxon test was used to check between which values the differences were.

Results: Within each session, a correlation was found between the methods ($p < 0.05$, $\rho = 0.786-1.000$). Although the first two sessions were performed with the same loads, Banister AU and sAED methods did not show a significant difference in statistical comparisons ($p = 0.055-0.844$, $EB = 1.41-0.12$, respectively), while Edwards AY method showed that the loads between sessions were different ($p = 0.039$, $EB = 1.75$).

Conclusion: The correlation of the three methods in each session showed that all methods can be used safely in wrestling training, while the inability of the Edwards AY method to determine the difference between the sessions suggested that this method was not reliable.

Keywords

Training Stimulus,
Defence Sports,
Session Rate of Perceived
Exertion,
Internal Load,
External Load,
Training Monitoring.

Article Info

Received: 02.04.2024

Accepted: 15.06.2024

Online Published: 15.06.2024

DOI:10.18826/useeabd.1463237

1 Sorumlu Yazar: Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, ayseenturgut@subu.edu.tr

2 Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, gelen@subu.edu.tr

3 Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, volkansert@subu.edu.tr

4 Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, tahaerun@gmail.com

5 Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, b200201070@subu.edu.tr

6 Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, krk.srht@outlook.com

*Bu çalışma Tübitak 2209-a Projesi olarak destek almıştır

GİRİŞ

Güreş geçmişten günümüze bilinen en eski branşlardan birisi olarak tanınmaktadır (Curby ve Jomand, 2015). Güreş bünyesinde performans bileşenleri olarak kas kuvveti, hız-reaksiyon, çeviklik, sinir kas koordinasyonu ve yüksek anaerobik ve aerobik kapasiteyi bulunduran fonksiyonel bir yapıya sahiptir (Bayraktar I., ve ark., 2012). Buna göre, antrenmanların içeriği ve yapısı ile sporculara uygulanan antrenman yükü ilişkilidir. Elit spor uygulamalarında ve araştırmalarında, iç ve dış antrenman yüklerinin (AY) analizi kritik bir konu haline gelmiştir. Bu bağlamda, sporcuların antrenman yüklerinin izlenmesi, sporcuların antrenman programlarına olumlu bir şekilde uyum sağlayıp sağlamadıklarının anlaşılması açısından önemlidir. Sporcuların antrenman yükünün izlenmesi, stres ve dinlenme arasındaki optimum dengeyi ayarlamak, bireysel akut tepkiler ile antrenman programlarına uyarlamaları yönetmek, aşırı antrenman ve sakatlanma riskini en aza indirmek için de gereklidir (Bourdon ve ark., 2017).

Antrenman yükünü ölçmek için kullanılan yöntemlerden biri; fizyolojik araçlardan ve psikolojik araçlardan etkilenen seans algılanan eforun derecelendirilmesi (sAED) (Foster ve ark., 2001) ve diğeri de sadece fizyolojik araçlardan etkilenen nesnel egzersiz yoğunluğu olan kalp atım hızıdır (KAH) (Buchheit, 2014). Seans algılanan eforun derecelendirilmesi, yükü nesnel egzersiz yükünden daha yüksek olduğunda, sporcuların en iyi performanslarını göstermiyorlar demek olabilir. Buna karşın, sAED nesnel egzersiz yükünden düşük olduğunda performans açısından avantajlı olma olasılıkları vardır. Bu nedenle, güreşçiler ve antrenörleri için güreş antrenmanları ya da maçları sırasında algılanan eforun derecelendirmesi ile objektif egzersiz yükü arasındaki ilişkiyi anlamak önemlidir (Bourdon ve ark., 2017).

Bir seanstaki algılanan eforun derecelendirilmesi hesaplanırken, ölçek kullanılır ve bu ölçekler Borg-AED (6-20 puanlama) ve Borg CR-10 (0-10 puanlama) ölçeği olarak adlandırılır ve 10'lu ölçek 20'li ölçek yerine sıkça tercih edilebilir (Arney ve ark., 2019). Kalp atım hızı en sık ölçülen iç antrenman yükü yöntemlerinden olduğundan, sAED yönteminin geçerliliği çoğunlukla Edwards Antrenman Yükü (AY) ve Banister Antrenman Uyarısı (AU) gibi kalp atım hızından türetilmiş AY ölçümleriyle korelasyon katsayıları değerlendirilerek test edilmiştir (Haddad ve ark., 2017). sAED sadece ek bir cihaz gerektirmemesi sebebiyle pratik olduğundan değil aynı zamanda ilerleyen yorgunluk hakkında da bilgi vermesi sebebiyle de KAH yerine kullanılması daha avantajlı bir yöntem gibi görünmektedir (Fusco ve ark., 2020).

Son zamanlarda yapılan birkaç çalışma, sAED'nin antrenman seansları ve müsabaka maçları sırasında antrenman yükü değerlendirmesinin geçerli bir ölçüsü olduğunu doğrulamıştır (Slimani ve ark., 2017). Yani, antrenman seansı için sAED ile Edwards AY ($r = 0.81$) ve Banister AU ($r = 0.79$) arasında anlamlı yüksek seviyede ilişkiler bulunmuştur (Milanez ve Pedro, 2012). Benzer şekilde, günlük bir ila iki antrenman seansı (koordinatif beceriler rotasyon becerileri, saldırı ve savunma tekniklerinden oluşan) ile bir haftalık karate antrenman kampı sırasında gerçekleştirilen birkaç farklı antrenman oturumunu analiz eden iki çalışmada sAED ile Edwards AY ($r = 0,79$ ve $r = 0,80$) ve Banister AU ($r = 0,63$ ve $r = 0,81$) arasında anlamlı yüksek ilişkiler bulundu (Padulo ve ark., 2014; M. Tabben ve ark., 2015). Ayrıca rekabetçi maçlarda sAED ve Edwards AY ve Banister AU arasında sırasıyla 0.77 ve 0.84 gibi önemli korelasyonlar bulunmuştur (Tabben ve ark., 2013). Bildirilen tüm çalışmalar, antrenman yükünü değerlendirmek için sAED yönteminin geçerliliğini doğrulasa da hepsi benzer özel antrenman seansları üzerinde yürütülmüştür. Bu önemli korelasyonların farklı güreş antrenmanları için geçerli olup olmadığı ve sAED'nin bu disiplindeki antrenman yükünü değerlendirmek için kullanılıp kullanılamayacağı hala bilinmemektedir.

Bu çalışmanın amacı, güreş antrenmanlarında farklı antrenman yükü belirleme yöntemlerinin karşılaştırılmasıdır. Çalışmanın diğer amacı da farklı antrenman yüklerinde de bu iki yöntemin korelasyon gösterip göstermeyeceği ve güreşe özgü antrenmanlar için sAED'nin antrenman yükünü değerlendirmek için kullanılıp kullanılamayacağı incelemektir. Araştırmanın sonucunda, sAED yönteminin diğer iki yöntem ile ilişkili olacağı ve antrenman yükünü doğru hesaplayacağı düşünülmektedir.

YÖNTEM

Araştırmanın modeli

Ocak 2024 tarihinde sezon öncesi hazırlık döneminde yapılan testler 4 ayrı günde gerçekleştirilmiştir. İlk seans mekik koşusu ile maksimum kalp atım hızları belirlenmiştir. İkinci, üçüncü ve dördüncü seanslarda güreş antrenmanları yapılmıştır. Kalp atım hızı verileri tüm antrenman seansları boyunca ve sAED verileri seanstan 30 dakika sonra .

Her antrenman seansı sırasında, antrenmanın yaklaşık ilk 15 dakikası ısınma uygulandı ve ısınma bitince polar uygulamasından egzersiz seansının süresi başlatıldı. Birinci antrenman seansında teknik ve taktik çalışmalar yapılmıştır. Hareketler; kol çekme tekniği 2 dakika x 2 tur ve turlar arası dinlenme 1 dakika, koltuk altından geçip yere indirme hareketi 2 dakika x 2 tur, çift eşleşme ile salto çalışması (yere indirme mücadelesi) 2 dakika x 2 tur, turlar arası dinlenme 1 dakika şeklinde ilk kısım yaklaşık 20 dakika sürdüktan sonra ikinci kısma geçilmiştir. İkinci kısımda hareketler; havadan yere düşürme tekniği 2 dakika x 2 tur, tek kol hareketi 2 dakika x 2 tur, kafa kol hareketi 2 dakika x 2 tur şeklinde, turlar arası dinlenme 1 dakika şeklinde ikinci kısım da yaklaşık 20 dakika sürdüktan sonra polar uygulamasında süre durduruldu ve seans 5 dakika soğuma ile sonlandırıldı.

