
HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

Editör: Doç.Dr. Erdil DURUKAN

Hareket ve Antrenman Bilimlerinde İleri Araştırmalar

Editör

Doç. Dr. Erdil DURUKAN

yaz
yayınları

2024

Hareket ve Antrenman Bilimlerinde İleri Araştırmalar

Editör: Doç. Dr. Erdil DURUKAN

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-5547-07-1

Aralık 2024 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

info@yazyayinlari.com

İÇİNDEKİLER

Çabuk Kuvvet Gelişiminde Uygulanan Kontrast Antrenman Metodu.....	1
<i>Gürkan TOKGÖZ</i>	
Fiziksel Aktivite ve Lipid Metabolizması.....	16
<i>Yeliz DOĞRU</i>	

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

ÇABUK KUVVET GELİŞİMİNDE UYGULANAN KONTRAST ANTRENMAN METODU

Gürkan TOKGÖZ¹

1. GİRİŞ

Hayatımızın rutini haline gelmiş sportif hareketler ve eylemler, kas sistemi sayesinde, mekanik işe dönüşen kimyasal enerjinin, beden hareketini etkileyen kuvveti ortaya çıkarmaktadır (Gürol ve Deniz, 2013). Çoğu spor branşında ağırlık antrenmanları aracılığıyla güç ve kuvvet gelişimi desteklenmektedir. Bu sayede başarılı performans elde etmek için spor branşına uygun hareket modelleri ve enerji sistemleriyle kas türleri çalıştırılmaktadır. Özellikle beceri isteyen branşlarda kuvvet antrenmanları önemli bir yere sahiptir (Egesoy vd., 2018). Son zamanlarda performans beklentilerini arttıran bir diğer faktör sporun daha bilinçli ve profesyonel bir şekilde yapıyor olmasıdır. Gerek takım gerekse bireysel sporlarda amaca ulaşmak oldukça zor hale gelmekte ayrıca sporcunun hedeflenen gelişim seviyesine ulaşması için antrenörler bilimden yararlanmaktadır. Uygulanan çalışmaların yararı veya doğruluğu uygun görülen testler aracılığıyla ya da elde edilen sonuçlar gözden geçirilerek değerlendirilmektedir (Dönmez vd., 2014). Kas kuvvetini geliştirmek ve sportif performans düzeyini arttırmak maksadıyla kullanılan kuvvet antrenman modelleri, hipertrofi, kas gücü ve dayanıklılığı arttırmak üzerine oldukça önem arz etmektedir. Aynı zamanda güvenli, etkili ve faydalı antrenmanlar için kas aktivasyonunun egzersiz özelliği, hızı, setler arası dinlenme, yoğunluğu ve set sayısı gibi değişkenlerin de göz önüne alınmasının oldukça

¹ GÜRKAN TOKGÖZ

önemli olduğu vurgulanmaktadır (Freitas de Salles, 2009). Diğer kondisyonel özelliklerde olduğu gibi organizmanın kuvvet antrenmanına uyumu, aşırı yüklenme, antrenmanın özel olma ve geriye dönüş kurallarına uygun olarak meydana gelmektedir. Kuvvet ve performans oluşumu vücut ağırlığı, boy, eklem hareketliliği, ekstremiteler uzunlukları, kas yapısındaki farklılıklar, esneklik seviyeleri, farklı spor branşları arasında hatta aynı spor branşının farklı kategorilerinde de yapısal farklılıklar ile doğru orantılı olduğu düşünülmektedir (Saygı, 2010).

1.1. Kuvvet

Kuvvet hareketleri, biyomekanik bakış açısına göre iki alt grup olarak incelenmekte olup bunlar dış kuvvetler ve dış kuvvetlerdir. Sporcunun çevresel faktörler ile vücudu arasındaki kuvvetlere dış kuvvetler denilmektedir. Bu kuvvet biçimine yer çekimine, sporcunun rakibine ve herhangi bir nesneye uyguladığı kuvvetler bütünü örnek gösterilebilir. Bu nedenle, bir sporcunun dış kuvvetler bütünü o sporcunun kuvvet miktarının bir ölçüsü olduğu kabul görmüştür. İç kuvvetler, insan vücudunu oluşturan parçaların birbirine uyguladığı kuvvet olarak adlandırılmaktadır. Tendonun kemiğe, kasın tendona uyguladığı kuvvet türü içsel bir kuvvettir. Aktif olan kas tarafından oluşturulan iç kuvvet kasın uzama (eksantrik), kısılma (konsantrik) veya aynı uzunlukta kalarak (izometrik) hareket etmesiyle oluşmaktadır. Bununla birlikte, bir kas veya kas grubunun bir dirence karşı ürettiği mukavemet, kas kuvveti olarak tanımlanmaktadır (Zatziorsky vd., 2020). Spor branşının gerekliliklerine bağlı olarak sporcular, hem kendilerinin ve rakiplerinin vücut kütlesine hem de yer çekimine karşı kuvvet uygulayarak direnç göstermeli, hem de harici bir nesneye karşı kuvvet uygulayabilmelidir (Turner ve Comfort, 2022). Pek çok spor dalının doğası gereği, kuvvetin çok kısa sürelerde üretilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, sporda etkili bir performans için kas gücü birincil faktör olarak değerlendirilmektedir (Suchomel vd., 2016). Kas gücünü analiz

ederken, kuvvet-hız ilişkisinin dikkate alınması önemlidir. Kuvvet-hız eğrisine göre, büyük kütlelerin hızlandırılması veya yüksek kuvvetlerin üretilmesi gereken durumlar daha uzun sürelerde ve daha düşük hızlarda gerçekleşirken, daha düşük kütleler için daha az kuvvet üretilir ve daha hızlı hareketler gözlemlenir. Bu, kuvvet ve hız arasındaki ters orantılı ilişkiyi ortaya koymaktadır (Rahmani vd., 2001). Literatürde yapılan çalışmalar, hem daha büyük kas kuvvetinin hem de daha yüksek kuvvet geliştirme hızlarının performansla önemli ölçüde ilişkili olduğunu göstermektedir (Bompa ve Buzzichelli, 2019).

