

Hıza Dayalı Direnç Antrenmanları: Güncel Kavramlar ve Gelecekteki Yönelimler

Halit Egesoy^{1*}, Ayşegül Yapıcı²

¹ Spor Bilimleri Fakültesi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye, e-posta: hegesoy1@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1347-8647>

² Spor Bilimleri Fakültesi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye, e-posta: ayapici@msn.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4243-5507>

ORJİNAL ARAŞTIRMA

Özet

Antrenman bilimci ve spor uzmanları, egzersiz reçetesinin hacim ve yük gibi temel yönlerini belirlemek ve ayarlamak için uzun süredir yeni ve yenilikçi stratejiler arayışı içindedirler. Her sporunun bireysel antrenman tepkisini en üst düzeye çıkarmak için bu tür faktörlerin ne zaman değiştirileceğini bilmek antrenör açısından zor olabilmektedir. Direnç antrenmanlarında tahmini ve doğrudan 1RM testi gibi çeşitli yaklaşımların yanı sıra geleneksel yöntem ve çağdaş periyodizasyon modelleri gibi stratejilerin çoğu sadece periyodik testlere dayanmaktadır. Bu yaklaşımlar antrenörlere, egzersiz reçeteleri ve ilerleme planları oluştururken azımsanmayacak miktarda çıkarım ve deneme yanılma imkanı sunmaktadır. Antrenörler, uzun zamandır en yüksek performansı ortaya çıkarmak için doğrudan ölçümleri ve günlük ayarlamaları içeren daha spesifik, pratik ve etkili bir yaklaşım geliştirmeye ihtiyaç duymuşlardır. Bu bağlamda, *hıza dayalı antrenman* (VBT) kavramı, son dönemlerde popüler bir antrenman yöntemi olarak karşımıza çıkmakta ve gerek antrenörler gerekse sporcular tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yöntemin, antrenör ve sporculara bir egzersizin hangi hızda yapılması gerektiği konusunda geri-bildirimler sağlaması açısından oldukça avantajlı bir tercih olduğu bildirilmektedir. Bu derlemede, nitel ve nicel analiz yöntemleri kullanılmış ve elde edilen veriler yorumlanmıştır. Sistematik alan yazın taraması, PRISMA yönergelerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Öncelikle bu çalışma için, “strength”, “training”, “fatigue”, “load-velocity profile”, “periodization”, anahtar kelimeler olarak belirlenmiştir. Daha sonra ilgili anahtar kelimeler, Web of Science, MEDline, Sport Discus, Google Scholar, PubMed, EBSCOhost veri tabanlarında 1998-2024 yılları arasında taranmıştır. Literatürde konuyla ilgili ulaşılabilen tüm çalışmalar gözden geçirilmiştir. Duplikasyonlar, tam metine erişim sağlanamayan ve hakem değerlendirmesi olmayan çalışmalar değerlendirme dışı bırakılmıştır. Kalan çalışmaların tam metinleri dâhil edilme ve dışlanma kriterleri çerçevesinde incelenerek derlemeye dâhil edilen çalışmaların son hali verilmiştir. Bu çalışma, hıza dayalı direnç antrenmanlarında objektif geri bildirim sağlamak için hızın nasıl kullanılacağı, gücün tahmin edilmesi, doğru yük reçetesi için yük-hız profillerinin nasıl geliştirileceği ve hızın izlenmesi için istatistiklerin nasıl kullanılacağını belirlemek amacıyla yapılmış bir sistematik derlemedir. Hız kaybı eşiklerinin belirlenmesi, farklı VBT yöntemleri, programlama modelleri ve mikro döngüler içinde nasıl uygulanabileceği hakkında bir tartışma sağlamaktadır. VBT yönteminin kullanımıyla, antrene edilmek istenen özellik ile uygun yük doğru şekilde eşleştirilmiş olacak ve antrenman veriminde bir artış sağlanmış olacaktır. Ayrıca sporcu doğru yüklerde çalışacağı için sporunun sakatlık riskin de bir azalış meydana gelecektir. Bu yöntem, sporcularda kuvvet gelişimine yönelik çalışmaların yapıldığı yarışma dönemlerinde geleneksel kuvvet antrenman yöntemine göre daha uygun olabilir. VBT, sporcuyla antrenmana yalnızca motive etmekle kalmayacak, aynı zamanda antrenmanların kalitesinin de artmasına hizmet edecektir. Bunun yanında, VBT uygulamalarında, antrenörlerin rölatif yük ve hız ilişkileri kullanılırken, mutlak hız bölgeleri verileri yerine bireyselleştirilmiş yük-hız profilinden elde edilmiş hız verilerini kullanmaları da önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Kuvvet, Antrenman, Yorgunluk, Yük-Hız Profili, Periyotlama

* İletişim: Halit Egesoy, e-posta: hegesoy1@hotmail.com, Spor Bilimleri Fakültesi, Pamukkale Üniversitesi, Kınıklı Kampüsü, Denizli, Türkiye

Velocity Based Resistance Training: Current Concepts and Future Directions

Abstract

Training scientists and sports experts have long sought new and innovative strategies for identifying and adjusting fundamental aspects of exercise prescriptions, such as volume and load. Knowing when to modify such factors to maximize each athlete's individual training response can be challenging for coaches. Many strategies, such as the traditional method and contemporary periodization models, as well as various approaches to resistance training, such as estimated and direct 1RM testing, rely solely on periodized testing. These approaches offer coaches a significant amount of inference and trial and error when developing exercise prescriptions and progression plans. Coaches have long needed to develop a more specific, practical, and effective approach that incorporates direct measurement and daily adjustments to elicit peak performance. In this context, the concept of speed-based training (VBT) has recently emerged as a popular training method and is frequently used by both coaches and athletes. This method is reported to be a highly advantageous choice in providing feedback to coaches and athletes about the speed at which an exercise should be performed. In this review, qualitative and quantitative analysis methods were used, and the obtained data were interpreted. A systematic literature review was conducted in accordance with PRISMA guidelines. Initially, the keywords for this study were "strength," "training," "fatigue," "load-velocity profile," and "periodization." Related keywords were then searched in the Web of Science, MEDline, Sport Discus, Google Scholar, PubMed, and EBSCOhost databases between 1998 and 2024. All available studies on the subject in the literature were reviewed. Duplications, studies lacking full text access, and studies lacking peer review were excluded. The full texts of the remaining studies were reviewed based on inclusion and exclusion criteria, and the final version of the included studies was developed. This systematic review aimed to determine how to use speed to provide objective feedback in speed-based resistance training, how to estimate power, how to develop load-speed profiles for accurate load prescription, and how to use statistics to monitor speed. Determining speed loss thresholds provides a discussion of different VBT methods, programming models, and how they can be applied within microcycles. Using the VBT method will accurately match the desired training load with the desired training characteristic, resulting in increased training efficiency. Furthermore, by training at the correct loads, the athlete's risk of injury will be reduced. This method may be more suitable than traditional strength training during competitive periods when athletes are focused on strength development. VBT will not only motivate athletes to train but also improve the quality of their training. Furthermore, when implementing VBT, it is recommended that coaches utilize speed data derived from individualized load-speed profiles rather than absolute speed zone data when using relative load and speed relationships.

Keywords: Strength, Training, Fatigue, Load-Velocity Profile, Periodization

Giriş

Antrenman bilimci ve spor uzmanları, egzersiz reçetesinin hacim ve yük gibi temel yönlerini belirlemek ve ayarlamak için uzun süredir yeni ve yenilikçi stratejiler arayışı içindedirler. Her sporcunun bireysel antrenman tepkisini en üst düzeye çıkarmak için bu tür faktörlerin ne zaman değiştirileceğini bilmek antrenör açısından zor olabilmektedir. Direnç antrenmanlarında tahmini ve doğrudan 1RM testi gibi çeşitli yaklaşımların yanı sıra geleneksel yöntem ve çağdaş periyodizasyon modelleri gibi stratejilerin çoğu sadece periyodik testlere dayanmaktadır. Bu yaklaşımlar antrenörlere, egzersiz reçeteleri ve ilerleme planları oluştururken azımsanmayacak miktarda çıkarım ve deneme yanılma imkanı sunmaktadır (Fleck, 2011; Guerriero ve ark., 2018; Bompaa ve Buzzichelli, 2018; Abbott ve ark., 2020).

Antrenörler, uzun zamandır en yüksek performansı ortaya çıkarmak için doğrudan ölçümleri ve günlük ayarlamaları içeren daha spesifik, pratik ve etkili bir yaklaşım geliştirmeye ihtiyaç duymuşlardır. Bu bağlamda, *hıza dayalı antrenman* (VBT) kavramı, son dönemlerde popüler bir antrenman yöntemi olarak karşımıza çıkmakta ve gerek antrenörler gerekse sporcular tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yöntemin, antrenör ve sporculara bir egzersizin hangi hızda yapılması gerektiği konusunda geri-bildirimler sağlaması açısından oldukça avantajlı bir tercih olduğu bildirilmektedir (Pareja-Blanco ve ark., 2017; Ramos, 2024).

Direnç antrenmanı sırasında kaldırışın hızıyla ilgili yapılan sözlü ve görsel geri bildirimler, antrenman verimini arttırmakta ve sporcunun performansında bir gelişime neden olabilmektedir (Wilson ve ark., 2018; Weakley ve ark., 2019b; Weakley ve ark., 2021a). Ayrıca, sporcuların akut performans ve adaptasyon gelişimlerine de katkı sağlayabilmektedir (Weakley ve ark., 2017). Literatürde konuyla ilgili yapılan bir çalışmada, araştırmacılar tarafından direnç antrenmanı sırasında sporculara sözlü ve görsel geri bildirim uygulanmış ve bunların sporcular üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmacılar, sözlü bildirimin görsel bildirime kıyasla bazı değişkenler ve ortalama set hızında akut olarak büyük bir etki gösterdiğini rapor etmişlerdir (Nagata ve ark., 2018).

Hıza dayalı direnç antrenmanı, bir egzersiz sırasında ağırlığın kaldırılma hızını ölçerek:

- Antrenman şiddetini,
- Günlük performans seviyesini,
- Yorgunluğu,
- Adaptasyon durumunu

belirlemeye ve buna göre yüklemenin anlık olarak ayarlanmasına katkıda bulunmaktadır.

