

Antrenmanlı Sporcularda Çeviklik ve Ağırıklı Squat Sıçrama Egzersizi Esnasındaki Hız ve Güç Değerleri Arasındaki İlişki*

The Relationship Between Velocity and Power Values During Loaded-Squat Jump Exercise and Agility in Trained Athletes

ORIJİNAL ARAŞTIRMA/
ORIGINAL RESEARCH

İbrahim CAN^{1†},

Mustafa ÖZMEN¹,

Serdar BAYRAKDAROĞLU¹

¹Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane

Özet:

Bu çalışmanın amacı; antrenmanlı sporcularda çeviklik özelliği ve ağırıklı squat sıçrama egzersizi esnasındaki hız ve güç değerleri arasındaki ilişkinin araştırılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda, farklı branşlarda mücadele eden (kick boks, karate, taekwondo, güreş ve futbol) 62 sporcu (yaş: 20,9± 1,92 yıl; boy: 178,1 ± 4,83 cm; kilo: 71,2 ± 7,37 kg) çalışmaya gönüllü olarak katıldı. Katılımcılara illinois çeviklik testi ve vücut ağırıklarının %40'ına karşılık gelen bir dış yük kullanılarak ağırıklı squat sıçrama egzersizi yaptırıldı ve ortalama hız (OH), ortalama itme hızı (OİH), zirve hız (ZH), ortalama güç (OG), ortalama itme gücü (OİG) ve zirve güç (ZG) değerleri elde edildi. Verilerin analizinde; tanımlayıcı istatistik, Shapiro-Wilk testi ve pearson korelasyon analizi kullanıldı. Analiz sonuçlarına göre; katılımcıların çeviklik testindeki ortalama koşu zamanları 15,8 (± ,51 sn) olarak elde edildi. Ağırıklı squat sıçrama egzersizi esnasındaki hız değerleri OH için 1.38 (± ,08 m/sn), OİH için 1.55 (± ,11 m/sn) ve ZH için 2.58 (± ,17 m/sn) olarak elde edilirken; güç değerleri ise OG için 389,2 (± 51,6 W), OİG için 642,6 (± 118,1 W) ve ZG için 1119,4 (± 184,6 W) olarak elde edildi. Çeviklik testindeki koşu zamanları ile OH (r = - ,516; p<0.01), OİH (r = - ,434; p<0.01), ZH (r = - ,461; p<0.01), OG (r = - ,518; p<0.01), OİG (r = - ,487; p<0.01) ve ZG (r = - ,514; p<0.01) arasında yüksek düzeyde, negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu elde edildi. Buna göre; ağırıklı squat sıçrama egzersizindeki hız ve güç değerleri arttıkça, çeviklik testindeki koşu zamanları azalmaktadır. Sonuç olarak, ağırıklı squat sıçrama egzersizi esnasındaki hız ve güç değerlerinin çeviklik performansını olumlu yönde etkilediği ileri sürülebilir.

Anahtar Kelimeler: Çeviklik, Squat Sıçrama, Hız, Güç.

Yayın Bilgisi

Gönderi Tarihi: 09.11.2017

Kabul Tarihi: 25.12.2017

Online Yayın Tarihi: 25.12.2017

Abstract:

The purpose of this study was to investigate the relationship between velocity and power values during loaded-squat jump exercise and agility characteristic in trained athletes. In accordance with this purpose, 62 athletes (age: 20,9 ± 1,92 years; height: 178,1 ± 4,83 cm; weight: 71,2 ± 7,37 kg) who competed in the different sport branches (kick box, karate, taekwondo, wrestling and football) participated voluntarily in this study. Subjects were performed to illinois agility test and loaded-squat jump exercise by using an external load corresponding to 40 % of their body weight and velocity and power parameters were obtained as mean velocity (MV), mean propulsive velocity (MPV) and peak velocity (PV), mean power (MP), mean propulsive power (MPP) and peak power (PP). In the analysis of data; descriptive statistics, Shapiro wilk test and pearson correlation analysis were used. According to the analysis results; average running times of participates in agility test was obtained as 15,8 (± ,51 sec). While velocity values during loaded squat jump exercise were obtained as 1.38 (± ,08 m/s) for MV, 1.55 (± ,11 m/s) for MPV, 2.58 (± ,17 m/s) for PV; power values were obtained as 389,2 (± 51,6 W) for MP, 642,6 (± 118,1 W) for MPP, and 1119,4 (± 184,6 W) for PP. In addition it was determined that there was a high-level, negative and statistically significant difference between MV (r = - ,516; p<0.01), MPV (r = - ,434; p<0.01), PV (r = - ,461; p<0.01), MP (r = - ,518; p<0.01), MPP (r = - ,487; p<0.01) and PP (r = - ,514; p<0.01) with running times in the agility test. Accordingly, as velocity and power values during loaded squat jump exercise increases, running times in agility test decreases. As a result, it can be suggested that velocity and power values during loaded-squat jump exercise have a positive effects on agility performance.