1.2. Çabuk Kuvvet

Çabuk kuvvet; Kas-sinir sisteminin maksimum hızda kasılarak maksimum kuvveti üretmesi ile bir direnci yenebilme yeteneğine denir (Muratlı ve ark., 2005). Çabuk kuvvet; Sinir kas sisteminin; vücudu ya da vücudun herhangi bir parçası ile maddeleri maksimum hızda hareket ettirebilme yeteneği olarak kabul edilir (Weineck, 2011). Kas grubu ya da bir kasın olabilecek en kısa sürede ve en kuvvetli biçimde hareketi gerçekleştirebilmesidir. Sinir kas sisteminin en hızlı bir şekilde yüksek bir dirence cevap verme yeteneğidir. Farklı bir tanımda sürat ve kuvvetin birleşimi olarak ortaya çıkar ve en kısa sürede en hızlı hareketi yapabilmek olarak tanımlanmıştır (Bompa ve Haff, 2017). Çabuk kuvvet antrenman metotlarında dirençleri kas veya kas gruplarının yüksek bir kasılma ile hızlı bir şekilde egale edebilmesi gerekmektedir. Ayrıca spor branşlarının gerekliliklerine fırlatma, sprint, atlamalar alanlarında verimi sağlayan özelliiktir (Dündar, 2003). Çabuk kuvvet antrenmanları derinlik sıçramaları, büyük ağırlıklar, kendi vücut ağırlığı ile ve küçük ağırlıklar ile yapılabilmektedir (Cengizhan ve Günay, 2015). Kuvvet antrenman metotları esnasında iç kuvvet dış kuvvete nazaran küçük ise kasılma hızı yavaş olmaktadır. Bu metot kasılma hızı ve hareket hızlarının gelişimine olumlu yönde katkısı olmayacaktır. Çabuk kuvvet antrenmanlarında dış kuvvet iç kuvvetten

daha küçük olmalıdır. Çabuk kuvvet antrenmanlarının uygulanma aşamasında üzerinde çalışılan teknik ile bağlantılı olarak genel kuvvet ve kasılma hızının aynı anda gelişimi sağlayabilmek asıl amaçtır (Çelik ve Pulur, 2004). Çabuk kuvvet çalışmaları sırasında üzerinde durulması gereken husus hareketin dinamik olmasıdır. Anlatılmak istenen uygulanan çalışmanın hareket yapısına göre belirli dinamik ve kinematik özelliklere uygun olması durumudur. Yapılacak olan hareketin patlayıcı olması oldukça önemlidir ve bununla birlikte hareketin eksiksiz, doğru ve tam uygulanması (Gürpınar vd., 2009). Çabuk kuvvet antrenman metotları merkezi sinir sistemini optimal seviyede uyarır ve büyük ölçüde etkiler. Bu antrenman metotları kasta ki yorulmuşun haricinde merkezi sinir sisteminin de yorulmasına neden olduğundan antrenman esnasında yüklenme ve dinlenme aralıkları ayarlamalarının doğru yapılması gerekmektedir (Hekim ve Hekim, 2015). Martine göre çabuk kuvvet antrenmanları 6-10 seri ve 6-12 tekrar arası olmalıdır. Farklı bir çalışmada Harre'ye göre 4-6 seri/6-10 tekrar uygulanması ve bunun patlayıcı hız ölçüsünde yapılması gerektiği vurgulanmıştır (Dündar, 2003).

1.3. Kontrast Antrenman Metodu

Kontrast antrenman metodu, kuvvet antrenmanları esnasında çabuk kuvvet ve patlayıcı kuvvete ihtiyaç olan branşlarda çoğunlukla kullanılmaktadır. Kontrast kuvvet antrenmanı (CST), o an yapılan antrenman seansı içerisinde düşük ve yüksek ağırlıklar kullanılarak oluşturulur (Hammami vd., 2019) ve öncesinde kas kuvvetinde adaptasyonlarla birlikte nöromusküler fonksiyonda kas kuvvetinin gücünü geliştirmede son derece etkili bir metot olarak belirtilmiştir (Smilos vd., 2005). Kontrast antrenman, kas-sinir sisteminin, yapılan bir ön yüklenme sonrası (post activation potentiation) varsayımıyla desteklenen kuvvet geliştirici bir antrenman metodudur. PAP (aktivasyon sonrası potansiyel) egzersizleri, motorik özelliklerin performans olarak hızlı bir

şekilde gelişmesi ön görüşü ile yapılan bir hareket öncesi hazırlanma şeklidir. Örneğin; gelişmiş bir sürat ya da sıçrama derecesi istiyorsak, sürat koşusu veya sıçramadan önce squat gibi biyomekanik açıdan birbirine benzer olan hareketler yaparak, kas-sinir sistemini uyarır ve sıçrama ya da sürat performansında daha iyi dereceler elde edebiliriz. Benzer durum diğer patlayıcı kuvvet gerektiren yön değiştirme, tekme, atış gibi becerilerde de kendisini göstermektedir (Wilson vd., 2012). PAP içeren egzersiz türleri, kalsiyum oranının yükselmesine sebep olan kas hücrelerinin kasılması esnasında aktin-myozin etkileşimini daha hassas bir şekle getirir, bundan dolayı kasın kasılma süresi azalarak uyarıcıya karşı tepki sürati artmış olur (Seitz ve Haff, 2016). Robbins tarafından yapılan tanımlamada PAP herhangi bir kas grubunca üretilen güç miktarının, güç üretilmeden evvel bir kasılma sebebiyle artma durumu olarak tanımlanmıştır. PAP, kasın kasılma süreci içerisinde birbirini tetiklediğini ve bu sebeple performans miktarında farklılık olduğu gösteren bir yontemdir. Kaslarda yorgunluk oluşmasına asıl neden olan uzun süreli kasılmalar olmakla birlikte kısa süreli kasılmadan hemen sonra kaslar uyarılmış olur ve gerçekleşecek sıradaki kasılma için hazırlanmış olur böylece kasılma performansında artış gerçekleşir. Kasılan kasın bir önceki hareketinin sonucunda kas gücünde meydana gelen artış miktarını ifade etmektedir (Stone vd, 2008). PAP, kasılma gerçekleştirecek kas grubunun kasılma öncesindeki aktivasyonun sonucu meydana gelen kuvvet artışıyla birlikte, sinir sisteminin uyarılma durumu ve ön uyarı sistemiyle birlikte kasılma fonksiyonunda artış meydana gelir (Mitchell, ve Sale, 2011). PAP içeren antrenman metotları çoğunlukla direnç ve balistik antrenman programlarıyla birlikte performans-ta artış elde edebilmek maksadıyla kullanılmaktadır. Sebebi ise PAP'ın en temel ögesi olan, kuvvetin artış hızına ve hacimli tepe kuvvetine neden olan, kasın kasılması esnasında myozin ve aktin kalsiyuma karşı daha da hassas bir hal aldırان myozin düzenleyici hafif zincirlerin folfolizasyonu vardır (Maloney vd.,

2014). Aynı zamanda pliometrik antrenman programlarından evvel gerçekleştirilen kuvvet antrenmanlarının, kas hücreleri içerisinde oluşan sinaptik uyarıların artmasına ve sonuç olarak kas gruplarının güç üretiminin daha fazla olmasına sebebiyet vermektedir (Rassier ve Herzog, 2002).