Tablo 1. Geribildirim değişkenleri ve bunların akut antrenman performansı üzerindeki etkileri

Değişkenler	Bulgular
Sıklık	Her tekrardan sonraki sıklığın, her setten sonrakinden daha fazla etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (Nagata ve ark., 2018).
Nicel ve nitel geri bildirim	Hızın nicel geri bildirimi, performansı önceki egzersizin video kaydını gözlemlemekten daha hızlı geliştirir (Nagata ve ark., 2018).
Motivasyon ve rekabet gücü	Kinematik çıktıların görsel geri bildirimi sağlandığında, hem erkeklerde hem de kadınlarda iyileşmeler gözlenir (Weakley ve ark., 2021a; Weakley ve ark., 2021b)
İçsel ve dışsal olarak motive etmek	İçsel olarak motive olmuş sporcular görsel geri bildirimi tercih ederken, dışsal olarak motive olmuş sporcular ise işitsel geri bildirimi tercih edebilirler (Weakley ve ark., 2021b).
Teşvik etme	Sözlü olarak teşvik edici ifadeler, sporcuların halter bar hızını ve güç çıkışını artırabilir (Weakley ve ark., 2021b)

(Weakley ve ark., 2021b)

Hıza Dayalı Antrenman Tanımı

Hıza dayalı antrenman (VBT), çeşitli antrenman konularını ve yaklaşımlarını kapsayan bir terimdir. VBT, patlayıcı güç (eksploziflik), reaksiyon süresi ve maksimum hız üretimi gibi becerileri geliştirmeyi amaçlayan **özelleştirilmiş bir kuvvet antrenmanı** türüdür. Amaç, kasların **mümkün olan en kısa sürede en fazla kuvveti** üretmesini sağlamaktır. Bu tür antrenmanlar, sprint atletleri, futbolcular, basketbolcular ve patlayıcı hız gerektiren tüm sporlarda yaygın olarak kullanılır.

VBT'nin entegrasyonu bir süreklilik arz eder ve en temel düzeyde hız, geleneksel yüzdeye dayalı antrenmanın bir parçası olarak kullanılabilir. Örneğin, antrenman sırasında performansı artırmak, motivasyonu ve rekabet gücünü geliştirmek için sporculara hızın görsel veya sözlü geri bildirimleri sağlanabilir (Weakley ve ark., 2017; Weakley ve ark., 2019a).

VBT, bar, alet ve/veya sporcu hızını ölçmenin ve ardından belirli hızlara ulaşmaya dayalı olarak antrenmanı formüle etmenin bir yolu olarak ifade edilmektedir (Mann ve ark., 2015; Mann ve Kazadi, 2016; Weakley ve ark., 2021b).

Bir başka tanıma göre VBT, sporcunun günlük değişimlerinde ve fiziksel özelliklerindeki dalgalanmaları açıklayan güncel bir direnç antrenmanı olarak da açıklanmaktadır (Mann ve ark., 2015).

VBT, literatürde etkili güç ve kuvvet gelişim yöntemi olarak da değerlendirilmektedir. Bu yöntemde, bir egzersizin hareket hızı izlenmekte ve şiddetin bir ölçümü olan hareket hızı, bazı teknolojik aletlerin yardımıyla ölçülebilmektedir (Jukic ve ark., 2023).

Bu nedenle VBT, "antrenman pratiğini bilgilendirmek veya geliştirmek için hızı kullanan" bir yöntem olarak da tanımlanmaktadır. Bu tanım, hızı kullanan ve uygulayıcının antrenman hedeflerine ulaşmasına yardımcı olan antrenman yöntemlerinin geniş uygulamasını da açıklamaktadır (Weakley ve ark., 2017; Banyard ve ark., 2018).

Yöntem

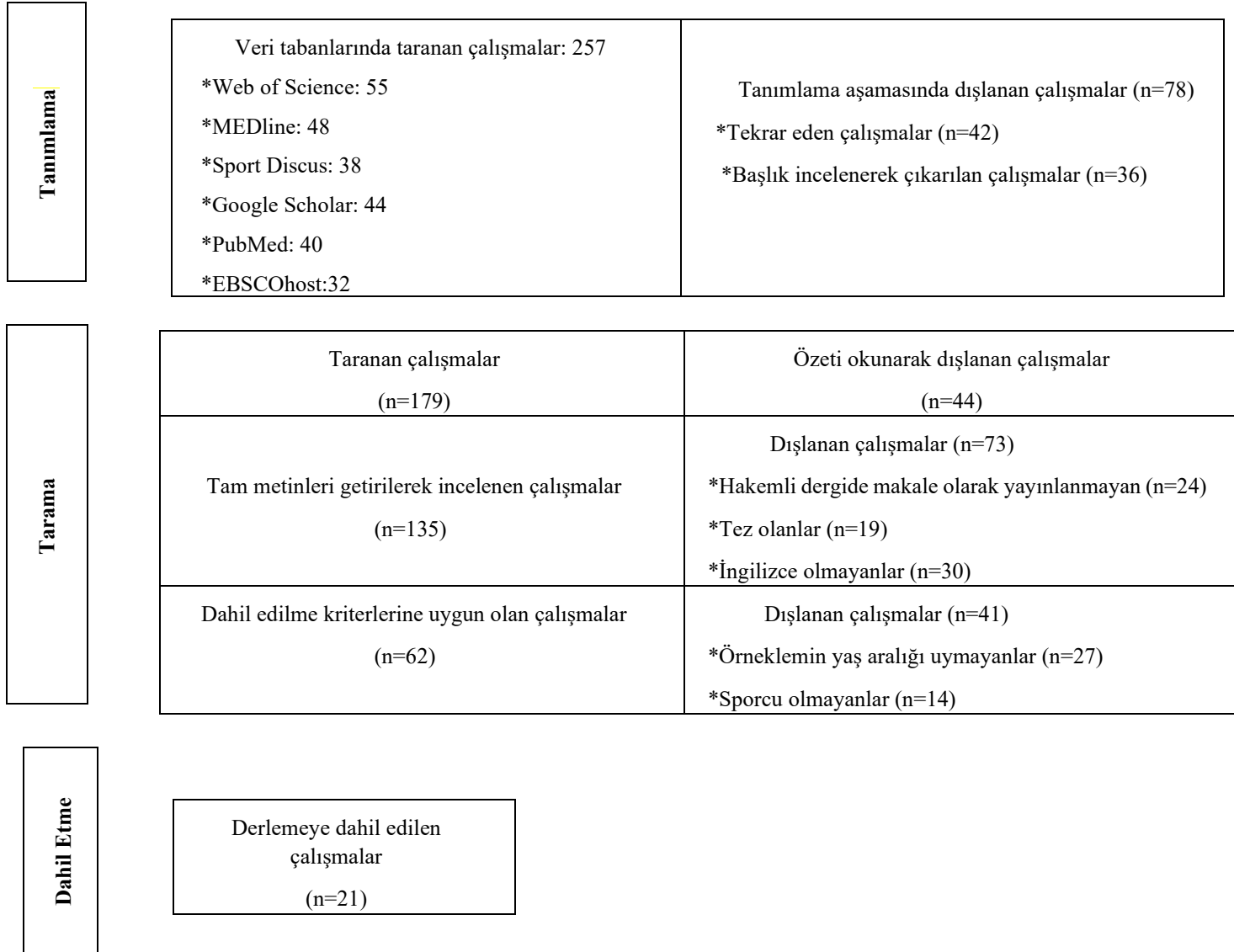
Bu çalışma, hıza dayalı direnç antrenmanlarında objektif geri bildirim sağlamak için hızın nasıl kullanılacağı, gücün tahmin edilmesi, doğru yük reçetesi için yük-hız profillerinin nasıl geliştirileceği ve hızın izlenmesi için istatistiklerin nasıl kullanılacağını belirlemek amacıyla yapılmış bir sistematik derlemedir. Bu derlemede, nitel ve nicel analiz yöntemleri kullanılmış ve elde edilen veriler yorumlanmıştır. Sistematik alan yazın taraması, PRISMA yönergelerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir (Page ve ark., 2021).

Veri Kaynakları ve Tarama Stratejisi

Öncelikle bu çalışma için, “*strength*”, “*training*”, “*fatigue*”, “*load-velocity profile*”, “*periodization*”, anahtar kelimeler olarak belirlenmiştir. Daha sonra ilgili anahtar kelimeler, Web of Science, MEDline, Sport Discus, Google Scholar, PubMed, EBSCOhost veri tabanlarında 1998-2024 yılları arasında taranmıştır.

Literatürde konuyla ilgili ulaşılabilen tüm çalışmalar gözden geçirilmiştir. Duplikasyonlar, tam metine erişim sağlanamayan ve hakem değerlendirmesi olmayan çalışmalar değerlendirme dışı bırakılmıştır. Kalan çalışmaların tam metinleri dâhil edilme ve dışlanma kriterleri çerçevesinde incelenerek derlemeye dâhil edilen çalışmaların son hali verilmiştir.

Tarama sürecinin detayları ve sonuçları Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1: PRISMA Akış Şeması (Page ve ark., 2020)

Hıza Dayalı Antrenmana Fiziksel, Fizyolojik ve Nöromüsküler Yanıtlar

Literatürde konuyla ilgili çalışmaların bulguları incelendiğinde, hıza dayalı antrenman yönteminin organizma üzerinde hem akut hem de kronik etkileri olduğu bildirilmektedir. Hıza dayalı antrenman uygulaması sırasında hız kaybı azaldığında, antrenman hacmi, algılanan zorluk derecesi, metabolik yanıtlar ve nöromüsküler tükenmenin azalması akut yanıtlar olarak görülmektedir. Bunun yanında, bu uygulama sırasında hız kaybı arttığında ise bu yanıtların hepsinde önemli artışlar meydana gelmektedir (Riberio ve ark., 2022).

Kronik yanıtlara bakıldığında, daha yüksek hızlarda antrenman yapılması durumunda, Tip I kaslarının miyozin ağır zincirlerde azalma, Tip IIx kaslarının miyozin ağır zincirlerde ise artışlar olduğu görülmektedir. Ayrıca, kas dayanıklılığı açısından küçük gelişim ve güç açısından ise büyük gelişimler olduğu bildirilmektedir (Pareja-Blanco ve ark., 2017a; Pareja-Blanco ve ark., 2017b).

Bunun yanında, daha yavaş hızlarda antrenman yapılması durumunda ise, kas hacminde büyük gelişimler ortaya çıkmaktadır. Tip II kaslarının miyozin ağır zincirinde azalma, Tip I kaslarının miyozin ağır zincirinde ise artışlar gözlemlenmektedir. Kas dayanıklılığı performansında büyük bir gelişim görülürken, güç performansında ise daha az bir gelişim meydana gelmektedir (Pareja-Blanco ve ark., 2017a; Pareja-Blanco ve ark., 2017b).

Hıza dayalı direnç antrenman yönteminin nöromusküler etkileri de bulunmaktadır. Bu yöntem, kas liflerinin daha etkili bir şekilde aktive olmasını sağlamakta ve antrenman/müسابaka sırasında sporcuların sinir sistem yapılarını daha etkili kullanmalarına neden olmaktadır. Bu durum, kasların daha fazla kuvvet üretmesi ve daha yüksek sıçrama performansı gerçekleşmesini mümkün kılmaktadır (Baytaş ve ark., 2024; Rossi ve ark., 2024). Genel olarak, bu yöntemin nöromusküler yanıtları geliştirme potansiyeli, güç ve kondisyon antrenörlerinin bu yöntemi uygulamalarında dikkate almaları gereken önemli bir faktördür.

Rossi ve ark. (2024) tarafından yapılan bir çalışmada, VBT uygulayan grubun, geleneksel yöntem uygulayan gruba kıyasla daha anlamlı gelişmeler gösterdikleri rapor edilmiştir. Ayrıca, kas hasarı göstergeleri açısından gruplar arasında önemli bir fark bulunmaması, VBT'nın kas hasarını minimize ederek daha etkili bir antrenman yöntemi sunduğunu göstermektedir. VBT'nın nöromusküler yanıtları geliştirme potansiyelinin, antrenörler tarafından dikkate alınması gereken önemli bir faktör olduğu görülmektedir.