Keywords: Agility, Squat Jump, Velocity, Power

*Bu çalışma, 21-23 Nisan 2017 tarihleri arasında Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi tarafından gerçekleştirilen 4. Uluslararası Spor Bilimleri, Turizm ve Rekreasyon Öğrenci Kongresi'nde Sözel Sunum olarak sunulmuştur.

† **Sorumlu yazar:** İbrahim Can, ibrahimcan@gumushane.edu.tr

GİRİŞ

Sportif performansın önemli faktörlerinden biri olan güç; bir zaman bileşenine sahiptir ve yapılan çalışmanın (iş) zamansal oranı olarak tanımlanan mekaniksel miktardır (güç = çalışma / zaman) ve genellikle mümkün olan en yüksek kuvveti (maksimal kuvvet) ortaya çıkartabilme yeteneğine bağlıdır (Newton ve Kraemer, 1994; Stone, Sanbom ve O'Bryant, 2003). Yani, iki sporcu benzer maksimal kuvvete sahipse, daha yüksek bir hızda (ya da daha kısa bir zamanda) kuvvetini açığa çıkartan, anaerobik hareketlerdeki performans esnasında belirgin avantaja sahip olacaktır (Ratamess, 2012). Güç değerlendirmesi için izometrik, izokinetik, izoinertial yöntemler kullanılır (Cronin ve Sleivert, 2005). En yaygın kullanılan parametreler ise ortalama güç (OG), ortalama itme gücü (OİG) ve zirve güçtür (ZG) (Sanchez-Medina, Perez ve Gonzales-Badillo, 2010; Sanchez-Medina et al., 2014). Bu parametreler, patlayıcı türde yapılan çalışmalarda güç ve performans için önemli olduğu düşünülen merkezi bir değişkeni yaratmak için kullanılabilir. Bu değişken; kasın mekanik güç verimini maksimale çıkartan antrenman yüküdür (Baker, Nance ve Moore, 2001; Cronin ve Sleivert, 2005; Sanchez-Medina et al., 2010).

Vektörel bir nicelik olan hız, pozisyonlardaki değişimin zamansal oranıdır (Zatsiorsky, 1998). Bir kasın konsantrik kasıldığındaki hızı uygulanan yük ya da dış kuvvet ile ters orantılı ilişkilidir. Uygulanan kuvvet sıfır olduğunda, kasın kasılma hızı en büyüktür. Kası zorlayacak maksimal kuvvete eşit bir seviyeye kuvvet arttığında kasılma hızı sıfır olur (Bartlett, 2007). Yani ağırlık arttıkça, kasın ürettiği kuvvetin de artması ama hareket hızının azalmasıdır. Bu durum deneysel olarak doğrudur. Bir sporcudan mümkün olan maksimal ağırlıkta bench press hareketi yapması istenirse çok yavaş bir şekilde ağırlığı hareket ettirecektir. Fakat hareketi bir tekrarlı maksimalin yarısında yapması istenirse, daha hızlı bir şiddette barı hareket ettirecektir (Kraemer ve Vinger, 2007).

