

Direnç Antrenmanlarının Planlanması ve Periyodizasyonu: Geleneksel Derleme

Planning and Periodization of Resistance Training: Traditional Review

 Selcen KORKMAZ ERYILMAZ^a

^aÇukurova Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Bölümü, Adana, Türkiye

ÖZET Sporcunun direnç antrenmanlarına adaptasyonu ve ilerlemesi, büyük ölçüde verimli ve etkili bir antrenman sürecini oluşturma ve sürdürme becerisiyle ilişkilidir. Bu derlemenin amacı, kuvvet-güç sporlarında direnç antrenmanları için programlama yöntemleri ve periyodizasyon kavramlarıyla ilgili bilimsel literatürü incelemektir. Direnç antrenmanlarında iş (kapsam) yükünün planlanması, ölçülmesi ve takip edilmesi, performans gelişimi için antrenman streslerinin ve yorgunluğun daha iyi yönetilmesine imkân tanır. Belirli bir direnç egzersizi veya antrenman seansı sırasında toplam iş, tamamlanan toplam tekrarlar ile kaldırılan ağırlığın hesaba katıldığı kapsam yükü hesaplamaları ile tahmin edilebilir. Direnç antrenmanlarının bölgeleri (zonları), maksimal kuvvet, hipertrofi, maksimal güç ve lokal kas dayanıklılığı gibi geliştirilmek istenilen fizyolojik adaptasyonlar doğrultusunda belirli bir yük ve tekrar ilişkisine göre belirlenir. Yıllık planlama yapılırken geliştirilmek istenilen kasal uygunluk bileşenlerine göre antrenman bölgelerinin farklı kombinasyonları sıralı bir ilerleme ile uygulanmaktadır. Direnç antrenmanlarının lineer, nonlineer veya blok gibi farklı periyodizasyonları yapılabilmektedir. Kuvvet-güç sporlarında yıllık planın makro döngüleri, sırasıyla hipertrofi, maksimal kuvvet ve maksimal güç olmak üzere genel olarak belirli bir kuvvet bileşenini vurgulamak için tasarlanır. Maksimum tekrar yöntemi, kuvvet gelişimini takip etmek, günlük kuvvet düzeyine göre yük artışlarını planlamak ve ilerlemeyi sağlamak için kullanışlı olabilir. Antrenman planlamasında, kapsam ve şiddetin rölâtif değerlerine göre haftalık ağır ve hafif antrenman günlerine yer verilerek dalgalı bir yaklaşım izlenebilir. Bu sayede antrenmanların yarattığı yorgunluğun etkisi ile günlük maksimal kuvvet seviyelerindeki dalgalanmalar dengelenebilir.

ABSTRACT The athlete's adaptation and progression to resistance training is largely related to the athlete's ability to create and maintain an efficient and effective training process. This review examines the scientific literature on programming methods and periodization concepts for resistance training in strength-power-sports. Planning, measuring and monitoring the volume load in resistance training allows better management of training stresses and fatigue for performance improvement. Total work during a given resistance exercise or training session can be estimated by volume load calculations that take into account total reps completed and weight lifted. The zones of resistance training are determined according to a certain load and repetition relationship in line with the desired physiological adaptations such as maximal power, hypertrophy, maximal strength and local-muscle endurance. While making annual planning, different combinations of training zones are implemented in a sequential progression according to the muscular fitness components desired to be developed. Different periodizations of resistance training such as linear, non-linear, block are implemented. In strength-power-sports, the macro cycles of the annual plan are generally designed to emphasize a particular strength component, namely hypertrophy, maximal strength, power, respectively. The repetition maximum method can be useful for monitoring strength development, planning load increments based on daily strength level, and progressing. In training planning, an undulating approach can be used, allowing weekly heavy and light training days according to the relative values of volume and intensity. In this way, fluctuations in daily maximal strength levels due to the effect of fatigue created by training can be balanced.

Anahtar Kelimeler: Kuvvet antrenmanı; maksimal kuvvet; hipertrofi; kapsam yükü; blok periyodizasyon

Keywords: Strength training; maximal strength; hypertrophy; volume load; block periodization

Kondisyonerlerin ve spor bilimcilerin direnç antrenmanlarının periyodizasyonunu tasarlarken, genel antrenman planının çeşitli aşamalarında yer alan iş yüklerindeki ve yüklenme modellerindeki varyasyonları anlaması ve tanımlaması önemlidir. Antrenman-

ların sporcuda yarattığı stresi ölçebilme yeteneği, yapılan antrenmanların dönemsel planlamaya uygun olup olmadığının belirlenmesine imkân tanır. Antrenman yükü, egzersizin kapsamı (hacmi) ve şiddetinin ürünü olarak kabul edilebilir. Kuvvet

Correspondence: Selcen KORKMAZ ERYILMAZ

Çukurova Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Bölümü, Adana, Türkiye

E-mail: selcen_korkmaz@yahoo.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences.

Received: 10 Jan 2023

Received in revised form: 29 May 2023

Accepted: 15 Jun 2023

Available online: 19 Jun 2023

2146-8885 / Copyright © 2023 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

antrenmanlarının hem planlanması hem de izlenmesi için bu değişkenlerin ölçülmesi, spor bilimciler ve kondisyonerler açısından büyük önem taşımaktadır.¹ Direnç egzersizlerinin kapsamı, tekrar sayısı olarak kabul edilebilir ve değerlendirilmesi kolaydır.^{2,3} Bununla birlikte direnç egzersizlerinin şiddeti genellikle kaldırılan göreceli yük (bir tekrarda kaldırılan maksimum yükün veya maksimum tekrarın yüzdesi) olarak değerlendirilir.^{1,2} Egzersiz şiddetinin kaldırılan yüke (ağırlığa) göre belirlenmesi çok basit bir değerlendirme olabilir. Ancak bu değerlendirme, kullanılan yükün şiddetini tanımlamaktadır.^{1,4} Bazı spor bilimciler göre direnç antrenmanlarında şiddeti, yapılan her egzersiz için güç çıktısı olarak tanımlanmalıdır.⁵ Kuvvet sürat sporlarında antrenman şiddeti, yükün kaldırılma hızı ile doğrudan ilişkilidir. Kas gücünü geliştirmeye yönelik yapılan direnç antrenmanlarında antrenman şiddeti, iş hızını (saniyede kaldırılan ağırlık; kg/sn) ölçerek değerlendirilebilir.⁶

Genel olarak antrenman şiddeti bireyin harcadığı efor düzeyi veya bir başka ifade ile zorlanma düzeyini tanımlar. Direnç egzersizlerinde şiddetin en doğru tanımı kaldırılan ağırlıktan bağımsız olarak uygulanan zorlanma düzeyi ile ilgili olabilir.⁷ Örneğin bir ağırlığı tükenene kadar tekrarlayarak kaldıran bir kişi, ağırlığın bir tekrar maksimumunun (1-TM) %30'unda veya 1-TM %80'inde olmasına bakılmaksızın, maksimal şiddette çalışmış olacaktır.⁴ Şiddet hareket hızı, iş yapma hızı ve enerjinin harcanma hızı ile ilişkilidir.⁶ Direnç antrenmanlarının şiddeti, hareketin tekrarlar hızının yanı sıra setler arasında verilen dinlenme süreleriyle de ilişkilidir.⁸ Nitekim hareket hızı artırıldığında veya tekrarlar arası dinlenme süresi kısıtlandığında, kişinin zorlanma düzeyi artacak, dolayısıyla antrenmanın genel şiddeti artacaktır. Bu nedenle direnç antrenman seanslarının takibinde bütün değişkenlerin dikkate alınması önemlidir.