Neden Hıza Dayalı Direnç Antrenmanı?

Antrenörler, antrenmanlar sırasında elde ettikleri kinematik çıktılarına göre yüklenme şiddetinin ölçümü olan hareket hızını yaygın olarak kullanmaktadırlar. Bir egzersiz sırasında sporculara uygulanan dış yük arttıkça hareket hızı yavaşlamakta ve bu durumda hız kaybına neden olmaktadır. Bu kayıp, minimum hız eşliğine karşılık gelen 1 TM' lik bir yük değeri belirleninceye kadar devam etmektedir (Ízquerdo ve ark., 2006; Hughes ve ark., 2019a). Bu durum, takım antrenmanlarında her bir sporcu için fazla sayıda uygulama yapılmasına, sporcularda yorgunluk oluşmasına ve zaman zaman sporcu sakatlıklarının yaşanmasına neden

olabilmektedir. Bu nedenle, bu yöntem son dönemlerde fazla tercih edilmemektedir (Jovanovic ve Flanagan, 2014). Sonuç olarak, doğru ve objektif veriler sağlamak ve direnç antrenmanının reçetesini desteklemek için geliştirilmiş olan *hıza dayalı antrenman*, günümüzde daha fazla tercih edilen bir yöntem olmuştur (Hughes ve ark., 2019b; Weakley ve ark., 2021b).

Antrenörlerin planladıkları direnç antrenmanları sırasında sporcularda optimal güç performansı için yüklenme şiddeti ve hareket hızı arasındaki doğrusal ilişkiyi dikkate almaları tavsiye edilmektedir (Conceicao ve ark., 2016; Garcia-Ramos ve ark., 2018). Bir egzersiz sırasında sporculara uygulanan yük, sporcularda yorgunluğun oluşmasına neden olmaktadır. Oluşan yorgunluk neticesinde, sporcuların egzersiz hareket ve kas kasılma hızlarında düşüşler, gevşeme sürelerinde ise artışlar meydana gelmektedir (Sanchez-Medina ve Gonzalez-Badillo, 2011; Gonzalez-Badillo ve ark., 2017). Bu durum, sportif performansta düşüşler yaşanmasına neden olmaktadır. Antrenörlerin böyle bir durumla karşılaşmamaları için, her antrenmanda sporculara uygulanan antrenman yük ve hacimlerini daha gerçekçi bir şekilde belirleyebilmeleri için sporcuların hız çıktılarını kullanmaları önerilmektedir (Weakley ve ark., 2021a).

Ünlü ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, kasılma modalitesinin kas gücü ve hipertrofisini etkileyip etkilemediğini belirlemek için hem hızlı hem de yavaş hızlarda konsantrik, eksantrik ve eksantrik-konsantrik izotonik direnç antrenmanının etkileri karşılaştırılmıştır. Antrenman döneminin erken evresinde (ilk 3 hafta), SE, FC ve CE'nin 1RM değerlerinde anlamlı artışlar olduğu tespit edilmiştir (sırasıyla %19.70, 13.73 ve 19.35). Tüm antrenman gruplarında 12 haftalık antrenman periyodundan sonra kas izotonik kuvveti (~%25-41) ve 60°-s'de izokinetik tepe torku (~%13-32) değerlerinde kontrol grubuna kıyasla anlamlı artışlar bulunmuştur.

Hız Kaybı Eşik Değerleri (HKE)

VBT uygulaması sırasında antrenörler, sporcuların kinetik ve kinematik çıktılarını kullanarak her bir sporcunun *hız kaybı eşik* (HKE) değerlerini (örneğin %10 hız kaybı eşiği) tespit edebilirler (Pareja-Blanco vd., 2017a). Antrenörlerin her bir sporcunun HKE değerlerini bilmeleri, uygulanan bir kuvvet antrenmanı ne zaman sonlandırması gerektiği konusunda onlara yardımcı olabilir ve bu durum antrenman veriminin artmasına katkıda bulunabilir (Pareja-Blanco ve ark., 2017b). Örneğin uygulanan bir kuvvet antrenmanı programında, bir sporcu bir hareketi uygularken 0.70 m/s^{-1} lik bir başlangıç eşik hızına sahip olması ve hareketi uygulaması sırasında %10'luk bir hız kaybı yaşaması durumunda, (0.63 m/s^{-1} 'in altına düştüğünde) bir

sporunun hareketi sonlandırması gerekecektir. Antrenörlerin sporcuların HKE değerlerini bilmeleri, sporcularda oluşan nöromüsküler yorgunluğun ve hız kaybının büyüklüğünü anlamalarına yardımcı olacaktır (Sanchez-Medina ve Gonzalez Badillo 2011; Pareja-Blanco ve ark., 2017a; Soslu ve Çuvalcıoğlu, 2021; Baytaş ve ark., 2024).

HKE değerleri, fonksiyonel ve yapısal kas adaptasyonlarını etkilediği için antrenmanlardaki hacimleri belirlemek için sıklıkla kullanılmaktadır (Pareja-Blanco ve ark., 2017a; Pareja-Blanco ve ark., 2017b; Gonzales-Badillo ve ark., 2010). Daha büyük hız kayıplarının artan antrenman hacmi nedeniyle daha büyük hipertrofik adaptasyonlar yarattığı belirtilmiştir (Pareja Blanco ve ark., 2017b). Buna alternatif olarak, daha küçük hız kayıplarının azalan nöromüsküler yorgunluk ve tip II liflerin hipertrofik artışı nedeniyle daha fazla güç gelişimini teşvik ettiği rapor edilmiştir (Pareja-Blanco ve ark., 2017a; Pareja-Blanco ve ark., 2017b). Bununla birlikte, hıza dayalı yapılan kuvvet antrenmanlarının temelini oluşturan kinetik ve kinematik yanıtlar hakkında çok fazla şey bilinmemektedir. Örneğin, bir birim antrenmanda yapılması öngörülen tekrar sayısının ayrıntılı olarak belirtilmemesi antrenman veriminin düşmesine neden olacaktır.

Literatüre konuyla ilgili yapılan son çalışmalar, hıza dayalı kuvvet antrenmanlarında HKE değerleri olarak %10, %20 ve %30'luk değerlerin kullanıldığını göstermektedir (Banyard ve ark., 2018; Perez-Castilla ve ark., 2019). Bununla beraber, daha önceki araştırmalar, sporculara farklı eşikler uygulandığında sporcuların farklı antrenman modelleriyle çalıştıklarını rapor etmişlerdir (Pareja-Blanco ve ark., 2017a; Pareja-Blanco ve ark., 2017b). Ayrıca, belirli bir hız kaybında tamamlanan tekrar sayısının, setlerin sayısına ve sporcuya bağlı olarak değişkenlik gösterdiği de bildirilmiştir (Perez-Castilla ve ark., 2019).

Farklı Hız Değişkenleri

Uygulamada ve bilimsel araştırmalarda en yaygın olarak kullanılan 2 hız değişkeni, *ortalama hız (MV)* (tüm eş merkezli faz boyunca ortalama hız) ve *en yüksek hızdır (PV)* (eş merkezli faz sırasında ulaşılan maksimum anlık hız) (Perez-Castilla ve ark., 2019; Tomasevicz ve ark., 2020). Ortalama hız (MV), sonraki hareketin frenleme aşamasını hesaba katmamaktadır. Ancak, MV ve PV'nin kuvvet ve dayanıklılık uygulayıcıları için hem test hem de antrenman amaçları için daha değerli bilgiler sağladığı bildirilmiştir (Vernon ve ark., 2020; Soslu ve Çuvalcıoğlu, 2021).

Bununla birlikte, ortalama itme hızının (*Mean Propulsive Velocity: MPV*) direnç antrenmanlarında

alternatif yöntem olarak uygulanabileceği belirtilmiştir (Garcia ve ark., 2021; Sanchez-Medina ve ark., 2010). MPV, ivmenin yer çekimine bağlı ivmeden daha büyük olduğu konsantrik fazdaki yavaşlama olarak açıklanmaktadır. Bunun yanında, bu değerin sporcunun nöromüsküler adaptasyon yeteneğinin bir göstergesi olarak da kullanılabileceği ifade edilmektedir (Dahlin, 2018).

Hıza dayalı direnç antrenmanı yapan sporcularda ortalama ve zirve hız değerlerinin antrenman verimliliği açısından daha uygun olduğu bildirilmiştir (Weakley ve ark., 2020a). Bunun yanında, sporcularda maksimal kuvvet gelişimi sağlayan antrenmanlar için ortalama hız, güç gelişimi sağlayan antrenmanlar için de zirve hız değerlerini kullanmanın daha uygun olacağı ifade edilmiştir (Dahlin, 2018; Baytaş ve ark., 2024).

Tillaar ve Ball (2020), yaptıkları çalışmalarında, yük-hız ilişkisi sayesinde şınav ile 1 MT tahmini bench press egzersizinin benzer üst vücut kuvveti ölçümüne olanak sağladığını vurgulamışlardır. Jukic ve Tufano (2019), geleneksel direnç antrenman yöntemi ile dinlen-yeniden çalış hıza dayalı antrenmanı karşılaştırdıklarında, %10 ve %20' lik hız kaybı eşiğindeki hıza dayalı antrenmanın özellikle ağır yüklerde daha iyi ortalama hız ve güç sürdürmeye olanak sağladığını rapor etmişlerdir.

Martinez ve ark., (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, sporculara squat, yarım squat ve leg press'den oluşan 3 farklı egzersiz uygulaması yaptırılmış ve sporcuların MPV değerleri ile %1RM yüzdesi değerleri arasında yüksek bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular, hıza dayalı direnç antrenmanlarında antrenörlerin sporcuların MPV değerlerini dikkate almaları gerektiği görüşünü desteklemektedir.

Literatürde kasılma hızlarının kas hipertrofisindeki etkisini inceleyen çalışmalar da mevcuttur (Cadore ve ark., 2014; Usui ve ark., 2016; Hackett ve ark., 2018). Bu çalışmaların bulgularının birbirinden farklılık gösterdikleri belirlenmiştir.

Usui ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada, orta ve yavaş hızlarda uygulanan direnç antrenman uygulamalarında, katılımcıların kuadriseps kas hipertrofisinde anlamlı bir artış olduğu fakat, yüksek hızlarda uygulanan direnç antrenman grubunda ise anlamlı bir artış olmadığı bulunmuştur. Ayrıca, hızlı ya da orta-yavaş direnç antrenman uygulamaları sonrasında katılımcıların hamstring kas hipertrofisinde anlamlı bir artış olmadığı tespit edilmiştir.

Buna karşın, Nogueira ve ark., (2009) tarafından yapılan bir başka çalışmada, yüksek hızlı antrenman sonrasında kuadriseps hipertrofisinde anlamlı bir artış bulurken, orta-yavaş antrenman sonrasında anlamlı bir artış bulamamıştır.