İkinci antrenman seansı birinci seans ile teknikler, hareket tekrarları ve dinlenmeler aynı olacak şekilde uygulandı. Üçüncü ve son antrenman seansında ise teknikler aynı kalırken hareket tekrarları 2 dakika x 3 tur olacak şekilde uygulandı ve hareketler arası dinlenmeler 1 dakika olarak uygulandı. Bu da antrenman total süresinin yaklaşık 15 dakika artması ve aynı zamanda yükünün de artması anlamına geliyordu. Bunun amacı aynı yüklerdeki ve farklı yüklerdeki antrenmanların yük belirleme yöntemlerini karşılaştırırken istatistiksel farkların ve ilişkilerin olup olmayacağını incelemektir.

Tüm antrenman seansları bir güreş salonunda günün aynı saatinde (saat 17:30) 18.45 ± 1.37 °C ve 77 ± 4 % bağıl nem ortam koşullarında gerçekleştirilmiştir. Dehidrasyonu önlemek için, tüm antrenman seansları boyunca sporculara izotonik içecek izni verilmiştir. Sporculara antrenman seansından önce 2-3 saatlik bir süre boyunca aç kalmaları, uyarıcı madde almamaları ve istedikleri zaman sıvı almaları talimatlar verilmiştir.

Alınan verilerin üç ayrı yöntem ile yük hesaplaması yapılmıştır. İlk yöntem olan sAED, Borg'un 0-10 ölçeği ile bu değerın antrenman süresi ile çarpılması ile elde edildi (Foster ve ark., 2001). İkinci yöntem Banister AU yönteminde; seans boyunca kaydedilen KAH verileri, antrenman süresi ve mekik koşusu ile belirlenen KAH maksimum değeri kullanılarak literatürde kantlanan formül ile hesaplama yapıldı (Banister, 1991). Üçüncü yöntem Edwards AY ise antrenmanın 5 şiddet bölgesindeki sürelerini baz alan formül kullanılarak antrenman yükünü hesaplamıştır (Edwards, 1994). Kalp atım hızlarının ölçülmesinde kalp atım sensörü kullanılmıştır (Polar, Verity Sense, Finland).

Araştırmanın evreni ve örnekleme

Bu çalışmaya sekiz elit erkek güreşçi (ortalama \pm SS; yaş; $21,6 \pm 0,91$ yıl, güreş geçmişi; $9,3 \pm 1,6$ yıl, boy; $172 \pm 6,71$ cm, beden ağırlığı; $75,3 \pm 12,3$ kg, ortalama maksimum kalp atım sayısı; $192,5 \pm 6,6$ atım/dakika, dinlenik kalp atım sayısı; $54,3 \pm 2,5$ atım/dakika) katılmıştır. Bu sporcular 60, 67, 72, 87 ya da 97 kg ağırlık kategorisindeki serbest stil güreşçilerdi. Sporcular haftda 5-6 gün güreş antrenmanı ve kuvvet antrenmanı yapan elit sporculardı. Son altı ay içerisinde herhangi bir sakatlık yaşamamış olmaları seçilme durumlarında etkili olmuştur. Çalışmada Helsinki deklerasyonuna uyulmuştur.

Araştırmanın veri toplama araçları

Antrenman seansları başlamadan önce tüm süreç hakkında sporcular bilgilendirilmiş ve gerçekleştirecekleri antrenmanlar ve testler hakkında tüm soruları cevaplanmıştır. Güreş antrenmanı seansları sırasında antrenman şiddeti Polar Verity Sense Kalp Atım Hızı Monitörleri (Verity Sense, Polar, Kempele, Finlandiya) kullanılarak kaydedilmiştir. Polar flow uygulamasından antrenman süresi ısınmanın ardından başlatılmıştır ve antrenman sonundaki soğuma aşaması süreye dahil edilmemiştir. Her antrenman seansından sonra Polar Flow uygulamasına kaydolun KAH değerleri bir dizüstü bilgisayara indirilmiştir. Dinlenme KAH'ı, sporcular uyandıktan sonra sabah 7:30'da 10 dakika boyunca yatakta yatarken ölçmeleri ve bildirmeleri istenmiştir. Her sporcu için 20 m mekik koşusu testinin sonunda kaydedilen en yüksek KAH değeri KAH maksimum olarak kabul edilmiştir (mekik koşusu $KAH_{maks} ort = 192.5 \pm 6.6$, Karvonen formülüne göre $KAH_{maks} = 198,3 \pm 0,85$, Tanaka formülüne

göre KAHmaks=185,3 ± 0,85 korelasyon analizleri= Mekik koşusu ile Karvonen formülü (She ve arkl., 2015) arasında p=0,934 r<0,05; Mekik koşusu ile Tanaka formülü (Tanaka ve Matsuura, 1984) arasında p=0,934 r<0,05). Her 3 formülde birbiri ile yüksek korelasyon gösterdiğinden mekik koşusundaki KAHmaks kullanılmıştır. Her antrenmandan yarım saat sonra sporcuların sAED görüşmesi yapılmıştır.

Seans Algılanan Eforun Değerlendirmesi

sAED ölçümü için, seans yoğunluğunu ölçmek üzere modifiye Borg CR-10 ölçeği kullanılmıştır (Foster ve ark., 2001). Her seanstan 30 dakika sonra, seansın AED'sini belirlemek için sporcularla tek tek görüşüldü. Sporcuya Borg CR-10 ölçeği gösterilmiş ve her seans hakkında şu soru sorulmuştur: "Bugün yaptığın antrenmanın zorluğu neydi?" Bu, orijinal ifadeden ("Antrenmanınız nasıldı?") farklıdır ve katılımcıyı seans süresini dikkate alan bir derecelendirme yerine yalnızca bir yoğunluk derecelendirmesi yapmaya yönlendirmeyi amaçlamaktadır (Coutts, 2014). Katılımcılar önce tanımlayıcı bir kelimeye odaklanmaya ve ardından buna karşılık gelen sayısal bir değer seçmeye yönlendirilmiştir. AED, oturum süresi (dakika) ile çarpılarak sAED hesaplanmıştır.

Edwards'ın Antrenman Yüğü Yöntemi.

Edwards AY'si , 5 KAH bölgesinde geçirilen antrenman süresinin (dakika) her bölgeye göre bir katsayı (bölge numarası) ile çarpımını hesaplayarak (KAHmax %50-60 x 1, KAHmax %60-70 x 2, KAHmax %70-80 x 3, KAHmax %80-90 x 4, KAHmax %90-100 x 5) ve ardından tüm sonuçları toplayarak (arbitrary units) yüğü belirlemiştir (Edwards, 1994; Shaw ve ark., 2020):

Banister'ın Antrenman Uyarını Yöntemi.

Banister AU'ı (Banister, 1991) yöntemi, aşağıdaki formülü kullanarak antrenman yükünü hesaplamaktadır; (1)

$$TD = KAHR \times 0.64 \times e^{1.92 \cdot KAHR} \quad (1)$$

Burada TD dakika cinsinden ifade edilen etkili antrenman seansı süresidir ve KAHR (KAH rezervi) aşağıdaki denklemlerle belirlenir:

$$KAHR = [KAH_{ort} - KAH_d] / [KAH_{max} - 2 \cdot KAH_d] \quad (2)$$

Burada KAH_{ort} antrenman seansındaki ortalama kalp atım hızı, KAH_{max} bireyin maksimum kalp atım hızı ve KAH_d bireyin dinlenik ölçülen kalp atım hızı, KAHR bireyin kalp atım hızı rezervi'ni ifade etmektedir.

Araştırmanın veri analizi

Sonuçlar ortalama ± SD şeklinde sunulmuştur. Verilerin normalliği Shapiro-Wilk testi kullanılarak doğrulanmıştır. Her bir seans için sAED, Edwards AY ve Banister AU arasındaki ilişkiyi belirlemek için veriler normal dağılmadığından Spearman korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Korelasyonların anlamlılığı Hopkins'in sınıflandırması kullanılarak değerlendirilmiştir: r < 0.1, önemsiz; 0.1-0.3= küçük; 0.3-0.5= orta; 0.5-0.7, iyi= 0.7-0.9= yüksek; . 0.9> çok yüksek ve 1= mükemmel (Hopkins ve ark., 2009). Farklı yüklerle yapılan 3 ayrı seanstaki her bir yöntem için antrenman yükleri arasında fark olup olmadığını kontrol etmek için Tekrarlı Ölçümlerde Anova (Friedman) testi yapılmıştır. Friedman testi sonucundaki farkların hangi parametrelerden kaynaklandığını görmek için Wilcoxon Testi uygulanmıştır. Her bir yöntemin 3 ayrı seans arasındaki Sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC), güven aralığı (CI) ve Etki Büyüklüğü (EB) güvenilirliklerini belirlemek için hesaplanmıştır. Anlamlılık p ≤ 0,05 olarak belirlenmiştir. Tüm istatistikler Jamovi (Jamovi 1.8.4) ve SPSS 22 paket programı uygulamaları ile yapılmıştır.