YÖNTEM

Bu derleme çalışmasında, kuvvet-güç sporlarında direnç antrenmanları için programlama yöntemleri, antrenman modelleri ve periyodizasyon kavramlarıyla ilgili bilimsel makaleler ve kitaplar incelenmiştir. Web of Science (Clarivate Analytics, ABD), PubMed (United States National Library of Medicine (NLM) ABD), Google Scholar (Google, ABD) elektronik

veri tabanları “planning for resistance training”, “periodization of resistance training”, “planning for strength-power training”, “designing strength-power training”, “periodized strength training”, “fundamentals of resistance training”, “hypertrophy”, “maximal strength” “volume load”, “block periodization” anahtar kelimeleri kullanılarak taranmıştır. Konu ile ilgili kitaplar, deneysel çalışmalar, metaanaliz araştırmaları ve sistematik derlemelerin tam metni detaylı bir şekilde incelenmiştir.

DİRENÇ ANTRENMANLARININ ŞİDDETİ

Direnç antrenmanlarının planlanmasında yükün (ağırlığın) belirlenmesi için 1-TM'nin ve maksimum tekrar yöntemi olmak üzere 2 popüler strateji kullanılmaktadır.⁹ 1-TM yöntemine göre antrenman şiddeti, herhangi bir hareket için doğru teknikte bir seferde kaldırılabilen maksimum ağırlığın belirli bir yüzdesi (%1-TM) hesaplanarak planlanmaktadır.^{2,10} Maksimum tekrar (TM) yöntemine göre ise antrenman şiddeti, belirli bir tekrar sayısı için doğru teknikte kaldırılabilen en yüksek ağırlık belirlenerek planlanmaktadır.^{9,11} Belirli bir yük için set başına maksimum tekrarlar sayısı belirlenerek de antrenman şiddeti planlanabilir.^{2,3}

Yükün maksimum tekrar yöntemi ile belirlenmesinin, günlük bireysel kuvvet seviyelerindeki dalgalanmalardan dolayı %1-TM yönteminden daha iyi olduğuna inanılmaktadır.^{8,9,12,13} Maksimum tekrar yöntemi, antrenman programında kuvvet gelişimini takip etmek ve bu gelişime göre yük artışlarını yaparak ilerlemeyi sağlamak için çok daha pratiktir. Bir sporcu, son sette belirli bir egzersiz için kendisine atanan tekrar hedefinin üzerinde 2 veya daha fazla tekrar yapabiliyorsa, bir sonraki antrenman seansı için bu egzersize ağırlık eklenmesi gerekmektedir.

%1-TM yöntemi genellikle “rölatif şiddet (görece)” olarak isimlendirilmektedir ve çoğunlukla submaksimal antrenman şiddetlerinde çalışılmak istendiğinde kullanılmaktadır. Rölatif şiddet, haftalık ağır ve hafif antrenman günlerinin planlanması için dalgalı bir antrenman yaklaşımının kullanıldığı popüler bir yöntemdir.^{9,14,15} Antrenmanların yarattığı yorgunluk nedeni ile (birikmiş yorgunluk) maksimal kuvvet olumsuz etkilenebilir ve dolayısıyla hafta içe-

risinde 1-TM’de farklılıklar olabilir. Örneğin 2 günlük dinlenmenin ardından pazartesi yapılan antrenman seansındaki 1-TM değeri, haftanın son antrenmanı cuma gününe kadar yorgunluktan dolayı düşebilir. Birikmiş yorgunluk dikkate alınmazsa, %1-TM’ine göre yapılan yükleme mikro döngünün sonunda maksimal kuvvet seviyesinin çok daha yüksek bir yüzdesini temsil edebilir.¹⁴ Bununla birlikte antrenman planlamasında kapsam ve şiddetin uygun varyasyonlarıyla hafif ve ağır günlere yer verilmesi, 1-TM’de meydana gelebilecek yorgunluğa bağlı değişiklikleri dengeleyebilir. Bazı antrenman bilimciler 1-TM değerlerindeki dalgalanmalar nedeniyle antrenman yüklerinin belirlenmesinde %1-TM yöntemi yerine, belirli bir set ve tekrarlar aralığı için rölatif şiddet değerlerinin kullanılmasını tavsiye etmiştir.^{9,14} Bu yönüme göre direnç antrenmanının yükleri, belirli bir set için (örneğin 3×5 %TM) set ve tekrar kombinasyonu maksimumlarının yüzdeleri kullanılarak belirlenir.¹⁴

Maksimum tekrar yöntemine göre rölatif şiddet (%TM), her bir bireysel egzersiz için maksimum tekrarları temel alır. Örneğin “back squat” hareketinde 10TM’si 100 kg olan bir sporcu, 10 tekrarlı setler için 90 kg ağırlıkta çalışması, 10TM’nin %90’ında antrenman yaptığı anlamına gelir. Son yıllarda rölatif şiddetin, belirli bir hareketin tüm set ve tekrarları için daha sık kullanıldığı görülmektedir.¹⁶ “En iyi set-tekrar (set-rep best) sistemi”, sporcuya öngörülen dozdan sonra daha kaç tekrar (iyi formda) yapabileceğini sorarak belirli bir şiddet için uygun yükün ölçmesine dayanır.¹⁶ En iyi set-tekrarın yüzdeleri, bir sporcunun atanan tekrar sayısı için (örneğin 3×8%) tamamlayabileceğini düşündüğü ağırlığın yaklaşık yüzdesini temsil eder.^{14,16,17} Set ve tekrar maksimumlarının yüzdeleri alınarak her hafta içinde ağır ve hafif antrenman günleri planlanmaktadır. En iyi set-tekrar sistemine göre rölatif şiddet bölgeleri; %100 çok ağır, %90-95 ağır, %90-85 orta derecede ağır, %85-80 orta, %80-75 orta derecede hafif, %75-70 hafif ve %70-65 çok hafif olarak belirlenmiştir.^{9,14}

■ DİRENÇ ANTRENMAN BÖLGELERİ (ZONLARI)

Bir egzersizin tekrar sayısı ile kaldırılan yük ters orantılıdır; yük ne kadar ağır olursa, gerçekleştirile-

bilecek tekrar sayısı o kadar düşük olur. Bu nedenle tek bir antrenman hedefine odaklanmak, belirli bir yük ve tekrar ilişkisinin kullanılmasını gerektirir.²