Tablo 2. Yaygın olarak kullanılan direnç antrenmanı egzersizleri için minimum hız eşik değerleri

Egzersiz	Çalışma	Denek Grubu	1 TM deki Ort. Hız	1 TM deki Hız
Bench press	Gonza'lez-Badillo ve Sa'nchez-Medinaa	120 genç sağlıklı erkek	0.16 ± 0.04 m/s	0.17 m/s
	Sa'nchez-Medinaa ve ark. Garcí'a-Ramosa ve ark.	75 sporcu	0.17 ± 0.04 m/s	
	Helms ve ark.	30 sağlıklı erkek	0.17± 0.03 m/s	
		15powerlifter sporcusu	0.10± 0.04 m/s	
Prone bench pull	Loturco ve ark. Sa'nchez-Medinaa ve ark.	30 sporcu	0.51 ± 0.07 m/s	0.50 m/s
		75 sporcu	0.52 ± 0.06 m/s	
	Garcí'a-Ramos ve ark.	26 sporcu	0.48 ± 0.04 m/s	
Prone pull- up	Sa'nchez-Moreno ve ark. Munoz-Lopez ve ark.	52 itfaiyeci adayı	0.20 ± 0.05 m/s	0.23 m/s
		82 direnç eğitilmiş erkek	0.26 ± 0.05 m/s	
Seated military press	Balsalobre- Fernandez ve ark.	39 direnç eğitilmiş katılımcı	0.19 ± 0.05 m/s	0.19 m/s
	Garcia-Ramosa ve ark.	24 sağlıklı katılımcı	0.20 ± 0.05 m/s	
Lat pulldown	Perez-Castilla ve ark.	23 sağlıklı katılımcı	0.47 ± 0.04 m/s	0.47 m/s
Seated cable row	Perez-Castilla ve ark.	23 sağlıklı katılımcı	0.40 ± 0.05 m/s	0.40 m/s
Squat	Conceicao ve ark. Sa'nchez-Medina ve Gonza'lez-Badillo Banyard ve ark.	15 erkek sporcu	0.32 ± 0.04 m/s	0.30 m/s
		80 kuvvet antrenmanlı erkek	0.32 ± 0.03 m/s	
		17 kuvvet antrenmanlı erkek	0.24 ± 0.06 m/s	
	Helms ve ark.	15 powerlifter sporcusu	0.23 ± 0.05 m/s	
Deadlift	Ruf ve ark.	11 kuvvet antrenmanlı sporcu	Belirtilmemiş	0.15 m/s
	Helms ve ark.	15 powerlifter sporcusu	0.14 ± 0.05 m/s	
	Lake ve ark.	12 erkek sporcu	0.16 ± 0.05 m/s	
Hip-thrust	De Hoyo ve ark.	102 spor bilimleri öğrencisi	0.25±0.03 m/s	0.25 m/s
Leg press	Conceicao ve ark.	15 erkek sporcu	0.21 ± 0.04 m/s	0.21 m/s

(Weakley ve ark., 2021b)

Yük ve Hız (Load-Velocity) Arasındaki İlişki

Yük-hız (LV) profilini oluşturmak, sporcunun belli bir zaman birimindeki gelişimini takip etmek için antrenör açısından oldukça faydalıdır. Özellikle hız temelli antrenmanlardaki adaptasyonlarla ilgilenen ve yalnızca maksimal gücü artırmaya odaklanmayan antrenörler için oldukça önemlidir.

Her bir birim antrenman sırasında hızın ölçülmesi, sporcunun hem o birim antrenmandaki durumunu hem de antrenman programının verimliliğini değerlendirmek için 1TM değerinin kullanılması, antrenöre yardımcı olabilmektedir (Jovanovic ve Flanagan, 2014; Bazuelo ve ark., 2015; Banyard, 2017; Cava ve ark., 2019; Soslu ve Çuvalcıoğlu, 2021; Atabaş, 2022; Çetin ve ark., 2022). Uygulanan direnç antrenmanlarında antrenman şiddetinin optimize edilmesi, nöromusküler yorgunluğun etkileri ve hız aralıklarının kontrolü gibi durumlar, bireysel yük-hız profili oluşturularak düzenlenebilmektedir. Bir antrenör için yük-hız profili ile antrenman yapmanın bazı avantajları bulunmaktadır. Antrenör bu sayade, antrenman uygulamaları arasındaki ve antrenman adaptasyonundan kaynaklı hız değişimlerini kolayca ayırt edilebilmektedir (Çetin ve ark., 2022).

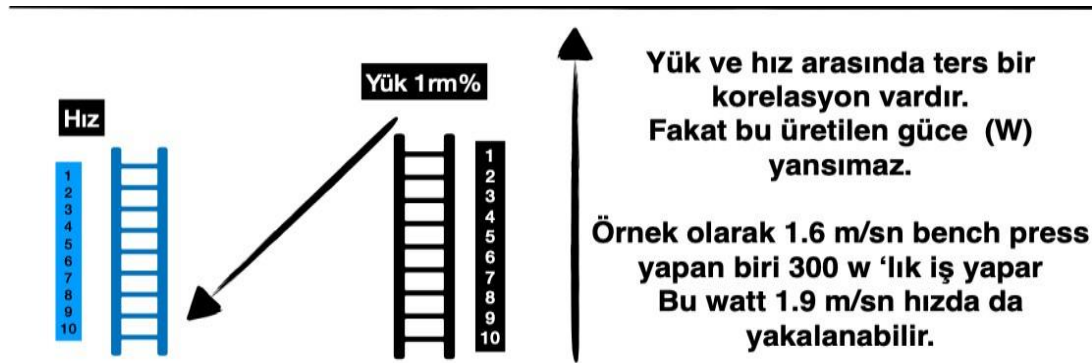
Araştırmalardan elde edilen sonuçlar, yük-hız ilişkisi ile geçerli ve güvenilir 1TM tahmini yapmayı zorlaştırmaktadır. Bu yüzden submaksimal yüklerle 1TM tahmininde ilgili egzersizler ile ilişkili, geçerliliği ve güvenilirliği ispatlanmış yöntemlerin kullanılması gerekmektedir.

Tablo 3. Back squat yapan bir sporcu için yük-hız (LV) profili geliştirme adımları

1. Uygulama	2. Uygulama
1. Dinamik ısınma ve stretching yapılır.	48 saatlik dinlenmenin ardından sporcu geri döner ve tekrarları 1TM'nin %20, 40, 60, 80 ve 90'ıyla tamamlar.
2. 1TM'nin %20, 40 ve 60 ile 3 tekrar yapar.	%20-60 yüklerde üç tekrar, %80-90 yüklerde ise 1 tekrar yapar.
3. 1TM'nin %80 ve %90'da birer tekrar yapar.	Birden fazla tekrar içeren setler için (yani, yükler %20-60), en hızlı MV'ye sahip olan değer kaydedilir.
4. Daha sonra 1TM'ye ulaşmak için maksimum beş denemeye izin verilir.	Bu bilgilerle, Microsoft Excel'de bağlı yüke göre çizilen ortalama hız (Mean Velocity) kullanılarak bireyselleştirilmiş LV profilleri oluşturulabilir.
5. Başarılı denemelerden sonra sporcuya danışılarak halter yükü 0,5 ile 2,5 kg arasında artırılabilir.	Doğrusal bir regresyon denklemi daha sonra seanslar içinde ve seanslar arasında antrenman yüklerini değiştirmek için kullanılabilir.
6. Doğru teknikte tam derinlikte yapılan son başarılı squat denemesi 1TM olarak belirlenebilir.	

*Testler arasında, 48 saat dinlenme süreleri verilmiştir (Weakley ve ark., 2021b)

WBT antrenmanları esnasında yük ve hız arasında yüksek bir ilişki bulunmaktadır (Şekil 2). Bu ilişki, birini diğerinden tahmin edebilmek (yükü hızdan-hızı yükten) açısından oldukça önemlidir. Konsantrik fazdaki hareket hızı, artan yük ve artan kuvvet çıkışı ile düşmektedir (Gonzalez-Badillo ve Sanchez-Medina, 2010; Parejo-Blanco ve ark., 2020; Çetin ve ark., 2022).



Şekil 2. Yük ve hız arasındaki ilişki

Her bir sporcu için, güç çıkışını en üst seviyeye ulaştıracak hız ve kuvvet arasında optimal bir denge bulunmaktadır ve bu, *kuvvet hız profili* olarak da bilinmektedir. Antrenman, sporcunun yük-hız profili oluşturulduktan sonra, bir hareket sırasında kuvvet veya hız eksikliği olup olmadığı belirlenerek kişiselleştirilebilir. Sporcunun en yüksek gücü ürettiği yük olarak tanımlanan maksimum yükü belirlemek, ancak yük-hız profilinin belirlenmesiyle mümkündür.

Direnç antrenmanı sırasında her sporcunun 1TM'in yüzdesine göre kaldıracağı ağırlıktaki ortalama hız değeri birbirinden farklı olacaktır (Dahlin, 2018) (Tablo 4).

Tablo 4. Yük-hız profili tablosu

% 1TM	Ortalama Hız (m/s)
20	1,41
40	1,16
60	0,86
80	0,55
90	0,40

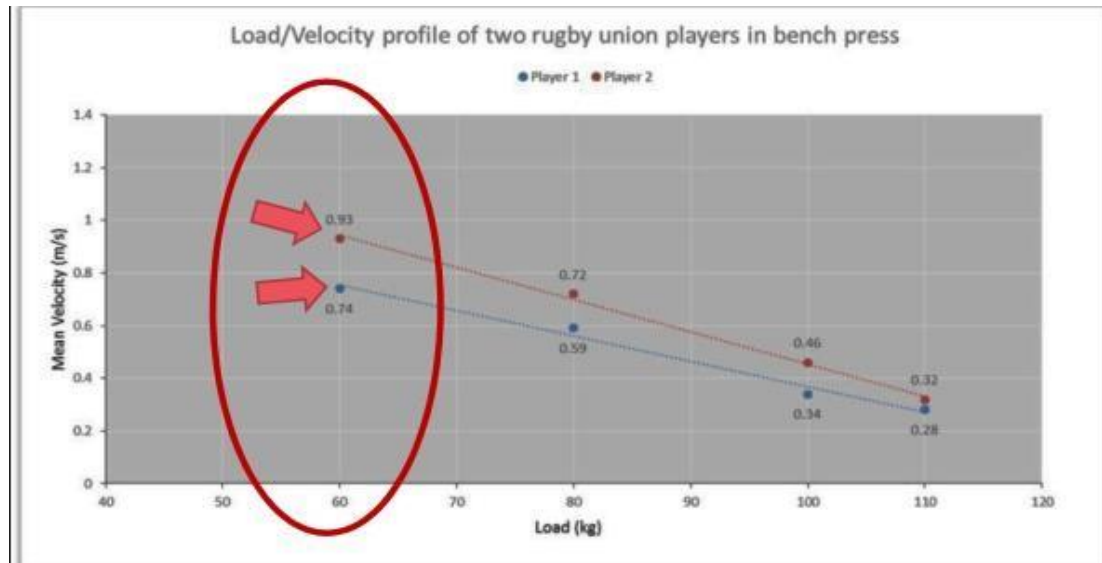
Sporcuların güçlerini etkili bir şekilde artırabilmeleri için mümkün olan en yüksek hızda antrenman yapmaları ve güç çıktıları artırılmaları gerekmektedir. Sporcuların yüksek güç çıkışları üreten bir kuvvet ve hız büyüklüğü kombinasyonu sağlayabilmeleri için maksimal yüklerde çalışmaları önerilmektedir (Dahlin, 2018; Hirsch ve Frost, 2021) (Tablo 5).

