

## Kuvvet Antrenmanına Güncel Yaklaşımlar

Hakan Şerifoglu<sup>1</sup>

Çağlar Bozkurt<sup>2</sup>

### Özet

Kuvvet antrenmanı, kas gücünü ve fiziksel performansı artırmak için tasarlanmış egzersizlerden oluşur. Bu antrenman türü, vücut kompozisyonunun iyileştirilmesi, kemik yoğunluğunun artırılması ve metabolik sağlığın desteklenmesi gibi faydalar sunar. Kuvvet antrenmanının kökeni, tarihin eski dönemlerine dayanmakta olup, 19. ve 20. yüzyıllarda modern bir yapıya kavuşmuştur. Nöromusküler adaptasyonlar, kas hipertrofisi ve hormonal değişiklikler gibi fizyolojik temeller, antrenman sürecinin etkili olmasını sağlar. Motor ünitelerin katılımı ve hız kodlaması gibi faktörler performans gelişimi için kritik öneme sahiptir. Günümüzde, hız tabanlı antrenman, kan akışı kısıtlama ve fonksiyonel kuvvet antrenmanı gibi modern yaklaşımlar kullanılmakta ve rehabilitasyon süreçlerinde de etkili sonuçlar elde edilmektedir. Aşırı yüklenme, özgüllük, adaptasyon ve periyodizasyon gibi temel prensipler, etkili antrenman programlarının tasarımında rehberlik eder. Sonuç olarak, kuvvet antrenmanı sadece sporcuların performansını artırmakla kalmaz, aynı zamanda genel sağlık kazanımları sağlar. Bireylerin ihtiyaçlarına göre özelleştirilen programlar ve teknolojik yenilikler sayesinde daha etkili sonuçlar elde edilmektedir. Bu alandaki bilimsel araştırmaların devam etmesi, kuvvet antrenmanının gelişimine önemli katkılar sunacaktır.

1 Öğr. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi Necat Hepkon Spor Bilimleri Fakültesi, hakan.serifoglu@deu.edu.tr ORCID:0000-0001-5111-4428

2 Araş. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi Necat Hepkon Spor Bilimleri Fakültesi, caglar.bozkurt@deu.edu.tr ORCID: 0000-0001-8574-6722

## **Kuvvet Antrenmanının Tanımlanması**

Kuvvet antrenmanı, kas gücünü, dayanıklılığı ve genel fiziksel performansı artırmak için tasarlanmış bir dizi egzersizi kapsayan fiziksel uygunluğun temel bir bileşenidir. Kuvvet antrenmanının temelini oluşturan ilkeler, egzersizle ilişkili faydaları optimize etmek ve riskleri en aza indirmek için büyük önem taşımaktadır. Bu antrenman türü, vücut kompozisyonunu iyileştirmek, kemik yoğunluğunu artırmak ve metabolik sağlığı desteklemek gibi çeşitli fizyolojik faydalar sağlar. Güncel araştırmalar, kuvvet antrenmanının zihinsel sağlık üzerindeki olumlu etkilerini de vurgulamaktadır. Ayrıca, kuvvet antrenmanı programları, bireyin yaşına, fitness düzeyine ve spesifik hedeflerine göre özelleştirilebilir, bu da onu her yaş ve yetenek seviyesinden insanlar için uygun bir seçenek haline getirir. Kademeli artan yüklenme, özgüllük ve bireyselleştirme, etkili antrenman programları için özellikle önemlidir.

## **Kuvvet Antrenmanının Tarihsel Gelişimi**

Kuvvet antrenmanının tarihsel gelişimi, özellikle fiziksel performansı artırmak için direnç antrenmanı tekniklerini kullanan eski Yunan ve Roma medeniyetlerine dayanmaktadır. Bu medeniyetler, antrenman programlarına ağır taşlar ve diğer ağırlıkları dahil ederek, 19. ve 20. yüzyıllarda gelişecek yapılandırılmış yöntemlerin temelini atmıştır (Nuzzo, 2021). Bu erken uygulamalar, kas gücünü ve dayanıklılığını artırmaya yönelik sistematik bir yaklaşım olan kuvvet antrenmanının gelişimine zemin hazırlamıştır.

19. yüzyılın sonlarında, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki fiziksel kültür hareketlerinin yükselişi, kuvvet antrenmanı tarihindeki önemli bir dönüm noktası olmuştur. "Modern vücut geliştiricinin babası" olarak bilinen Eugen Sandow gibi figürler, direnç antrenmanını hem estetik hem de sağlık amaçlı olarak popüler hale getirmiştir. Sandow'un gösterileri ve yazıları, kas gelişiminin ve fiziksel zindeliğin önemini vurgulamış ve geniş kitlelere hitap ederek kuvvet antrenmanının meşru bir egzersiz biçimi olarak kabul edilmesine katkıda bulunmuştur (Nuzzo, 2021). Bu dönemde ayrıca, halter ve dambıl gibi temel spor salonu ekipmanlarının tanıtımı gerçekleşmiş ve bu ekipmanlar dünya genelindeki spor salonlarının vazgeçilmez araçları haline gelmiştir (Nuzzo, 2021).

20. yüzyılın başlarında, kuvvet antrenmanına yönelik bilimsel ilgi artmaya başlamış ve araştırmacılar, bu antrenman yöntemlerinin fizyolojik etkilerini araştırmaya başlamıştır. 1894 ile 1979 yılları arasında yayımlanan kuvvet antrenmanı araştırmalarının kapsamlı bir incelemesinde Nuzzo (2021), bilimsel bilginin nasıl kademeli olarak biriktiğini vurgulamaktadır. Bu araştırmalar, direnç antrenmanının kas hipertrofisi, güç kazanımları

ve genel fiziksel performans üzerindeki olumlu etkilerini göstermiştir. Bu erken bulgular, günümüz güç antrenmanı ilkelerinin, özellikle de kademeli yüklenme ve özgüllük gibi temel prensiplerin bilimsel temelini oluşturmuştur (Nuzzo, 2021).

21. yüzyılın ortaları, kuvvet antrenmanı yöntemlerinde önemli ilerlemelere sahne olmuş, özellikle spor bilimi ve egzersiz fizyolojisinin yükselişiyle birlikte antrenman yaklaşımlarında sistematik, bilimsel temelli yöntemler benimsenmiştir. Antrenörler ve sporcular, daha yapılandırılmış ve bilimsel yaklaşımlarla atletik performansı artırmayı hedeflemiştir. 1970'lerde Ulusal Kuvvet ve Kondisyon Derneği (NSCA) gibi organizasyonların kurulması, kuvvet antrenmanında araştırmaya dayalı uygulamaların yaygınlaşmasında kritik bir rol oynamış ve hem araştırmacılar hem de uygulayıcılar arasında bilgi paylaşımını kolaylaştırmıştır (Shurley ve diğerleri, 2017). Ayrıca, bu dönemde pliometrik ve Olimpik halter gibi çeşitli antrenman modalitelerinin tanıtılmasıyla kuvvet antrenmanının kapsamı geleneksel direnç egzersizlerinin ötesine genişletilmiştir (Behm ve diğerleri, 2017).

Kuvvet antrenmanı geliştikçe, araştırmalar bu yöntemin daha geniş uygulamalarını incelemeye başlamış, özellikle atletik performansı artırma ve sakatlıkları önlemedeki rolüne odaklanmıştır. Araştırmalar, Kuvvet antrenmanının kuvvet, hız ve dayanıklılık gibi çeşitli biyomotor yetilerde gelişme gösterebileceğini kanıtlamıştır. Bu biyomotor yetiler atletik performans için kritik öneme sahiptir. Örneğin, Lesinski ve diğerleri (2016), genç sporcularda kuvvet antrenmanının bu kapasiteleri olumlu yönde etkilediğini ve performansı artırmada etkili olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca, araştırmalar kuvvet antrenmanının, özellikle yüksek düzeyde fiziksel efor gerektiren sporlarda sakatlanma riskini önemli ölçüde azaltabileceğini göstermiştir. Beato ve diğerleri (2021), sporcuların antrenman programlarına kuvvet antrenmanının dahil edilmesinin sadece performansı artırmakla kalmayıp, uzun vadeli sağlık ve sakatlıkları önleme açısından da önemli olduğunu savunmuşlardır.

20 yüzyılın sonları ve 21. yüzyılın başları, kuvvet antrenmanı tekniklerinde ve teknolojilerinde yeniliklere sahne olmuştur. Bu yeniliklerden biri, daha düşük yükler kullanarak kuvvet kazanımlarını artırmayı sağlayan kan akışı kısıtlama antrenmanıdır. Bu teknik, özellikle yaşlı bireyler ve sakatlıktan dönen kişiler için eklemelerine ve kaslarına aşırı yüklenmeden etkili bir şekilde antrenman yapmalarına olanak tanıdığı için faydalı olmuştur (Yasuda ve diğerleri, 2013). Bir diğer önemli gelişme ise hız temelli antrenmandır; bu yöntem, antrenörlerin ve sporcuların antrenman yüklerini gerçek zamanlı performans ölçümlerine göre uyarlamalarına olanak tanımaktadır. Bu

yaklaşım, antrenman verimliliğini ve sonuçlarını uygun hale getirebilmesi nedeniyle popülerlik kazanmıştır (Guerriero ve diğerleri, 2018).

### **Kuvvet Antrenmanlarının Fizyolojik Temelleri**

Kuvvet antrenmanı, nöromüsküler değişiklikler, kas hipertrofisi ve hormonal etkiler dahil olmak üzere çeşitli fizyolojik adaptasyonları kapsayan çok yönlü bir disiplindir. Bu temelleri anlamak, antrenman programlarını uygun seviyeye getirmek ve sportif performansı artırmak için büyük öneme sahiptir.