LOKAL KAS DAYANIKLILIĞI

Yavaş kasılan liflerle kıyaslandığında hızlı kasılan liflerin, daha hızlı kasıldığı, daha fazla kuvvet ürettiği ve hipertrofinin de daha belirgin olduğu bilinmektedir.³ Ağır yüklerle yapılan direnç antrenmanları, yavaş kasılan fibrillere kıyasla hızlı kasılan fibrillerin daha fazla hipertrofisine yol açar.^{10,18} 1-TM’nin yaklaşık %65’inden daha düşük yükler, kas hipertrofisinin sağlanması için yeterli değildir.^{11,19} Her ne kadar yüksek tekrarlı antrenmanlar yüksek düzeyde metabolik stres yaratabilse de bu yükler, yüksek eşikli motor ünitelerin göreve çağırılması ve yorgunluk oluşması için yetersizdir.¹¹ Lokal kas dayanıklılığı, özellikle submaksimal dirençler kullanıldığında yorgunluğa direnç gösterebilme yeteneğini ifade eder. Kuvvetin aksine, kas dayanıklılığı set başına yüksek sayıda tekrarlarla (en az 15TM) geliştirilebilir. Bu nedenle lokal kas dayanıklılığını geliştirmek için 1-TM’nin %40-60’ı veya 15TM ve üzerindeki yüklerin kullanılması tavsiye edilir.²⁰ Antrenman şiddeti bireyin antrenman durumuna ve hedeflerine bağlı olarak planlanır. 1-TM’nin %45-50 veya daha hafif yükler ile yapılan direnç antrenmanları, daha önce direnç antrenmanı yapmamış kişilerde motor öğrenme ve koordinasyonu geliştirmesi nedeni ile dinamik kas kuvvetini artırabilir.^{21,22} Ancak antrenmanlı kişilerde bu yükler, kuvvet gelişimi için yeterli değildir.²²

HİPERTROFİ ANTRENMANLARI

Kas hipertrofisi sağlamak için hem mekanik gerilimi hem de metabolik stresi aynı anda vurgulayan 8-12 TM (opsiyonlu olarak 6-12 TM) veya 1-TM %70-85 karşılık gelen yüklerle orta tekrarlarla yapılan direnç antrenmanları tavsiye edilir.^{3,10,11,22} Orta tekrarlı setler, metabolik son ürünlerin birikmesine bağlı olarak akut anabolik hormonal cevabı daha fazla artırabilir.^{11,23} Bunun yanında orta tekrarları içeren setlerin, akut olarak hücrel hidrasyonu (ödem) en üst düzeye çıkardığı, bunun da kas hipertrofisine aracılık ettiğine inanılmaktadır.^{11,24} Direnç antrenmanlarına hipertrofik cevabın “mekanik gerilme” mekanizmasıyla da ilgili olduğu düşünülmektedir.^{10,25} Yüksek yük kas-tendon ünitesi üzerindeki gerginliği artırır. Öte yandan 1-

TM'nin %85'ini aşan yükler mekanik gerginliği en üst düzeye çıkarmakla birlikte, maksimum tekrar sayısı az olacağı için gerilim altında daha az zaman geçirilir. Bu nedenle 1-TM'nin %85'ini aşan yükler anaerobik glikoliz enerji sistemi üzerine yeterli stres oluşturmaz.^{10,25}

MAKSİMAL KUVVET ANTRENMANLARI

Her ne kadar 1-TM'nin %70-85'ine karşılık gelen yükler kullanılarak kuvvette artış sağlanabilse de bu aralığın üst düzey antrenmanlı bireylerde daha ağır yüklere (>1-TM %85) kıyasla maksimal kuvveti artırmada etkili olamayacağına inanılmaktadır.²² Maksimal kuvveti geliştirmek için 1-6 TM veya 1-TM'nin %85-100 karşılık gelen yüklerde düşük tekrarlı direnç antrenmanları tavsiye edilir.^{11,22,26} Yüksek yük, düşük tekrarlarla yapılan direnç antrenmanları ile nöral adaptasyonlar sağlanabilir.^{3,22} Maksimal kuvvet, aktive olan motor ünite sayısı maksimuma ulaştığında sergilenebilir. Antrenmanlı bireylerde, hafif-orta ağırlıklarla yapılan yüklenmeler sırasında etkinleştirilemeyen yüksek eşikli motor üniteler, yüksek ağırlıklarla yapılan yüklenmelerle göreve çağrılabilir.²²

PATLAYICI GÜÇ (POWER) DİRENÇ ANTRENMANLARI

Kas gücü, egzersize katılan kas gruplarının en kısa sürede maksimal kuvvet üretebilme yeteneği olarak ifade edilebilir. Maksimal kas gücü, hem yüksek kasılma hızı hem de kas kuvveti gerektirir. Kuvvet ve hız ters orantılıdır. Yüksek ağırlıklarla çalışıldığında hareket hızı yavaşlar.²⁰ Dolayısıyla yüksek hızlarda çalışabilmesi için ağırlığın hafif olması gerekir. Büyük kas gruplarında maksimal gücün, genellikle 1-TM'nin %30-45'inde sergilendiği gösterilmiştir.²⁷ Patlayıcı güç direnç egzersizleri, yapılan harekete bağlı olarak 1-TM'nin %30-60 yüklenme aralığında maksimal veya maksimale yakın hızlarda gerçekleştirilen set başına 3-6 tekrarı içeren direnç egzersizlerinden oluşur.^{22,28}

Günümüzde geliştirilen teknolojik cihazlar (V-Scope, kuvvet plakası doğrusal konum dönüştürücü sistemler, video analizi ve potansiyel ivmeölçerler) sayesinde, hız ve güç bileşeni de hesaba katılarak antrenman yükleri hesaplanabilmektedir. Özellikle patlayıcı gücü geliştirmek için yapılan direnç antrenmanlarında hareketin hızı önemlidir. 1-TM dü-

zeyi benzer olan 2 sporcunun kuvvet geliştirme hızları farklı olabilir. Bir başka ifade ile aynı ağırlığı farklı hızlarda kaldırabilirler. Direnç antrenmanı sırasında hızın izlenmesi, egzersiz sırasında metabolik stres ve nöromusküler yorgunluğu tahmin etmek için kullanılabilir.²⁹ Direnç barına hareket hızını ölçen bir cihaz takılarak, sporcunun ağırlığı kaldırırken hızı rahatlıkla ölçülebilmekte ve antrenman şiddeti planlanabilmektedir.³⁰ Sporcunun belirli bir hareket için minimum hızı biliniyorsa, yorgunluğun derecesi değerlendirilebilir ve sporcunun antrenmana hazır olup olmadığı tahmin edilebilir.^{4,29} Örneğin antrenman seansına başlarken, sporcuya hafif yükleri maksimal hızda kaldıracağı özel bir ısınma seti uygulanabilir. Sporcunun ısınma setindeki performansına göre antrenman seansının şiddeti yeniden planlanabilir.⁴

DİRENÇ ANTRENMANLARININ İŞ YÜKÜNÜ BELİRLEME YÖNTEMLERİ

Direnç antrenmanlarının planlanmasında antrenman yükünün veya toplam işin belirlenmesi önemlidir. İş yükünün planlanması ve takip edilmesi, kondisyonerlerin ve antrenman bilimcilerin antrenman streslerini ve yorgunluğu daha iyi yönetmesine imkân tanır. Antrenman kapsamı, antrenman sırasında gerçekleştirilen toplam işin ölçüsüdür. Antrenman sırasında harcanan toplam enerji ile antrenman kapsamı arasında güçlü bir ilişki vardır.^{6,31} Direnç antrenmanının kapsamı, kaldırılan ağırlığın, egzersiz başına tekrar ve set sayısının, yapılan egzersizin türlerinin ve sayısının, dinlenme sürelerinin ve bu egzersizlerin tekrarlanma sıklığının (örneğin günde, haftada, ayda sayısı) bir fonksiyonudur.⁶

Direnç antrenmanları iş yükünün belirlenmesinde, kapsam yükü ve kapsam endeksi olmak üzere 2 ana yöntem kullanılmaktadır:

1) Kapsam Yükü: İş yükünün belirlenmesi için en genel yöntem, belirli bir direnç egzersizi veya antrenman seansı sırasında tamamlanan toplam tekrarlar ile kaldırılan ağırlığın hesaba katılmasına dayanır.^{1,32} Kapsam yükü yöntemi, hesaplanması kolay olduğu ve bir antrenman seansının yükünü temsil etmek için tek bir sayıya indirildiği için oldukça kullanışlıdır. Kapsam yükü, mutlak veya rölatif yük kullanılarak hesaplanabilmektedir.