Koordinasyon, sürat, denge, kuvvet kombinasyonundan meydana gelen çeviklik yaygın bir tanımlamaya sahip değildir (Gambetta, 1996; Parsons ve Jones, 1998). Yine de, bir hareket serisinin çok hızlı yön değiştirmesinde eklemler ve vücudun uzayda doğrusal bir pozisyonda durmasına olanak sağlayan koordinasyon ve kontrol becerisi olarak ifade edilebilir (Twist ve Benckly, 1995; Young ve Farrow, 2006). Ayrıca, performans sporlarında hızlı yön değiştirme yeteneği ile tanımlanır (Shephard ve Young, 2006). Yön değiştirme yeteneği, rakipten kurtulmak

ve topla yapılan harekete reaksiyon göstermek olmak üzere sporda iki şekilde gözlenir (Young, McDowell ve Scarlett, 2001) ve birçok branşta önemli bir özelliktir (Hoffman et al., 2000).

Literatürde, çeviklik yeteneği ve ağırlıklı squat sıçrama hareketi esnasındaki hız ve güç parametreleri arasındaki ilişkilerin araştırıldığı bir çalışma mevcut değildir. Bu nedenle, birçok spor branşında başarılı performans için önemli bir özellik olarak kabul edilen çeviklik yeteneği ile ağırlıklı squat sıçrama egzersizindeki hız ve güç değerlerinin belirlenerek birbirleri ile olan ilişkisinin ortaya konulması, bu özelliklerin antrene edilmesine katkı sağlayabilir. Bu noktadan hareketle, bu çalışmada ağırlıklı squat sıçrama hareketi esnasındaki hız ve güç parametreleri ile çeviklik yeteneği arasındaki ilişkilerin araştırılması amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Katılımcılar

Bu araştırmaya, farklı spor branşlarında mücadele eden (kick boks, karate, taekwondo, güreş ve futbol) 62 sporcu (yaş: $20,9 \pm 1,92$ yıl; boy: $178,1 \pm 4,83$ cm; kilo: $71,2 \pm 7,37$ kg) gönüllü olarak katıldı. Çalışma öncesinde bütün katılımcılara çalışmanın amacı, test prosedürleri, çalışmanın potansiyel riskleri ve yararları hakkında detaylı bir şekilde bilgilendirilme yapıldı ve katılımcılar çalışmaya gönüllü olarak katıldıklarına dair yazılı bir onam belgesi imzaladılar.

Prosedürler

Bütün katılımcılar, en az 3 yıllık bir kuvvet antrenman deneyimine sahip sporculardan oluşmaktadır. Katılımcıların ölçümleri, üç (3) günlük dinlenme süresi ile iki farklı dönemde yapıldı. İlk dönemde, katılımcıların fiziksel özellikleri belirlenerek ağırlıklı squat sıçrama hareketi yaptırıldı. İkinci dönemde ise katılımcılara çeviklik testi uygulandı.

Katılımcıların boy ve vücut ağırlığı ölçümleri söylenen sıraya göre 0.001 m ve 0.01 kg doğruluk ile Seca 769 marka elektronik ölçüm aleti (Seca Corporation, Hamburg, Germany) ile elde edildi. Katılımcıların fiziksel özellikleri belirlendikten sonra, vücut ağırlıklarının % 40'ına denk gelen dış yük hesaplandı. Ağırlıklı squat sıçrama egzersizi uygulanmadan önce, 15 dakika genel (5 dk'lık alt vücut esnetmelerini takiben 10 dakika koşu) ve 5 dakika özel egzersizlerden (submaksimal seviyedeki squat denemeleri) oluşan toplam 20 dk'lık standart ısınma yaptırıldı. Isınmadan sonra, vücut ağırlığının % 40'ına denk gelen bir dış yükü serbest ağırlık kullanılarak