### **Nöromüsküler Adaptasyonlar**

Nöromüsküler adaptasyonlar, kuvvet antrenmanının erken evrelerinde kritik bir rol oynar; bu evrede kas gücündeki gelişmeler öncelikle motor ünitelerin işe katılımının artmasındaki değişikliklere ve hız kodlamasına (rate code) bağlıdır. Araştırmalar, bu adaptasyonların genellikle bir antrenman programının ilk birkaç haftasında hızla gerçekleştiğini, çünkü sinir sisteminin kas liflerini daha verimli bir şekilde aktive etmeye başladığını göstermektedir (Vecchio ve ark., 2019). Özellikle, motor ünite katılımındaki artış daha büyük kuvvet üretimine olanak tanırken, gelişmiş hız kodlama, kas liflerinin aktivasyon sıklığını artırarak daha etkili kasılmalar sağlar (Vecchio ve ark., 2019; Mølsted ve ark., 2013).

Ayrıca, yapılan direnç antrenmanı türü nöromüsküler adaptasyonları önemli ölçüde etkileyebilir. Örneğin, tam hareket aralığında yapılan antrenmanların, kısmi hareket egzersizlerine göre daha fazla nöromüsküler adaptasyon ürettiği gösterilmiş ve bu, antrenman özgüllüğünün kuvvet kazanımlarını en üst düzeye çıkarmak için önemli olduğunu göstermektedir (Martínez-Cava ve ark., 2022). Bu, ayrıca antrenman şiddeti ve hacminin önemini vurgulayan bulgularla da desteklenmektedir; Aşırı yükler ve çoklu setler, düşük yükler ve tek setlere kıyasla üstün nöromüsküler sonuçlarla ilişkilidir (Jakobsen ve ark., 2012; Marshall ve ark., 2011).

Buna ek olarak, kuvvet ve dayanıklılık antrenmanları arasındaki etkileşim, özellikle antrenman sıklığı doğru bir şekilde yönetildiğinde, nöromüsküler fonksiyon üzerinde sinerjik etkiler sağlayabilir (Izquierdo-Gabarren ve ark., 2010). Bu, optimal performans için hem güç hem de dayanıklılığa ihtiyaç duyan sporcular önemlidir. Farklı antrenman modalitelerinin, özellikle pliometrik ve patlayıcı hareketlerin entegrasyonu, güç gelişimi hızını ve genel kas kuvvetini artırarak nöromüsküler adaptasyonları geliştirebilir (Jenkins ve ark., 2017; Orssatto ve ark., 2019).

## Kas Hipertrofisi ve Güç Kazanımları

Kas hipertrofisi, kas lifi boyutunda artış olarak tanımlanır ve kuvvet antrenmanının birincil hedeflerinden biridir. Hipertrofi, antrenman şiddeti, hacmi ve sıklığı gibi çeşitli faktörlerden etkilenir. Araştırmalar, hipertrofinin direnç antrenmanı sırasında kaslar üzerine uygulanan mekanik gerilim ile önemli ölçüde ilişkili olduğunu göstermektedir (Cadore, 2014). Bu gerilim, kas liflerinde mikro travmaya yol açar ve bu travma iyileştiğinde kasın enine kesit alanında (CSA) artış meydana gelir (Jensen ve ark., 2017).

Hormonal ortam da hipertrofi üzerinde büyük bir rol oynar. Testosteron ve büyüme hormonu gibi anabolik hormonların direnç antrenmanı seansları sırasında artışı, kas büyümesi ve iyileşme ile ilişkilendirilmiştir (Cadore, 2014; Cadore ve ark., 2010). Ayrıca, özellikle protein olmak üzere besin alımının antrenman sonrası zamanlaması, bu hormonal yanıtları artırarak daha büyük kas protein sentezini teşvik edebilir (Silva ve ark., 2021).

İlginç bir şekilde, kuvvet kazanımları ile hipertrofi arasındaki ilişki karmaşıktır. Hipertrofi, kuvvet artışlarına katkıda bulursa da, yeni başlayanlarda ilk kuvvet kazanımları genellikle kas boyutundaki artışlardan ziyade nöromusküler adaptasyonlara atfedilir (Mølsted ve ark., 2013; Karavirta ve ark., 2011). Bu ayrım, özellikle başlangıç aşamasındaki bireylerin öncelikle nöromusküler antrenmandan fayda sağlayabileceği ve daha sonra hipertrofiye odaklanmaları gerektiğini anlamak için önemlidir (Jenkins ve ark., 2017; Kumar ve ark., 2021).

Ayrıca, yapılan direnç antrenmanı türü hipertrofi düzeyini etkileyebilir. Örneğin, aşırı yükte yapılan antrenmanlar genellikle kuvvet artışları için daha etkili iken, orta seviye yükte yapılan ve tekrar sayısının daha fazla olduğu antrenmanlar hipertrofi için daha uygun olabilir (Jenkins ve ark., 2017; Marshall ve ark., 2011). Bu durum, yük ve hacmin değiştirilmesiyle hem kuvvet hem de hipertrofi sonuçlarını optimize eden periodizasyonun önemini vurgulamaktadır (Karavirta ve ark., 2011; Suchomel ve ark., 2016).

## Kuvvet Antrenmanında Hormonların Rolü

Hormonlar, özellikle testosteron, büyüme hormonu ve insülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1) gibi anabolik hormonlar, kuvvet antrenmanına verilen fizyolojik adaptasyonları önemli ölçüde etkiler. Bu hormonlar, kas onarımı ve büyümesini kolaylaştırarak protein sentezini teşvik eder ve kas hipertrofisi için gerekli olan uydu hücre aktivitesini artırır (Cadore, 2014; Cadore ve ark., 2010).

Özellikle testosteron, kas gücünü ve kütlesini artırmada önemli bir rol oynar. Araştırmalar, daha yüksek testosteron seviyelerinin hem erkeklerde hem de kadınlarda daha büyük kuvvet artışları ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Cadore, 2014; Cadore ve ark., 2010). Buna ek olarak, büyüme hormonu kolajen sentezini ve kas onarımını uyararak, direnç antrenmanına verilen hipertrofik yanıtı destekler (Cadore, 2014; Zanuso ve ark., 2017).

Antrenmanın zamanlaması ve türü de hormonal yanıtları etkileyebilir. Örneğin, daha yüksek yoğunlukta yapılan direnç antrenmanları, daha düşük yoğunluklu antrenmanlara kıyasla testosteron ve büyüme hormonunda daha büyük akut artışlara yol açar (Karavirta ve ark., 2011; Cadore ve ark., 2010). Bu durum, hipertrofi ve kuvvet kazanımlarına katkıda bulunan hormonal yanıtları en üst düzeye çıkarmak için antrenman yoğunluğu ve hacminin önemini vurgulamaktadır.

Ayrıca, antrenman ile toparlanma arasındaki etkileşim hormonal denge için kritik öneme sahiptir. Aşırı antrenman, testosteron seviyelerinde düşüş ve kortizolde artış gibi hormonal bozulmalara yol açabilir, bu da kas iyileşmesi ve büyümesi üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir (Sparkes ve ark., 2020; Cadore ve ark., 2010). Bu nedenle, hormonal yanıtları uygun hale getirmek ve kuvvet antrenmanına verilen uzun vadeli adaptasyonları sağlamak için yeterli dinlenme ve iyileşme stratejilerinin uygulanması gereklidir.

Özetle, kuvvet antrenmanının fizyolojik temelleri birbiriyle ilişkilidir; nöromüsküler adaptasyonlar, kas hipertrofisi ve hormonal etkileri kapsamaktadır. Bu mekanizmaların daha iyi anlaşılması, bireysel hedeflere yönelik etkili antrenman programlarının geliştirilmesine olanak sağlar; bu hedefler performans artırımı, hipertrofi veya tedavi amaçlı olabilir.

## **Kuvvet Antrenmanının Temel Prensipleri**

Kuvvet antrenmanı, etkili uygulanmasını yönlendiren birkaç temel ilkeye dayanan çok yönlü bir disiplindir. Bu ilkeler arasında aşırı yüklenme, özgüllük, adaptasyon, kademeli artan yüklenme, toparlanma ve periyodizasyon ilkeleri öne çıkar. Her bir ilke, atletik performans, tedavi veya genel fitness hedefleri için kuvvet antrenmanının sonuçlarını uygun hale getirmede önemli bir rol oynar.

### **Aşırı Yüklenme İlkesi**

Hipertrofi ve kuvvet kazanımları sağlamak için antrenman uyarınının kasın mevcut kapasitesini aşması gerektiğini savunur. Bu ilke kuvvet antrenmanının temelini oluşturur çünkü kasların alışık olduklarından daha büyük taleplere maruz bırakılması, fizyolojik adaptasyonları tetikler.

Araştırmalar, aşırı yüklenme ilkesinin etkili bir şekilde uygulanmasıyla, direnç antrenmanının kas gücü ve hipertrofide önemli artışlar sağladığını tutarlı bir şekilde göstermiştir (Costa ve ark., 2022; Chaves, 2024; Aube ve ark., 2020). Örneğin, Costa ve ark., direnci sürekli değiştirmenin, kasların alıştıkları seviyelerin ötesinde sürekli zorlanmasını sağlayarak daha büyük kuvvet kazanımlarını teşvik ettiğini vurgulamaktadır (Costa ve ark., 2022). Bu ilke, sadece eğitilmiş bireyler için değil, aynı zamanda uygun şekilde tasarlanmış aşırı yük protokollerine maruz kalan başlangıç seviyesindeki bireyler için de geçerlidir; bu durum, yeni başlayanların da önemli ölçüde kuvvet artışı yaşadıklarını gösteren çalışmalarla desteklenmiştir (Latella ve ark., 2011; Lacio ve ark., 2021).