Denklem 1: Kapsam yükünü hesaplamak için ilk denklem, bir egzersizde tamamlanan tekrar sayısı ile kaldırılan ağırlık çarpılarak elde edilir.¹

Kapsam yükü (kg)=set sayısı×tekrar sayısı×kaldırılan ağırlık (kg)

Örneğin bir sporcu “back squat” hareketini 100 kg’da 3 set 10 tekrar yapacak olsaydı, bu denkleme göre kapsam yükü (kg)=3×10×100 kg= 3.000 kg olacaktır. Ancak bu yöntem her bir birey tarafından kaldırılan yüklerin, rölatif şiddetini yansıtmadığı için bireyler arasında karşılaştırmaların yapılması mümkün değildir.

Piramidal yöntem gibi setlerin farklı şiddetlerde yapıldığı antrenman programlarında, kapsam yükü her set için de hesaplanabilir; kapsam yükü (kg)=tekrar sayısı×kaldırılan ağırlık (kg). Daha sonra her bir set için hesaplanan kapsam yükünün genel ortalaması alınarak antrenmanın kapsam yükü değerlendirilebilir.⁵

Denklem 2: Kapsam yükünü hesaplamak için ikinci denklem, bir egzersizde tamamlanan tekrar sayısının rölatif yük (%TM veya %1-TM) ile çarpılmasıyla elde edilir.^{1,4,5}

Rölatif kapsam yükü (kg)= set sayısı×tekrar sayısı×1-TM % (veya %TM)

Örneğin bir sporcunun “back squat” hareketinde kaldırdığı maksimum ağırlık 150 kg ise ve bu ağırlığın %70’inde (1-TM %70) çalışacak olsaydı, bu denkleme göre rölatif kapsam yükü (kg)= 3×10×(150×0,70)= 3.150 kg olacaktır.

Denkleme kg olarak ağırlık koymadan da rölatif kapsam yükü hesaplanabilmektedir.⁴

Örneğin TM %70 veya 1-TM%70 için rölatif kapsam yükü [keyfi birim=arbitrary units (AU)]= 3×10×70= 2.100 AU olacaktır.

Genel olarak gerçekleştirilen direnç antrenmanının kapsamı yapılan işin göstergesidir. Matematiksel olarak gerçekleştirilen mekanik iş miktarı, direnç egzersizi sırasında kuvvet ile yer değiştirmenin yani kat edilen mesafenin çarpılmasıyla hesaplanabilir (Mekanik iş= kuvvet×yer değiştirme mesafesi). Bir egzersizin kapsam yükünün hesaplanmasıyla yapılan iş yorumlanırken, ağırlığın veya direnç barının kat ettiği mesafeyi de hesaba katmak gerekebilir. Mesafe dikkate alınmadan yapılan kapsam yükü hesaplaması,

yapılan egzersize bağlı olarak gerçekleştirilen iş yükünün eksik veya fazla tahmin edilmesine neden olabilir.^{1,33} Örneğin tam bir çömelme ile yapılan “back squat” hareketinde direnç barının kat ettiği mesafe, yarım “back squat” hareketine kıyasla daha fazladır. Bu nedenle tam “back squat” ile yarım “back squat” hareketleri sırasında ekstremitelere binen yük ve dolayısıyla egzersiz şiddeti birbirinden farklı olacaktır.³⁴

Denklem 3: Direnç barının kat ettiği mesafe de hesaba katılarak iş yükü tahmin edilebilmektedir.¹

Kapsam yükü (kg×m)= set sayısı×tekrar sayısı×yük (kg)×mesafe (m)

2) Kapsam Endeksi: İş yükünü belirlemek için yapılan kapsam yükü hesaplamalarında, sporcunun gerçekleştirdiği iş miktarını önemli ölçüde etkileyecek olan sporcunun boyutu hesaba katılmaz. Sporcunun vücut kütlelerinin de hesaba katıldığı kapsam indeksi metodu, geleneksel kapsam yükü hesaplamalarına kıyasla önemli ölçüde farklı iş yükü tahminleriyle sonuçlanır.¹

Denklem 4: Bu denklemde, kapsam yükü sporcunun vücut ağırlığına bölünerek normalizasyon yapılmaktadır.¹

Kapsam indeksi=kapsam yükü (kg)/vücut ağırlığı (kg)

■ DİRENÇ ANTRENMANLARININ PERİYODİZASYONU

Antrenmanın periyodizasyonu, sürekli ve en uygun fitness kazanımları sağlamak için egzersiz şiddeti, set sayısı, set başına tekrar sayısı, setler ve egzersizler arasındaki dinlenme süreleri, antrenman seansı sıklığı, egzersiz sırası, egzersiz seçimi gibi herhangi bir antrenman değişkenlerinde planlı değişiklikleri ifade eder. Periyodizasyon, antrenmana adaptasyonu en üst düzeye çıkarmak ve sürantrenman sendromunu önlemek için antrenman değişkenlerinin planlı yönetimi olarak tanımlanır.³ Periyodizasyonun hedefleri arasında, sezon boyunca antrenman yüklerinin dengesini sağlayarak müsabakaya hazırlanmak, yorgunluk yönetimi ve sürantrenman olasılığının azaltılması, zirve performansın zamanlaması ve planlanması yer alır. Bu hedeflere öncelikle şiddet, kapsam ve egzersiz seçiminin yönetimi ile ulaşılır.³

Direnç antrenmanlarının periyodizasyonunda, maksimal kuvvet, hipertrofi, maksimal güç ve lokal kas dayanıklılığı gibi geliştirilmesi istenilen kassal uygunluk bileşenlerine göre antrenman değişkenlerinin farklı kombinasyonları kullanılır.³ Planlama yapılırken yıllık planın dönemlemesinde, ağırlıklı olarak hangi kuvvet bileşeni geliştirmek ya da vurgulanmak isteniyorsa ona odaklanılmalıdır. Ancak bu diğer özelliklerin de gelişmeyeceği anlamına gelmemektedir. Örneğin kas hipertrofini hedefleyen antrenmanlarda maksimal kuvvette de artış sağlanacaktır, öte yandan kas hipertrofinde daha belirgin bir artış olacaktır.

Lineer (doğrusal) periyodizasyon ve nonlineer (doğrusal olmayan) periyodizasyon olmak üzere genel olarak 2 ana tür direnç antrenman periyodizasyonu bulunmaktadır.