Tablo 5. Direnç antrenmanlarında yük-hız değerleri

Antrenman	Hız değeri (m/s)	Antrenman yükü
Maksimal kuvvet	<0.5 m/s	%80-100 1RM
Güç	0.7-1.3 m/s	%35-70 1RM
Hipertrofi	0.1-1 m/s	%50-90 1RM
Hız	>1.3 m/s	%25-45 1RM

(Balsalobre ve ark., 2016)

Sporcuların herhangi bir direnç antrenmanında 1TM değerleri aynı olabilmektedir. Fakat aynı değere sahip olan sporcuların ortalama hız değerleri birbirinden farklı olacaktır. Bir sporcunun, belirli bir yoğunluktaki ağırlığı yavaş kaldırması durumunda, kas kuvveti ve gücündeki gelişimler daha az olacaktır. Fakat bir diğer sporcunun, benzer yoğunluktaki ağırlığı hızlı bir şekilde kaldırabilmesi durumunda, kas kuvveti ve gücündeki gelişimler daha büyük olacaktır (Balsalobre ve ark., 2016; Balsalobre ve ark., 2017) (Şekil 3).



Şekil 3. Bench Press 1TM değeri 110 kg olan 2 Rugby oyuncusunun yük-ortalama hız tablosu

Sporcuların direnç antrenmanlarındaki 1TM yüzdesindeki hızları, kısa süreli güç odaklı bir antrenmandan ya da oluşan yorgunluktan sonra değişebilmektedir (Weakley ve ark., 2020b). Antrenörler sporcuların öncelikle ortalama kuvvet hız değerlerini belirlemeleri, daha sonra 1TM'nin %30-85'i arasında değişen yüklerle 4-6 tekrar içeren çalışmalar yaptırmaları (Jovanovic ve Flanagan, 2014) ve setler arasında ise 3-5 dakikalık dinlenme süreleri vermeleri tavsiye edilmektedir (Balsalobre-Fernandes ve Torres-Ronda, 2021).

Hıza dayalı direnç antrenmanlarında, çalışma hızının 1 m/s' den büyük olduğu düşük yüklerle yapılan çalışmalarda 3 tekrar, 0,65- 1,0 m/s hızlardaki orta yüklerde 2 tekrar ve 0,65 m/s' den küçük hızdaki ağır yüklerde ise 1 tekrar yapılması önerilmektedir (Sanchez ve ark., 2010).

Yük -Hız Profili Oluşturma Protokolü

Antrenör, bir direnç antrenmanı sırasında sporcunun tahmini veya gerçek 1 TM'sini kullanmalıdır. Bu yapıldıktan sonra antrenörün aşağıdaki test prosedürünü uygulaması önerilmektedir (Loturco ve ark., 2017).

Set 1: 1 TM'in %45 ile 4 tekrar

Set 2: 1 TM'in %55 ile 3 tekrar

Set 3: 1 TM'in %65 ile 1-2 tekrar

Set 4: 1 TM'in %75 ile 1-2 tekrar

Set 5: 1 TM'in %85 ile 1-2 tekrar

Set 6: 1 TM'in %95 ile 1-2 tekrar

Sporcuların Günlük Psikolojik Değişimleri ve Sakatlık Durumları

Antrenörler genellikle sporcuların 1RM değerleri üzerinden bir antrenman planlaması yapmaktadırlar. Fakat sporcuların ruh halleri gün içinde farklılık gösterebilmektedir. Sporcunun o günkü mental günlük dalgalanmalarına bağlı olarak performansında bazı düşüşler yaşanabilmektedir (Şekil 4).

Antrenörlerin direnç antrenmanları öncesinde sporcuların bu durumlarını dikkate almaları ve buna göre bir planlama yapmaları önerilmektedir (Fernandes ve Ronda, 2021).



Şekil 4. 1TM'deki varsayımsal günlük dalgalanmalar

Yukarıdaki grafiğe göre, bir sporcunun 1TM'sinin günlük olarak değişebileceği görülmektedir. Bu durum, pazartesi günü yapılan back squat hareketinde sporcunun 1TM %80'inin, salı günü yapılan aynı hareketin 1TM %80'ine eşit olmayabileceği anlamına gelmektedir. Bu ikilemi sona erdirmek ancak, uygulayıcıların hareket hızının 1TM yüzdesi yerine yoğunluğun bir göstergesi olarak ölçülmesiyle mümkün olacaktır (Fernandes ve Ronda, 2021). Sporcuların antrenman durumu, biyolojik faktörler, yorgunluk, beslenme programı ve uyku gibi faktörler nedeniyle sporcuların 1 TM değerlerinde %36' ya kadar dalgalanmalar olabileceği bildirilmiştir (Orser ve ark., 2020).

Hıza dayalı antrenman uygulamaları ile sporcunun antrenmanlarındaki anlık değişimleri gözlenerek çalışılacak yükün belirlenmesinin daha doğru bir uygulama olacağı bilinmektedir. Bu da antrenman boyunca maksimum performansın elde edilmesine katkıda bulunacaktır. Bu uygulamada, sporcu gerçekleştirebileceği şiddetten daha yüksek bir şiddete maruz kalmayacağı için sakatlık riski de daha az olacaktır (Çetin ve ark., 2022).

Hız Ölçüm Yöntemleri

Hıza dayalı direnç antrenmanlarında antrenörün sporcunun hareket hızını doğru ve hızlı bir şekilde hesaplaması oldukça zordur. Bunun için, LPT (linear position transducer), hızlı çekim yapan kameralar veya üç boyutlu hareket yakalama sistemleri ve akıllı telefon uygulamaları gibi teknolojik cihazlara ihtiyaç duyulmaktadır (BalsalobreFernandes ve Torres-Ronda, 2021; Hirsch, 2018). Ancak bazı cihazların veri işlemede zaman, taşınabilirlik ve maliyet gibi bazı sorunları olması sebebiyle kullanımlarının kısıtlı olduğu

bildirilmiştir (Hirsch, 2018). Bu cihazların içinde en çok tercih edilen cihaz LPT' dir. Antrenör ve sporculara antrenman hedeflerine ulaşmada yardımcı olan bu cihaz, hareket sırasında bir nesnenin konum verilerini kaydetmede kullanılmaktadır (Hirsch, 2018). LPT cihazının sporcuların zirve hız ve ortalama hız ölçümlerinde, ivmeölçerlerden daha doğru ölçümler yaptıkları gösterilmiştir (Brooks ve ark., 2022). Hacim olarak küçük olan bu cihaz, barın ya da sporcunun üstüne takılarak kullanılabilir. Ağırlığın kaldırması sırasında sporcu ya da bar hareket ettikçe, cihazdaki kablonun uzunluğunda bazı değişimler meydana gelmekte, bu değişimler elektrik sinyaline dönüştürülmekte ve bilgisayar sistemi ile ölçülerek kaydedilmektedir (Dahlin, 2018).

Tablo 6. Yaygın olarak kullanılan hıza dayalı antrenman yöntemleri tablosu

Yöntem	Yük	Set sayısı	Tekrar sayısı	Yük
	Dış yük sporcunun yük hız profilinden hesaplanır. Setin tamamlanmasında, ortalama set hızının başta öngörülen hızın $0,06 \text{ ms}^{-1}$ içinde olması gerekmektedir.	Öngörülen	Öngörülen	Esneklik var
Set ortalama hızı	Ortalama set hızı $\pm 0,06 \text{ ms}^{-1}$ ise, dış yük ise 1RM'nin %4-5'i kadar ayarlanır.			
Set ortalama hızı + hız kaybı eşikleri	Dış yük, sporcunun yük-hız profiline göre belirlenmektedir. Set sonlandırmanın ne zaman gerçekleşeceğini belirlemek için hız kaybı eşik değerleri kullanılmalıdır. Set tamamlandığında, ortalama set Hızın gerekli bir hız bölgesi içinde olması gerekir. Ortalama set hızı bu bölge içinde değilse, dış yük manipüle edilebilir.	Öngörülen	Esneklik var	Esneklik var
Hedeflenen hız + Hız kaybı eşikleri	Sporcuya bir başlangıç hızı veya hız aralığı verilir ve dış yük istenen hızı karşılayacak şekilde değiştirilir. Seti sonlandırmayı belirlemek için hız kaybı eşik değeri (örn. %10) kullanılır.	Öngörülen	Esneklik var	Esneklik var
Sabit set + hız kaybı eşik	Dış yük sporcunun yük hız profilinden hesaplanır. Hız, hız eşiklerinin altına düştüğünde sporcunun seti sonlandırmasıyla birlikte bir hız kaybı eşik (örneğin %10) sağlanır.	Öngörülen	Esneklik var	Öngörülen

Sabit toplam tekrar + esnek set + hız kaybı eşiği	Antrenman öncesi, yapılacak tekrarların toplam sayısı belirlenir. Dış yük, yük hız profilinden hesaplanır ve hız kaybı eşiği, setin sonlandırılması için kullanılır. Sporcuların öngörülen sayıda tekrarı tamamlamak için ihtiyaç duydukları kadar sete izin verilir.	Esneklik var	Öngörülen	Öngörülen
Sabit set + hız eşiği + tekrar sayıları	Yük, yük-hız profilinden veya hedeflenen hızdan belirlenir. Buna göre de bir hız kaybı eşik değeri belirlenir (örneğin, %10). Ayrıca yapılacak egzersizdeki tekrar limitleri belirlenir. Sporcular, tekrar limitlerine ulaşıncaya ya da tekrar hızı, hız kaybı eşik değerinin altına düşünceye kadar öngörülen yükü kullanarak egzersiz yaparlar.	Öngörülen	Esneklik var	Öngörülen

Öngörülen: Seans öncesinde ya da set sonrasında belirlenmiş. **Esneklik var:** Genellikle sporcuya uygulanacak yük miktarının önceden bilinmemesi (yorgunluk durumuna göre değişmekte) (Banyard ve ark., 2018).