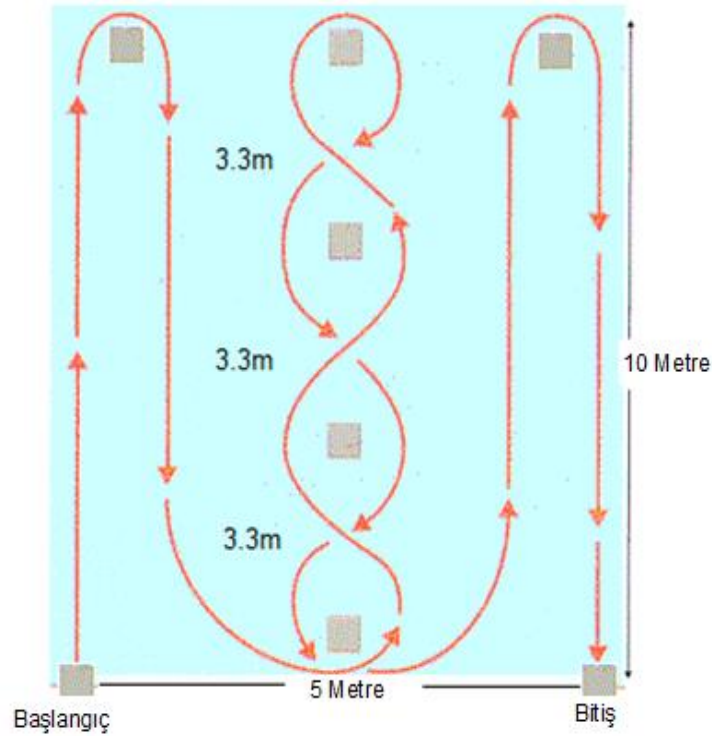
deneklere ağırlıklı squat sıçrama testi yaptırıldı (resim 1). Bu test protokolünde, katılımcılardan statik pozisyondan uylukları yere paralel olana kadar dizlerini fleksiyona getirmeleri ve başla komutundan sonra omuzları barla teması kaybetmeden mümkün olduğu kadar hızlı bir şekilde sıçramaları ve bu hareketi 3 kez tekrar etmeleri gerektiği belirtildi (Loturco et al., 2015). Bu gereklilikler yapılmadığında, hareket tekrarlatıldı. Çünkü ağırlıklı squat sıçrama testi esnasında dış yüke ilaveten vücut ağırlığının hareket ettirilmesi ve bu şekilde hız ve güç gibi parametrelerin denegin toplam kütesini (dış yük + vücut ağırlığı) ivmelendirme yeteneği sayesinde belirlenmesi gerekir (Cormie et al., 2007).

Hız ve güç parametrelerini belirlemek için doğrusal bir dönüştürücü (T-Force Dynamic Measurement System; Ergotech Consulting S.L, Murcia, Spain) barın son bölümüne bağlandı. Bu sistemin kullanımı özellikle tipik ağırlık kaldırma egzersizleri ya da yerçekimine karşı dikey bir eksen boyunca hareket eden yükü (sabit kütle) yenmenin zorunlu olduğu herhangi bir direnç antrenman egzersizi için uygundur. Sistem, elektromekanik donanım (hız sensörü ve ara birim), bu donanımı yöneten özel bir bilgisayar programı (T-Force sistem yazılımı) ve ağırlık antrenman halterine bağlanan bir çengeli içerir (Sanchez Medina et al., 2010; 2014).



Resim 1. Ağırlıklı squat sıçrama egzersizinin uygulanması

Deneklerin çeviklik yeteneğini belirlemek için her 10 metrede 180° dönüşleri içeren ve 40 metre düz koşu, 20 metre huniler arasındaki slalom koşusundan meydana gelen Illinois çeviklik testi (şekil 1) uygulandı. Denekler çeviklik testine, yüzüstü yatar pozisyonda ve eller omuz hizalarında yerle temasta iken başladılar ve minimal sürede bitirmeye çalıştılar. Katılımcıların test alanına alışabilmesi için deneme yapmalarına izin verildi. En iyi koşu derecesini sağlamak için test katılımcılara 2 kez (3-4 dakika dinlenme ile) uygulandı ve en iyi koşu zamanı saniye (sn) cinsinde kaydedildi (Mackenzie, 2015).