### Özgüllük ve Adaptasyon

Bireyin özel hedeflerine göre antrenman programlarının uyarlanması gerektiğini vurgulayan birbirine yakın iki kavramdır. Özgüllük ilkesi, antrenmandan elde edilen adaptasyonların yapılan egzersizin türüne özgü olduğunu öne sürer. Örneğin, maksimum kuvvet geliştirmeyi amaçlayan kuvvet antrenmanı, kassal dayanıklılığına odaklanan antrenmanla farklı sonuçlar verecektir (DeWeese ve ark., 2015; Fleck, 2011). Bu özgüllük, sporcular için önemlidir, çünkü antrenmanın performansları için ihtiyaçları olan fiziksel gereksinimlerle uyumlu olması gerekir (DeWeese ve ark., 2015). Ayrıca, adaptasyon, vücudun antrenman uyarılarına verdiği fizyolojik değişiklikleri ifade eder ve bu değişiklikler egzersizin niteliğine, antrenman hacmine ve yoğunluğuna bağlı olarak önemli ölçüde farklılık gösterebilir (Chaves, 2024; DeWeese ve ark., 2015). Örneğin, Latella ve ark., tek taraflı bacak kuvvet antrenmanının sadece çalıştırılan uzuvda değil, aynı zamanda çalıştırılmayan uzuvda da önemli kuvvet artışları sağladığını ve vücudun belirli antrenman uyarıcılarına uyum sağlayabildiğini göstermiştir (Latella ve ark., 2011).

### Kademeli Artan Yüklenme İlkesi

Aşırı yüklenme ilkesinin bir uzantısı olup, adaptasyonları teşvik etmek için antrenman yükünün zamanla sistematik olarak artırılmasını içerir. Bu metod kaldırılan ağırlığın, tekrar sayısının veya egzersizin yoğunluğunun artırılması gibi çeşitli yöntemlerle uygulanabilir (Chaves, 2024; Aube ve ark., 2020; Plotkin ve ark., 2022). Aube ve ark., direnç antrenmanı hacminin kas kalınlığı, kütlesi ve kuvvet adaptasyonlarını en üst düzeye çıkarmada önemli olduğunu vurgulamaktadır. Antrenman değişkenlerinin ayarlanmasının, kademeli artan yüklenme ilkesi ile desteklediğini belirtmektedir (Aube ve ark., 2020). Ayrıca, antrenman yüklerinin sistematik olarak değiştirilmesi, vücudun statik

bir antrenman programına hızla uyum sağlayabilmesi nedeniyle, kuvvet kazanımlarında duraklamaların önlenmesi açısından önemlidir (Chaves, 2024; DeWeese ve ark., 2015; Fleck, 2011). Bu ilke özellikle rehabilitasyon ortamlarında uygulanmasıyla da ayrıcalıklı bir yere sahiptir. Kademeli artan yüklenme ilkesi ile hazırlanmış kuvvet antrenmanının, yaşlı yetişkinler ve ameliyat sonrası iyileşen bireyler üzerinde kas kuvvetini ve işlevini önemli ölçüde artırdığı gösterilmiştir (Mirt ve ark., 2022; Mirt ve ark., 2021; Miller ve ark., 2021).

### **Toparlanma ve Periyodizasyon**

Toparlanma ve periyodizasyon iyi yapılandırılmış bir kuvvet antrenmanı programının ayrılmaz iki parçasıdır. Toparlanma, vücudun antrenman sırasında maruz kaldığı stresleri onarması ve bu strese uyum sağlaması için gereken dinlenme ve toparlanma dönemlerini ifade eder. Yetersiz toparlanma, performansın düşmesine ve sakatlanma riskinin artmasına yol açabilen aşırı antrenmana (over training) neden olabilir (DeWeese ve ark., 2015; Kakavas ve ark., 2023). Bir diğer yandan periyodizasyon, belirli dönemlerde yük, hacim ve yoğunluk gibi antrenman değişkenlerinin planlı bir şekilde değiştirilmesini içerir ve bu yaklaşım, performansı optimize ederken yorgunluğu en aza indirmeyi amaçlar (DeWeese ve ark., 2015; Fleck, 2011). Bu yaklaşım, antrenmanda stratejik değişiklikler yapılmasına olanak tanır ve duraklamaları önleyerek sürekli adaptasyonları teşvik eder. Örneğin, Kakavas ve ark., rehabilitasyonda periyodizasyonun önemini tartışarak, yapılandırılmış bir yaklaşımın kuvvet gelişimini artırırken güvenliği sağladığını vurgulamaktadır (Kakavas ve ark., 2023). Benzer şekilde, DeWeese ve ark., periyodizasyonun atletlerde kuvvet-güç antrenmanına nasıl etkili bir şekilde uygulanabileceğini açıklayarak, performans sonuçlarını en üst düzeye çıkarmak için antrenman yüklerinin uyarlanması gerektiğini vurgulamaktadır (DeWeese ve ark., 2015).

### **Kuvvet Antrenmanına Güncel Yaklaşımlar**

Kuvvet antrenmanı yıllar içinde önemli ölçüde evrilmiş olup, atletik performansı ve rehabilitasyon sonuçlarını geliştirmek için çeşitli metodolojiler ortaya çıkmıştır. Bunlar arasında direnç antrenmanı yöntemleri, kuvvette devamlılık antrenmanı, fonksiyonel kuvvet antrenmanı, hız bazlı antrenman (Velocity-Based Training, VBT) ve eksantrik ve konsantrik kasılmalara verilen önem öne çıkmıştır.



## **Direnç Antrenman Yöntemleri (Serbest Ağırlıklar ve Makineler(istasyonlar))**

Direnç antrenmanı, serbest ağırlıklar ve makineler olarak ikiye ayrılabilir ve her birinin kendine özgü avantajları ve dezavantajları vardır. Halter ve dambıl gibi serbest ağırlıklar, egzersiz sırasında dengeyi sağlamak için birçok kas grubunun ve merkez bölgesinin devreye girmesini gerektirerek daha fazla stabilizasyon ve koordinasyonu teşvik eder. Bu çoklu eklem katılımı, daha üstün fonksiyonel kuvvet kazanımlarına ve geliştirilmiş atletik performansa yol açabilir (Suchomel ve ark., 2018). Öte yandan, makine tabanlı antrenman, özellikle başlangıç seviyesindeki sporcular veya sakatlıklardan iyileşenler için yaralanma riskini azaltan kontrollü bir ortam sunar. Makineler, belirli kas gruplarını izole ederek hedefe yönelik kuvvet gelişimini sağlar (Nuzzo ve ark., 2023).

Son yapılan çalışmalar, serbest ağırlıkların, makinelerle karşılaştırıldığında genel kuvvet ve fonksiyonel performansı daha fazla geliştirebileceğini göstermiştir. Örneğin bir sistematik inceleme, serbest ağırlık antrenmanının dikey sıçrama ve sprint hızı gibi atletik performans ölçütlerini geliştirmede daha etkili olduğunu ortaya koymuştur (Suchomel ve ark., 2018). Bununla birlikte, makineler, kontrollü hareketler sırasında meydana gelen sakatlanma riskini en aza indirmesiyle tedavi(rehabilite) amaçlı ortamlarda da faydalı olabilir (Nuzzo ve ark., 2023). Serbest ağırlıklar ve makineler arasındaki tercih, bireysel hedeflere, antrenman deneyimine ve spesifik antrenman ihtiyaçlarına göre değişiklik gösterebilir.

## **Kuvvette Devamlılık Antrenmanı**

Kuvvette devamlılık antrenmanı hem kuvvet hem de kassal dayanıklılık kapasitelerini artırmayı hedefler ve bu uzun süreli çaba gerektiren sporlarda yer alan sporcular için büyük öneme sahiptir. Bu antrenman türü genellikle submaksimal yüklerde daha yüksek tekrar sayılarında yapılan egzersizleri içerir ve kassal dayanıklılığı geliştirirken aynı zamanda kuvvet kazandırır (Abdel-aziem ve ark., 2018). Araştırmalar, kuvvette devamlılık antrenmanının kasların uzun süre boyunca kasılmalarını sürdürme yeteneğini artırarak dayanıklılık sporlarında da performansı geliştirebileceğini göstermektedir (Abdel-aziem ve ark., 2018).

Ayrıca, kassal dayanıklılık antrenmanı, kas lifi kompozisyonunda önemli adaptasyonlara yol açarak, daha fazla yorgunluğa dirençli tip I liflerinin oranını artırabilir (Abdel-aziem ve ark., 2018). Bu adaptasyon, özellikle dayanıklılığın önemli olduğu uzun mesafe koşusu, bisiklet ve kürek gibi sporlarla uğraşan sporcular için yararlıdır. Ayrıca, geleneksel kuvvet

antrenmanı ile kassal dayanıklılık antrenmanını birleştirmek, genel atletik performansı artıran eş güdümlü etkiler yaratabilir (Abdel-aziem ve ark., 2018).

### **Fonksiyonel Güç Antrenmanı**

Fonksiyonel kuvvet antrenmanı, günlük aktiviteleri veya spesifik spor hareketlerini taklit eden hareketlere odaklanarak kuvvet kazanımlarının gerçek dünyadaki senaryolara aktarılabilirliğini artırmayı amaçlar. Bu yaklaşım, genellikle birden fazla kas grubunu çalıştıran ve stabilizasyon gerektiren çok eklemlili egzersizleri içerir (Tseng ve ark., 2019). Fonksiyonel antrenmanın, denge, koordinasyon ve propriyosepsiyonu geliştirerek, yaralanmaların önlenmesi ve optimal hareket kalıpları açısından atletik performansı artırdığı gösterilmiştir (Tseng ve ark., 2019).