BULGULAR

Verilerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1’de verilmiştir. Antrenman yükleri her seans için 3 ayrı yöntem ile hesaplanmıştır ve her seans için genel yük ortalamaları Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 1. Antrenmanlara ait süre, KAH ve sAED değişkenleri

Değişkenler	1.Antrenman Seansı	2.Antrenman Seansı	3.Antrenman Seansı
Süre (dk)	41.8 ± 0.72	37.3 ± 1.21	49.8 ± 1.81
Ortalama KAH (atım/dk)	134.2 ± 11.3	152.3 ± 9.72	175.7 ± 5.0
Maksimum KAH (atım/dk)	182.8 ± 11.8	184.8 ± 8.09	188.8 ± 5.64
sAED	6.12 ± 0.64	6.75 ± 0.46	8.87 ± 0.35

sAED; Seans algılanan eforun derecelendirilmesi

Her bir seans için uygulanan farklı yük belirleme yöntemlerinin medyan değerlerine bakıldığında birbirinden farklı oldukları gözlenmektedir. Bu, yapılan tekrar sayılarının ve bu sebeple antrenman süresinin fazla olmasından kaynaklıdır.

Tablo 2. Antrenmanlara ait antrenman yükü değişkenleri

	Ortalama	Median	Standart Sapma	En Küçük	En Büyük
Banister AU1	62.5	62.0	18.2	27.5	82.8
Banister AU2	83.6	89.1	19.6	54.7	105
Banister AU3	168	168	12.7	155	191
Edwards AY1	90.3	88.0	22.8	48.8	123
Edwards AY2	118	125	19.1	82.8	135
Edwards AY3	174	172	8.60	167	192
sAED1	257	253	28.4	210	297
sAED2	252	256	20.3	216	274
sAED3	442	443	24.9	396	477

sAED; Seans algılanan eforun derecelendirmesi, AU; Antrenman uyararı, AY; Antrenman yükü, ICC; Sınıf içi korelasyon katsayısı, Banister AU 1-2-3; 1-2-3. antrenman seansındaki Banisterin Antrenman Yükü, Edwards AY 1-2-3; 1-2-3. antrenman seansındaki Edwards’ın Antrenman Yükü

Görünen farkların istatistiksel değerlendirmeleri için Tekrarlı Ölçümlerde Anova (Friedman) testi uygulanmış ve sonucunda da Banister AU, Edwards AY ve sAED arasında 3 seansta da anlamlı fark bulunmuştur (sırasıyla $p < 0.001$, $p < 0.001$, $p < 0.002$) (Tablo 3.).

Tablo 3. Farklı seanslardaki antrenman yükü belirleme yöntemleri arasındaki farkların tekrarlı ölçümlerde ANOVA (Friedman) istatistikleri

Değişkenler	1.Antrenman Seansı	2.Antrenman Seansı	3.Antrenman Seansı	p	ICC
Banister AU	62.0 ± 18.1	89.1 ± 19.5	168 ± 12.6	<.001	0.297
Edwards AU	88 ± 22.8	125 ± 19.1	172 ± 8.6	<.001	0.064
sAED	253 ± 28.3	256 ± 20.3	443 ± 24.8	0.002	-1.60
p	<.001	<.001	<.001		
ICC	0.944	0.971	0.853		

sAED; Seans algılanan eforun derecelendirmesi, AU; Antrenman uyararı, AY; Antrenman yükü, ICC; Sınıf içi korelasyon katsayısı

Bu farkların hangi seanslar arasında olduğunu bulmak için bağımlı gruplarda parametrik olmayan düzende t-testi (Wilcoxon) gerçekleştirilmiş ve farkın Banister AU için 1-3 ve 2-3 ($p=0.008$, $p=0.008$ sırasıyla, EB= 6.76, 4.80 sırasıyla), Edwards AY için 1-2, 1-3, 2-3 ($p=0.039$, 0.008, 0.008 sırasıyla, EB= 1.75, 4.87, 3.17 sırasıyla) ve sAED için 1-3, 2-3 ($p=0.008$, $p=0.008$ sırasıyla, EB=7.14, 8.25 sırasıyla) seanslarından kaynaklandığı görülmüştür. Farkların anlamlı derecede büyük olmadığı seanslar ise sadece Banister AU yönteminde 1-2 ($p=0.055$, ES= 1.41) ve sAED yönteminde 1-2 ($p=0.844$, EB= 0.12) seansları arasında görülmektedir (Tablo 4.).

Tablo 4. Aynı Yöntemlerdeki Seanslar Arası Farklar (Bağımlı Gruplarda T-testi-Wilcoxon)

Değişkenler		p	EB
Banister AU 1	Banister AU 2	0.055	1.41
Banister AU 1	Banister AU 3	0.008	6.76
Banister AU 2	Banister AU 3	0.008	4.80
Edwards AY 1	Edwards AY 2	0.039	1.75
Edwards AY 1	Edwards AY 3	0.008	4.87
Edwards AY 2	Edwards AY 3	0.008	3.17
sAED 1	sAED 2	0.844	0.12
sAED 1	sAED 3	0.008	7.14
sAED 2	sAED 3	0.008	8.25

sAED; Seans algılanan eforun derecelendirmesi, AU; Antrenman uyararı, AY; Antrenman yükü, EB; Etki büyüklüğü

Antrenman yükü belirleme yöntemleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde ise ilk seansta Banister AU ile Edwards AY ($p < .001$, $\rho = 0.976^{***}$) arasında mükemmel anlamlı ve Banister AU ile sAED ($p = 0.022$, $\rho = 0.810^*$) arasında yüksek anlamlı ve sAED ile Edwards Ay ($p = 0.005$, $\rho = 0.905^{**}$) arasında çok yüksek anlamlı ilişkiler gözlenmiştir.

Tablo 5. Seanslardaki Üç Yöntem Arasındaki Spearman Korelasyon Analizi

Değişkenler		Banister AU 1			Edwards AY 1		
		%95 CI			%95 CI		
Edwards AY 1	Spearman's rho	0.976 ^{***}	0.714	0.990	-	-	-
	p-value (sig)	<.001					
sAED 1	Spearman's rho	0.810 [*]	0.370	0.973	0.905 ^{**}	0.490	0.980
	p-value (sig)	0.022			0.005		
		Banister AU 2			Edwards AY 2		
		%95 CI			%95 CI		
Edwards AY 2	Spearman's rho	0.857 [*]	0.461	0.978			
	p-value (sig)	0.011					
sAED 2	Spearman's rho	0.786 [*]	0.535	0.982	0.952 ^{**}	0.871	0.996
	p-value (sig)	0.028			0.001		
		Banister AU 3			Edwards AY 3		
		%95 CI			%95 CI		
Edwards AY 3	Spearman's rho	1.000 ^{***}	0.860	0.996			
	p-value	<.001					
sAED 3	Spearman's rho	0.976 ^{***}	0.434	0.977	0.976 ^{***}	0.356	0.972
	p-value	<.001			<.001		

sAED; Seans algılanan eforun derecelendirmesi, AU; Antrenman uyarımı, AY; Antrenman yükü, CI; Güven aralığı

İkinci seansta da Banister AU ile Edwards AY ($p = 0.011$, $\rho = 0.857^*$) ve Banister AU ile sAED ($p = 0.028$, $\rho = 0.786^*$) arasında yüksek anlamlı ilişki ve sAED ile Edwards Ay ($p = 0.001$, $\rho = 0.952^{**}$) arasında çok yüksek anlamlı ilişkiler gözlenmiştir. Üçüncü seansta da Banister AU ile Edwards AY ($p < .001$, $\rho = 1.000^{***}$) ve Banister AU ile sAED ($p < .001$, $\rho = 0.976^{***}$) arasında ve sAED ile Edwards AY ($p < .001$, $\rho = 0.976^{***}$) arasında mükemmel anlamlı ilişki gözlenmiştir.

TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, güreş antrenmanları için hem antrenman yükünü belirlemede farklı yöntemlerin arasındaki ilişkiyi (bir seansta 3 ayrı yöntem ile yük hesaplama) hem de farklı yüklerle yapılan (3 ayrı seansta farklı yükler kullanılması) antrenmanlarda bu yöntemlerin arasındaki farkı incelemektir. Bu amaç doğrultusunda ilk ve ikinci seans yükleri aynı olan, üçüncü seansta ise aynı çalışmaların tekrar sayıları ve genel antrenman süresi artırılarak yükü daha büyük olan bir antrenman tasarımı yapılmıştır.

İlk iki seans arasında, Banister AU yöntemi yükler arasında fark olmadığını ($p = 0.055$), aynı şekilde sAED yöntemi daha hassas bir şekilde iki seans arasında fark olmadığını ($p = 0.844$) göstermiştir. Bir diğer yöntem olan Edwards AY yöntemi ise ilk iki seans arasında fark olduğunu ($p = 0.039$) göstermiştir. Seansların ortalama verileri incelendiğinde yüklerin birbirine yakın olduğu ancak aynı antrenman yapılmasına rağmen ortalama, maksimum kalp atım hızı ve antrenman süresinde küçük değişimler olduğu görülmektedir (İlk seans süresi= 41.8, Ort KAH=134.2, Max KAH= 182.8, İkinci Seans Süresi= 37.3, Ort KAH= 152.3, Max KAH= 184.8). Bu sonucun, sporcuların hareket tekrarlarını aynı sürede tamamlayamaması ve her sporcunun yüklenmelere verdiği kalp atım hızı yanıtının bireysel olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. İstatistiksel analize bakıldığında iki yöntemin de buna benzer hesaplamayı yaptığı görülmüştür ancak farkın anlamlı olduğunu gösteren Edwards AY yönteminin daha önceki çalışmalarda da iki yük arasındaki farkı belirleyemediği vurgulanmış ve bizim çalışmamızda da buna benzer bir sonuç ortaya çıkmıştır (Falk Neto ve ark., 2020). Üçüncü seans yükünün ortalama değerlerine bakıldığında planlandığı gibi daha yüksek bir yük olduğu görülmüş (Üçüncü Seans Süresi= 49.8, Ortalama KAH=175.7, Maksimum KAH= 188.8) ve istatistiksel analiz sonucunda da ilk iki seans üçüncü seans ile karşılaştırıldığında tüm yük hesaplama yöntemleri seanslar arasında fark olduğunu göstermiştir ($p = 0.008$, EB=3.17-8.25, bkz. Tablo 4). Sonuçlara bakıldığında, Banister AU ile sAED yönteminin farklı yükler söz konusu olsa dahi aynı istatistik değerlerini göstermiş ancak Edwards AY yönteminin aynı yüklerde istatistiksel olarak diğer yöntemlerden farklı sonuçlar göstermesi bu yöntemin güvenilirliğini sorgulamamıza neden olmuştur. Daha düşük yükler söz konusu olduğunda kalp atım hızlarındaki değişimler sebebi ile Edwards AY yönteminin iki yük arasındaki farkı belirlemede güvenilir olmayabileceğini söylemek mümkün görünmektedir (Falk Neto ve ark., 2020).

Bir antrenman seansının yükünü hesaplarken kullanılan üç farklı yöntem arasındaki ilişki incelendiğinde ise ilk seansta Banister AU ile Edwards AY arasında mükemmel anlamlı ($p < .001$, $\rho = 0.976^{***}$), Banister AU ile sAED arasında yüksek anlamlı ($p = 0.022$, $\rho = 0.810^*$) ve sAED ile Edwards AY arasında çok yüksek anlamlı ($p = 0.005$, $\rho = 0.905^{**}$) ilişki bulunmuştur. Benzer şekilde yükü ilk seans ile aynı olan ikinci seansta da aynı sonuçlar gözlenmiştir (bkz. Tablo 5). Yükü daha yüksek olan üçüncü seansta da üç ayrı yük belirleme yöntemi arasında yüksek anlamlı ilişkiler gözlenmiştir ancak ilk iki seanstaki ilişki katsayılarına bakıldığında en yüksek ilişki katsayıları üçüncü seansta gözlenmiştir (bkz. Tablo 5). Bu sonuçlara dayanarak yüksek yüklerde de antrenman yükü belirleme yöntemlerinin yüksek ilişkili sonuçlar gösterdiği söylenebilir. Literatüre bakıldığında daha önce yapılan çalışmalarda sAED ile Edwards AY arasında bulunan güçlü anlamlı ilişkiyi, bu araştırmanın bulguları da desteklemektedir (Crawford ve ark., 2018; Tibana ve ark., 2018). Falk Neto ve ark. (2020)'nin fonksiyonel kondisyon antrenmanı seanslarında antrenman yüklerini izlemek için uygun algılanan eforun seans derecesi belirlemeye yönelik çalışmasında, sAED ile Edwards AY arasında anlamlı ilişki bulunamamış ve bunu da çalışmadaki oturumların farklı sürelerle sahip olmasına (kısa ve uzun), bunun da korelasyonların büyüklüğünü etkilediğine dayandırmışlardır. Çalışma ayrıca Banister AU ve Edwards AY'nin farklı yoğunluklardaki yükleri belirlemede sAED'ye kıyasla antrenman yüklerini doğru bir şekilde değerlendiremeyebileceğini aktarmıştır ancak mevcut çalışma, tüm yöntemlerin farklı yüklerde de benzer ilişkiler gösterdiğini ortaya koymuştur. Literatürde iç ve dış yük modelleri arasındaki karşılaştırma ile ilgili olarak, futbolda sAED ve toplam mesafe yöntemleri arasında çok büyük korelasyonlar ($r = 0.76-0.89$) bulunmuştur (Casamichana ve ark., 2013). Futbolcularla yapılan başka bir çalışma sAED ile Edward AY arasında 0,51 ile 0,91 arasında değişen korelasyon katsayıları rapor etmiştir. Antrenman yükü belirlemede kullanılan kalp atım hızı ve hormonal değişimler gibi iç yük yöntemlerinin geçerliliği literatürde ortaya konmuş olsa da (Mangine ve ark., 2018; Timón ve ark., 2019) bu yöntemlerin güreş gibi temaslı mücadele sporlarında uygulanması oldukça zor ve ayrıca da maliyetlidir.

Tüm bu zorluklar yanında, özellikle sAED yönteminin hem orta yüklerde hem de yük arttığında yüksek ilişki katsayısı göstermesi, yöntemin pratik kullanımı ile kullanıcı dostu ve ek bir cihaz gerektirmemesi açısından önemli bir bulgudur çünkü iç antrenman yüklerini izlemek için yaygın olarak kullanılan belirteçlerin çoğu, kullanım kolaylığı, geçerlilik ve güvenilirlikle ilgili ek zorluklar ortaya koymaktadır (Bourdon ve ark., 2017; Halson, 2014). Güreş gibi mücadele sporu olan ve antrenman yüklerini izleme konusunda benzer zorluklarla karşılaşan taekwondo gibi branşlarda sAED yönteminin seansların antrenman yüküne ilişkin farklı yönleri değerlendirmede daha kapsamlı olduğu görülmektedir (Lupo ve ark., 2014; Lupo ve ark., 2017). Bunun yanı sıra, ölçeklerin ve kalp atım hızına dayalı yöntemlerin güreş seansları sırasında antrenman yüklerindeki değişikliklerle ilişkisi daha önce incelenmemiştir. Bizim çalışmamızdaki bulgular, özellikle bu sebeple önemlidir. sAED yönteminin güvenilir ve pratik bir yöntem olması yanında özellikle daha uzun antrenman seanslarındaki güvenilirliği ayrıca incelenmelidir.

SONUÇ

Çalışmada incelenen üç farklı yük belirleme yönteminin de antrenman yükünü belirlemede birbiri ile ilişkili olduğu ve farklı yüklerde dahi yükü belirleyebildiği sonucuna ulaşılmıştır. Ancak Edwards AY'nin yükler arasındaki farkı belirlemede güvenilir olmayabileceği çalışmamız ile desteklenmiştir. Bu bulgular ile antrenman yükü belirlemede tercih edilecek yöntemler arasında Banister AU ve sAED yöntemlerinin güvenilir bir şekilde tercih edilebileceği sonucuna varılmıştır. Ek cihazlar gerektiren ve seanslar sırasında kalp atım hızı monitörlerinin kullanımında bazı egzersizlerin doğası gereği zorluk oluşturduğundan Banister Antrenman Uyararı gibi antrenman yükü belirleme yöntemlerinin, kullanım kolaylığı ve maliyet açısından daha kullanışlı olan sAED yönteminin tercih edilebileceği bu çalışmanın en önemli sonucu ve önerisidir.