Hıza Dayalı Direnç Antrenman Uygulamalarında Program Oluşturma

Antrenman sonuçları üzerinde daha fazla kontrole sahip olma yeteneği, güç ve kondisyon antrenörleri için heyecan verici bir olasılık olsa da VBT aracılığıyla kullanılabilen çeşitli programlama yöntemlerini anlamak, etkili antrenman programlarının tasarlanması için hayati öneme sahiptir. Literatürde kouyla ilgili yapılan bazı çalışmalar, belirli bir 1TM yüzdesi ile ilişkili hızın antrenman seansları arasında tutarlı olduğunu öne sürmektedir (Balsalobre ve ark., 2017; Banyard ve ark., 2018). Ancak belirli bir %1TM'deki hızın yorgunluk nedeniyle veya kısa süreli güç odaklı direnç antrenmanı programından sonra değişebileceği gösterilmiştir (Perez ve Garcia, 2020). Bu nedenle, bağıl yüklerin doğru şekilde belirlenmesi için LV ilişkisinin periyodik olarak değerlendirilmesi tavsiye edilmektedir. Bunu göz önünde bulundurarak, sporcular ve antrenman seansları arasında egzersiz hızındaki göreceli kayıplar, belirli bir göreceli yoğunlukta tutarlı iç ve dış tepkilere neden olmaktadır (Weakley ve ark., 2020c).

Sporcunun performans çıktısında gerek antrenman yönteminin gerekse antrenman modunun önemli bir etken olduğu bildirilmiştir (Dahlin, 2018; Tillaar ve Ball, 2020). Antrenman döngüsü boyunca kuvvetteki değişiklikler nedeniyle, yüzdeye dayalı program ilgili bir sorun, antrenör tarafından belirlenen göreceli yükün, antrenman sırasında tamamlanan göreceli yüklerle eşleşmeyebilmesidir. Örneğin, 4 hafta öncesi maksimum güç testi, yükün doğru şekilde belirlenmesini sağlamayacaktır. Özellikle antrenmansız sporcular için, yeni bir antrenman programının başlamasından birkaç hafta sonra sporcuların 1TM değerleri artacağı için bu değer

güncellenmesi gerekmektedir (Folland ve Williams, 2007, Schoenfeld ve ark., 2014). Bu nedenle, antrenörlerin antrenmanlarda sporcularına doğru antrenman yükleri uygulayabilmeleri için, sporcuların 1RM değerlerini sık sık almaları önerilmektedir (Gonzalez-Badillo ve Sanchez- Medina, 2010; Tillaar ve Ball, 2020).

Direnç antrenmanlarında birçok farklı yöntem kullanılmaktadır. Bunların arasında en çok tercih edilen iki yöntem, ya hedeflenen bir antrenman hızını (örneğin, bir sporcu o gün hedeflenen belirli bir aralıkta bir dış yük bulur [örneğin, $0,70 \pm 0,05 \text{ m/s}^{-1}$] (Weakley ve ark., 2020c) ya da önceden belirlenmiş bir LV (load-velocity) profilindeki bir hızı karşılayan bir yükü (1RM yüzdesi olarak) kullanmaktır (Dorrell ve ark., 2020). Bu iki yöntem, antrenörlere güvenilir ve uzun vadeli planlama yapılması konusunda destek olmaktadır. Ayrıca, antrenman sırasında uygun yüklemenin gerçekleştiğinden emin olmak için sporcu veya antrenör tarafından sadece bir önceki setin ortalama hızına (MV) (Dorrell ve ark., 2020) veya sonraki setin ilk tekrarına (Weakley ve ark., 2020d) bakılarak dış yükte seans içi değişikliklerin yapılması önerilmektedir. Alternatif olarak, bu bilgi antrenörlere bir antrenman seansının sonlandırılmasıyla ilgili karar aşamasında rehberlik edebilir (örneğin, bir sporcu belirli bir yükte gerekli hızları sürekli olarak karşılayamıyorsa, bu yorgunluğa işaret edebilir).

VBT ile programlamanın benzersiz bir yönü de “*esnek*” veya “*sabit*” set ve tekrar şemalarına izin vermesidir. Geleneksel antrenman programlama yöntemleri esnek değildir. Bu yöntemler, sporcuların bireysel özelliklerini dikkate almadıkları için sporcular üzerinde aşırı yorgunluk yaratabilmektedirler. Ancak VBT yöntemi, sporculardaki farklılıkları ve fizyolojik özellikleri dikkate aldığı için antrenman yükünün hafiflemesine katkıda bulunmaktadır (Weakley ve ark., 2020d).

Uygun hız kaybı sınırlarının ve bunların ardından gelen yorulma tepkilerinin tanımlanmasıyla, bu esnek programlama yöntemleri farklı yorgunluk oranlarını, sporcular arası heterojenliği ve günlük hazır olma durumunu hesaba katabilmektedir (Weakley ve ark., 2020c). Bu durum, bir sporcunun önceki maksimumunun bir yüzdesine dayanan düzenli set ve tekrar şemaları ile karşılaştırıldığında, sporcular arasında ve içindeki hem hız hem de güç çıktılarının yüksek düzeyde tutarlılığı son araştırma bulgularıyla desteklenmektedir (Weakley ve ark., 2017; Brooks ve ark., 2022).

Bir değişikliğin pratikte ne kadar önemli olabileceğini bilmek için, antrenörlerin belirleyici bir değişiklik için bir eşik değeri belirlemeleri ve değişiklikleri bu değere göre değerlendirmeleri önerilmektedir. Performanstaki değişiklikleri değerlendirirken, *sporcu içi standart hata*, değişiklik puanları etrafında bireysel

bir güven aralığı oluşturmak ve gözlemlenen bir performans değişikliğindeki belirsizliği temsil etmek için kullanılabilir. Bunun yanında, pratik öneme sahip bir eşik belirlendikten sonra, antrenörler daha önce bahsedilen kavramları birleştirebilir ve bir sporcunun hıza dayalı test verileri hakkında daha doğru bir karar verebilirler (Cuevas ve ark., 2018).

Gelecekteki Yönelimler

VBT metodolojileri yeni olmamakla birlikte, daha yeni teknolojilerin ve sistemlerin sürekli olarak geliştirilmesi, hıza dayalı protokolleri daha önce hiç olmadığı kadar erişilebilir hale getirmiştir. Her son teknoloji antrenman ilerlemesinde olduğu gibi, bilim şu anda bu tür sistemlerin çoğunda pazarlamanın gerisinde kalmaktadır. Bununla birlikte, ister daha geleneksel bir LPT ünitesi (linear position transducers), ister düşük fiyatlı bir IMU sistemi (inertial measurement units), ister son teknoloji ürünü kamera tabanlı bir sistem olsun, tüm VBT araçları güç ve kondisyon antrenörlerine sporculara uygulanacak antrenman yükü konusunda daha bilinçli kararlar alabilecekleri ek veriler sağlamayı vaat etmektedir.

En önemlisi, şu anda mevcut olan üç ana VBT sistemi türünün güvenilirliği ve geçerliliği hala tartışma konusudur. Örneğin, IMU tabanlı üniteler uygun maliyetleri ve tipik zengin kullanıcı deneyimleri nedeniyle giderek daha popüler hale gelirken, bu tür sistemlerin doğruluğu hala tespit edilmeye çalışılmaktadır. Benzer şekilde, kamera tabanlı sistemler, yalnızca daha önce mümkün olmayan veri noktalarını takip etme ve ölçme kabiliyetleri nedeniyle değil, aynı zamanda takım tabanlı bir antrenman seansında sporcuların en yüksek hız, en yüksek toplam güç üretimi vb. için birbirleriyle rekabet edebilmelerine olanak sağladıkları için kullanılmaktadır, ancak henüz çok az araştırma bu tür yaklaşımların etkilerini araştırmıştır.

Spor bilimleri literatüründe, sporcuların akselerasyon ve deselerasyon aktivitesi sırasında akut ve kronik kas-iskelet yaralanmaları (tendinopatiler, ACL yaralanmaları gibi) açısından büyük risk altında olduklarını gösteren önemli kanıtlar bulunmaktadır. Bu derleme çalışmasının kapsamı dışında olmakla birlikte, giyilebilir aktivite takip cihazları ve tam özellikli yük yönetim platformları (Polar Team Pro, Catapult ve diğerleri gibi) dahil olmak üzere daha yeni çağdaş teknoloji, atletik performansın birçok yönüyle ilgili gerçek bir ek veri ağı sağlayabilir. Antrenörler, antrenman yüklerini ve gelişimlerini reçete etmek ve tüm antrenman kararlarını program etkinliğinin gerçek zamanlı kanıtlarına dayandırmak için müsabaka ve antrenmanlar sırasında toplanan bu verilerden yararlanabilir.

Ayrıca, VBT sağlıklı sporcular için son dönemlerde sıklıkla kullanılırken, rehabilitasyon uzmanları VBT ile ilgili verilerin iyileşmekte olan bir sporcuya değerli geri bildirimler sağlamada, ağrı, acı ve diğer

faktörleri ayarlamak için belirli bir günde antrenman yüklerini optimize etmede ve genel olarak egzersiz ilerlemesiyle ilgili kararları bilgilendirmede faydasını kabul etmeye başlamıştır. İlgili literatür incelendiğinde, mevcut çalışmaların VBT'nin sporculardaki bir ameliyat sonrası rehabilitasyon veya diğer uzun vadeli iyileşme için bir kaynak olarak bilimsel uygulanabilirliğini ortaya koymada yetersiz oldukları görülmüştür.

Bu alanda gelecekte yapılacak çalışmaların, VBT'yi rehabilitasyon alanının kritik bir parçası haline getirerek rehabilitasyon uzmanına sporcunun günden güne ve zaman içinde iyileşmesini takip etmek için son derece bilgilendirici veriler sağlayabilecekleri öngörülmektedir.

Bunun yanında, ilgili konu üzerinde farklı branşlarda, farklı yaş ve cinsiyetleri içeren uzun süreli randomize kontrollü çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu çalışmalar sayesinde, VBT 'nin farklı popülasyonlardaki ve uzun vadeli etkileri de test edilmiş olacaktır. Ayrıca, antrenörlerin konuyla ilgi daha derinlemesine bir bilgiye sahip olmalarına ve daha objektif değerlendirmeler yapabilmelerine imkan sağlanacaktır.

Sonuç ve Öneriler

Hıza dayalı kuvvet antrenmanı yöntemi (VBT), antrenörler için sporcularda optimal performans için yeni ve alternatif bir yol sunmaktadır. VBT'nin direnç antrenmanlarında kullanılan geleneksel yaklaşımların kısıtlılıklarına alternatif çözümler getirdiği görülmektedir. Direnç antrenmanlarında hareket hızının takibi, antrenmanların şiddetinin ve hacminin düzenlenmesinde bireysellik ilkesine güçlü katkılar sağlamaktadır. Ayrıca eş zamanlı geri bildirim ve maksimal kuvvet düzeyinin submaksimal yüklerle tahmini VBT yaklaşımının avantajlı durumlarıdır.

Hıza dayalı direnç antrenmanlarında antrenörün sporcunun hareket hızını doğru ve hızlı bir şekilde hesaplaması da LPT cihazının pratik, ucuz ve kolay ulaşılabilir olması nedeniyle antrenörler tarafından kullanılmalrı önerilmektedir.

VBT yönteminin kullanımıyla, antrene edilmek istenen özellik ile uygun yük doğru şekilde eşleştirilmiş olacak ve antrenman veriminde bir artış sağlanmış olacaktır. Ayrıca sporcu doğru yüklerde çalışacağı için sporcunun sakatlık riskin de bir azalış meydana gelecektir.