Araştırmalar, fonksiyonel kuvvet antrenmanının çeviklik ve güç çıkışı gibi atletik performans ölçütlerinde önemli gelişmelere yol açabileceğini göstermektedir. Örneğin, bir çalışmada, fonksiyonel antrenman yapan sporcuların, geleneksel kuvvet antrenmanı protokollerini izleyenlere göre dikey sıçrama yüksekliği ve sprint hızında daha büyük gelişmeler gösterdiği bulunmuştur (Tseng ve ark., 2019). Bu antrenman yöntemi, özellikle futbol ve basketbol gibi patlayıcı hareketler ve hızlı yön değişiklikleri gerektiren sporlarda sporcular için faydalıdır.

### **Hız Tabanlı Antrenman (VBT)**

Antrenman yoğunluğunu ve hacmini düzenlemek için hareket hızını kullanan, direnç antrenmanını optimize etmeye yönelik önemli bir yöntem olarak ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşım, bireyselleştirilmiş antrenman programları sunarak çeşitli sporlarda atletik performansı artırabilir. VBT'nin etkinliği, kuvvet, güç ve genel atletik performans üzerindeki etkilerini inceleyen geniş bir literatür tarafından desteklenmektedir.

VBT'nin en büyük avantajlarından biri, sporcunun hazır bulunuşluğu ve performans yeteneklerine dayalı olarak antrenman yüklerini belirleyebilmesidir. Örneğin, Quidel-Catrilelbún'un çalışması, farklı VBT protokollerinin, özellikle %60 ve %80 gibi değişen yükleme oranlarının, kürek sporcularındaki performans sonuçlarını nasıl etkileyebileceğini vurgulamaktadır. Bu çalışma, bir sporcunun hızını değerlendirmenin, optimal yükleme koşullarını belirlemede ve antrenmanın etkinliğini artırmada ne kadar önemli olduğunu göstermektedir (Quidel-Catrilelbún, 2024). Benzer şekilde, Włodarczyk ve ark. tarafından yapılan sistematik bir inceleme, VBT'nin elit sporcularda kuvvet ve güç gelişimini önemli ölçüde

artırdığını ortaya koyan bulguları içermektedir. Bu inceleme, VBT'nin futbol ve atletizm gibi farklı spor dallarında geniş bir uygulanabilirliğe sahip olduğunu ve atletik performansı artırmada çok yönlülüğünü vurgulamaktadır (Włodarczyk ve ark., 2021).

Kuvvet antrenmanında hız kaybı ile kas adaptasyonları üzerindeki etkisi arasındaki ilişki, VBT'nin bir diğer kritik yönüdür. Pareja-Blanco ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, antrenman setleri sırasında hız kaybının, olumsuz kas lifi adaptasyonlarına yol açabileceği bulunmuştur. Özellikle, araştırmaları, daha yüksek hız kaybının patlayıcı hareketler için önemli olan hızlı kasılan kas liflerinde daha büyük azalmalarla ilişkilendirildiğini göstermektedir (Pareja-Blanco ve ark., 2016). Bu bulgular, barbell squat gibi egzersizlerde %10, %20 ve %30 hız kaybı eşiklerinin kinetik ve kinematik özellikler üzerindeki etkilerini araştıran Weakley ve ark. tarafından desteklenmiştir. Sonuçlar, farklı hız kaybı eşiklerinin gerçekleştirilen tekrar sayısını ve genel antrenman adaptasyonlarını etkileyebileceğini ve bu nedenle antrenman sırasında hızın dikkatle izlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Weakley ve ark., 2020).

Ayrıca, kuvvet antrenmanındaki farklı yoğunluk seviyelerinin hız parametreleri üzerindeki etkisi Savarirajan tarafından incelenmiştir. Savarirajan, antrenmanı yüksek, orta ve düşük hız bölgelerine ayırarak, belirli atletik hedeflere (örneğin hız veya güç çıkışı artırma) yönelik hedeflenen antrenman adaptasyonlarına olanak tanımaktadır (Savarirajan, 2013). Bu bulguların entegrasyonu, VBT'nin çok yönlü faydalarını ortaya koymakta ve sadece kuvvet ve gücü artırmakla kalmayıp, motor ünite katılımını ve adaptasyonunu optimize ettiğini göstermektedir.

### **Eksantrik ve Konsantrik Kasılmalar**

Eksantrik ve konsantrik kasılmalar, her biri kas adaptasyonlarına farklı şekilde katkıda bulunan kuvvet antrenmanında önemli bir rol oynar. Eksantrik antrenman, kasın gerilme altında uzatılmasını içerir ve sadece konsantrik antrenmana kıyasla daha büyük kuvvet kazançları sağlar. Bunun nedeni, eksantrik kasılmalar sırasında kasların daha yüksek kuvvet üretme kapasitesine sahip olmasıdır, bu da daha fazla kas hasarına ve dolayısıyla hipertrofiye yol açabilir (Li ve ark., 2020; Paulsen ve ark., 2019).

Araştırmalar, eksantrik antrenmanın kas kuvveti, esneklik ve genel performansı artırabileceğini göstermektedir. Örneğin, eksantrik antrenman içeren sporcuların, sadece konsantrik antrenmana odaklanana kıyasla kas kuvveti ve güç çıktılarında daha büyük gelişmeler gösterdiği bulunmuştur (Li ve ark., 2020; Paulsen ve ark., 2019). Ayrıca, eksantrik antrenmanın

özellikle hamstring kasları için sakatlık riskini azalttığı, kas-tendon birimi özelliklerini geliştirdiği ve kas zorlanmaları riskini azalttığı gösterilmiştir (Li ve ark., 2020; Paulsen ve ark., 2019).

Buna karşılık, konsantrik antrenman, özellikle ani hızlanma ve yavaşlama gerektiren sporlarda patlayıcı kuvvet ve güç geliştirmede önemlidir. Konsantrik kasılmalar, sıçrama ve sprint gibi hareketlerin temelini oluşturur ve bu hareketlerde hızlı bir şekilde kuvvet üretme yeteneği hayati önem taşır (Li ve ark., 2020; Paulsen ve ark., 2019). Araştırmalar, eksantrik antrenmanın genel kuvvet kazanımlarını daha fazla artırdığını ancak konsantrik antrenmanın ise patlayıcı kuvvet gerektiren sporlar için performansı artırmada daha etkili olduğunu göstermektedir (Li ve ark., 2020; Paulsen ve ark., 2019).

### **İleri Seviye Kuvvet Antrenmanı Teknikleri**

İleri seviye kuvvet antrenmanı teknikleri, bu bulguları dikkate alarak hem eksantrik hem de konsantrik hareketleri içeren kompleks egzersiz programları tasarlamayı amaçlar. Bu programlar, sporcuların genel kuvvet gelişimini maksimize ederken aynı zamanda patlayıcı güç üretimini de optimize etmeye odaklanır. Antrenörler, sporculara özgü hedeflere ve performans gereksinimlerine göre bu teknikleri özelleştirerek daha etkili sonuçlar elde edebilirler.

### **Clauster Set**

Tekrarların daha küçük kümelere ayrıldığı ve her birinin arasında kısa dinlenme aralıkları bulunan bir antrenman stratejisidir. Bu yöntem, sporcuların setler boyunca yüksek bir performans seviyesini korurken daha ağır ağırlıklar kaldırmasına olanak tanır. Araştırmalar, kümelenmiş antrenmanın, geleneksel düz setlere kıyasla daha yüksek yoğunluklarda toplam hacmi artırarak kuvvet adaptasyonlarını iyileştirebileceğini göstermektedir (Suchomel ve ark., 2018; Kompf & Arandjelović, 2016). Bu yaklaşımın arkasındaki mantık, kümeler arasındaki kısa dinlenme sürelerinin fosfajen sisteminin toparlanmasını sağlaması ve sporcuların maksimum tekrarlarına (IRM) yakın bir şekilde daha fazla tekrar yapabilmesine olanak tanmasıdır (Kompf & Arandjelović, 2016).

Ayrıca, clauster set, patlayıcı kuvveti artırmayı hedefleyen sporcular için faydalıdır, çünkü her kümede maksimum çaba harcarken yorgunluğu en aza indirirler (Lasevicius ve ark., 2019). Bu teknik hem kuvvet hem de güç üretimini artırmada önemli iyileşmeler sağladığı gösterilmiş ve çeşitli spor dallarındaki sporcuların antrenman programlarına değerli bir katkı olarak

görülmektedir (Suchomel ve ark., 2018; Latella ve ark., 2019). Ayrıca, cluster setin psikolojik boyutu, sporcuların daha küçük ve yönetilebilir setleri tamamlamaya odaklanmalarını sağlayarak motivasyonu ve antrenman programlarına bağlılığı artırabilir (Kompf & Arandjelović, 2016).

### **Kan Akışı Kısıtlaması (BFR) Antrenmanı**

Kan akışı kısıtlama antrenmanı, direnç egzersizleri sırasında çalışan kaslara kan akışını kısmen engellemek için turnike veya benzeri bir cihazın uygulanmasını içerir. Bu teknik, geleneksel antrenmandan çok daha düşük yüklerle kas hipertrofisi ve kuvvet kazanımları sağlaması nedeniyle popülerlik kazanmıştır (Fortin & Billaut, 2019). Altta yatan mekanizmanın, metabolitlerin (örneğin laktat) birikimiyle ilişkili olduğu ve çeşitli sinyal yolları aracılığıyla kas gelişimini teşvik ettiği düşünülmektedir (Lasevicius ve ark., 2019; Fortin & Billaut, 2019).

Çalışmalar, BFR antrenmanının özellikle daha yüksek ağırlıklarda çalışamayan bireyler için benzer ya da daha üstün hipertrofik tepkiler sağlayabileceğini göstermiştir (Fortin & Billaut, 2019). Ayrıca, BFR antrenmanının hızlı kasılan kas liflerinin aktivasyonunu ve motor ünite katılımını artırdığı, bu liflerin güç ve kuvvet gelişimi için kritik öneme sahip olduğu gösterilmiştir (Lasevicius ve ark., 2019; Fortin & Billaut, 2019). Bu teknik, kas kütlelerini ve gücünü korumanın önemli olduğu rehabilitasyon ortamlarında faydalıdır (Serafim ve ark., 2023; Fortin & Billaut, 2019).