Şekil 1. Illinois çeviklik koşusu test alanı (Mackenzie, 2005)

Verilerin Analizi

Bütün değişkenler ortalama ve standart sapma olarak ifade edildi. Değişkenlerin normallik dağılımı, Shapiro-Wilk testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Çeviklik ve ağırlıklı squat sıçrama egzersizindeki hız ve güç parametreleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi için Pearson Korelasyon Analizi uygulandı. Bütün istatistiksel hesaplamalar için SPSS yazılım versiyonu 16.0 (SPSS Inc, Chicago, IL) kullanılmıştır. Tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık seviyesi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Katılımcıların fiziksel özellikleri Tablo 1’de; çeviklik ve vücut ağırlığının % 40’ında uygulanan ağırlıklı squat sıçrama egzersizi esnasındaki hız ve güç parametrelerine yönelik tanımlayıcı istatistik sonuçları Tablo 2’de özetlenmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların fiziksel özellikleri

Değişkenler	n	Minimum	Maksimum	Ortalama (ss)
Yaş (yıl)	62	18,0	25,0	20,9 (± 1,92)
Boy (cm)	62	169,0	186,0	178,1 (± 4,83)
Kilo (kg)	62	60,3	87,0	71,2 (± 7,37)

Tablo 2. Katılımcıların çeviklik ve vücut ağırlığının % 40’ında uygulanan ağırlıklı squat sıçrama egzersizi esnasındaki hız ve güç değerleri

Değişkenler	n	Minimum	Maksimum	Ortalama (ss)
Çeviklik (sn)	62	15,17	17,25	15,8 (,51)
OH (m/sn)	62	1,18	1,58	1,38 (,80)
OİH (m/sn)	62	1,23	1,81	1,55 (,11)
ZH (m/sn)	62	2,17	2,94	2,58 (,17)
OG (W)	62	308,2	526,4	389,2 (51,6)
OİG (W)	62	418,0	901,3	642,6 (118,1)
ZG (W)	62	670,7	1563,7	1119,4 (184,6)

OH: Ortalama Hız; OİH: Ortalama İtme Hızı; ZH: Zirve Hız; OG: Ortalama Güç; OİG: Ortalama İtme Gücü; ZG: Zirve Güç

Ağırlıklı squat sıçrama egzersizi esnasındaki hız ve güç parametreleri ile çeviklik değerleri arasındaki korelasyon analizi sonuçları Tablo 3’de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, çeviklik testindeki koşu zamanları ile ortalama hız ($r = - ,516$; $p < 0.01$), ortalama itme hızı ($r = - ,434$; $p < 0.01$), zirve hız ($r = - ,461$; $p < 0.01$), ortalama güç ($r = - ,518$; $p < 0.01$), ortalama itme gücü ($r = - ,487$; $p < 0.01$) ve zirve güç ($r = - ,514$; $p < 0.01$) değerleri arasında yüksek düzeyde, negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu elde edildi.

Tablo 3. Ağırlıklı squat sıçrama egzersizi esnasındaki hız ve güç değerleri ile çeviklik performansı arasındaki ilişki sonuçları

		OİH	ZH	OG	OİG	ZG	Çeviklik
OH	Pearson Correlation	,923**	,885**	,573**	,681**	,643**	-,516**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	62	62	62	62	62	62
OİH	Pearson Correlation		,862**	,511**	,721**	,593**	-,434**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000	,000
	N		62	62	62	62	62
ZH	Pearson Correlation			,434**	,623**	,652**	-,461**
	Sig. (2-tailed)			,000	,000	,000	,000
	N			62	62	62	62
OG	Pearson Correlation				,910**	,919**	-,518**
	Sig. (2-tailed)				,000	,000	,000
	N				62	62	62
OİG	Pearson Correlation					,928**	-,487**
	Sig. (2-tailed)					,000	,000
	N					62	62
ZG	Pearson Correlation						-,514**
	Sig. (2-tailed)						,000
	N						62

** 0.01.

OH: Ortalama Hız; OİH: Ortalama İtme Hızı; ZH: Zirve Hız; OG: Ortalama Güç; OİG: Ortalama İtme Gücü; ZG: Zirve Güç