Bu yöntem, sporcularda kuvvet gelişimine yönelik çalışmaların yapıldığı yarışma dönemlerinde geleneksel kuvvet antrenman yöntemine göre daha uygun olabilir. VBT, sporcuyla antrenmana yalnızca motive etmekle kalmayacak, aynı zamanda antrenmanların kalitesinin de artmasına hizmet edecektir.

Literatürde konuyla ilgili yapılan çalışmaların bulguları, VBT sırasında uygulanan geri bildirimlerin performansı artırdığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla VBT uygulamaları sırasında, tekrarlar esnasında sporculara antrenörler tarafından görsel ve sözel geri bildirimler verilmesi tavsiye edilmektedir.

Bunun yanında, VBT uygulamalarında, antrenörlerin rölatif yük ve hız ilişkileri kullanılırken, mutlak hız bölgeleri verileri yerine bireyselleştirilmiş yük-hız profilinden elde edilmiş hız verilerini kullanmaları da önerilmektedir.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Yazarlar derlemede kullanılan çalışmaların tüm yazarlarına teşekkür eder.

Finans Kaynakları

Bu çalışmanın hazırlanması ve yazımı sırasında kurum ve/veya kuruluşlardan herhangi bir maddi destek alınmamıştır.

Çatışma Beyanı

Bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: HE, AY; *Tasarım:* HE, AY; *Veri Toplama ve/veya İşleme:* HE, AY; *Analiz ve/veya Yorum:* HE, AY; *Kaynak Taraması:* HE, AY; *Makalenin Yazımı:* HE, AY; *Eleştirel İnceleme:* HE, AY.

Araştırmanın Etiği

Bu araştırma derleme niteliğinde olduğu için, etik kurul kararına ihtiyaç duyulmamaktadır.

Kaynaklar

- Abbott, J.C., Wagle, J.P., Sato, K., Painter, K., Light, T.J., Stone, M.H. (2020). Validation of inertial sensor to measure barbell kinematics across a spectrum of loading conditions. *Sports* (Basel). 8(7): 93-99. <https://doi.org/10.3390/sports8070093>
- Atabaş, E.G. (2022). Hıza dayalı ve geleneksel kuvvet antrenmanlarının bazı fizyolojik ve motorik özellikler üzerine etkisinin karşılaştırılması, *Doktora Lisans Tezi*, Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Atkinson, G., Nevill, A.M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*. 26: 217-38. doi: 10.2165/00007256-199826040-00002.
- Balsalobre-Fernández, C., Kuzdub, M., Poveda-Ortiz, P., Campo-Vecino, J.D. (2016). Validity and reliability of the Push wearable device to measure movement velocity during the back squat exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 30 (7): 1968-74. doi: 10.1519/JSC.0000000000001284
- Balsalobre-Fernández, C., Garcí'a-Ramos, A., Jimé'nez-Reyes, P. (2017). Load-velocity profiling in the military press exercise: Effects of gender and training. *International Journal of Sports Science Coaching* 13: 743-50. doi: 10.1177/1747954117738243
- Balsalobre-Fernández, C., Torres-Ronda, L. (2021). The implementation of velocity-based training paradigm for team sports: framework, technologies, practical recommendations and challenges. *Sports* (Basel). 9(4): 47-56. <https://doi.org/10.3390/sports9040047>
- Banyard, H.G., Nosaka, K., Haff, G.G. (2017). Reliability and validity of the load-velocity relationship to predict the 1RM back squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 31(7): 1897-904. doi. 10.1519/JSC.0000000000001657
- Banyard, H.G., Nosaka, K., Vernon, A.D., Haff, G.G. (2018). The reliability of individualized loadvelocity profiles. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 13: 763- 69. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0610>
- Baytaş, E., Tükenmez, M., Ayaz, E. (2024). Velocity- Based Approach to Strength Training: A Traditional Review. *Dede Korkut Spor Bilimleri Dergisi*, 2(2); 1-12.
- Bazuelo-Ruiz, B., Padial, P., García-Ramos, A., Morales-Artacho, A.J., Miranda, M.T., Feriche, B. (2015). Predicting maximal dynamic strength from the load-velocity relationship in squat exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 29(7): 1999-2005. Doi: 10.1519/JSC.0000000000000821
- Bompa, T.O., Buzzichelli, C. (2018). Periodization: Theory and methodology of training. Sixth Edition. Champaign, IL: Human Kinetics, Inc. doi: 10.5040/9781718225435
- Brooks, T.J., Fleming, W., Munger, L, Munger, K. (2022). Velocity-Based Training: Current Concepts and Future Directions, *Topics Exerc Sci Kinesiol* 3(1): 1-17.
- Cadore EL, González-Izal M, Pallarés JG, Rodríguez-Falces J, Häkkinen K, Kraemer WJ, Pinto RS, Izquierdo M. (2014). Muscle conduction velocity, strength, neural activity, and morphological changes after eccentric and concentric training. *Scand J Med Sci Sports*. 24(5): e343-52. doi: 10.1111/sms.12186.
- Cava, A.M., Navarro, R.M., Medina, L.S., González-Badillo, J.J., Pallarés, J.G. (2019). Velocity- and power-load relationships in the half, parallel and full back squat. *Journal of Sports Sciences*, 37(10): 1088-96. doi: 10.1080/02640414.2018.1544187.
- Conceicao, F., Fernandes, J., Lewis, M., Gonzalez-Badillo, J.J., Jimenez-Reyes, P. (2016). Movement velocity as a measure of exercise intensity in three lower limb exercises. *Journal of Sports Sciences*, 34: 1099-1106. Doi: 10.1080/02640414.2015.1090010
- Cuevas-Aburto, J., Ulloa-Diaz, D., Barboza Gonzalez, P., Chiroso-Rios, L.J., Garcia Ramos, A. (2018). The addition of very light loads into the routine testing of the bench press increases the reliability of the force-velocity relationship. *PeerJ*, 6: e5835. Doi: 10.7717/peerj.5835
- Cunanan, A.J., DeWeese, B.H., Wagle, J.P., Carroll, K.M., Sausaman, R., Hornsby, W.G., Haff, G.G., Triplett, N.T., Pierce,

- K.C., Stone, M.H. (2018). The general adaptation syndrome: A foundation for the concept of periodization. *Sports Medicine*. 48: 787-97. Doi. 10.1007/s40279-017-0855-3.
- Çetin, O., Kaya, S., Sungur, Y., Demirtaş, B. (2022). Direnç Antrenmanlarına Güncel Yaklaşım: Hız Temelli Antrenman: Geleneksel Derleme, *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Science*, 14(1): 124-34. doi: 10.5336/sportsci.2021-85657
- Dahlin, M. (2018). The use of velocity-based training in strength and power training. A systematic review. Kalmar Vaxjö.
- Dorrell, H., Smith, M., Gee, T. (2020). Comparison of velocity-based and traditional percentage based loading methods on maximal strength and power adaptations. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 34: 46-53. doi: 10.1519/JSC.0000000000003089
- Fernandes, B.C., Ronda, T.L. (2021). The implementation of velocity-based training paradigm for team sports: Framework, technologies, practical recommendations and challenges. *Sports* (9): 47-56. <https://doi.org/10.3390/sports9040047>
- Fleck, S.J. (2011). Non-linear periodization for general fitness & athletes. *Journal of Human Kinetics*. 29(A): 41-45. doi: 10.2478/v10078-011-0057-2
- Folland, J.P., ve Williams, A.G. (2007). Morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Medicine*, 37(2): 145-68. doi: 10.2165/00007256-200737020-00004
- García-Ramos, A., Pesta-a-Melero, F.L., Pérez-Castilla, A., Rojas, F.J., Haff, G.G. (2018). Differences in the load-velocity profile between 4 bench-press variants. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 13(3): 326-31. doi: 10.1123/ijsp.2017-0158.
- García-Ramos, A., Suzovic, D., Pérez-Castilla, A. (2021). The load-velocity profiles of three upper- body pushing exercises in men and women. *Sports Biomechanics*. (20): 693-705. doi: 10.1080/14763141.2019.1597155.
- Gonzalez-Badillo, J.J., Sanchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 3: 347-52. Doi: 10.1055/s-0030-1248333
- Gonzalez-Badillo, J.J., Yanez-Garcia, J.M., Mora-Custodio, R., Rodriguez Rosell, D. (2017). Velocity loss as a variable for monitoring resistance exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 38: 217-25. Doi: 10.1055/s-0042-120324
- Guerriero, A., Varalda, C., Piacentini, M.F. (2018). The role of velocity based training in the strength periodization for modern athletes. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 3(4): 55-64. <https://doi.org/10.3390/jfmk3040055>
- Hackett, D.A., Davies, T.B., Orr, R., Kuang, K., Halaki, M. (2018). Effect of movement velocity during resistance training on muscle-specific hypertrophy: A systematic review. *European Journal of Sport Science*, 18(4); 441-503. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1434563>
- Hecksteden, A., Pitsch, W., Rosenberger, F., Meyer, T. (2018). Repeated testing for the assessment of individual response to exercise training. *Journal of Applied Physiology*, 124(6): 1567-79. Doi: 10.1152/jappphysiol.00896.2017
- Hirsch, S.M. (2018). Instrument, analysis and coaching considerations with velocity-based training. Master of Science Department of Exercise Science University of Toronto. Master Thesis.
- Hirsch, S.M., & Frost, D.M. (2021). Considerations for velocity-based training: The instruction to move as fast as possible is less effective than a target velocity. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 35(2S): 89-94. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003233>
- Hopkins, W.G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine* 30: 1-15. Doi. 10.2165/00007256-200030050-00006
- Hopkins, W.G.S. (2018). A spreadsheet for monitoring an individual's changes and trend. *Sport Science* 21:5-9.
- Hughes, L.J., Banyard, H.G., Dempsey, A.R., Peiffer, J.J., Scott, B.R. (2019a). Using load-velocity relationships to quantify training-induced fatigue. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33: 762-73. Doi: 10.1519/JSC.0000000000003007
- Hughes, L.J., Banyard, H.G., Dempsey, A.R., Scott, B.R. (2019b) Using a load-velocity relationship to predict one repetition