Kontrast antrenman yöntemi, düşük ağırlıklı ve yüksek ağırlıkların kullanılarak oluşturulduğu bir metottur. Kontrast antrenman metodunun yapılan araştırmalarla çeşitli performans bileşenlerinin daha fazla aktarılmasıyla sonuçlanan sinir ve kas sisteminin daha çok uyarıldığı kanıtlanmıştır. Kontrast antrenman metodunda kullanılan ağırlıklar, değişik türdeki kasılma çeşitlerine girebilir. Bunun antrenman modelinin güçte artış sağlamak adına çok etkili olduğu düşünülmüştür (García-Pinillos vd. 2014).Kontrast antrenman (CT) şeklinde adlandırılan bu karmaşıklaşmış antrenman varyasyonları, farklı direnç egzersizi ile bir dizi pliometrik yada hızlı bir şekilde yön değiştirme arasında geçiş yaparak uygulanır (Ebben, 2002). Bu varyasyon, akut ergojenik etkiyi desteklemek ve güç odaklı görevlerde sonraki performansı artırmak amacıyla kullanılmaktadır (Carter ve Greenwood, 2014).

Literatürde hız ve kuvvetin birlikte geliştirilmesine olanak tanıyan antrenman metotları, kontrast ve kompleks veya kombine antrenman metotları şeklinde tanımlanmıştır. Kavramların tamamı aynı seans içerisinde vücut ağırlığı veya düşük ağırlıklı materyaller kullanılarak yapılan hız/balistik/pliometrik kuvvet antrenmanları ile yüksek ağırlığa sahip materyaller kullanılarak yapılan kuvvet antrenmanlarını barındırmaktadır (Kobal vd., 2017). Bu kavramlar arasındaki farklar yapılan egzersizlerin sıralanma biçimiyle değişiklik göstermekle birlikte literatür içerisinde kavramların birbirleri yerine sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Bu konuyla alakalı olarak kompleks ve kontrast antrenman metotlarının tanımlaması yapılırken, kompleks antrenman metodunun aynı antrenman seansı içerisinde yüksek

şiddete sahip direnç egzersizinin bütün setlerinin bitirilmesine müteakip yüksek hızlarda gerçekleştirilen egzersizlerin kullanılması şeklinde tanımlanmaktadır. Kontrast antrenman yöntemi ise yüksek ağırlığa sahip direnç egzersizleri ile surat veya plio-metrik çalışmasının aynı set içinde art arda uygulanmasıyla ifade bulmaktadır (Pagaduan vd., 2019).

1.4. Kontrast Antrenman Metodu İle İlgili Yapılan Bilimsel Araştırmalar

Kontrast antrenman yöntemi ile ilgili literatür incelenmesinde ulusal ve uluslararası çalışmalara rastlanmıştır. Ceyhan ve diğerleri (2022), 8 hafta süresince voleybol sporcularına kontrast kuvvet antrenmanı uygulamış ve vücut kompozisyonu ile sıçrama değerlerine etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda uyguladıkları kuvvet antrenman metotlarının vücut yağ yüzdesini azalttığını, sıçrama performansında ise kontrast metot kuvvet antrenmanlarının geleneksel metot kuvvet antrenmanlarına göre anlamlı derecede daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Atasever ve Aktaş (2020), alp disiplini sporcularına uyguladıkları kontrast antrenman yönteminin reaktif kuvvet değerine etkisini incelemiş, sonuç olarak uygulanan antrenman programının sporcuların reaktif kuvvet değerlerine pozitif yönde etki ettiğini tespit etmişlerdir. Elbadry ve diğerleri, (2019) atletizm sporcularına uyguladıkları fransız kontrast metodunun, sporcuların patlayıcı güç, squat sıçrama ve dikey sıçrama değerlerinde etkili artışlar olduğunu tespit etmişlerdir. Uzunhasan ve diğerleri (2024,) genç futbolculara 8 hafta boyunca kontrast ve pliometrik antrenmanlar yaptırmışlardır. Araştırma sonucunda her iki antrenman yönteminin de biyomotor ve nöromüsküler faktörlere olumlu etki ettiğini, sürat değerlerinde ise kontrast yöntemin daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Hernández-Preciado ve diğerleri. (2018) fransız kontrast metodu antrenmanlarının, sporcuların dikey sıçrama performansı üzerindeki etkilerini inceledikleri araştırmalarında, denek grubundaki sporcuların, kontrol grubun-

daki sporculara göre sıçrama yeteneğini anlamlı derecede artırdıklarını tespit etmişlerdir. Welch ve diğ rleri (2019), ağırlık sporcularına uyguladıkları kontrast metot antrenmanlarının, maksimal g   ve maksimal sıçrama değerlerinde anlamlı artışlar sağladığını tespit etmişlerdir. Cormier ve diğ rleri (2020), kompleks ve kontrast antrenman gruplarının g   ve performans değerlerini karşılaştırmış, her iki grubunda performans değerlerinde anlamlı artışlar tespit etmişleridir. Schneiker ve diğ rleri (2023), kontrast ve direnç antrenman gruplarında kuvvet değerlerini incelemiş, sonuç olarak kontrast antrenman yönteminin düşük kuvvet özelliklerine sahip sporcularda 6-8 haftalık dönemde direnç antrenmanlarına göre daha etkili olduğunu belirlemişlerdir. Spinetti ve diğ rleri (2018), geleneksel kuvvet antrenmanı ve kontrast kuvvet antrenmanı gruplarında hız, yön değiştirme hızı ve sıçrama değerlerini inceledikleri araştırmalarında, kontrast antrenman grubunun sıçrama, yön değiştirme hızı ve sürat değerlerinde geleneksel kuvvet antrenman grubuna göre anlamlı derecede daha fazla artış gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Litaratür incelemesi sonucunda kontrast antrenman metodunun sporcuların performans değerlerinde olumlu etki oluşturduğu genel olarak görülmektedir.

2. SONUÇ

Kontrast antrenman metodu, çabuk kuvvet, maksimum kuvvet ve sürat gelişiminde uygulanabilecek antrenman metotları arasında yer almaktadır. Yapılan literatür incelenmesi sonucunda, kontrast metot uygulanan sporcuların sıçrama, maksimal kuvvet, çeviklik, sürat ve biyomotor ölçümlerinde anlamlı artışlar olduğu gözlemlenmiştir. Temelinde zıt kas kasılması içeren hareketlerin arka arkaya yapılarak performans geliştirilmesi amaçlanan bu metot, hemen hemen tüm spor dallarında uygulanabilir ve performans artırmada etkili bir yöntem olarak görülmektedir. Antrenörlerin birinci amacının sporcuların fiziksel performanslarını artırmak olduğu düşünüldüğünde, çeşitli antrenman yöntemlerinin antrenman programlarında yer alması çok yönlü gelişim için kaçınılmazdır. Bu nedenle kontrast antrenman yönteminin antrenörler tarafından sporcuların performansını artırmada kullanılması araştırma sonucunda önerilebilir.

Sonuç olarak; kontrast antrenman metodu, sporcuların performansını artırmada uygulanabilecek etkili bir antrenman yöntemidir.