### **Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Kuvvet Antrenmanı (HIST)**

Yüksek yoğunluklu interval kuvvet antrenmanı (HIST), geleneksel kuvvet antrenmanının unsurlarını yüksek yoğunluklu interval antrenman (HIIT) ile birleştirir. Bu yaklaşım, minimum dinlenme ile yüksek yoğunluklarda yapılan kuvvet egzersizlerini içerir ve hem kas hem de kardiyovasküler adaptasyonları teşvik eder (Almenning ve ark., 2015; Claudino ve ark., 2018). Kuvvet antrenmanına HIIT prensiplerinin entegrasyonu, metabolik kondisyonu iyileştirebilir, kas dayanıklılığını artırabilir ve genel antrenman verimliliğini artırabilir (Almenning ve ark., 2015; Claudino ve ark., 2018).

Araştırmalar, HIST'in güç ve kuvvet gelişiminde aktif rol oynadığı ayrıca enerji metabolizmasındaki yağ yakımını teşvik ettiğini ve kardiyovasküler zindeliği artırdığını göstermektedir (Almenning ve ark., 2015; Claudino ve ark., 2018). Yüksek yoğunluklu efor ve kısa toparlanma dönemlerinin değişmesi, vücudun enerji sistemlerini zorlayarak hem aerobik hem de anaerobik kapasitede gelişmelere neden olur (Almenning ve ark., 2015; Claudino ve ark., 2018). Bu yöntem, sınırlı antrenman süresinde kapsamlı fitness hedeflerine ulaşmak isteyen sporcular için oldukça caziptir.

## **Powerlifting ve Olimpik Kaldırma**

Powerlifting ve Olimpik kaldırma, spesifik kaldırırlar yoluyla maksimum kuvvet gelişimine odaklanan iki farklı ancak tamamlayıcı kuvvet antrenmanı türüdür. Powerlifting üç ana kaldırırlardan oluşur: squat, bench press ve deadlift; her biri performansı en üst düzeye çıkarmak için hassas teknik ve optimal biyomekanik gerektirir (Spencer & Croiss, 2015; Bengtsson ve ark., 2018). Powerlifting'deki ağır yük vurgusu, performansı artırmak ve yaralanma riskini en aza indirmek için kaldırırl mekaniği konusunda derin bir anlayış gerektirir (Serafim ve ark., 2023; Bengtsson ve ark., 2018).

Buna karşılık, Olimpik kaldırma, patlayıcı güç ve koordinasyon gerektiren clean & jerk ve snatch hareketlerini içerir. Bu kaldırırlar, dinamik yapıları ve yüksek teknik yeterlilik gereksinimleri ile karakterize edilir (Spencer & Croiss, 2015; Bengtsson ve ark., 2018). Araştırmalar, Olimpik kaldırmanın hız, kuvvet ve genel vücut koordinasyonuna vurgu yaparak çeşitli spor dallarında atletik performansı geliştirebileceğini göstermiştir (Spencer & Croiss, 2015; Bengtsson ve ark., 2018).

Her iki antrenman yöntemi de genellikle kuvvet kazanımlarını optimize etmek ve yorgunluğu yönetmek için periyodizasyon stratejilerini içeren yapılandırılmış bir yaklaşım gerektirir (Williams ve ark., 2017; Travis ve ark., 2020). Ayrıca, belirli kas gruplarını hedef alan yardımcı egzersizlerin entegrasyonu bu antrenman modalitelerinde yaygındır, bu da sporcuların zayıf yönlerini ele almasını ve genel performansı artırmasını sağlar (Serafim ve ark., 2023; Spencer & Croiss, 2015).

## **Kuvvet Antrenman Programı Tasarlama**

Kuvvet antrenmanı programı tasarlamak, bireyselleştirme ve değerlendirme, hacim, yoğunluk, sıklık ve periyodizasyon modelleri gibi unsurların kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını gerektirir. Bu unsurların her biri, antrenman sonuçlarını optimize etmek ve programın bireyin ihtiyaçlarına uygun olmasını sağladığı için önemlidir.

## **Bireyselleştirme ve Değerlendirme**

Kuvvet antrenmanı programlarının bireyselleştirilmesi, her katılımcının fizyolojik ve psikolojik profiline uygun hale getirilmesi açısından büyük önem taşır. Başlangıç kuvvet değerlendirmeleri ve fonksiyonel hareket taramaları gibi değerlendirme yöntemleri, program tasarımına rehberlik eden temel verileri sağlar. Örneğin, Harris ve Eng, kuvvet antrenmanının inme geçiren bireylerde üst ekstremitte fonksiyonlarını önemli ölçüde iyileştirebileceğini belirterek, müdahalelerin bireyin yeteneklerine ve rehabilitasyon hedeflerine

göre uyarlanması gerektiğinin önemini vurgulamaktadır (Harris & Eng, 2010). Bu yaklaşım, antrenmanın etkinliğini en üst düzeye çıkarırken, özellikle sağlık sorunları olan popülasyonlarda yaralanma riskini de en aza indirir.

Ayrıca değerlendirme süreci, hem fiziksel hem de psikolojik boyutları içermelidir. Bireyin motivasyonunu, önceki antrenman deneyimini ve mevcut yaralanmaları anlamak, egzersiz seçimlerini, hacmi ve yoğunluğu belirlemeye yardımcı olabilir. Örneğin, Miranda ve ark. tarafından yapılan bir çalışma, bireyselleştirilmiş antrenman programlarının, genel programlara kıyasla daha büyük kuvvet kazanımlarına yol açabileceğini göstererek, antrenman değişkenlerinin kişisel olarak uyarlanmasının önemini ortaya koymaktadır (Miranda ve ark., 2011). Bu bireyselleştirilmiş yaklaşım, Simão ve ark. tarafından desteklenmiş olup, bireye özgü direnç antrenmanının hipertrofi ve kuvvet gelişiminde önemli iyileşmeler olduğunu göstererek, Antrenman programının etkin bir şekilde düzenlenmesi için değerlendirmelerin gerekliliğini vurgulamaktadır (Simão ve ark., 2012).

### **Hacim, Yoğunluk ve Sıklık**

Antrenman hacmi, yoğunluğu ve sıklığının ayarlanması, belirli kuvvet antrenman hedeflerine ulaşmak için kritik öneme sahiptir. Hacim, genellikle setlerin tekrar sayısı ile çarpılmasıyla hesaplanan toplam iş miktarını ifade eder. Yoğunluk ise genellikle bireyin tek tekrar maksimumunun (1RM) yüzdesi olarak ifade edilir. Sıklık, bir antrenman seansının belirli bir zaman dilimi içinde ne sıklıkla yapıldığını belirtir. Araştırmalar, daha yüksek antrenman hacimlerinin daha büyük hipertrofiye yol açabileceğini, daha düşük hacim ve yüksek yoğunluğun ise kuvvet kazanımları için daha etkili olabileceğini göstermektedir (Miranda ve ark., 2011; Simão ve ark., 2012).

Bu değişkenler arasında denge kurmak, aşırı antrenmandan kaçınmak ve yeterli toparlanmayı sağlamak için gereklidir. Örneğin, yüksek hacim ve yoğunluk içeren bir program daha uzun toparlanma süreleri gerektirebilir, bu da antrenman sıklığını etkileyebilir. Bu nedenle, bu antrenman değişkenlerini sistematik olarak değiştiren periyodizasyon modelleri faydalı olabilir. Periyodizasyon kullanılarak, performans optimize edilebilir ve yaralanma ve tükenme riski en aza indirilebilir.

### **Periyodizasyon Modelleri**

Periyodizasyon, zamanla antrenman değişkenlerinin planlı bir şekilde değişimini içeren sistematik bir yaklaşımdır. Periyodizasyonun iki ana modeli

doğrusal ve doğrusal olmayan (veya dalgalı) periyodizasyondur. Doğrusal periyodizasyon genellikle bir antrenman döngüsü boyunca yoğunluğun kademeli olarak artırılması ve hacmin azaltılmasını içerir; bu model, basit bir ilerleme modeli gerektiren yeni başlayanlar için etkili olabilir. Buna karşılık, doğrusal olmayan periyodizasyon, yoğunluk ve hacimde daha sık değişikliklere olanak tanır ve bu, platoları aşmayı hedefleyen deneyimli sporcular için avantajlı olabilir (Miranda ve ark., 2011; Simão ve ark., 2012).

Miranda ve ark. tarafından yapılan araştırmalar, günlük dalgalı periyodizasyonun (DUP), özellikle antrenmanlı bireylerde doğrusal modellere kıyasla üstün kuvvet kazanımları sağlayabileceğini öne sürmektedir (Miranda ve ark., 2011). Bu bulgu, Simão ve ark. tarafından da desteklenmiş olup, doğrusal olmayan periyodizasyonun kas kuvveti ve hipertrofinde önemli gelişmelere yol açabileceğini göstermektedir (Simão ve ark., 2012). Doğrusal olmayan modellerdeki esneklik, sporcunun antrenmana verdiği yanıtlara göre ayarlamalar yapılmasına olanak tanıyarak, uzun vadeli gelişim için daha etkili bir strateji olabilir.