LİNEER PERİYODİZASYON

Genellikle antrenman periyodizasyonu genel hazırlık, özel hazırlık, müsabaka dönemi, zirveleme dönemi ve aktif dinlenme dönemi olmak üzere kendi içerisinde fazlara ayrılır.¹⁴ Genel hazırlık; genel olarak vücut kompozisyonunu değiştirmek, iş kapasitesini artırmak, spora özel kondisyonu (zindeliği) geliştirmek amacı ile daha yüksek kapsamlı ve düşük şiddetli antrenman planlamasını içeren periyottur.^{3,14}

Özel hazırlık; nispeten yüksek kapsamlı, düşük-orta şiddetli, spor branşına özgü kondisyonel özellikleri içeren antrenman periyodudur. Özel hazırlık fazında genel olarak sporcuların direnç egzersizlerini tekrarlama yeteneği vurgulanır. Bu faz, yüksek kapsamlı spesifik olmayan genel hazırlık periyodundan, müsabakalarla ilişkili olan yüksek şiddetli spesifik bir antrenman periyoduna geçiş için planlanır.^{3,14}

Müsabaka dönemi; spor branşına özgü orta-yüksek şiddetli, orta-düşük kapsamlı antrenman periyodunu ifade eder. Amaç teknik verimliliği artırırken kondisyonu korumaktır. Müsabaka dönemi birkaç ay sürebilir, kendi içinde mini hazırlık dönemleri içerebilir.^{3,14}

Zirveleme dönemi; önemli müsabakalardan hemen önce gerçekleşen ve 4 haftadan daha kısa süren yarışma periyodunun bir bölümünü içerir. Zirvelemenin erken döneminde, kapsam azaltılabilir ve

antrenman şiddeti artırılabilir veya nispeten yüksek seviyelerde tutulabilir. Genel olarak önemli müsabakalardan önceki son birkaç gün içinde, yeterli toparlanmayı sağlamak için antrenman şiddeti de azaltılır. Kapsamın önemli ölçüde azaltıldığı zirveleme fazının ilerleyen aşaması (genel olarak 8-14 gün), “sivrilme (taper)” olarak adlandırılır.^{14,35}

Aktif dinlenme dönemi; büyük yarışmalardan (genellikle 1-2 hafta) sonra antrenman kapsamının ve şiddetinin azaltıldığı bir toparlanma dönemini içerir. Tam bir dinlenme dönemi ile karşılaştırıldığında, aktif dinlenme kondisyonun daha az bozulmasına ve yeni sezona daha yüksek kondisyonla başlanıp daha hızlı uyum sağlanabilmesine imkân tanır.¹⁴

Lineer model, periyodizasyonun başlangıcı yüksek kapsam ve düşük şiddet ile karakterize edilen klasik modeldir.²² Antrenman planlamasında genel prensip olarak antrenmanın şiddeti ve kapsamı ters orantılıdır. Yarışma dönemi yaklaştıkça antrenman kapsamı kademeli olarak azaltılırken, şiddet artırılır. Direnç antrenmanlarının lineer periyodizasyonunda da bu yaklaşım benimsenmiştir. Ana hedef, kuvvet veya gücü müsabaka döneminde en üst düzeye bir başka ifade ile zirveye çıkarmaktır. Bu hedef doğrultusunda lineer periyodizasyonda, antrenman periyodu ilerledikçe kas kuvvetini, kas gücünü veya her ikisini de maksimize etmek için kapsam azaltılır ve şiddet artırılır.^{22,36}

Direnç antrenmanlarının lineer periyodizasyonunda program, zaman dilimlerine göre adlandırılan farklı bloklara bölünmüştür. Genellikle 12 aylık süreyi kapsayan planlama, bir makro döngü (makrosiklus) olarak adlandırılır. Bir makro döngü hazırlık, müsabaka ve geçiş dönemlerini içerir. Bir mezo döngü (mezosiklus) makro döngünün 3-4 aylık periyodunu ve bir mikro döngü (mikrosiklus) ise genel olarak bir mezo döngünün 1-4 haftalık süresini ifade eder.³ Antrenmanların yüksek kapsam ve düşük şiddetten, düşük kapsam ve yüksek şiddette doğru periyodizasyonu bir makro döngüde olduğu gibi her mezo döngü içinde de gözlenir. Yani antrenman kapsamı ile antrenman şiddeti arasındaki bu ters ilişki, her mezo döngü içinde de uygulanır.

Antrenman periyodunun her aşaması belirli bir fizyolojik adaptasyonu vurgulamak için tasarlanmış-

tır. Şekil 1’de direnç antrenmanlarının kapsam ve şiddetinin ters orantılı olarak planlandığı geleneksel lineer periyodizasyon modeli görülmektedir. Periyodizasyonun hazırlık dönemi olarak tanımlanan erken evresinde, kas hipertrofisi hedeflendiği için yüksek kapsamlı antrenman vurgulanmaktadır (Şekil 1). Diğer bir ifade ile 1-TM’nin %70-80’ine karşılık gelen veya 8-12 TM’lik dirençler kullanılmaktadır. Her egzersiz için toplam 3-5 set gerçekleştirilebilir.^{20,37} Periyodizasyonun birkaç hafta süren ilk aşamasını takiben, müsabaka öncesi dönemde sinir sistemi içinde pozitif adaptasyonlar ortaya çıkaracak yüksek şiddetli antrenman periyodu planlanmaktadır.²⁰ Antrenman seanslarının toplam kapsamı azaltılır, şiddet bireyin 1-TM’nin %80-90’ı veya 3-6 TM olacak şekilde artırılabilir. Egzersiz başına 3-5 set yapılabilir.^{20,37} Müsabaka döneminde kas gücünün ön planda olduğu spor branşlarında, antrenman şiddetini kaldırılan ağırlık miktarı yerine hareket hızı belirler. Müsabaka yaklaştıkça maksimal gücü geliştirmeye yönelik direnç egzersizleri programda yerini alır (Şekil 1).³

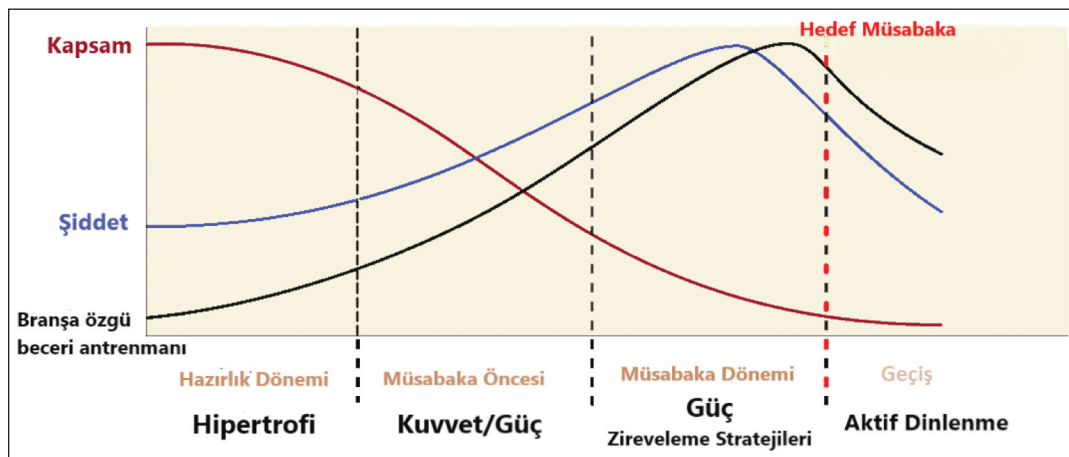
Direnç egzersizlerinin planlamasında antrenman zonları “hipertrofi, maksimal kuvvet ve maksimal güç” olarak belirlenebilir (Tablo 1).³