TEŞEKKÜR

Çalışmamızı 2209-a kapsamında desteklediğinden dolayı Tübitak'a teşekkür ederiz.

Etik Onay İzin Bilgileri

Etik Kurul Komitesi: Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Etik Kurulu

Protokol Numarası: E-26428519-050.99-120807

KAYNAKÇA

- Arney, B. E., Glover, R., Fusco, A., Cortis, C., de Koning, J. J., Erp, T. et al. (2019). Comparison of RPE (rating of perceived exertion) scales for session RPE. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14 (7), 994–996 <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0637>.
- Banister, E. W. (1991). *Modeling elite athletic performance*. In *Physiological Testing of High-Performance Athletes* (D. MacDougall, H. A. Wenger, and H. J. Green, Eds. 2nd ed). Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.
- Bayraktar I., Deliceoğlu G., & Yaman M., Y. Ç. (2012). The Comparison of Some Physical and Physiological Parameters of Sprinters And Throwers with Same Age Wrestlers. *Uluslararası Hakemli Akademik Sağlık ve Tıp Bilimleri Dergisi*, 3(2), 36–45.
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gustin, P., Kellmann, M., Varley, M. C. et al. (2017). Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(2), 161–170 <https://doi.org/10.1123/IJSP.2017-0208>.
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*. 5, <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00073>.
- Casamichana, D., Castellano, J., Calleja-Gonzalez, J., San Román, J., & Castagna, C. (2013). Relationship between indicators of training load in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(2), 369-374.
- Coutts, A. J. (2014). In the age of technology, occam’s razor still applies. *In International Journal of Sports Physiology and Performance*. 9(5), 741. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2014-0353>.
- Crawford, D. A., Drake, N. B., Carper, M. J., Deblauw, J., & Heinrich, K. M. (2018). Validity, reliability, and application of the session-rpe method for quantifying training loads during high intensity functional training. *Sports*, 6(3), 84 <https://doi.org/10.3390/sports6030084>.
- Curby, D. G., & Jomand, G. (2015). The Evolution of Women’s Wrestling: History, Issues and Future. *International Journal of Wrestling Science*, 2-12 <https://doi.org/10.1080/21615667.2015.1040536>.
- Edwards, S. (1994). *The Heart Rate Monitor Book*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 5(3), 454 <https://doi.org/10.1249/00005768-199405000-00020>.
- Falk Neto, J. H., Tibana, R. A., de Sousa, N. M. F., Prestes, J., Voltarelli, F. A., & Kennedy, M. D. (2020). Session Rating of Perceived Exertion Is a Superior Method to Monitor Internal Training Loads of Functional Fitness Training Sessions Performed at Different Intensities When Compared to Training Impulse. *Frontiers in Physiology*, 11(2). <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00919>.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S. et al. (2001). A New Approach to Monitoring Exercise Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2001\)015<0109:ANATME>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2001)015<0109:ANATME>2.0.CO;2).
- Fusco, A., Knutson, C., King, C., Mikat, R. P., Porcari, J. P., Cortis, C., & Foster, C. (2020). Session RPE during prolonged exercise training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 15(2), 292-294. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0137>.
- Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A., & Chamari, K. (2017). Session-RPE method for training load monitoring: Validity, ecological usefulness, and influencing factors. *In Frontiers in Neuroscience*. 11, <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00612>.
- Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *In Sports Medicine*. 44, 139-147 <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>.
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *In Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3-12 <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>.
- Lupo, C., Capranica, L., & Tessitore, A. (2014). The validity of the session-RPE method for quantifying training load in water polo. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(4), 656-660. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2013-0297>
- Lupo, C., Capranica, L., Cortis, C., Guidotti, F., Bianco, A., & Tessitore, A. (2017). Session-RPE for quantifying load of different youth taekwondo training sessions. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 57(3), 189-94 <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06021-X>


- Mangine, G. T., Van Dusseldorp, T. A., Feito, Y., Holmes, A. J., Serafini, P. R., Box, A. G. et al. (2018). Testosterone and cortisol responses to five high-intensity functional training competition workouts in recreationally active adults. *Sports*, 6(3), 12 <https://doi.org/10.3390/sports6030062>
- Padulo, J., Chaabène, H., Tabben, M., Haddad, M., Gevat, C., Vando, S. et al. (2014). The construct validity of session RPE during an intensive camp in young male Karate athletes. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 7(6), 125 <https://doi.org/10.11138/mltj/2014.4.2.121>
- Shaw, J. W., Springham, M., Brown, D. D., Mattiussi, A. M., Pedlar, C. R., & Tallent, J. (2020). The Validity of the Session Rating of Perceived Exertion Method for Measuring Internal Training Load in Professional Classical Ballet Dancers. *Frontiers in Physiology*. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00480>
- She, J., Nakamura, H., Makino, K., Ohyama, Y., & Hashimoto, H. (2015). Selection of suitable maximum-heart-rate formulas for use with Karvonen formula to calculate exercise intensity. *International Journal of Automation and Computing*. <https://doi.org/10.1007/s11633-014-0824-3>
- Slimani, M., Davis, P., Franchini, E., & Moalla, W. (2017). Rating of perceived exertion for quantification of training and combat loads during combat sport-specific activities: A short review. *In Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002047>
- Tabben, M., Tourny, C., Haddad, M., Chaabane, H., Chamari, K., & Coquart, J. B. (2015). Validity and reliability of the session-RPE method for quantifying training load in karate athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000477429.41094.00>
- Tabben, Montassar, Sioud, R., Haddad, M., Franchini, E., Chaouachi, A., Coquart, J., Chaabane, H. et al. (2013). Physiological and perceived exertion responses during international karate kumite competition. *Asian Journal of Sports Medicine*, 4(4), 263-271 <https://doi.org/10.5812/asjms.34246>.
- Tanaka, K., & Matsuura, Y. (1984). Marathon performance, anaerobic threshold, and onset of blood lactate accumulation. *Journal of Applied Physiology Respiratory Environmental and Exercise Physiology*. <https://doi.org/10.1152/jappl.1984.57.3.640>.
- Tibana, R. A., de Sousa, N. M. F., Cunha, G. V., Prestes, J., Fett, C., Gabbett, T. J. et al. (2018). Validity of session rating perceived exertion method for quantifying internal training load during high-intensity functional training. *Sports*. <https://doi.org/10.3390/sports6030068>.
- Timón, R., Olcina, G., Camacho-Cardenosa, M., Camacho-Cardenosa, A., Martinez-Guardado, I., & Marcos-Serrano, M. (2019). 48-hour recovery of biochemical parameters and physical performance after two modalities of CrossFit workouts. *Biology of Sport*. <https://doi.org/10.5114/biolport.2019.85458>.

KAYNAK GÖSTERİMİ

Kaymakçı, A.T., Gelen, E., Sert, V., Erün, T., Odunkuran, İ., Kırık, S. (2024). Güreşçilerde antrenman yükünün belirlenmesinde kullanılan farklı yöntemlerin karşılaştırılması. *Uluslararası Spor, Egzersiz ve Antrenman Bilimi Dergisi - USEABD*, 10(2), 119-127. DOI: 10.18826/useabd.1463237



Sociological Investigation of Leisure Sports for Employees of Sports and Youth Departments in Iraq*

Ahmad Mushtaq Al-Rubaye¹ , Amin Azimkhani² 

Abstract

Aim: This study examines the impact of sports organization management on the leisure time evaluation and communication skills of Iraqi youth and sports administration staff.

Methods: The statistical population of this research is made up of the staff of sports and youth departments in Iraq. According to the Morgan table, the sample size was 302 people. The measurement tool in this research was a questionnaire, which Cronbach's alpha coefficient was used for the reliability of the questionnaires, and its validity was measured by consulting with the supervisors and consultants and sports management experts. In order to analyze the data, descriptive statistical methods such as percentage, mean and standard deviation and inferential statistical methods such as Pearson's correlation coefficient to test the relationships between variables and step-by-step regression to predict leisure-sports decision-making and skills Communication is through the effectiveness of the organization's management, which has been used using SPSS version 21 software.