Son yıllarda dikkat çeken bir başka model ise blok periyodizasyon modelidir. Bu yaklaşım, antrenman döngüsünü her biri hipertrofi, kuvvet veya güç gibi belirli hedeflere odaklanan farklı bloklara ayırır. Sporcular bir hedefe odaklanarak daha büyük adaptasyonlar sağlayabilir ve bir sonraki bloğa geçiş yapmadan önce bu adaptasyonları tamamlayabilir. Bu model, toparlanmayı ve adaptasyonu göz önünde bulundurarak odaklanmış antrenmana izin verdiği için çeşitli sporlarda etkili olmuştur (Miranda ve ark., 2011; Simão ve ark., 2012).

### **Kuvvet Antrenmanı İlerlemesinin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi**

Kuvvet antrenmanı ilerlemesini izlemek ve değerlendirmek, atletik performansı optimize etmek ve etkili antrenman programları sağlamak için çok önemlidir. Kuvvet kazanımlarını değerlendirmek için performans ölçümleri, kuvvet platformları ve giyilebilir cihazlar gibi teknolojik gelişmeler dahil olmak üzere çeşitli yöntemler mevcuttur. Bu araçlar, yalnızca kuvvet iyileştirmeleri hakkında nicel veriler sağlamakla kalmaz, aynı zamanda kuvvet antrenmanı sırasında meydana gelen fizyolojik adaptasyonlar hakkında da fikir verebilir.

Kuvvet kazanımlarını değerlendirmenin birincil yöntemlerinden biri performans ölçümleridir. Bu ölçümler, maksimum istemli kasılma (MVC) testleri, izometrik kuvvet değerlendirmeleri ve dinamik kuvvet değerlendirmelerini içerebilir. Araştırmalar, kuvvet kazanımlarının başlangıçta kas hipertrofisinden ziyade sinirsel adaptasyonlar, motor ünite



katılımı ve hız kodlaması ile sağlandığını göstermektedir (Vecchio ve ark., 2019; Vecchio ve ark., 2022). Bu durum, yalnızca kuvvetin büyüklüğünü değil, aynı zamanda kas aktivasyonunda yer alan sinir yollarının verimliliğini de değerlendirmenin önemini vurgulamaktadır. Örneğin, çalışmalar kuvvet antrenmanı döneminin ardından kas kuvvetindeki iyileşmelerin, işe katılan motor ünite sayısındaki artışla yakından bağlantılı olduğunu göstermiştir (Vecchio ve ark., 2019; Vecchio ve ark., 2022).

Teknolojik gelişmeler, kuvvet kazanımlarını izleme ve değerlendirme yeteneğini daha da artırmıştır. Örneğin kuvvet platformları, dikey sıçrama yüksekliği, yer tepkisi kuvvetleri ve denge gibi çeşitli performans ölçümlerinin kapsamlı bir analizini sağlar (Barrett, 2024; Merrigan ve ark., 2020). Bu cihazlar, atletik performansın kritik bileşenleri olan dinamik kuvvet ve gücü değerlendirme olanağı sağlar. Kuvvet platformlarının antrenman ortamlarında kullanılması, zayıflıkların belirlenmesine ve antrenman ayarlamalarına yardımcı olabilir ve böylece performans sonuçlarını optimize eder (Barrett, 2024; Merrigan ve ark., 2020). Ayrıca, hız ölçerler ve jiroskoplar gibi giyilebilir teknoloji, hareket kalıplarını izleyebilir ve antrenman yükleri ve biyomekanik hakkında gerçek zamanlı geri bildirim sağlayarak daha bireyselleştirilmiş bir kuvvet antrenmanı yaklaşımına olanak tanır (Merrigan ve ark., 2020).

Performans ölçümleri ile teknolojinin entegrasyonu, antrenman programlarının daha iyi değerlendirilmesini sağlamaktadır. Örneğin izometrik kuvvet testleri ve dinamik değerlendirmelerin bir arada kullanılması, bir sporcunun yetenekleri hakkında daha kapsamlı bir tablo sunabilir. Araştırmalar, izometrik kuvvet testlerinin, dinamik performans ölçümleri ile iyi bir şekilde ilişkilendiğini göstermiştir ve bu testler, güç değerlendirmesi için değerli bir araçtır (Merrigan ve ark., 2020; Aagaard ve ark., 2020). Ayrıca, kuvvet gelişiminin hızını ölçen kuvvet geliştirme oranı (Rate of Force Development, RFD) sporcuların patlayıcı hareketler gerektiren sporlarda güç adaptasyonlarını değerlendirmede önemli bir parametre olarak görülmektedir (Rodríguez-Rosell ve ark., 2017). RFD, nöromüsküler sistemin hızlı bir şekilde kuvvet üretme yeteneğini yansıtır ve bu da çeşitli spor dallarında atletik performans için kritik öneme sahiptir.

Kuvvet antrenmanı sırasında yapılan egzersizlerin sırası da kuvvet değerlendirme sonuçlarını etkileyebilir. Araştırmalar, kuvvet ve patlayıcı kuvvet antrenmanların sıralamasının kas adaptasyonları ve performans ölçümleri üzerinde etkili olabileceğini göstermiştir (Lauber ve ark., 2021; Weldon ve ark., 2021). Örneğin, patlayıcı kuvvet antrenmanını, direnç

antrenmanından önce yapmak, nöromusküler adaptasyonları optimize ederek genel performansı artırabilir (Lauber ve ark., 2021). Bu durum, antrenörlerin ve sporcuların antrenman protokollerini dikkatlice değerlendirmeleri ve egzersiz sırasının kuvvet kazanımları üzerindeki potansiyel etkisini göz önünde bulundurmaları gerektiğini ortaya koymaktadır.

Performans ölçümleri ve teknolojinin yanı sıra, kuvvet antrenmanına verilen fizyolojik tepkilerin de izlenmesi, ilerlemenin etkin bir şekilde değerlendirilmesi açısından önemlidir. Araştırmalar, kuvvet antrenmanının kas büyümesini ve iyileşmeyi etkileyen çeşitli hormonal ve biyokimyasal değişikliklere yol açtığını göstermiştir (Storey ve ark., 2015; Kyröläinen ve ark., 2018). Örneğin kortizol ve testosteron gibi biyo-belirteçlerin değerlendirilmesi, antrenman yükleri ve toparlanma süreleri ile ilişkili stres tepkileri hakkında fikir sağlayabilir (Storey ve ark., 2015; Kyröläinen ve ark., 2018). Bu fizyolojik tepkilerin anlaşılması, antrenman programlarının bireysel ihtiyaçlara göre uyarlanması etkin toparlanma ve performansın geliştirilmesi açısından büyük öneme sahiptir.

Ayrıca, farklı antrenman modalitelerinin kuvvet kazanımlarını artırmadaki rolü göz ardı edilemez. Araştırmalar, maksimal kuvvet antrenmanı ile patlayıcı kuvvet antrenmanı gibi farklı kuvvet antrenmanı türlerinin kas performansında belirgin adaptasyonlar sağladığını göstermektedir (Tillin & Folland, 2013; Tillin ve ark., 2012). Bu durum, daha kapsamlı bir kuvvet gelişimi sağlamak için çeşitli antrenman modalitelerinin birleştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Örneğin, direnç antrenmanının pliometrik egzersizlerle birleştirilmesi hem kuvvet hem de güç çıktılarında iyileşme sağlamıştır ve performanslarını artırmak isteyen sporcular için değerli bir stratejidir (Gherghel ve ark., 2021; Hasan ve ark., 2021).

Kuvvet antrenmanı ilerlemesinin izlenmesinde inter-limb (uzuvlar arası) asimetrisinin değerlendirilmesi de önemli bir detaydır. Araştırmalar, kuvvet antrenmanının uygulanan kuvvet doğrultusunda gelişmelere yol açabileceğini, bunların atletik performans için kritik olduğunu göstermektedir (Szafraniec ve ark., 2021). Kuvvetteki asimetri belirlenmesi ve düzeltilmesi, özellikle çift taraflı koordinasyon gerektiren sporlarda yaralanmaları önlemeye ve genel performansı artırmaya yardımcı olabilir (Szafraniec ve ark., 2021; Suchomel ve ark., 2016). Bu nedenle, kuvvet ve performans ölçümlerinin düzenli değerlendirmeleri, dengeli gelişim sağlamak için inter-limb farklılıklarının değerlendirilmesini içermelidir.

## Sonuç

Kuvvet antrenmanı, bireylerin kas kuvveti, dayanıklılık, ve genel fiziksel performanslarını artırmada önemli bir rol oynamaktadır. Tarihsel gelişimi, nöromüsküler adaptasyonlar, kas hipertrofisi ve hormonal etkiler gibi çeşitli fizyolojik temellere dayanan bu antrenman biçimi, günümüzde gelişen teknolojiler ve bilimsel yaklaşımlarla daha da uygulanabilir hale gelmiştir. Direnç antrenmanı, periyodizasyon ve bireyselleştirilmiş antrenman programları gibi yöntemler, kuvvet antrenmanının etkisini artıran temel stratejilerdir. Özellikle, kuvvet platformları ve giyilebilir teknolojiler gibi araçlar sayesinde sporcuların performansları daha ayrıntılı bir şekilde izlenebilmekte ve gerekli antrenman değişiklikleri anında yapılabilmektedir.

Antrenman hacmi, yoğunluk, ve sıklık gibi değişkenlerin doğru bir şekilde yönetilmesi, hem sportif performansı optimize etmekte hem de aşırı yüklenme ve olası sakatlıkların önüne geçmektedir. Bunun yanı sıra, periyodizasyon modelleri kullanılarak antrenman sürecinin planlı bir şekilde yönetilmesi, uzun vadeli başarı ve sürdürülebilir gelişim için önemlidir.