KAYNAKLAR

- Atasever, G., & Aktaş, S. B. (2023). Kontrast Antrenmanlarının Reaktif Kuvvet İndeksi Parametreleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi. *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 4(2).
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). *Periodization:- theory and methodology of training*. Human kinetics.
- Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2017). Dönemleme: antrenman kuramı ve yöntemi (5. basım) Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.(çeviri: Tanju Bağırkan).
- Carter, J., & Greenwood, M. (2014). Complex training reexamined: Review and recommendations to improve strength and power. *Strength & Conditioning Journal*, 36(2), 11-19.
- Cengizhan, P. A., & Günay, M. (2015). Çabuk kuvvet ve kuvvette devamlılık antrenman metodlarının erkek basketbolculardaki bazı teknik, motorik özelliklere ve kas hasarına etkisinin incelenmesi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 17(1), 43-57.
- Ceyhan, Ç., Harbili, E., & Harbili, S. (2022). The effect of 8-week contrast training on jumping performance and body composition in young male volleyball players: an experimental study. *Türkiye Klinikleri J Sports Sci*, 14(3), 241-8.
- 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 & Conditioning Research*, 34(5), 1461-1479.

- Çelik, Z., & Pulur, A. (2004). 15-17 yaş grubu erkek basketbolculara uygulanan farklı çabuk kuvvet çalışmalarının bazı fiziksel ve fizyolojik parametrelere etkisi. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 9(4), 51-62.
- Dönmez, G., Ak, E., Ödek, U., Özberk, N., & Korkusuz, F. (2014). Sporda hareket analizi. *Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği (TOTBİD) Dergisi*, 13, 369-380.
- Dündar, U. (2003). *Antrenman Teorisi*. Nobel Yayın. Ankara.
- Ebben, W. P. (2002). Complex training: A brief review. *Journal of sports science & medicine*, 1(2), 42-46.
- Egesoy, H., Alptekin, A., & Yapıcı, A. (2018). Sporda kor egzersizler. *Uluslararası Güncel Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 10-21.
- Elbadry, N., Hamza, A., Pietraszewski, P., et al. (2019). Effect of the french contrast method on explosive strength and kinematic parameters of the triple jump among female college athletes. *Journal of Human Kinetics* 69, 225-230.
- Freitas de Salles, B., Simao, R., Miranda, F., da Silva Novaes, J., Lemos, A., & Willardson, J. M. (2009). Rest interval between sets in strength training. *Sports Medicine*, 39, 765-777.
- 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 & Conditioning Research*, 28(9), 2452-2460.
- Gürol, B., & Yılmaz, İ. (2013). İzokinetik kuvvet antrenmanı. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 11(1), 1-11.

- Gürpınar, B., Sözeri, B., Tuncel, F., & Erol, E. (2009). 16-17 yaş grubu erkek basketbolcularda çabuk kuvvet antrenmanının sıçrayarak şut yüzdesine etkisinin incelenmesi. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 14(3), 3-12.
- Hammami, M., Gaamouri, N., Shephard, R. J., & 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 & Conditioning Research*, 33(8), 2094-2103.
- Hekim, M., & Hekim, H. (2015). Çocuklarda kuvvet gelişimi ve kuvvet antrenmanlarına genel bakış. *Güncel Pediatri*, 13(2), 110-115.
- Hernández-Preciado, J. A., Baz, E., Balsalobre-Fernández, C., Marchante, D., & Santos-Concejero, J. (2018). Potentiation effects of the french contrast method on vertical jumping ability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(7), 1909-1914.
- Kobal, R., Loturco, I., Barroso, R., Gil, S., Cuniyochi, R., Ugri-nowitsch, 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 & Conditioning Research*, 31(6), 1468-1476.
- Maloney, S. J., Turner, A. N., & Fletcher, I. M. (2014). Ballistic exercise as a pre-activation stimulus: a review of the literature and practical applications. *Sports Medicine*, 44(10), 1347-1359.

- Mitchell, C. J., & Sale, D. G. (2011). Enhancement of jump performance after a 5-RM squat is associated with postactivation potentiation. *European Journal of Applied Physiology*, 111(8), 1957-1963.
- Muratlı, S., şahin, G., & Kalyoncu, O. (2005). *Antrenman ve müsabaka*. Yaylım Yayıncılık. İstanbul.
- Pagaduan, J., Schoenfeld, B. J., & Pojskic, H. (2019). Systematic review and meta-analysis on the effect of contrast training on vertical jump performance. *Strength & Conditioning Journal*, 41(3), 63-78.
- Rahmani, A., Viale, F., Dalleau, G., & Lacour, J. R. (2001). Force/velocity and power/velocity relationships in squat exercise. *European journal of applied physiology*, 84, 227-232.
- Rassier, D. E., & Herzog, W. (2002). Effects of pH on the length-dependent twitch potentiation in skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 92(3), 1293-1299.
- Schneiker, K. T., Fyfe, J. J., Teo, S. Y., & Bishop, D. J. (2023). Comparative effects of contrast training and progressive resistance training on strength and power-related measures in subelite Australian rules football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 37(7), 1440-1448.
- Seitz, L. B., & Haff, G.G. (2016). Factors modulating post-activation potentiation of jump, sprint, throw and upper-body ballistic performances: a systematic review with meta-analysis. *Sports Med.* 46, 231–240.

- Smilios, I., Pilianidis, T., Sotiropoulos, K., Antonakis, M., & Tokmakidis, S. P. (2005). Short-term effects of selected exercise and load in contrast training on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 135-139.
- 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.
- Stone, M. H., Sands, W. A., Pierce, K. C., Ramsey, M. W., & Haff, G. G. (2008). Power and power potentiation among strength-power athletes: preliminary study. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 3(1), 5567.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports medicine*, 46, 1419-1449.
- Turner, A., & Comfort, P. (2022). *Advanced Strength and Conditioning*. Routledge.
- Uzunhasan, M. B., Kızılet, A., Tekeli, E. S. A., & Kızılet, T. Genç erkek futbolcularda 8 haftalık kontrast ve pliometrik antrenman yöntemlerinin biyomotor özellikler ve nöromüsküler faktörlere etkisi. *International Journal of Sport Exercise and Training Sciences-IJSETS*, 10(2), 84-97.
- Weineck, J. (2011). *Futbolda kondisyon antrenmanı* (T.Bağırhan, çev.). Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.

- Welch, M. L., Lopatofsky, E. T., Morris, J. R., & Taber, C. B. (2019). *Effects of the French Contrast Method on maximum strength and vertical jumping performance*. Paper presented at the 14th Annual Coaching and Sport Science College, East Tennessee State University.
- Wilson, J. M., Duncan, N. M., Marin, P. J., Brown, L. E., Loenneke, J. P., Wilson, S. M., ... & Ugrinowitsch, C. (2013). Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 854-859.
- Zatsiorsky, V. M., Kraemer, W. J., & Fry, A. C. (2020). *Science and practice of strength training*. Human Kinetics.