Results: The findings showed that; there is a significant relationship between the effectiveness of organization management and sports leisure decisions and communication skills, and the structural equation model between the variables along with its components has a significant fit.

Conclusion: With an effective management, it is possible to strengthen communication skills in the decision-making of leisure programs. And in the conditions of the corona disease, researcher took a big step for different strata of the Iraqi society in leisure activities.

Keywords

Leisure,
Communication,
Sports organizations,
Effectiveness of management.

Article Info

Received: 06.05.2023

Accepted: 04.01.2023

Online Published: 15.06.2024

DOI: 10.18826/useeabd.1293423

Irak'ta Spor ve Gençlik Dairesi Çalışanları İçin Boş Zaman Sporlarının Sosyolojik Olarak İncelenmesi

Özet

Amaç: Bu çalışma, spor organizasyonu yönetiminin Iraklı gençler ve spor yönetimi çalışanlarının boş zaman değerlendirme ve iletişim becerileri üzerindeki etkisini incelemektedir.

Yöntem: Bu araştırmanın istatistiksel evrenini Irak'taki spor ve gençlik departmanlarının personeli oluşturmaktadır. Morgan tablosuna göre örneklem büyüklüğü 302 kişidir. Bu araştırmadaki ölçüm aracı bir anket olup, anketlerin güvenilirliği için Cronbach alfa katsayısı kullanılmış ve geçerliliği amirlere, danışmanlara ve spor yönetimi uzmanlarına danışılarak ölçülmüştür. Verileri analiz etmek için, yüzde, ortalama ve standart sapma gibi tanımlayıcı istatistiksel yöntemler ve değişkenler arasındaki ilişkileri test etmek için Pearson korelasyon katsayısı ve boş zaman-spor karar verme ve becerilerini tahmin etmek için adım adım regresyon gibi çıkarımsal istatistiksel yöntemler SPSS sürüm 21 yazılımı kullanılarak kullanılmıştır.

Bulgular: Bulgular; organizasyon yönetiminin etkinliği ile boş zaman spor kararları ve iletişim becerileri arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ve değişkenler arasındaki yapısal eşitlik modelinin bileşenleriyle birlikte anlamlı bir uyuma sahip olduğunu göstermiştir.

Sonuç: Etkili bir yönetimle, boş zaman programlarının karar alma sürecinde iletişim becerilerini güçlendirmek mümkündür. Korona hastalığı koşullarında araştırmacı, boş zaman faaliyetlerinde Irak toplumunun farklı katmanları için büyük bir adım atmıştır.

Anahtar Kelimeler

Boş zaman,
İletişim,
Spor organizasyonları,
Yönetimin etkinliği.

Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi: 06.05.2023

Kabul Tarihi: 04.01.2023

Online Yayın Tarihi: 15.06.2024

DOI: 10.18826/useeabd.1293423

INTRODUCTION

It can be said that the successful performance of managers determines the performance of an organization and its level of success in achieving its goals. Successful and effective management is a management that tries to achieve the goals of a proper and humane relationship, to use 80-90% of the employees' abilities in relation to achieving organizational goals. The effectiveness of organizational management is an indicator that shows how managers effectively and efficiently use the organization's resources to gain customer satisfaction and achieve organizational goals. In order to fulfill their mission

¹University of Imam Reza, Mashhad/Khorasan Razavi, Department of the Sport, Iran. ahmadmushtak1988@gmail.com

²Corresponding Author: University of Imam Reza, Mashhad/Khorasan Razavi, Department of the Sport, Iran. amin.azimkhani@imamreza.ac.ir

* Produced from the first author's graduate thesis.

in the organization, the heads and managers of the organization play various roles and perform various functions and tasks, they set goals and plan, organize and finally lead the activities of individuals and organizational units through communication, and they monitor and inseparable from management and use it in any task in an impressive way.

Management is always faced with cases that require decision-making on its part, and the quality and manner of these decisions determine the success and fulfillment of organizational goals (James, 2011). It can be said that decision making and management can be considered as synonyms. Because it is the main part of management. Koontz and Weihrich (2006), believes that the existence of plan, program, policy and policy depends on the existence of the role of the manager, because he must think about what path to choose, what should be done. Effective and successful management is different from this type of managers in almost all aspects, they play the role of leaders and in a word, they emphasize the role of communication skills, because social abilities are an important part of communication and, in fact, objectivity is a part. It also has an important role in decision making. Paying attention to the definition of decision-making (choosing a way from among different ways), getting the possible ways and their results and choosing the right one among them and if a manager can make this choice effectively, it is an effective and productive decision (Herbst, 2006). In their research, researchers have paid attention to people's lifestyles and based on this, they have presented five decision-making styles, which include rational, intuitive, dependent, immediate, and avoidance decision-making. It is his duty to make his own decision. In addition to organizational factors, demographic characteristics also cause managers to behave differently in decision-making situations, and as a result, they are different in decision-making style.

On the other hand, in today's era, sports is one of the things that have been raised in different ways in the world and many groups are facing it in different ways. There are a number of professional athletes and a group of amateur athletes, a group of fans and interested in sports and watching programs and competitions, and another group spend their time doing sports (Dingley et al., 2008). Various sports ministries and centers have been established. A significant part of TV, radio, magazines and other mass media deals with sports news. Sports in the world is seriously discussed and has importance from various economic, social and political aspects. On this basis; Sports organizations are also important as centers providing sports goals, it is necessary to examine the managers of this group of organizations who are responsible for managing and making decisions in organizations. On the other hand, people with extensive communication can achieve new thinking and new realities and thus play a role in organizational development and the growth of society (Wolfe et al., 2011). Establishing communication arouses the feeling of being social in human beings and in establishing this communication, a person acquires new skills and new ways of thinking, to the extent that as organizations expand, human communication becomes more complex. It seems that lack of communication skills leads to increased costs and ultimately reduces effectiveness (Alizadeh et al., 2023). The communication of people who have better feedback, speaking and listening skills will succeed in creating effective communication. Communication is a very crucial and significant element in an organization, and it is necessary for creating collaboration within the work environment that has effects on organizational performance and decision making. Therefore, communication is considered an integral part of management functions and managers must have management skills to successfully perform their duties. Knowing people's communication skills and exerting influence on them in order to achieve organizational goals is a fundamental issue in the study of human behavior. In addition to knowledge, managers must have sufficient skills, and without a doubt, the educational system has high effectiveness, efficiency, and credibility, and one of these skills is communication skills, which is one of the most important skills as an educational tool that helps in success and Its effectiveness has a significant impact (Musheke and Phiri, 2021). Therefore, the researcher seeks to measure the effectiveness of the management of sports organizations on sports leisure decisions and the communication skills of the staff of the Iraqi Sports and Youth Department.

METHOD

Model of the research

According to the type of research, the research method is descriptive research, in terms of correlation between variables, and according to the objectives of the research, it is applied research.

The universe and sample of the research

The statistical population of this research is made up of all the employees of the Sports and Youth Department in Iraq. Sampling in this research was done by simple random sampling based on Morgan's table (Krejcie & Morgan 1970). Therefore, according to the investigations and data collection from sports and youth departments, 302 people out of 1388 people in the society were collected according to Morgan's table in order to complete the questionnaire and analyze the data. Out of 302 people in the sample, 199 were men and 103 were women. The age of 30-35 years old had the highest number, i.e. 115 people, and 48 years old and above had the lowest number. Table 1 shows the demographic information of the sample under review:

Table 1. The results of descriptive findings

Variable	Groups	Frequency	Percentage
Gender	Male	199	64.4
	Female	103	35.4
Age	30-35 years	115	38.3
	36-41 years	137	44.7
	42-47 years	39	12.3
	48 years and above	11	3.7
Education	Physical Education	181	59.9
	Non-physical education	121	40.1
Service record	1 to 5 years	61	20.3
	6 to 11 years	102	33.4
	12 to 17 years	109	36.1
	18 to 23 years	30	9.2
Sports history	Athlete	114	37.1
	Non-athlete	188	62.9
Total		302	100

According to the questionnaire distributed among the examined sample regarding the sports history and education of the sample people, it was found that the highest percentage is related to the athletes who have between 12 and 17 years of experience and have a degree in physical education, which is shown in the above table.