Sonuç olarak, kuvvet antrenmanına yönelik güncel yaklaşımlar, sadece sporcuların değil, genel popülasyonun sağlığını ve performansını iyileştirme potansiyeline sahiptir. Kuvvet antrenmanının fizyolojik etkileri ve gelişen teknolojilerin sunduğu fırsatlar, bu alanın sürekli evrim geçirmesini sağlarken, bireylerin ihtiyaçlarına özel olarak tasarlanan programlar uzun vadeli başarıyı garanti altına almaktadır. Gelecekte, kuvvet antrenmanının farklı yaklaşımlar üzerine yönelik daha kapsamlı araştırmaların yapılması, bu alanın bilimsel temellerini daha da güçlendirecektir.

## Kaynakça

- Aagaard, P., Bojsen-Møller, J., & Lundbye-Jensen, J. (2020). Assessment of neuroplasticity with strength training. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 48(4), 151-162. <https://doi.org/10.1249/jes.0000000000000229>
- Abdel-aziem, A., Soliman, E., & Abdelraouf, O. (2018). Isokinetic peak torque and flexibility changes of the hamstring muscles after eccentric training: trained versus untrained subjects. *Acta Orthopaedica Et Traumatologica Turcica*, 52(4), 308-314. <https://doi.org/10.1016/j.aott.2018.05.003>
- Almenning, I., Rieber-Mohn, A., Lundgren, K., Løvvik, T., Garnæs, K., & Moholdt, T. (2015). Effects of high intensity interval training and strength training on metabolic, cardiovascular and hormonal outcomes in women with polycystic ovary syndrome: a pilot study. *Plos One*, 10(9), e0138793. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138793>
- Aube, D., Wadhi, T., Rauch, J., Anand, A., Barakat, C., Pearson, J., ... & Souza, E. (2020). Progressive resistance training volume: effects on muscle thickness, mass, and strength adaptations in resistance-trained individuals. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(3), 600-607. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003524>
- Barrett, T. (2024). Force plate assessments in reconnaissance marine training company. *BMC Sports Science Medicine and Rehabilitation*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00796-z>
- Beato, M., Maroto-Izquierdo, S., Turner, A., & Bishop, C. (2021). Implementing strength training strategies for injury prevention in soccer: scientific rationale and methodological recommendations. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(3), 456-461. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2020-0862>
- Behm, D., Young, J., Whitten, J., Reid, J., Quigley, P., Low, J., ... & Granacher, U. (2017). Effectiveness of traditional strength vs. power training on muscle strength, power and speed with youth: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00423>
- Bengtsson, V., Berglund, L., & Aasa, U. (2018). Narrative review of injuries in powerlifting with special reference to their association to the squat, bench press and deadlift. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 4(1), e000382. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000382>
- Cadore, E. (2014). Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging and Disease*. <https://doi.org/10.14336/ad.2014.0500183>
- Cadore, E., Pinto, R., Lhullier, F., Corrêa, C., Alberton, C., Pinto, S., ... & Krueel, L. (2010). Physiological effects of concurrent training in elderly

- men. *International Journal of Sports Medicine*, 31(10), 689-697. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1261895>
- Chaves, T. (2024). Effects of resistance training overload progression protocols on strength and muscle mass. *International Journal of Sports Medicine*, 45(07), 504-510. <https://doi.org/10.1055/a-2256-5857>
- Claudino, J., Gabbett, T., Bourgeois, F., Souza, H., Miranda, R., Mezêncio, B., ... & Serrão, J. (2018). Crossfit overview: systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0124-5>
- Costa, B., Kassiano, W., Nunes, J., Kunevaliki, G., Castro-E-Souza, P., Sugihara, P., ... & Fortes, L. (2022). Does varying resistance exercises for the same muscle group promote greater strength gains?. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(11), 3032-3039. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000004042>
- DeWeese, B., Hornsby, W., Stone, M., & Stone, M. (2015). The training process: planning for strength–power training in track and field. part 2: practical and applied aspects. *Journal of Sport and Health Science*, 4(4), 318-324. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2015.07.002>
- Fleck, S. (2011). Non-linear periodization for general fitness & athletes. *Journal of Human Kinetics*, 29A(Special-Issue), 41-45. <https://doi.org/10.2478/v10078-011-0057-2>
- Fortin, J. and Billaut, F. (2019). Blood-flow restricted warm-up alters muscle hemodynamics and oxygenation during repeated sprints in american football players. *Sports*, 7(5), 121. <https://doi.org/10.3390/sports7050121>
- Gherghel, A., Bădău, D., Bădău, A., Moraru, L., Manolache, G., Oancea, B., ... & Costache, R. (2021). Optimizing the explosive force of the elite level football-tennis players through plyometric and specific exercises. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(15), 8228. <https://doi.org/10.3390/ijerph18158228>
- Guerriero, A., Varalda, C., & Piacentini, M. (2018). The role of velocity based training in the strength periodization for modern athletes. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 3(4), 55. <https://doi.org/10.3390/jfmk3040055>
- Harris, J. and Eng, J. (2010). Strength training improves upper-limb function in individuals with stroke. *Stroke*, 41(1), 136-140. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.109.567438>
- Hasan, S., Alyahya, D., Alonazi, A., Jamal, A., Unnikrishnan, R., Muthusamy, H., ... & Iqbal, A. (2021). Effect of resisted sprint and plyometric training on lower limb functional performance in collegiate male football players: a randomised control trial. *International Journal of Environmen-*

- tal Research and Public Health, 18(13), 6702. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136702>
- Izquierdo-Gabarrén, M., R, G., García-Pallarés, J., Sánchez-Medina, L., Es, D., & Izquierdo, M. (2010). Concurrent endurance and strength training not to failure optimizes performance gains. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(6), 1191-1199. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181c67ecc>
- Jakobsen, M., Andersen, C., Zebis, M., Mortensen, P., & Andersen, L. (2012). Evaluation of muscle activity during a standardized shoulder resistance training bout in novice individuals. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2515-2522. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31823f29d9>
- Jenkins, N., Miramonti, A., Hill, E., Smith, C., Cochrane-Snyman, K., Housh, T., ... & Cramer, J. (2017). Greater neural adaptations following high- vs. low-load resistance training. *Frontiers in Physiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00331>
- Jensen, L., Djurtoft, J., Bech, R., Nielsen, J., Jørgensen, L., Aagaard, P., ... & Hvid, L. (2017). Influence of resistance training on neuromuscular function and physical capacity in ALS patients. *Journal of Neurodegenerative Diseases*, 2017, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2017/1436519>
- Kakavas, G., Forelli, F., Malliaropoulos, N., Hewett, T., & Tsaklis, P. (2023). Periodization in anterior cruciate ligament rehabilitation: new framework versus old model? a clinical commentary. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 18(2). <https://doi.org/10.26603/001c.73035>
- Karavirta, L., Häkkinen, A., Sillanpää, E., García-López, D., Kauhanen, A., Haapasaaari, A., ... & Häkkinen, K. (2011). Effects of combined endurance and strength training on muscle strength, power and hypertrophy in 40–67-year-old men. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21(3), 402-411. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01059.x>
- Kompf, J. and Arandjelović, O. (2016). Understanding and overcoming the sticking point in resistance exercise. *Sports Medicine*, 46(6), 751-762. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0460-2>
- Kraemer, W., Ratamess, N., Flanagan, S., Shurley, J., Todd, J., & Todd, T. (2017). Understanding the science of resistance training: an evolutionary perspective. *Sports Medicine*, 47(12), 2415-2435. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0779-y>
- Kumar, N., Oliver, J., Lloyd, R., Pedley, J., & Radnor, J. (2021). The influence of growth, maturation and resistance training on muscle-tendon and neuromuscular adaptations: a narrative review. *Sports*, 9(5), 59. <https://doi.org/10.3390/sports9050059>

- Kyröläinen, H., Hackney, A., Salminen, R., Repola, J., Häkkinen, K., & Haimi, J. (2018). Effects of combined strength and endurance training on physical performance and biomarkers of healthy young women. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(6), 1554-1561. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002034>
- Lacio, M., Vicira, J., Trybulski, R., Campos, Y., Santana, D., Filho, J., ... & Wilk, M. (2021). Effects of resistance training performed with different loads in untrained and trained male adult individuals on maximal strength and muscle hypertrophy: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21), 11237. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111237>
- Lasevicius, T., Schönfeld, B., Silva-Batista, C., Barros, T., Aihara, A., Brendon, H., ... & Teixeira, E. (2019). Muscle failure promotes greater muscle hypertrophy in low-load but not in high-load resistance training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(2), 346-351. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003454>
- Latella, C., Hoek, D., & Teo, W. (2019). Differences in strength performance between novice and elite athletes: evidence from powerlifters. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(1), S103-S112. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002823>
- Latella, C., Kidgell, D., & Pearce, A. (2011). Reduction in corticospinal inhibition in the trained and untrained limb following unilateral leg strength training. *European Journal of Applied Physiology*, 112(8), 3097-3107. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2289-1>
- Lauber, B., Gollhofer, A., & Taube, W. (2021). What to train first: balance or explosive strength? impact on performance and intracortical inhibition. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 31(6), 1301-1312. <https://doi.org/10.1111/sms.13939>
- Lcsinski, M., Prieske, O., & Granacher, U. (2016). Effects and dose–response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 50(13), 781-795. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095497>
- Li, F., Nassis, G., Shi, Y., Guangqiang, H., Zhang, X., Gao, B., ... & Ding, H. (2020). Concurrent complex and endurance training for recreational marathon runners: effects on neuromuscular and running performance. *European Journal of Sport Science*, 21(9), 1243-1253. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1829080>
- Marshall, P., McEwen, M., & Robbins, D. (2011). Strength and neuromuscular adaptation following one, four, and eight sets of high intensity resistance exercise in trained males. *European Journal of Applied Physiology*, 111(12), 3007-3016. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-1944-x>