FİZİKSEL AKTİVİTE VE LİPİD METABOLİZMASI

Yeliz DOĞRU¹

1. GİRİŞ

Düzenli fiziksel aktivite, sadece ruhsal sağlık açısından değil, aynı zamanda bedensel sağlık açısından da büyük bir önem taşımaktadır. Egzersizin epigenetik düzeyde olumlu etkileri (Soci ve ark., 2017), sağlıklı yaşlanma (Mendonca ve ark., 2016), tip 2 diyabet ve insülin direnci olan bireylerde glisemik kontrolün iyileştirilmesi (Hansen ve ark., 2017), kardiyovasküler hastalıkların önlenmesi (Berlin ve Colditz, 1990) ve multipl skleroz, akciğer hastalıkları, Parkinson hastalığı gibi diğer sağlık sorunları üzerinde faydalı etkiler bildirilmiştir (Markvarlsen ve ark., 2018). Bu bağlamda, lipid metabolizmasının araştırılması, fiziksel aktivitenin genel sağlık üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak adına önemli bir yere sahiptir. Çeşitli çalışmalar, fiziksel aktivite yapan bireyler ile hareketsiz bireyler arasındaki farkları ortaya koymaktadır (Banfi ve ark., 2012).

Yağlar ve karbonhidratlar, egzersiz ve spor aktiviteleri için en önemli enerji kaynaklarını oluşturur. Egzersiz sırasında dört ana endojen enerji kaynağı bulunur: karaciğer glikojenolizinden sağlanan plazma glikozu, yağ dokusunda lipoliz yoluyla serbest yağ asitleri (FFA'lar) olarak salınan, çok düşük yoğunluklu lipoproteinlerdeki (VLDL) triasilgliserolün (TG) hidroliziyle elde edilen yağlar, iskelet kaslarında depolanan kas glikojeni ve intramiyoselüler triasilgliseroller (IMTG'ler). Hem yağlar hem de karbonhidratlar aynı anda oksitlenir, ancak her birinin

¹. YELİZ DOĞRU

vücutta sağladığı enerji, egzersizin süresi ve yoğunluğuna bağlı olarak değişir. Ayrıca, fiziksel aktivite sırasında hangi enerji kaynağının kullanılacağı, yapılan egzersiz türüne bağlı olarak farklılık gösterir (Dowman ve ark., 2017). Egzersiz sırasında, metabolik hız ve enerji ihtiyacı dinlenme haline kıyasla birkaç kat artar ve bu süreçte hem yağ hem de karbonhidrat oksidasyonunu sağlayan metabolik yolların aynı anda devreye girmesi gerekir (Hargreaves ve Farrell, 2012). Ancak, belirli bir aerobik egzersiz yoğunluğunda ve metabolik taleplerin 'durağan durum' olarak adlandırılan bir dengeye ulaştığında, oksitlenen karbonhidrat ve yağ oranları arasında karşılıklı değişiklikler gözlemlenebilir (Spriet ve ark., 2012). Bu değişim, egzersizin yoğunluğuna bağlı olarak karbonhidrat ve yağ asidi oksidasyonu arasındaki etkileşime dayanır ve hücre içi ile hücre dışı metabolik ortamlar tarafından şekillendirilir. Kas içi ve dışındaki substratların mevcudiyeti, egzersizin yoğunluğu ve süresi bu metabolik ortamları etkileyen temel faktörlerdir.

Bu bölüm, fiziksel aktivitenin ve egzersizin vücut üzerindeki etkilerini, enerji metabolizması ve yakıt kullanımı açısından daha iyi anlayabilmek amacıyla yazılmıştır. Egzersiz sırasında yağ ve karbonhidrat oksidasyonunun nasıl etkileşime girdiği ve bu süreçlerin, egzersizin yoğunluğu, süresi ve türüne bağlı olarak nasıl değiştiği üzerinde durulmuştur. Ayrıca, egzersizin sağlık üzerindeki geniş kapsamlı faydaları, metabolik düzenlemeler ve hastalık yönetimi açısından vurgulanmıştır. Bu bölüm, fiziksel aktivitenin sağlığınıza olan katkılarını daha derinlemesine inceleyerek, bireylerin sağlık durumlarını iyileştirme adına önemli bir bilgi kaynağı sunmayı amaçlamaktadır.

2. FİZİKSEL AKTİVİTE SIRASINDA LİPİDLER

Yağ sindirimi, pankreas lipazının etkisiyle duodenumda gerçekleşir ve bu süreç monoasilgliserol (MAG), diasilgliserol (DAG) ve serbest yağ asitlerini (FFA) serbest bırakır. Uzun zincirli yağ asitleri (LCFA'lar) duodenuma emildikten sonra, trigliseritler yeniden sentezlenir ve şilo mikronları oluşturularak kana taşınır. Kas ve yağ hücreleri, şilomikronlardan serbest yağ asitlerini alır. Trigliseritler ve plazma kolesterolü, dört ana lipoprotein sınıfında taşınır: şilomikronlar, trigliserit açısından zengin çok düşük yoğunluklu lipoproteinler (VLDL), orta yoğunluklu lipoproteinler (IDL), kolesterol açısından zengin düşük yoğunluklu lipoproteinler (LDL) ve yüksek yoğunluklu lipoproteinler (HDL) (Miller, 1990).

Yüksek yoğunluklu lipoprotein, plazma lipid taşınmasında kritik bir rol oynar, şilomikronların ve VLDL'nin metabolizmasına katkıda bulunur ve fazla esterlenmemiş kolesterolü temizler. Şilomikron partikül sayısı, aerobik egzersizden sonra değişmeden kalır. İlginç bir şekilde, diyabetli bireylerde direnç egzersizi sonrası şilomikronlardaki apo B48 konsantrasyonu önemli ölçüde azalır (James ve ark., 2007). Ayrıca, direnç egzersizi sağlıklı bireylerde şilomikron içindeki trigliserit ve kolesterolü azaltır, prediyabetli aşırı kilolu bireylerde ise şilomikron ve TRL-TG'ye endojen ve diyetle alınan yağ asitlerinin dâhil edilmesini azaltır. Aerobik ve direnç egzersizleri, toplam kolesterolü ve LDL-C'yi düşürürken, HDL-C'yi artırır. Yüksek HDL-C seviyeleri, kardiyovasküler hastalık riskini azaltır. Egzersiz, HDL alt sınıflarını büyüterek bu riskin azaltılmasına katkı sağlar (Gavin ve ark., 2010). Bununla birlikte, HDL-C seviyelerini artırarak kardiyovasküler hastalık riskini azaltmaya yönelik son klinik çalışmaların başarılı olamadığı gözlemlenmiştir. Ancak, bazı çalışmalar egzersizin, vücut kompozisyonundaki değişikliklerden bağımsız olarak HDL alt sınıflarında artış sağladığını göstermektedir (Woudberg ve ark., 2018). Ayrıca, kardiyovasküler hastalıklar, diabetes mellitus ve metabolik sendromu olan bireylerde düzenli egzersiz, endotel koruma, antioksidan ve anti-

inflatuar etkiler gibi çeşitli HDL fonksiyonları üzerinde olumlu sonuçlar doğurur. VLDL, hem açlık hem de tokluk durumlarında dolaşımdaki trigliseritlerin ana kaynağıdır. VLDL-TG'den gelen yağ asitleri, orta yoğunluklu egzersiz sırasında toplam enerji kullanımının %3'ünü veya toplam yağ asidi oksidasyonunun %13'ünü oluşturur. VLDL, daha düşük trigliserit seviyelerine sahip orta (IDL) ve düşük yoğunluklu (LDL) lipoproteine dönüşür. Oruç sırasında yağ asitleri, hem lokal enerji hem de kalp ve böbrekler için enerji kaynağı olan keton cisimleri üretir, ancak trigliserit enerji havuzunun bir parçası olarak kabul edilmez (Wang ve Xu, 2017).