Data collection tools of the research

The method of collecting information was in the field (using the questionnaire tool) and in the library (books, articles, scientific journals, etc.). The required information from the current state of the statistical sample was collected using three questionnaires:

- Questionnaire 1: 17-question standard questionnaire of Jeffery's organization management effectiveness (2002) which had three components of planning, organizational interaction, and flexibility.
- Questionnaire 2: The 10-question questionnaire of Ziaee et al.'s (2021) leisure time sports decision-making with 10 questions that had two components: understanding the message and regulating emotions. 3-Queen Dam's 34-question questionnaire of communication skills (2004) has 34 questions that have five components: Receiving and sending messages, emotional control, listening, insight into the communication process, and communication with assertiveness.

Data analysis of the research

The validity of the present questionnaires was checked by experts, supervisors and consultants, and its reliability was calculated by retest method using Cronbach's alpha coefficient in SPSS version 21 software. Cronbach's alpha of organizational management effectiveness questionnaire was 0.79, sports leisure decision making questionnaire was 0.81 and communication skills questionnaire was 0.78. In order to analyze the data, descriptive and inferential statistics (Kolmogorov-Smirnov, correlation and regression) were used to investigate the effectiveness of sports organization management with sports leisure time decision-making and communication skills.

Table 2. The results of the data normal distribution test

Variable	variable/components	p	Normal/abnormal
Kolmogorov-Smirnov test	research variables and components	>0,05	Normal

According to the Kolmogorov-Smirnov test, the data are normal when the significance level is greater than 0.05. According to Table, the research variables and components are consistent with the researcher's expected distribution, that is, the data distribution was normal.

FINDINGS

Table 3. The relationship between the effectiveness of the management of sports organizations and the decision of sports leisure times

Independent variable	Dependent variable (Components)	Quantity	Average	Standard deviation	r	p
Effectiveness of organization management	Decision	302	40.13	1.02	0.44	0.02
	Knowledge	302	14.33	1.73	0.41	0.04
	Being on time	302	12.64	1.35	0.39	0.001

According to the results of the above table, correlation at the level in this research hypothesis in order to investigate the relationship between the effectiveness of management of sports organizations and the decision-making of sports leisure time of employees, first the relationship of two variables has been investigated. Also, according to the correlation coefficient obtained (0.44), we find that there is a relatively good and positive relationship between the dependent and independent variables.

Table 4. Bivariate regression between the effectiveness of organization management and sports leisure decision making

Independent variable	R ²	Adjusted R ²	β	F	p	Test result
Effectiveness of organization management	0.37	0.36	0.21	1.314	0.038	Accept the hypothesis

According to the significance of the F value in Table 4, it can be concluded that the regression model of the research composed of the independent variable (the effectiveness of the organization's management) and the dependent variable (decision making of sports leisure time) is a relatively good model and the independent variable is able to change the time decision making and explain sports leisure. The coefficient of determination also shows that 37% of the total variance of the changes in sports leisure decision-making is related to the effectiveness of the organization's management.

Table 5. The results of regression analysis between the effectiveness components of organization management and sports leisure decision making

Multiple regression	B	S.E	β	p
Planning	0.28	0.09	0.29	0.016
Organizational interaction	0.21	0.11	0.23	0.35
Flexibility	0.37	0.07	0.36	0.011

The significance of planning components (0.016) and organizational interaction (0.035) has decreased from the value of sig and has become significant. (Sig \leq 0.05) means that these two components have been able to predict sports leisure time decision making. Also, the higher the beta coefficient of a variable, the greater its role in predicting the dependent variable.

Table 6. The factor loading of the relationship model between the effectiveness of organization management and sports leisure decision making

Variables	Factor load	t	p
Planning → Effectiveness of organization management	0.391	-	-
Interaction → Effectiveness of organization management	0.464	3.241	0.012
Flexibility → Effectiveness of organization management	0.164	1.107	0.17
Knowledge → Sports leisure decision making	0.673	-	-
Being on time → Sports leisure decision making	0.486	4.133	0.015
Effectiveness of organization management → Sports leisure decision making	0.583	6.429	0.016

According to the results of the above table, the relationship is confirmed (at the error level of 0.05) if the value of t is greater than 2 or less than -2, which will be a positive and negative relationship, respectively. Paul Klein believes that indicators whose loading is less than 0.3 or whose statistics are smaller than the absolute value of 2 indicate the weakness of that indicator and are removed from the model.

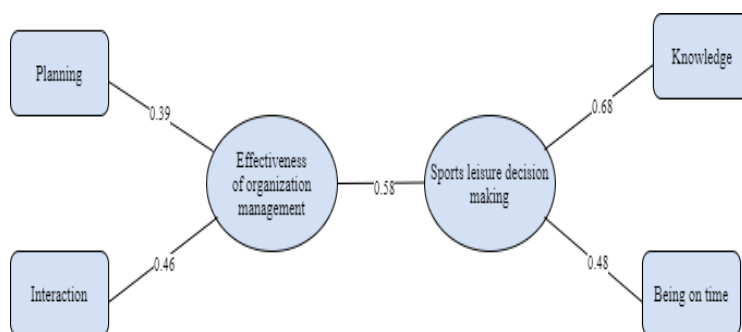


Figure 1. The relationship model between the effectiveness of organization management and sports leisure decision making

Table 7. The relationship between the effectiveness of management of sports organizations and communication skills

Independent variable	Dependent variable (Components)	n	Average	S.D.	R	p
Effectiveness of organization management	Communication skills	302	37.26	1.62	0.41	0.03
	Receive and send messages	302	12.67	1.54	0.32	0.001
	Emotional control	302	10.52	1.82	0.36	0.011
	Listening	302	14.81	1.22	0.28	0.02
	Insights into the communication process	302	12.15	2.02	0.40	0.01
	Communication with determination	302	14.37	1.68	0.39	0.01

Statistical results were significant ($p < 0.05$). Details are given in the table.

Table 8. Bivariate regression between the effectiveness of organization management and communication skills

Independent variable	R ²	Adjusted R ²	β	F	p	Test result
Effectiveness of organization management	0.32	0.32	0.16	2.677	0.024	Accept the hypothesis

According to the significance of the F value in Table 8, it can be concluded that the regression model of the research composed of the independent variable (effectiveness of organization management) and the dependent variable (communication skills) is a relatively good model and the independent variable is able to change and explain the decision making of sports leisure time. The determination coefficient also shows that 32% of the total variance of changes in communication skills is related to the effectiveness of the organization's management.

Table 9. The results of regression analysis between the effectiveness components of organization management and communication skills

Multiple regression	B	S.E.	β	p
Planning	0.44	0.16	0.43	0.019
Organizational interaction	0.41	0.18	0.42	0.017
Flexibility	0.30	0.19	0.31	0.15

Statistical results were significant ($p < 0.05$). Details are given in the table.

Table 10. Factor loading of the model of relationships between the effectiveness of organization management and communication skills

Variables	Factor load	t	p
Planning → Effectiveness of organization management	0.477	-	-
Interaction → Effectiveness of organization management	0.510	4.318	0.036
Flexibility → Effectiveness of organization management	0.1254	1.738	0.19
Receive and send messages → Communication skills	0.429	-	-
Emotional control → Communication skills	0.557	3.429	0.001
Listening → Communication skills	0.519	5.221	0.011
Insights into the communication process → Communication skills	0.623	3.465	0.001
Communication with determination → Communication skills	0.487	6.914	0.019
→ Effectiveness of organization management → Communication skills	0.475	5.113	0.012

Statistical results were significant ($p < 0.05$). Details are given in the table.