- Martínez-Cava, A., Hernández-Belmonte, A., Courel-Ibáñez, J., Morán-Navarro, R., González-Badillo, J., & Pallarés, J. (2022). Bench press at full range of motion produces greater neuromuscular adaptations than partial executions after prolonged resistance training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(1), 10-15. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003391>
- Merrigan, J., Stone, J., Thompson, A., Hornsby, W., & Hagen, J. (2020). Monitoring neuromuscular performance in military personnel. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(23), 9147. <https://doi.org/10.3390/ijerph17239147>
- Miller, R., Bemben, D., & Bemben, M. (2021). Skeletal muscle adaptations following 80 weeks of resistance exercise in older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 45(3), 117-124. <https://doi.org/10.1519/jpt.0000000000000302>
- Miranda, F., Simão, R., Rhea, M., Bunker, D., Prestes, J., Leite, R., ... & Novaes, J. (2011). Effects of linear vs. daily undulatory periodized resistance training on maximal and submaximal strength gains. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(7), 1824-1830. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181e7ff75>
- Mirt, P., Strojnik, V., Kavčič, G., & Trebše, R. (2021). Effects of early home-based strength and sensory-motor training after total hip arthroplasty: study protocol for a randomized controlled trial. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-572172/v1>
- Mirt, P., Strojnik, V., Kavčič, G., & Trebše, R. (2022). Effects of early home-based strength and sensory-motor training after total hip arthroplasty: study protocol for a multicenter randomized controlled trial. *Trials*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s13063-022-06779-8>
- Mølsted, S., Andersen, J., Eidemak, I., & Harrison, A. (2013). Increased rate of force development and neuromuscular activity after high-load resistance training in patients undergoing dialysis. *Nephrology*, 18(12), 770-776. <https://doi.org/10.1111/nep.12145>
- Nazaruk, D., Sh, T., Ml, A., & Lr, V. (2016). The determinants of strength training in rural women, ages 20-44 years: a qualitative study. *Journal of Women S Health Care*, 05(02). <https://doi.org/10.4172/2167-0420.1000312>
- Nuzzo, J. (2021). Content analysis of patent applications for strength training equipment filed in the united states before 1980. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(10), 2952-2962. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000004116>
- Nuzzo, J. (2021). History of strength training research in man: an inventory and quantitative overview of studies published in english between 1894 and 1979. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(5), 1425-1448. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000003959>



- Nuzzo, J., Pinto, M., & Nosaka, K. (2023). Connective adaptive resistance exercise (care) machines for accentuated eccentric and eccentric-only exercise: introduction to an emerging concept. *Sports Medicine*, 53(7), 1287-1300. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01842-z>
- Orssatto, L., Cadore, E., Andersen, L., & Diefenthaler, F. (2019). Why fast velocity resistance training should be prioritized for elderly people. *Strength and Conditioning*, 41(1), 105-114. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000407>
- Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Sanchís-Moysi, J., Dorado, C., Mora-Custodio, R., ... & González-Badillo, J. (2016). Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 27(7), 724-735. <https://doi.org/10.1111/sms.12678>
- Paulsen, G., Eidsheim, H., Helland, C., Seynnes, O., Solberg, P., & Rønnestad, B. (2019). Eccentric cycling does not improve cycling performance in amateur cyclists. *Plos One*, 14(1), e0208452. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208452>
- Plotkin, D., Coleman, M., Every, D., Maldonado, J., Oberlin, D., Israetel, M., ... & Schöenfeld, B. (2022). Progressive overload without progressing load? the effects of load or repetition progression on muscular adaptations. *Peerj*, 10, e14142. <https://doi.org/10.7717/peerj.14142>
- Quidel-Catrilebún, M. (2024). Acute effect of different velocity-based training protocols on 2000-meter rowing ergometer performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 38(1), e8-e15. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000004595>
- Rodríguez-Rosell, D., Pareja-Blanco, F., Aagaard, P., & González-Badillo, J. (2017). Physiological and methodological aspects of rate of force development assessment in human skeletal muscle. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 38(5), 743-762. <https://doi.org/10.1111/cpf.12495>
- Savarirajan, R. (2013). Influence of different intensity resistance training on selected speed parameters. *International Journal of Physical Education Fitness and Sports*, 2(1), 30-37. <https://doi.org/10.26524/1316>
- Serafim, T., Oliveira, E., Maffulli, N., Migliorini, F., & Okubo, R. (2023). Which resistance training is safest to practice? a systematic review. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s13018-023-03781-x>
- Shurley, J., Todd, J., & Todd, T. (2017). The science of strength: reflections on the national strength and conditioning association and the emergence of research-based strength and conditioning. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(2), 517-530. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001676>

- Silva, V., Cholewa, J., Jäger, R., Zanchi, N., Freitas, M., Moura, R., ... & Rossi, F. (2021). Chronic capsiate supplementation increases fat-free mass and upper body strength but not the inflammatory response to resistance exercise in young untrained men: a randomized, placebo-controlled and double-blind study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00446-0>
- Simão, R., Spinetti, J., Salles, B., Matta, T., Fernandes, L., Fleck, S., ... & Strom-Olsen, H. (2012). Comparison between nonlinear and linear periodized resistance training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(5), 1389-1395. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318231a659>
- Sparkes, W., Turner, A., Weston, M., Russell, M., Johnston, M., & Kilduff, L. (2020). The effect of training order on neuromuscular, endocrine and mood response to small-sided games and resistance training sessions over a 24-h period. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(9), 866-871. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.01.017>
- Spencer, K. and Croiss, M. (2015). The effect of increasing loading on powerlifting movement form during the squat and deadlift. *Journal of Human Sport and Exercise*, 10(3). <https://doi.org/10.14198/jhsc.2015.103.02>
- Storey, A., Birch, N., Fan, V., & Smith, H. (2015). Stress responses to short-term intensified and reduced training in competitive weightlifters. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 26(1), 29-40. <https://doi.org/10.1111/sms.12400>
- Suchomel, T., Nimphius, S., & Stone, M. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Medicine*, 46(10), 1419-1449. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0>
- Suchomel, T., Nimphius, S., & Stone, M. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Medicine*, 46(10), 1419-1449. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0>
- Suchomel, T., Nimphius, S., Bellon, C., & Stone, M. (2018). The importance of muscular strength: training considerations. *Sports Medicine*, 48(4), 765-785. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>
- Suchomel, T., Nimphius, S., Bellon, C., & Stone, M. (2018). The importance of muscular strength: training considerations. *Sports Medicine*, 48(4), 765-785. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>
- Szafraniec, R., Stefaniak, T., Harmaciński, D., & Kuczyński, M. (2021). Inter-limb asymmetry in force accuracy and steadiness changes after a 12-week strength training program in young healthy men. *Symmetry*, 13(11), 2226. <https://doi.org/10.3390/sym13112226>
- Tillin, N. and Folland, J. (2013). Maximal and explosive strength training elicit distinct neuromuscular adaptations, specific to the training stimulus.

- European Journal of Applied Physiology, 114(2), 365-374. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2781-x>
- Tillin, N., Pain, M., & Folland, J. (2012). Short-term training for explosive strength causes neural and mechanical adaptations. *Experimental Physiology*, no-no. <https://doi.org/10.1111/j.1469-445x.2012.01065.x>
- Travis, S., Mujika, I., Gentles, J., Stone, M., & Bazyler, C. (2020). Tapering and peaking maximal strength for powerlifting performance: a review. *Sports*, 8(9), 125. <https://doi.org/10.3390/sports8090125>
- Tseng, W., Nosaka, K., Tseng, K., Chou, T., & Chen, T. (2019). Contralateral effects by unilateral eccentric versus concentric resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(2), 474-483. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002155>
- Vecchio, A., Casolo, A., Dideriksen, J., Aagaard, P., Felici, F., Falla, D., ... & Farina, D. (2022). Lack of increased rate of force development after strength training is explained by specific neural, not muscular, motor unit adaptations. *Journal of Applied Physiology*, 132(1), 84-94. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00218.2021>
- Vecchio, A., Casolo, A., Negro, F., Scorcelletti, M., Bazzucchi, I., Enoka, R., ... & Farina, D. (2019). The increase in muscle force after 4 weeks of strength training is mediated by adaptations in motor unit recruitment and rate coding. *The Journal of Physiology*, 597(7), 1873-1887. <https://doi.org/10.1113/jp277250>
- Weakley, J., Ramírez-López, C., McLaren, S., Dalton-Barron, N., Weaving, D., Jones, B., ... & Banyard, H. (2020). The effects of 10%, 20%, and 30% velocity loss thresholds on kinetic, kinematic, and repetition characteristics during the barbell back squat. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(2), 180-188. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-1008>
- Weldon, A., Duncan, M., Turner, A., Sampaio, J., Noon, M., Wong, D., ... & Lai, V. (2021). Contemporary practices of strength and conditioning coaches in professional soccer. *Biology of Sport*, 38(3), 377-390. <https://doi.org/10.5114/biolport.2021.99328>
- Williams, T., Toluoso, D., Fedewa, M., & Esco, M. (2017). Comparison of periodized and non-periodized resistance training on maximal strength: a meta-analysis. *Sports Medicine*, 47(10), 2083-2100. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0734-y>
- Włodarczyk, M., Adamus, P., Zieliński, J., & Kantanista, A. (2021). Effects of velocity-based training on strength and power in elite athletes—a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5257. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105257>

- Yasuda, T., Fukumura, K., Fukuda, T., Uchida, Y., Iida, H., Meguro, M., ... & Nakajima, T. (2013). Muscle size and arterial stiffness after blood flow-restricted low-intensity resistance training in older adults. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 24(5), 799-806. <https://doi.org/10.1111/sms.12087>
- Zanuso, S., Sacchetti, M., Sundberg, C., Orlando, G., Benvenuti, P., & Balducci, S. (2017). Exercise in type 2 diabetes: genetic, metabolic and neuromuscular adaptations. a review of the evidence. *British Journal of Sports Medicine*, 51(21), 1533-1538. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096724>