Periyodizasyonun her periyodunda keskin bir geçiş yapmak yerine antrenman zonları değişen oranlarda uygulanmalıdır. Örneğin Tablo 1’de müsabaka öncesi dönemde, değişen oranlarda hipertrofi ve maksimal güç antrenmanları uygulanmakla birlikte ağırlıklı olarak maksimal kuvvet antrenmanlarına yer

verildiği görülmektedir. Müsabaka döneminde ise direnç antrenmanlarının %80’i maksimal güç antrenmanlarından ve %20 oranında maksimal kuvvet antrenmanlarından olacak şekilde planlama yapılmıştır. Lokal kas dayanıklılığı en düşük zon olarak kabul edilir ve özel bir spor branşı olmadığı sürece üst düzey sporcuların periyodizasyonunda pek yer verilmez. Lokal kas dayanıklılığı antrenmanları direnç antrenmanlarına yeni başlayanlar ve rehabilitasyon döneminde olanlar için uygundur.³

NONLİNEER PERİYODİZASYON

Periyodizasyonun nonlineer (doğrusal olmayan) planlanmasında, bir hafta içerisinde hem maksimal kuvvet hem de hipertrofi antrenmanları yapılır ve bu farklı kassal uygunluk parametreleri lineer periyodizasyonda olduğu gibi sırasıyla değil aynı anda geliştirilir.^{3,20} “Dalgalı model” olarak da isimlendirilen nonlineer periyodizasyon stratejileri, periyodizasyon boyunca şiddet ve kapsamın 1 haftalık veya 2 haftalık döngülerle değişiklik yapılmasını içerir.^{22,38} Lineer periyodizasyon bireysel sporlar için veya müsabaka dönemi kısa olan branşlar için daha uygun bir modeldir. Takım sporlarında hazırlık evresi kısa, sezon süresi uzun ve zirve performansın sergilenmesi istenilen müsabaka sayısı birden fazla olabilmektedir. Tüm sezon süresince sporcuların belirli bir düzeyde fiziksel uygunluğa sahip olması beklenir. Nonlineer periyodizasyonda, antrenmanın şiddeti ve kapsamı sezon süresince değişken tutularak performans belirli bir düzeyde korunmaya çalışılır.³⁸



ŞEKİL 1: Lineer periyodizasyona göre kuvvet ve güç antrenman modeli.³

TABLO 1: Lineer periyodizasyona göre örnek antrenman modeli.³

	Hazırlık dönemi	Müsabaka öncesi	Müsabaka dönemi	Zirveleme
Antrenman zonları	Hipertrofi %100	Maksimal kuvvet %60 Maksimal güç %30 Hipertrofi %10	Maksimal güç %80 Maksimal kuvvet %20	Maksimal güç %100
	Set	Tekrar sayısı	Yük (%1RM)	Dinlenme (dk)
Hipertrofi	3-5	8-12	70-80	2
Maksimal kuvvet	3-5	3-6	80-90	2-3
Maksimal güç	4-5	4-8 (yüksek hızda)	40-50	2-3
Zirveleme	2-3	3-5 (maksimal hızda)	40-50	2-3

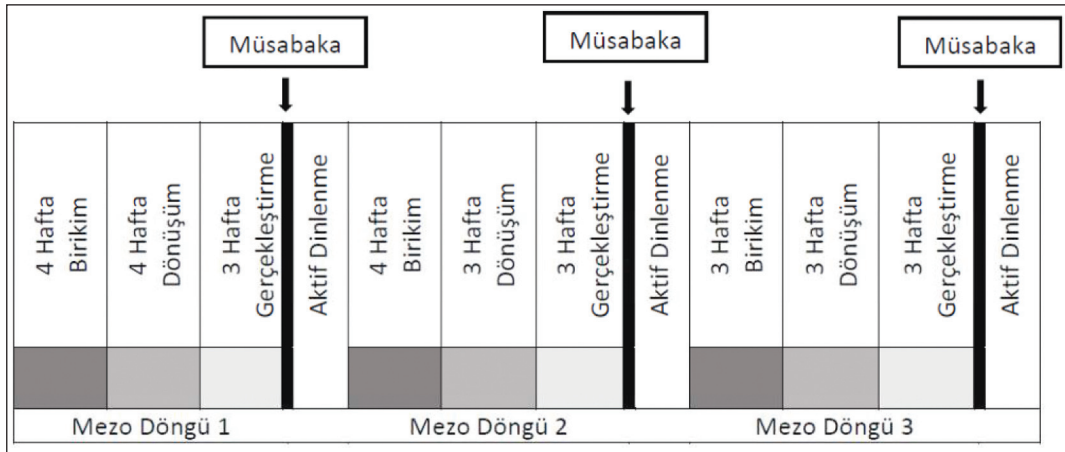
BLOK PERİYODİZASYON

Blok periyodizasyon, bir makro döngüsü blok adı verilen ve her biri birbirinden farklı antrenman hedefi olan, 2-6 hafta arasında değişen bir süreyi kapsayan birkaç aşamaya bölünmüş, yoğunlaştırılmış (konsantre) antrenman modelidir.³⁹ Bir yıllık makro döngüdeki toplam blok periyodizasyonun sayısı, her spor branşının özelliklerine, müsabaka takvimine ve önemli müsabaka sıklığına vb. bağlı olarak genellikle 4-7 arasında değişir.⁴⁰ Blok periyodizasyonun yapılış gerekçesi, geleneksel modellerden farklı olarak form durumunun yıl boyunca korunması ve yılda birden fazla zirve performansa ulaşılmasıdır.⁴⁰ Üst düzey sporcular, antrenmanlarla genetik sınırlarına yaklaştıkça performans gelişimi zorlaşır. Homeostazisi bozarak ilave adaptasyonları teşvik etmek için daha fazla çeşitlilik ve antrenmana yönelik yeni yaklaşımlar gerekli olabilir.¹⁴ Blok yaklaşım genellikle üst düzey sporcuların kullandığı periyodizasyon modelidir.

Klasik lineer periyodizasyona kıyasla blok periyodizasyonda genel olarak antrenman şiddeti daha yüksek, antrenman kapsamı ise daha düşük tutulmaktadır. Model genellikle 3 ardışık bloktan oluşur.^{41,42} Her blokta antrenman şiddeti giderek artmaktadır.⁴⁰ Antrenman bloklarında, konsantre antrenman uyarılarını kullanarak seçilen birkaç yeteneğin geliştirilmesine odaklanılır. Bu blokların dizilimi, önceden geliştirilmiş yeteneklerin antrenman etkileri üzerine inşa edilmesine yöneliktir.⁴¹ Üç blok mezosiklus birlikte yaklaşık olarak 2 ay süren ve bir müsabakaya katılımı sona eren bir antrenman periyodunu (makro döngüsünü) oluşturur. Yıllık döngü,

hedeflenen müsabakanın miktarına ve zamanlamasına bağlı olarak sayısı 5'ten 7'ye kadar değişebilen makro döngülerden oluşur.³⁹