Karbonhidrat ve yağların vücutta enerji üretimine katkısı, egzersizin süresi ve yoğunluğuna, antrenman durumuna, cinsiyete, vücut kompozisyonuna ve diyetle ilgili olarak değişir (Peric ve ark., 2017). Dinlenme halinde, yağ dokusundan salınan serbest yağ asitleri, iskelet kaslarında oksitlenen yağ asidi miktarını aşarak karaciğer trigliseritlerine yeniden esterleştirilir. Yağlar, dinlenme ve düşük yoğunluklu aerobik egzersizlerde esas olarak oksitlenirken, karbonhidratlar yüksek yoğunluklu egzersizlerde daha çok kullanılır (Horowitz ve Klein, 2000).

Erkeklerde ve kadınlarda 16 haftalık bir kuvvet antrenmanı programından sonra lipid ve lipoprotein düzeylerindeki değişiklikleri inceleyen ilk çalışmadan (Goldberg ve ark., 1984) elde edilen sonuçlar, kadınlarda C (-%9,5), LDL-C (-%17,9) ve TG (-%28,3) konsantrasyonlarında bir azalma bildirildi. Toplam kolesterol (TC)/HDL-C (TC/HDL-C) ve LDL-C/HDL-C (LDL-C/HDL-C) oranlarında da azalma rapor edildi (sırasıyla -%14,3 ve -%20,3). Erkekler arasında LDL-C %16,2 azalırken, TC/HDL-C ve LDL-C/HDL-C sırasıyla %21,6 ve %28,9 azaldı. Lipid profillerine göre, Goldberg çalışmasındaki kadınlar düşük koroner riske ve normal vücut ağırlığına sahipti. İkinci çalışmada, 12 haftalık dayanıklılık antrenmanından sonra 16 hareketsiz obez kadının lipid profilinde hiçbir değişiklik görülmedi (Manning ve ark., 1991). Goldberg'ın çalışması HDL-C'de istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik göstermedi, ancak eğilimi HDL-C

seviyelerinde artış yönündeydi, Manning'in çalışması ise azalan bir eğilim gösterdi (%-8), ancak istatistiksel olarak anlamlı değildi. Bu çelişkili bulgular, bir dayanıklılık antrenman programının TC, TG, LDL-C ve TC/HDL-C üzerindeki etkilerinin antrenman döneminin uzunluğuna veya diğer kontrol edilemeyen faktörlere bağlı olabileceğini düşündürülebilir. İlginç bir şekilde, birçok uzunlamasına çalışmanın analizi, egzersiz öncesi yüksek C konsantrasyonlarına sahip kadınların egzersiz antrenmanına en iyi şekilde yanıt verdiğini gösterdi, bu da özellikle kalp hastalığı riski taşıyan kadınlar için faydalı etkilerini önermektedir (Lokey ve Tran, 1990). Taylor ve arkadaşları (2014), birden fazla kardiyovasküler risk faktörünü değerlendirdi ve koşucuların kontrollerden daha düşük vücut kitle indeksi, C-reaktif protein, TG ve HDL olmayan-C ve daha yüksek HDL-C sergilediğini gözlemledi. Greene ve arkadaşları (2012) aşırı kilolu ve obez erkek ve kadınlarda akut egzersizden sonra ($\dot{V}O_{2max}$ 'ın %70'i) serum lipid ve lipoprotein düzeylerini analiz etti ve bunu 12 haftalık dayanıklılık egzersizi eğitimi izledi. Eğitim, erkeklerde HDL-C (+%9) ve HDL2b-C (+%16) konsantrasyonlarını artırdı. Kadınlarda HDL-C'de bir değişiklik bulunmadı, ancak alt fraksiyonlar HDL3-C'den (-%13) HDL2a-C'ye (+%25) ve HDL2b-C'ye (+%15) kaydı. Ayrıca, kadınlarda LDL3-C konsantrasyonu eğitimden sonra daha düşüktü (-%6). Son olarak, akut egzersiz aşırı kilolu ve obez erkeklerde TC/HDL-C'yi düşürdü. Ratajczak ve diğerleri (2012), 3 aylık dayanıklılık ve dayanıklılık-kuvvet eğitim programlarının etkilerini inceleyerek her ikisinin de 34 obez kadında lipid metabolizmasının iyileşmesine yol açtığını gösterdi. Dayanıklılık antrenmanından sonra TC'de önemli bir azalma (-%6,2) ve HDL-C'de (+%9,1) bir artış bulundu; dayanıklılık-kuvvet antrenmanı yapan grupta HDL-C arttı (+%8,5). Ayrıca, Fontana ve ark. (2007), egzersize bağlı artan enerji harcamasıyla oluşan yağ kaybının, 18 obez olmayan denekte CHD risk faktörleri üzerinde farklı etkileri olduğunu gösterdi. Spesifik olarak, egzersiz LDL-C'yi düşürdü (-%16,8), HDL-C ise önemli olmasa da arttı. TC/HDL-C önemli ölçüde azaldı (-%13,5). Şaşırtıcı bir şekilde,