- maximum in free-weight exercise: A comparison of the different methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(9): 2409-19. Doi: 10.1519/JSC.0000000000002550
- Izquierdo, M., Gonzalez-Badillo, J.J., Häkkinen, K., Ibanez, J., Kraemer, W.J., Altadill, A., Eslava, J., Gorostiaga, E.M. (2006). Effect of loading on unintentional lifting velocity declines during single sets of repetitions to failure during upper and lower extremity muscle actions. *International Journal of Sports Medicine*. 27: 718-24. doi: 10.1055/s-2005-872825.
- Jovanovic, M., Flanagan, E.P. (2014). Researched applications of velocity based strength training. *Journal of Australian Strength and Conditioning (JASC)*. 22(2): 58-69.
- Jukic, I., King, A., Sousa, C.A., Prnjak, K., McGuigan (2023). Implementing a velocity-based approach to resistance training: the reproducibility and sensitivity of different velocity monitoring technologies. *Scientific Reports*, 2;13(1): 7152. doi: 10.1038/s41598-023-34416-0.
- Loturco, I., Kobal, R., Moraes, J.E., Kitamura, K., Cal Abad., C.C., Pereira, L.A., Nakamura, F.Y. (2017). Predicting the maximum dynamic strength in bench press: the high precision of the bar velocity approach. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4): 1127-31. doi: 10.1519/JSC.0000000000001670.
- Mann, J.B., Ivey, P.A., ve Sayers, S.P. (2015). Velocity-based training in football. *Strength & Conditioning Journal*, 37: 52-57. Doi: 10.1519/SSC.0000000000000177
- Mann, J.B., ve Kazadi, K. (2016). Developing explosive athletes: use of velocity based training in athletes paperback. 1st Edition. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Martínez-Cava, A., Hernández-Belmonte, A., Courel-Ibáñez, J., Morán-Navarro, R., González- Badillo, J.J., Pallarés, J.G. (2020). Reliability of technologies to measure the barbell velocity: Implications for monitoring resistance training. *PLOS ONE* 15(7): e0236073. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236073>.
- Nagata, A., Doma, K., Yamashita, D., Hasegawa, H., Mori, S. (2018). The effect of augmented feedback type and frequency on velocity based training-inducen adaptation and retention. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 34(11): 3110-17. Doi: 10.1519/JSC.0000000000002514
- Nieto-Acevedo, R., Romero-Moraleda, B., Montalvo-Pérez, A., García-Sánchez, C., Marquina- Nieto, M., Mon-López, D. (2023). Sex differences in the load-velocity profiles of three different row exercises. *Sports (Basel)*. 9;11(11): 220. doi: 10.3390/sports11110220.
- Nogueira, W., Gentil, P., Mello, S. N., Oliveira, R. J., Bezerra, A. J., & Bottaro, M. (2009). Effects of power training on muscle thickness of older men. *International Journal of Sports Medicine*, 30(3), 200–204. doi: 10.1055/s-0028-1104584
- Orser, K., Agar-Newman, D. J., Tsai, M. C., & Klimstra, M. (2020). The validity of the Push Band 2.0 to determine speed and power during progressively loaded squat jumps. *Sports Biomechanics*, 23(1), 109–117. <https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1829691>
- Page M J, McKenzie J E, Bossuyt P M, Boutron I, Hoffmann T C, Mulrow C D et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews *BMJ*, 372 :n71 doi:10.1136/bmj.n71
- Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., SanchisMoysi, J., Dorado, C., Mora- Custodio, R., Yáñez-García, J.M., et al.(2017a). Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 27(7): 724-35. doi: 10.1111/sms.12678.
- Pareja-Blanco, F., Sánchez-Medina, L., Suárez-Arrones, L., González-Badillo, J.J. (2017b). Effects of velocity loss during resistance training on performance in professional soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12: 512-19. doi: 10.1123/ijsp.2016-0170.
- Perez-Castilla, A., Piepoli, A., Delgado-Garcia, G., Garrido-Blanca, G., Garcia-Ramos, A. (2019). Reliability and concurrent validity of seven commercially available devices for the assessment of movement velocity at different intensities during the bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33: 1258-65. doi: 10.1519/JSC.0000000000003118.

- Perez-Castilla, A., Garcia-Ramos, A. (2020) Changes in the load-velocity profile following power and strength-oriented resistance training programs. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15; 15(10): 1460-66. doi: 10.1123/ijssp.2019-0840. doi: 10.1123/ijssp.2019-0840.
- Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Sanchis-Moysi, J., Dorado, C., Mora-Custodio, R., Yáñez-García, J.M., et al. (2017). Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(7): 724-35. doi: 10.1111/sms.12678.
- Pareja-Blanco, F., Alcazar, J., Sánchez-Valdepe-As, J., Cornejo-Daza, P.J., Piqueras-Sanchiz, F., Mora-Vela, R., Sánchez-Moreno, M., et al. (2020). Velocity loss as a critical variable determining the adaptations to strength training. *Medicine & Science in Sports & Exercise (MSSE)*, 52(8): 1752-62. doi: 10.1249/MSS.0000000000002295.
- Ramos, A.G. (2024). Resistance training intensity prescription methods based on lifting velocity monitoring. *International Journal of Sports Medicine*, 45(4): 257-66. doi: 10.1055/a-2158- 3848.
- Ribeiro, J., Alfonso, J., Camoes, M., Sarmiento, H.S., Sa, M., Lima, R., Clemente, F. (2022). Methodological characteristics, physiological and physical effects and future directions for velocity-based training in soccer: A systematic review. *Baltic Journal of Health and Physical Activity* 14(3): Article1. <https://doi.org/10.29359/BJHPA.14.3.01>.
- Rossi, C., Vasiljevic, I., Manojlovic, M., Trivic, T., Ranisavljev, M., Stajer, V., & Drid, P. (2024). Optimizing strength training protocols in young females: A comparative study of velocity-based and percentage-based training programs. *Heliyon*, 10(9): 10-22. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30644>
- Ruf, L., Chéry, C., Taylor, K.L. (2018). Validity and reliability of the load-velocity relationship to predict the one-repetition maximum in deadlift. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(3): 681-90. Doi: 10.1519/JSC.0000000000002369
- Sanchez-Medina, L., Perez, C., Gonzalez-Badillo, J. (2010). Importance of the propulsive phase in strength assessment. *International Journal of Sports Medicine*, 31: 123-29. doi: 10.1055/s-0029-1242815.
- Sanchez-Medina, L., Gonzalez-Badillo, J.J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise (MSSE)*. 43: 1725- 34. doi: 10.1249/MSS.0b013e318213f880.
- Schoenfeld, B.J., Ratamess, N.A., Peterson, M.D., Contreras, B., Sonmez, G.T., Alvar, B.A. (2014). Effects of different volume-equated resistance training loading strategies on muscular adaptations in well-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(10): 2909- 18. doi: 10.1519/JSC.0000000000000480.
- Shattock, K., Tee, J.C. (2022). Autoregulation in resistance training: A comparison of subjective versus objective methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1;36(3): 641-48. Doi: 10.1519/JSC.0000000000003530
- Soslu, R., Çuvalcıoğlu, I.C. (2021). Hıza dayalı direnç antrenmanları: kuvvet ve güç performansını etkiler mi? *INSAC Academic Studies on Health Sciences*, Chapter 24, 363-82. <https://www.researchgate.net/publication/353609559>.
- Suchomel, T.J., Nimphius, S., Bellon, C.R., Hornsby, W.G., Stone, M.H. (2021). Training for muscular strength: Methods for monitoring and adjusting training intensity. *Sports Medicine*, 51(10): 2051-66. doi: 10.1007/s40279-021-01488-9.
- Tillaar, R., & Ball, N. (2020). Push-ups are able to predict the bench press 1-RM and constitute an alternative for measuring maximum upper body strength based on load-velocity relationship. *Journal of Human Kinetics*. 73: 7-18. Doi: 10.2478/hukin-2019-0133
- Tomasevicz, C.L., Hasenkamp, R.M., Ridenour, D.T., Bach, C.W. (2020). Validity and reliability assessment of 3-D camera-based capture barbell velocity tracking device. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23: 7-14. doi: 10.1016/j.jsams.2019.07.014.
- Usui S, Maeo S, Tayashiki K, Nakatani M, Kanehisa H. (2016). Low-load slow movement squat training increases muscle size and strength but not power. *Int J Sports Med*. Apr;37(4):305-12. doi: 10.1055/s-0035-1564255.
- Vernon, A., Joyce, C., Banyard, H.G. (2020). Readiness to train: Return to baseline strength and velocity following strength or

- power training. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 15: 204-11. <https://doi.org/10.1177/1747954119900120>
- Weakley, J.J.S., Till, K., Read, D.B., Roe, G.A.B., Darrall-Jones, J., Phibbs, P.J., Jones, B. (2017). The effects of traditional, superset, and tri-set resistance training structures on perceived intensity and physiological responses. *European Journal of Applied Physiology*, 117(9): 1877-89. doi: 10.1007/s00421-017-3680-3.
- Weakley, J., Wilson, K., Till, K., Read, D., Scantlebury, S., Sawczuk, T., Neenan, C., Jones, B. (2019a). Visual kinematic feedback enhances velocity, power, motivation and competitiveness in adolescent female athletes. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 27(3): 16-22. <https://www.strengthandconditioning.org/jasc-27-3>
- Weakley J, Till K, Sampson J, Banyard, H., Leduc, C., Wilson, K., Roe, G., Jones, B. (2019b). The effects of augmented feedback on sprint, jump, and strength adaptations in Rugby union players following a 4 week training programme. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14: 1205-11. doi: 10.1123/ijsp.2018-0523.
- Weakley, J., Chalkley, D., Johnston, R.D., Amador, G.R., Andrew, T., Harry, D., Madison, P., Matthew, M., Micheal, C. (2020a). Criterion validity, and inter-unit and between-day reliability of the FLEX for measuring barbell velocity during commonly used resistance training exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(6): 1519-24. Doi. 10.1519/JSC.0000000000003592
- Weakley, J., Wilson, K., Till, K., Banyard, H., Dyson, J., Phibbs, P., Read, D., Jones, B. (2020b). Show me, tell me, encourage me: The effect of different forms of feedback on resistance training performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 34(11): 3157-63. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002887>.
- Weakley, J., Ramirez-Lopez, C., McLaren, S., Dalton-Barron, N., Weaving, D., Jones, B., Till, K., Banyard, H. (2020c). 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): 180-88. doi: 10.1123/ijsp.2018-1008. PMID: 31094251.
- Weakley, J., McLaren, S., Ramirez-Lopez, C., García-Ramos, A., Dalton-Barron, N., Banyard, H., Mann, B., Weaving, D. (2020d). Application of velocity loss thresholds during free-weight resistance training: Responses and reproducibility of perceptual, metabolic, and neuromuscular outcomes. *Journal of Sports Science*, 38: 477-85. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1706831>
- Weakley J, Till K, Read D, Leduc, C., Roe, G.A.B., Phibbs, P.J., Darrall-Jones, J., Jones, B. (2021a). Jump training in Rugby union players: Barbell or hexagonal bar? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1;35(3): 754-61. doi: 10.1519/JSC.0000000000002742.
- Weakley, J., Bryan, M., Harry, B., Shaun, M., Tannath, S., Amador, G.R. (2021b). Velocity-based training: from theory to application. *Strength and Conditioning Journal*, 43(2): 31-49. doi: 10.1519/SSC.0000000000000560.
- Weakley, J., Nicholas, C., Schoenfeld, B.J., Read, D.B., Timmins, R.G., García-Ramos, A., McGuckian, T.B. (2023). The effect of feedback on resistance training performance and adaptations: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*. 53: 1789- 1803. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01877-2>.
- Wilson, K.M., De Joux, N.R., Head, J.R., Helton, W.S., Dang, J.S., Weakley, J.J.S. (2018). Presenting objective visual performance feedback over multiple sets of resistance exercise improves motivation, competitiveness, and performance. *Proceedings of The Human factors and Ergonomics society Annual Meeting*. 62(1): 1306-10. Doi: 10.1177/1541931218