Blok periyodizasyon, temel yeteneklerin geliştirilmesine odaklanan "birikim (accumulation)", spora özgü yeteneklerin geliştirilmesine odaklanan "dönüşüm (transmutation)", toparlanma ve müsabakaya doğru zirveye ulaşmaya odaklanan "gerçekleştirme (realization)" olarak adlandırılan 3 bloğun ardışık gelişimini içerir.^{39,40,43} Şekil 2'de bir makro döngüde birikim, dönüşüm ve gerçekleştirme aşamalarından oluşan ve her biri müsabaka ile sonuçlanan 3 mezo döngülü blok periyodizasyon modeli görülmektedir. Bu fazların sıralı düzeni, uygun programlama ile birlikte sonraki bloklarda gelişimi daha da güçlendirmek için erken adaptasyonların sağlanmasına imkân tanır.^{6,14} Örneğin birikim aşamasında iş kapasitesinin ve temel kuvvetin geliştirilmesi, antrenmanın sonraki aşamalarında maksimal kuvvet ve gücün daha fazla geliştirilmesine imkân tanır.⁶ Kuvvet-güç sporlarında, genel olarak birikim fazında kas hipertrofisine odaklanılır, dönüşüm fazında maksimal kuvvete odaklanılır ve gerçekleştirme fazında güç ve patlayıcı kuvvete odaklanılır.⁴² Güç-dayanıklılık (power-endurance) sporlarında da aerobik dayanıklılık antrenmanları yanı sıra direnç antrenmanları için benzer blok periyodizasyon uygulanabilir. Örneğin yapılan bir çalışmada; üst düzey kanoculara, 5 hafta 1-TM'nin %70-75'inde (8-10 tekrar) hipertrofi antrenmanları, 5 hafta 1-TM'nin %90-85'inde (3-4 tekrar) maksimal kuvvet antrenmanları ve 3 hafta 1-TM'nin %45-60'ında (5-8 tekrar) maksimal güç antrenmanları olmak üzere 3 bloklu direnç antrenman programı uygulandığı görülmektedir.⁴¹



ŞEKİL 2: Bir makro döngüde 3 mezo döngülü blok periyodizasyon modeli.⁴⁰

Atletizmde sürat koşuları gibi sürat-güç (speed-power) sporlarında, performans gelişimi için direnç antrenmanlarının ayrı bir önemi vardır. Antrenman bloklarının kesintisiz ve sıralı bir şekilde ilerlemesi, sporcunun kuvvet-hız profilinin optimal gelişimi için önemlidir. Bu nedenle periyodizasyonun ilk bloğu kuvvet-dayanıklılık (birikim) bloğu olarak da isimlendirilmektedir. 3-4 hafta kadar süren bu fazda yapılan direnç antrenmanları, ağırlıklı olarak iş kapasitesini ve kas kesit alanındaki artışları sağlamaya yönelik hipertrofi antrenmanlarını içermektedir.⁴⁴ Bu sayede sporcu, amacın maksimal kas kuvvetini artırmak olan bir sonraki antrenman bloğuna hazırlanmış olacaktır. 3-4 hafta kadar süren maksimal-kuvvet (birikim) bloğu, direnç antrenmanları genel olarak maksimal kuvvet gelişimini hedefleyen yüklenmeleri içermektedir.⁴⁴ Maksimal kas kuvvetindeki artış, sonraki bloklarda sporcunun hızlı kuvvet üretebilme yeteneğini (kuvvet geliştirme hızı) ve güç çıktılarını geliştirme potansiyelini artıracaktır.⁴⁵ Nitekim 3-4 hafta süren kuvvet-hız (dönüşüm) bloğunda amaç, sporcuların kuvvet düzeylerini korurken veya artırırken, kuvvet geliştirme hızı ve kas gücünü daha da artırmaktır.⁴⁵ Dolayısıyla periyodizasyonun bu bloğunda vurgu, kuvvet geliştirme hızını artırmak için nispeten ağır yükleri hızlı bir şekilde hareket ettirmektir.^{6,44,45} Üç hafta süren hız-kuvvet (gerçekleştirme) bloğu, kuvvet niteliklerini korurken kasılma hızına vurgu yapan patlayıcı güç, balistik ve pliometrik tip egzersizlerle branşa özel eg-

zersizlerin birleştirildiği kompleks antrenman uygulamalarını içermektedir.⁴⁴

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kuvvet-güç sporlarında periyodizasyonun mantığı, genel olarak hipertrofi fazı olarak da adlandırılan hazırlık periyodunda morfolojik adaptasyonlar sağlamak, maksimal kuvvet ve güç fazları olarak adlandırılan müsabaka ve zirveleme periyodlarında nöral adaptasyonlar sağlamak için antrenman hedeflerinin ardışık fazlara bölünmesidir. Bu fazlar veya periyodlar kapsam, şiddet, egzersiz seçimi veya türü gibi program değişkenlerinde farklılık gösterir. Lineer, nonlineer veya blok gibi farklı planlamalar yapılmakla birlikte genel olarak direnç antrenmanlarının periyodizasyonunda, antrenman periyodunun her aşaması belirli bir fizyolojik adaptasyonu vurgulamak için tasarlanır. Hipertrofi, maksimal kuvvet ve maksimal güç antrenmanları olmak üzere antrenman bölgeleri, bir sporcunun kuvvet ve güç gelişimini optimize etmek için yıl boyunca sıralı bir yaklaşım izlenerek uygulanmalıdır. Antrenman şiddetinin maksimum tekrar yöntemine göre belirlenmesi, antrenmanların yarattığı yorgunluğun etkisi ile günlük maksimal kuvvet seviyelerindeki dalgalanmalardan dolayı %1-TM yönteminden daha kullanışlı olabilir. Antrenman programında kapsam ve şiddetin uygun varyasyonlarıyla rölatif değerlerine göre haftalık ağır ve hafif günlere yer verilmesi, birikmiş yorgunluğu bağlı 1-TM'de meydana gelebile-

cek değişiklikleri dengeleyebilir. Direnç antrenman programının kapsam yükünün hesaplanması, antrenman dozunun daha doğru belirlenmesine ve sporcunun antrenman düzeyinin uygun yönde takip edilmesini kolaylaştırır. Periyodizasyon veya antrenman modelleri üzerine yapılan bilimsel araştırmalar makalelerinde ve sunumlarında, kapsam yükü, antrenman şiddeti ve toplam tekrarların rapor edilmesi, kullanılan antrenman modelinin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacaktır.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğru- dan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet,

gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Bu çalışma tamamen yazarın kendi eseri olup başka hiçbir yazar katkısı alınmamıştır.