plazma TG konsantrasyonu azalmadı. Bu grupta, insülin direncinde önemli bir azalma (insülin direnci skorunun homeostatik model değerlendirmesi %33 azaldı) ve C-reaktif proteinde önemli olmasa da bir azalma (-%17) da gözlemlendi. Yoshida ve ark. (2010) egzersizin, orta yoğunluklu veya yüksek yoğunluklu egzersiz programlarından bağımsız olarak, 8-16 hafta sonra LDL seviyelerinde önemli bir azalmaya (-%11) neden olduğunu göstermiştir. Katılımcı grubu orta düzeyde dislipidemiden muzdaripti ve bu sonuç vücut ağırlığındaki azalmadan kaynaklanmış olabilir. Benzer şekilde, Halverstadt ve arkadaşları (2007), 14 haftalık orta yoğunluklu dayanıklılık egzersizinden sonra LDL seviyelerinin hafifçe düştüğünü (-%0,5) bildirmiştir, ancak bu, çalışma sırasında tüketilen diyet ve yağ miktarının kontrolündeki olumlu etkiden kaynaklanıyor olabilir. Bunu doğrulamak için bir çalışma, orta ila yüksek yoğunluklu egzersizden bağımsız olarak, yalnızca egzersiz yapan grupla karşılaştırıldığında diyet değişiklikleri yapılan grupta LDL'de önemli değişiklikler olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, önemli olumlu etkiler elde etmek için egzersizi yaşam tarzı değişiklikleriyle birleştirmek önerilir (Nieman ve ark., 2002). Weiss ve ark. (2016), kalorik kısıtlama, dayanıklılık egzersizi eğitimi veya her ikisinin kombinasyonundan sonraki faydaları değerlendirmek için fazla kilolu hareketsiz erkek ve kadınlar üzerinde randomize bir müdahale çalışması yürüttü. Her üç vakada da CHD riskine karşı faydalı etkiler önemliydi: sistolik ve diyastolik kan basıncında, toplam C (-5 ila -12%), HDL dışı C (-8 ila -15%), TG'de (-4 ila -31%) ve glikozda (-2 ila -5%) azalmalar; HDL-C, C-reaktif protein, karotis-femoral nabız dalga hızı ve karotis artırım indeksinde hiçbir değişiklik gözlemlenmedi. Ancak, kilo kaybı eşleştirildiğinde etkiler eklenmedi. Kłapcińska ve ark. tarafından yapılan çalışma (2013), TG ve LDL/HDL (LDL/HDL), TC/HDL (TC/HDL) ve TG/HDL (TG/HDL) oranlarının, plazma aterosjenik yüküyle birlikte, koşunun ilk 12 ve 24 saatinden sonra önemli ölçüde azaldığını (TG -%60; LDL/HDL -%26; TC/HDL -%24; TG/HDL -%75), seviyelerin koşudan sonra 48 saat boyunca devam ettiğini ve koşu sırasında HDL-C seviyesinde kademeli

bir artış (+%13 ila +%26) olduğunu ve 48 saat sonra başlangıç seviyesine döndüğünü gösterdi. HDL-C'nin serum konsantrasyonu koşu sırasında kat edilen mesafe ile pozitif korelasyon gösterse de, TG, TC, LDL-C, TC/HDL-C, LDL-C/HDL-C ve TG/HDL-C oranı (TG/HDL-C) negatif korelasyon gösterdi. Koşu sırasında bulunan TC/HDL-C, LDL-C/HDL-C ve TG/HDL-C'deki ve aterosklerotik indekslerdeki azalma iyileşme sırasında zıt eğilimler gösterdi (61).

Lipitler, özellikle düşük ve orta yoğunluklu egzersizler sırasında önemli bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Egzersiz sırasında serbest yağ asidi (FA) oksidasyonu, yağ dokusu ve intramüsküler trigliserid (IMTG) lipolizi, FA'nın egzersiz yapan kaslara taşınması ve kas hücrelerindeki FA transmembran taşıma mekanizmaları mitokondriyal metabolizma ile etkileşim halindedir. Lipit metabolizmasının düzenlenmesi, oldukça karmaşık bir süreçtir. Uzun süreli egzersiz sırasında, yağ dokusu ve intramüsküler lipoliz, kasılma hareketleri ve hormonal mekanizmalarla düzenlenir. Bu düzenlemenin başlıca endokrin mekanizması, epinefrin aracılığıyla HSL (hormon duyarlı lipaz) ve perilipin 1'in aktivasyonu ile gerçekleşir. Kaslardaki HSL aktivitesi, kasılmalara dayalı mekanizmalarla uyarılır. Ayrıca, dayanıklılık antrenmanı sırasında, adaptif bir yanıt olarak β -oksidasyon enzimlerinin, trikarboksilik asit (TCA) döngüsünün ve elektron taşıma sisteminin aktiviteleri artar. Bu durumda, karnitin transferaz enzimi tarafından mitokondriyal membran üzerinden FA taşınması da artar. FA oksidasyonunun düzenlenmesinde anahtar rol oynayan faktörlerden birinin kaslardaki karnitin içeriği olduğu gözlemlenmiştir. Yüksek yoğunluklu egzersizlerde, hızlı glikoliz süreci mitokondriye fazla asetil-CoA sağlar ve bu da serbest karnitin tarafından asetilkarnitine dönüştürülür. Bu süreçte, serbest karnitin seviyesindeki bir düşüş, CPT-1 aktivitesini azaltabilir ve dolayısıyla FA'ların mitokondriye taşınmasını zorlaştırarak, FA oksidasyon oranını düşürebilir (Muscella ve ark., 2020).

3. SONUÇ

Bu çalışma, fiziksel aktivitenin lipid metabolizması üzerindeki etkilerini inceleyerek, egzersizin vücut sağlığı üzerindeki önemli katkılarını ortaya koymuştur. Fiziksel aktivitenin lipid profillerine etkisi, egzersizin türüne, yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Yapılan araştırmalar, aerobik ve direnç egzersizlerinin, özellikle kardiyovasküler hastalık riski taşıyan bireylerde kolesterol ve trigliserit düzeylerini olumlu şekilde etkilediğini, HDL-C seviyelerini artırarak kalp sağlığını iyileştirdiğini göstermektedir. Ayrıca, egzersiz sırasında yağ ve karbonhidrat oksidasyonunun nasıl etkileştiği, vücutta enerji üretimini optimize etmek için bu süreçlerin bir arada çalıştığını ortaya koymaktadır. Egzersiz süresince serbest yağ asitlerinin mobilizasyonu ve oksidasyonu, yağ dokusu ve kas hücreleri arasındaki etkileşimle düzenlenir, bu da enerji üretiminin etkinliğini artırır. Bunun yanı sıra, egzersizin metabolik yanıtlar üzerinde uzun vadeli adaptif değişikliklere yol açtığı, özellikle dayanıklılık antrenmanlarının lipid metabolizması ve kaslarda yağ oksidasyonunu iyileştirdiği gözlemlenmiştir.

Fiziksel aktivitenin lipid metabolizması üzerindeki olumlu etkileri, genel sağlık üzerinde önemli iyileşmelere neden olabilir. Bu bulgular, egzersizin sadece enerji harcamasını artırmakla kalmayıp, aynı zamanda lipid profili üzerinde de düzenleyici bir rol oynadığını ve kardiyovasküler hastalıklar, metabolik sendrom gibi hastalıkların önlenmesine yardımcı olabileceğini göstermektedir. Egzersizin sağlıklı yaşlanma, metabolik sağlık ve genel vücut fonksiyonları üzerindeki yararları, bireylerin egzersizi yaşam tarzlarına entegre etmelerinin önemini vurgulamaktadır. Bu bulgular, egzersiz rehberlerinin geliştirilmesi ve sağlık politikalarının oluşturulmasında önemli bir temel teşkil etmektedir.