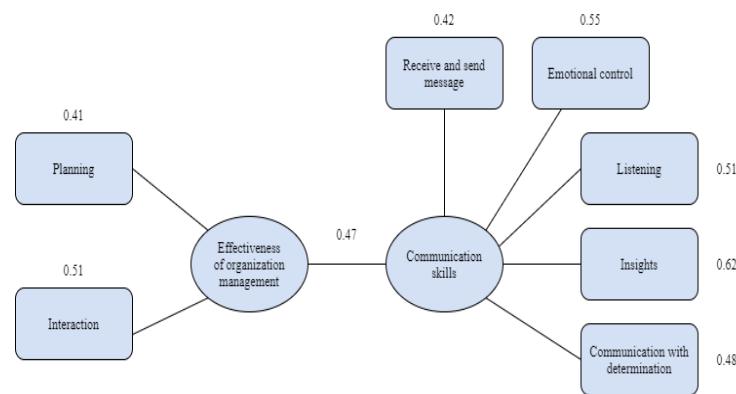


Figure 2. The relationship model between the effectiveness of organization management and communication skills

DISCUSSION

The present study investigated the effectiveness of sports organization management by deciding on sports leisure time and communication skills of Iraqi youth and sports administration staff. According to the findings of the research regarding the first hypothesis, the result showed that there is a positive and significant relationship between managerial effectiveness and decision-making of employees' leisure time. The factor load between effective management and sports leisure time decision-making showed 0.58. Also, the correlation result showed a good and positive correlation between these two variables. Therefore, it can be said that by using effective managers and holding effective leadership training courses among the managers of the organization, the decision-making skills of the employees of sports organizations were strengthened. If the management of the organization is effective and shows itself at all organizational levels, it can influence the decisions of the employees with documented plans. So that when the employees see the effective management, they always follow the steps in reaching the goals on time by planning the sports related to their field. On the other hand, effective management with organizational interaction of employees also has an effect on employees' decisions; So that it can be said that this management is effective that by interacting and creating high working relationships, among the employees of different parts of a sports organization and by creating hidden roles in different organizational layers, making decisions. It strengthens the employees in the shade of interactions (Tatum et al., 2003). Also, the findings showed that flexibility cannot have a successful relationship with employees' sports leisure decisions, which may be one of the influential factors in descriptive factors such as work experience. Different work experiences usually show more or less resistance in an organization from a flexible and changeable approach to managing an organization. On the other hand, in effective management, managers always try to focus their attention on employees' behavior (Rockstuhl et al., 2011). This causes the internal motivation of the employees and while establishing a stronger relationship with the management, they are more careful in their decisions in work matters and increase their work sensitivity. These people are always more noble than their related matters, which shows their knowledge in the field of work decisions (Mubarak, 2014). As the results of this research also showed, effective management has a positive and meaningful relationship with employees' decision-making knowledge. This knowledge shows its importance among the employees of Iraqi sports and youth departments who are always dealing with implementation programs. These findings are consistent with the findings of Oliveira (2014), Smith et al. (2012). The results regarding the second hypothesis indicated a relationship between effective management and communication skills of the employees of sports and youth departments. Asking employees for their opinions about effective management and applying these opinions to the manager's behavior leads to the creation of a lively and healthy organizational atmosphere in the organization for employee satisfaction and improving group and organizational efficiency. The factor load between the dimensions of communication skills and effectiveness of group management is 0.47, which is significant. Therefore, there is a positive and meaningful relationship between communication skill and management effectiveness, and the hypothesis is confirmed. Therefore, managers can encourage and facilitate the network of relationships, friendships and informal communication of employees with colleagues by providing communication, expanding the flow of information and social support and provide group and organizational effectiveness (David, 2011). The relationship between the dimension of insight into the communication process and

management effectiveness is 0.40, which is a relatively good and significant relationship. Therefore, the attention of managers and employees in organized communication skills and the newness of this skill in today's organizations and its importance, by setting up briefing sessions and training courses by managers and high-level officials and improving the conceptual and operational understanding of this skill by themselves. Employees strengthen the organization through peripheral studies in identifying the position and importance of communication skills. It is also possible to increase the managerial effectiveness of the organization with the participation of employees related to the field of management and their communication with other classes of the organization. Organizational attitudes make employees more effective, because employees have more access to important resources to maintain and improve their performance, and they consider it necessary to respond to quick challenges that arise (Nazari et al., 2015). The results of this research show that there are many ways to create effective communication that leads to more effective management. Therefore, based on the results of the assumptions of this research and the review of the background and the results of the researches that have been conducted with the focus on management skills, group effectiveness inside and outside Iran, it is possible to see the compatibility of most of the research findings with the findings of this research. As revealed from the results of the research, improving the basic communication skills of employees in the organization is emphasized because its impact on a healthy atmosphere and also the effectiveness of the organization's management cannot be denied. The findings of this research are in line with the findings of Madani and Gholami Lavasani (2017).

RESULTS

This study examines the impact of sports organization management on the leisure time evaluation and communication skills of Iraqi youth and sports administration staff. The research results indicate a significant relationship between managerial effectiveness and employees' leisure time decision-making. Additionally, it has been shown that effective management and leadership training can enhance employees' decision-making skills. A positive relationship was also found between organizational interaction and employees' decisions. The findings suggest that flexibility does not establish a successful relationship with employees' leisure time decisions and that this may be influenced by descriptive factors such as work experience. There is also a significant relationship between effective management and employees' communication skills. Soliciting employees' opinions and reflecting these opinions in managerial behavior revitalizes the organizational atmosphere and increases group productivity. These findings underscore the importance of developing employees' communication skills in enhancing organizational management effectiveness and creating a healthy atmosphere.

Ethical Approval Permission Information

Ethics Committee: Education committee of International University of Imam Reza.

Division / Protocol No: 2020/03/07 548079

REFERENCES

- Alizadeh, H., Heidarzadeh, K., Khounsiavash, M., & Zaboli, R. (2023). The identification of the frontline employees cognitive appraisal in the face of the customers aggression in oil industries business management (Case Study: Iran Petroleum Products Distribution Company - Tehran Region). *Petroleum Business Review*, 7(1), 27–48.
- David, F. R. (2011). *Strategic management concepts and cases*. Prentice hall.
- Dingley, C., Daugherty, K., Derieg, M. K. & Persing, R. (2008). *Improving patient safety through provider communication strategy enhancements*. Project Web site: www.safecom.org.
- Herbst, H. & Maree, K., et al. (2006). Emotional intelligence and leadership abilities. *SAJHE* 20(5), 592-612. <http://hdl.handle.net/2263/2014>
- James, I. A. (2011). *Understanding behaviour in Dementia that challenges: A guide to assessment and treatment*. London, England: Jessica Kingsley Publishers.
- Koontz, H., & Weihrich, H. (2006). *Essentials of management*. McGraw-Hill Education (India) Pvt Limited.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607–610.

- Madani, Y. & Gholamali Lavasani, M. (2017). Proposing an integrated model of emotionally focused approach and guttmann model and evaluating its effectiveness on feeling of loneliness in married women. *Journal of Counseling Research*, 16(62), 80-97. URL: <http://iran-counseling.ir/journal/article-1-550-en.html>.
- Mubarak, H. (2014). *Intersections: Modernity, gender, and Qur'anic exegesis*. Georgetown University.
- Musheke, M. & Phiri, J. (2021). The effects of effective communication on organizational performance based on the systems theory. *Open Journal of Business and Management*, 9, 659-671.
- Nazari, R., Ghasemi, H. & Sohrabi, Z. (2015). Relationship between communication skills, leadership styles, organizational culture and managerial effectiveness in sport organizations. *Journal Sport Management Motion Behave*, 11(21), 93-102. <https://doi.org/10.14486/IJSCS227>
- Oliveira, A. (2014). A Discussion Of Rational And Psychological Decision Making Theories And Models: The Search For a Cultural– Ethical Decision Making Model. *Electronic Journal of Business Ethics and Organization Studies*, 12(2), 12-13.
- Rockstuhl, T., Seiler, S., Ang, S., Van Dyne, L., & Annen, H. (2011). Beyond general intelligence (IQ) and emotional intelligence (EQ): The Role of Cultural Intelligence (CQ) on Cross-Border Leadership Effectiveness in a Globalized World. *Journal of Social Issues*, 67(4), 825-840. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.2011.01730.x>
- Smith, M. B., Bryan, L. K., & Vodanovich, S. J. (2012). The counter-intuitive effects of flow on positive leadership and employee attitudes: Incorporating positive psychology into the management of organizations. *Psychologist Manager Journal*, 15(3), 174-98. <https://doi.org/10.1080/10887156.2012.701129>
- Tatum, C. B., Oberlin, R., Kottraba, C., & Bradberry, T. (2003). Leadership, decision making and organization justice. *Journal of Management Decision*, p 1007. <https://doi.org/10.1108/00251740310509535>
- Wolfe, J. M., Vo, M. L., Evans, K. K., Greene, M. R., & Putler, D. (2011). Visual search in scenes involves selective and non-selective pathways. *Trends Cogn Sci*, 15(2), 77–84.
- Ziaee, A., Aghaei, N., Saffari, M., & Zenouz, R. Y. (2022). Systematic Review of Leisure Time Physical Activity Studies. *Research on Educational Sport*, 10(26), 17-50. <https://doi.org/10.22089/res.2019.7814.1731>

CITING

Al-Rubaye, A.M. & Azimkhani, A. (2024). Sociological investigation of leisure sports for employees of sports and youth departments in Iraq. *International Journal of Sport Exercise and Training Sciences - IJSETS*, 10(2), 128-135. DOI: 10.18826/useeabd.1293423