KAYNAKLAR

- Haff GG. Quantifying workloads in resistance training: a brief review. *Strength Cond J*. 2010;10(19):31-40. [Link]
- Haff GG, Triplett NT. *Essentials of Strength Training and Conditioning*. 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2015. [Link]
- Fleck SJ, Kraemer W. *Designing Resistance Training Programs*. 4th ed. Leeds: Human Kinetics; 2014. [Link]
- Scott BR, Duthie GM, Thornton HR, Dascombe BJ. Training Monitoring for Resistance Exercise: Theory and Applications. *Sports Med*. 2016;46(5):687-98. [Crossref] [PubMed]
- Stone MH, Plisk SS, Stone ME, Schilling BK, O'Bryant HS, Pierce KC. Athletic performance development: volume load - 1 set vs. multiple sets, training velocity and training variation. *Strength Cond J*. 1998;20(6):22-31. [Crossref]
- DeWeese BH, Hornsby G, Stone M, Stone MH. The training process: Planning for strength-power training in track and field. Part 1: Theoretical aspects. *J Sport Health Sci*. 2015;4(4):308-17. [Crossref]
- Fisher J, Steele J, Smith D. Evidence-based resistance training recommendations for muscular hypertrophy. *Med Sport*. 2013;17(4):217-35. [Link]
- Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. *Sports Med*. 2005;35(10):841-51. [Crossref] [PubMed]
- Carroll KM, Bernards JR, Bazylar CD, Taber CB, Stuart CA, DeWeese BH, et al. Divergent performance outcomes following resistance training using repetition maximums or relative intensity. *Int J Sports Physiol Perform*. 2018;1-28. [Crossref] [PubMed]
- Howe LP, Read P, Waldron M. Muscle hypertrophy: A narrative review on training principles for increasing muscle mass. *Strength Cond J*. 2017;39(5):72-81. [Crossref]
- Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *J Strength Cond Res*. 2010;24(10):2857-72. [Crossref] [PubMed]
- Tan B. Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review. *J Strength Cond Res*. 1999;13(3):289-304. [Crossref]
- Hass CJ, Feigenbaum MS, Franklin BA. Prescription of resistance training for healthy populations. *Sports Med*. 2001;31(14):953-64. [Crossref] [PubMed]
- DeWeese BH, Hornsby G, Stone M, Stone MH. The training process: planning for strength-power training in track and field. Part 2: practical and applied aspects. *J Sport Health Sci*. 2015;4(4):318-24. [Crossref]
- Painter KB, Haff GG, Ramsey MW, McBride J, Triplett T, Sands WA, et al. Strength gains: block versus daily undulating periodization weight training among track and field athletes. *Int J Sports Physiol Perform*. 2012;7(2):161-9. [Crossref] [PubMed]
- DeWeese BH, Sams ML, Serrano AJ. Sliding toward Sochi-part 1: a review of programming tactics used during the 2010-2014 quadrennial. *Natl Strength Cond Assoc Coach*. 2014;1(3):30-42. [Link]
- Suchomel TJ, Comfort P, Lake JP. Enhancing the force-velocity profile of athletes using weightlifting derivatives. *Strength Cond J*. 2017;39(1):10-20. [Crossref]
- Fry AC. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Med*. 2004;34(10):663-79. [Crossref] [PubMed]
- McDonagh MJ, Davies CT. Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1984;52(2):139-55. [Crossref] [PubMed]
- Deschenes MR, Kraemer WJ. Performance and physiologic adaptations to resistance training. *Am J Phys Med Rehabil*. 2002;81(11 Suppl):S3-16. [Crossref] [PubMed]
- Rutherford OM, Jones DA. The role of learning and coordination in strength training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1986;55(1):100-5. [Crossref] [PubMed]
- Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(4):674-88. [Crossref] [PubMed]
- Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med*. 2005;35(4):339-61. [Crossref] [PubMed]
- Sjøgaard G, Adams RP, Saltin B. Water and ion shifts in skeletal muscle of humans with intense dynamic knee extension. *Am J Physiol*. 1985;248(2 Pt 2):R190-6. [Crossref] [PubMed]
- Robbins DW, Goodale TL, Docherty D, Behm DG, Tran QT. The effects of load and training pattern on acute neuromuscular responses in the upper body. *J Strength Cond Res*. 2010;24(11):2996-3007. [Crossref] [PubMed]

26. Campos GE, Luecke TJ, Wendeln HK, Toma K, Hagerman FC, Murray TF, et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *Eur J Appl Physiol*. 2002;88(1-2):50-60. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
27. Newton RU, Murphy AJ, Humphries BJ, Wilson GJ, Kraemer WJ, Häkkinen K. Influence of load and stretch shortening cycle on the kinematics, kinetics and muscle activation that occurs during explosive upper-body movements. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1997;75(4):333-42. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
28. Siegel JA, Gilders RM, Staron RS, Hagerman FC. Human muscle power output during upper- and lower-body exercises. *J Strength Cond Res*. 2002;16(2):173-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
29. Sánchez-Medina L, González-Badillo JJ. Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(9):1725-34. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
30. Jovanović M, Flanagan EP. Researched applications of velocity based strength training. *J Aust Strength Cond*. 2014;22(2):58-69. [[Link](#)]
31. Burleson MA Jr, O'Bryant HS, Stone MH, Collins MA, Triplett-McBride T. Effect of weight training exercise and treadmill exercise on post-exercise oxygen consumption. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30(4):518-22. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
32. Stone MH, O'bryant HS, Schilling BK, Johnson RL, Pierce KC, Haff GG, et al. Periodization: effects of manipulating volume and intensity. Part 1. *Strength Cond J*. 1999;21(2):56-62. [[Crossref](#)]
33. Bosco C, Belli A, Astrua M, Tihanyi J, Pozzo R, Kellis S, et al. A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1995;70(5):379-86. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
34. Hornsby WG, Gentles JA, Comfort P, Suchomel TJ, Mizuguchi S, Stone MH. Resistance training volume load with and without exercise displacement. *Sports (Basel)*. 2018;6(4):137. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
35. Mujika I, Padilla S, Pyne D, Busso T. Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes. *Sports Med*. 2004;34(13):891-927. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
36. Fleck SJ. Periodized strength training: a critical review. *J Strength Cond Res*. 1999;13(1):82-9. [[Crossref](#)]
37. Pearson D, Faigenbaum A, Conley M, Kraemer WJ. The National Strength and Conditioning Association's basic guidelines for the resistance training of athletes. *Strength Cond J*. 2000;22(4):14-27 [[Crossref](#)]
38. Hartmann H, Wirth K, Keiner M, Mickel C, Sander A, Szilvas E. Short-term periodization models: effects on strength and speed-strength performance. *Sports Med*. 2015;45(10):1373-86. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
39. Issurin VB. Benefits and limitations of block periodized training approaches to athletes' preparation: a review. *Sports Med*. 2016;46(3):329-38. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
40. Issurin V. Block periodization versus traditional training theory: a review. *J Sports Med Phys Fitness*. 2008;48(1):65-75. [[PubMed](#)]
41. García-Pallarés J, García-Fernández M, Sánchez-Medina L, Izquierdo M. Performance changes in world-class kayakers following two different training periodization models. *Eur J Appl Physiol*. 2010;110(1):99-107. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
42. Bartolomei S, Hoffman JR, Merni F, Stout JR. A comparison of traditional and block periodized strength training programs in trained athletes. *J Strength Cond Res*. 2014;28(4):990-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
43. Marques L, Franchini E, Drago G, Aoki MS, Moreira A. Physiological and performance changes in national and international judo athletes during block periodization training. *Biol Sport*. 2017;34(4):371-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
44. Batra A, Wetmore AB, Hornsby WG, Lipinska P, Staniak Z, Surala O, et al. Strength, Endocrine, and Body Composition Alterations across Four Blocks of Training in an Elite 400 m Sprinter. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2021;6(1):25. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
45. Suchomel TJ, Comfort P, Lake JP. Enhancing the force-velocity profile of athletes using weightlifting derivatives. *Strength Cond J*. 2017;39(1):10-20. [[Link](#)]