KAYNAKÇA

- Banfi, G., Colombini, A., Lombardi, G., & Lubkowska, A. (2012). Metabolic markers in sports medicine. *Advances in clinical chemistry*, 56(Suppl 3), 1-54.
- Berlin, J. A., & Colditz, G. A. (1990). A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease. *American journal of epidemiology*, 132(4), 612-628.
- Dowman, L. M., McDonald, C. F., Hill, C. J., Lee, A. L., Barker, K., Boote, C., ... & Holland, A. E. (2017). The evidence of benefits of exercise training in interstitial lung disease: a randomised controlled trial. *Thorax*, 72(7), 610-619.
- Fontana, L., Villareal, D. T., Weiss, E. P., Racette, S. B., Steger-May, K., Klein, S., & Holloszy, J. O. (2007). Calorie restriction or exercise: effects on coronary heart disease risk factors. A randomized, controlled trial. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 293(1), E197-E202.
- Gavin, C., Sigal, R. J., Cousins, M., Menard, M. L., Atkinson, M., Khandwala, F., ... & Ooi, T. C. (2010). Resistance exercise but not aerobic exercise lowers remnant-like lipoprotein particle cholesterol in type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Atherosclerosis*, 213(2), 552-557.
- Goldberg, L., Elliot, D. L., Schutz, R. W., & Kloster, F. E. (1984). Changes in lipid and lipoprotein levels after weight training. *Jama*, 252(4), 504-506.
- Greene, N. P., Martin, S. E., & Crouse, S. F. (2012). Acute exercise and training alter blood lipid and lipoprotein profiles differently in overweight and obese men and women. *Obesity*, 20(8), 1618-1627.

- Halverstadt, A., Phares, D. A., Wilund, K. R., Goldberg, A. P., & Hagberg, J. M. (2007). Endurance exercise training raises high-density lipoprotein cholesterol and lowers small low-density lipoprotein and very low-density lipoprotein independent of body fat phenotypes in older men and women. *Metabolism*, 56(4), 444-450.
- Hansen, D., De Strijcker, D., & Calders, P. (2017). Impact of endurance exercise training in the fasted state on muscle biochemistry and metabolism in healthy subjects: can these effects be of particular clinical benefit to type 2 diabetes mellitus and insulin-resistant patients?. *Sports Medicine*, 47, 415-428.
- Hargreaves, M., & Farrell, P. (2012). *ACSM's Advanced Exercise Physiology*.
- Horowitz, J. F., & Klein, S. (2000). Lipid metabolism during endurance exercise. *The American journal of clinical nutrition*, 72(2), 558S-563S.
- James, A. P., Slivkoff-Clark, K., & Mamo, J. C. (2007). Prior exercise does not affect chylomicron particle number following a mixed meal of moderate fat content. *Lipids in Health and Disease*, 6, 1-8.
- Kłapcińska, B., Waśkiewicz, Z., Chrapusta, S. J., Sadowska-Krępa, E., Czuba, M., & Langfort, J. (2013). Metabolic responses to a 48-h ultra-marathon run in middle-aged male amateur runners. *European journal of applied physiology*, 113, 2781-2793.
- Lokey, E. A., & Tran, Z. V. (1989). Effects of exercise training on serum lipid and lipoprotein concentrations in women: a meta-analysis. *International journal of sports medicine*, 10(06), 424-429.

- Manning, J. M., Dooly-Manning, C. R., White, K. A. T. H. Y., Kampa, I. N. G. O., Silas, S. A. M. U. E. L., Kesselhaut, M. A. R. K., & Ruoff, M. A. R. C. (1991). Effects of a resistive training program on lipoprotein-lipid levels in obese women. *Medicine and science in sports and exercise*, 23(11), 1222-1226.
- Markvardsen, L. H., Overgaard, K., Heje, K., Sindrup, S. H., Christiansen, I., Vissing, J., & Andersen, H. (2018). Resistance training and aerobic training improve muscle strength and aerobic capacity in chronic inflammatory demyelinating polyneuropathy. *Muscle & nerve*, 57(1), 70-76.
- Mendonca, G., Pezarat-Correia, P., R Vaz, J., Silva, L., D Almeida, I., & S Heffernan, K. (2016). Impact of exercise training on physiological measures of physical fitness in the elderly. *Current aging science*, 9(4), 240-259.
- Miller, N. E. (1990). HDL metabolism and its role in lipid transport. *European heart journal*, 11(suppl_H), 1-3.
- Muscella, A., Stefàno, E., Lunetti, P., Capobianco, L., & Marsigliante, S. (2020). The regulation of fat metabolism during aerobic exercise. *Biomolecules*, 10(12), 1699.
- Nieman, D. C., Brock, D. W., Butterworth, D., Utter, A. C., & Nieman, C. C. (2002). Reducing diet and/or exercise training decreases the lipid and lipoprotein risk factors of moderately obese women. *Journal of the American College of Nutrition*, 21(4), 344-350.
- Peric, R., Meucci, M., Bourdon, P. C., & Nikolovski, Z. (2017). Does the aerobic threshold correlate with the maximal fat oxidation rate in short stage treadmill tests?. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 58(10), 1412-1417.

- Ray, S., Bairagi, A. K., Guha, S., Ganguly, S., Ray, D., Basu, A. K., & Sinha, A. (2012). A simple way to identify insulin resistance in non-diabetic acute coronary syndrome patients with impaired fasting glucose. *Indian journal of endocrinology and metabolism*, 16(Suppl 2), S460-S464.
- Soci, U. P. R., Melo, S. F. S., Gomes, J. L. P., Silveira, A. C., Nóbrega, C., & de Oliveira, E. M. (2017). Exercise training and epigenetic regulation: multilevel modification and regulation of gene expression. *Exercise for Cardiovascular Disease Prevention and Treatment: From Molecular to Clinical, Part 2*, 281-322.
- Spriet, L. L., Farrell, P. A., Joyner, M. J., & Caiozzo, V. J. (2012). *Advanced exercise physiology*.
- Taylor, B. A., Zaleski, A. L., Capizzi, J. A., Ballard, K. D., Troyanos, C., Baggish, A. L., ... & Thompson, P. D. (2014). Influence of chronic exercise on carotid atherosclerosis in marathon runners. *BMJ open*, 4(2), e004498.
- Wang, Y., & Xu, D. (2017). Effects of aerobic exercise on lipids and lipoproteins. *Lipids in health and disease*, 16, 1-8.
- Weiss, E. P., Albert, S. G., Reeds, D. N., Kress, K. S., McDaniel, J. L., Klein, S., & Villareal, D. T. (2016). Effects of matched weight loss from calorie restriction, exercise, or both on cardiovascular disease risk factors: a randomized intervention trial. *The American journal of clinical nutrition*, 104(3), 576-586.
- Woudberg, N. J., Pedretti, S., Lecour, S., Schulz, R., Vuilleumier, N., James, R. W., & Frias, M. A. (2018). Pharmacological intervention to modulate HDL: what do we target?. *Frontiers in pharmacology*, 8, 989.
- Yoshida, H., Ishikawa, T., Suto, M., Kurosawa, H., Hirowatari, Y., Ito, K., ... & Suzuki, M. (2010). Effects of supervised aerobic exercise training on serum adiponectin and parameters of lipid and glucose metabolism in subjects with moderate dyslipidemia. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*, 17(11), 1160-1166.

HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİNDE İLERİ ARAŞTIRMALAR

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com