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, vücut ağırlığının %40'ında uygulanan ağırlıklı squat sıçrama egzersizinde ulaşılan hız ve güç değerleri ile çeviklik performansları arasında yüksek düzeyde, negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki elde edilmiştir. Literatürde, isoinertial bir hız dönüştürücü ile vücut ağırlığının % 40'ına karşılık gelen dış yük kullanılarak uygulanan ağırlıklı squat sıçrama egzersizindeki hız ve güç parametreleri ile çeviklik performansı arasındaki ilişkilerin araştırıldığı bir çalışma mevcut değildir. Bu nedenle, elde edilen sonuçların spor bilimleri için değerli olduğu düşünülmektedir. McBride et al., (2002) tarafından 18-30 yaşları arasında ve en az 2-4 yıllık direnç antrenman geçmişine sahip olan sporcularda yapılan çalışmada, 8 hafta uygulanan squat sıçrama antrenmanının sıçrama gücünü önemli ölçüde geliştirdiği ve buna bağlı olarak çeviklik

yeteneğinde düşük ama istatistiksel olarak anlamlı bir gelişmeye neden olduğu elde edilmiştir. Schultz et al., (2015) tarafından elit kayakçılarda yapılan bir çalışmada ağırlıklı squat sıçrama egzersizi esnasındaki bar hızı ve sporcuların çeviklik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu elde edilmiştir. Bahsi geçen çalışmada benzer bir ilişki de ağırlıksız olarak uygulanan squat sıçrama ve countermovement sıçrama egzersizleri esnasındaki bar hızı ve çeviklik değeri arasında elde edilmiştir. Young, James ve Montgomery (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, alt vücut güç yeteneğinin çeviklik yeteneği ile ilişkili olduğu ileri sürülmüştür.

Sophia, McGuigan ve Newton (2010) tarafından bayan softball oyuncularında yapılan çalışmada, bir tekrarlı maksimalin % 40'da uygulanan ağırlıklı squat sıçrama hareketindeki ZG ve ZH değerlerinin sezon öncesi, sezon ortası ve sezon sonundaki hem dominant bacak (DB) hem de non-dominant bacak (NDB) çeviklik özelliği arasındaki ilişkiler incelenmiş ve sezon öncesi uygulanan ağırlıklı squat sıçrama egzersizinde elde edilen ZG ve ZH değerleri ile DB ve NDB çeviklik performansı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı; buna karşılık sezon sonu ZG değerleri ile NDB çeviklik performansı arasında anlamlı bir ilişkinin ($r = - 0,83$; $p < 0,05$) olduğu elde edilmiştir. Fakat bu ilişki, ZG için dominant bacakta ve ZH için hem DB hem de NDB çeviklik özelliğinde elde edilmemiştir. Sezon ortasında uygulanan ağırlıklı squat sıçrama hareketi esnasındaki ZG değerleri ile hem DB ($r = - 0,89$; $p < 0,01$) hem de NDB ($r = - 0,76$; $p < 0,05$) çeviklik özelliği arasında anlamlı bir ilişki elde edilirken; ZH için ise sadece dominant bacakta yüksek düzeyde, negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki ($r = - 0,80$; $p < 0,01$) elde edilmiştir.

Sonuç olarak, ağırlıklı squat sıçrama egzersizindeki hız ve güç değerleri arttıkça, çeviklik testindeki koşu zamanlarının azalmaktadır. Bu nedenle, ağırlıklı squat sıçrama egzersizindeki hız ve güç değerlerinin çeviklik performansını olumlu yönde etkilediği ileri sürülebilir. Literatürde, çeviklik yeteneği ve ağırlıklı squat sıçrama hareketi esnasındaki hız ve güç değerleri arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmaların sınırlı olması ve çeviklik özelliğinin birçok spor branşındaki başarılı performans için önemli bir özellik olarak kabul edilmesinden dolayı çeviklik yeteneği ve ağırlıklı squat sıçrama egzersizi esnasındaki hız ve güç değerlerinin belirlenerek birbirleri ile olan ilişkilerinin ortaya konulması, bu özelliğin antrene edilmesine katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Baker, D., Nance, S., & Moore, M. (2001). The load that maximizes the average mechanical power output during jump squats in power-trained athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 92-97.
- Bartlett, R. (2007). Introduction to sports biomechanics: Analysing human movement patterns (2nd edition). Oxon: Routledge.
- Cormie, P., McCaulley, G.O., Triplett, N.T., & McBride, J.M. (2007). Optimal load for maximal power output during lower body resistance exercises. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2): 340-349.
- Cronin, J.B., & Sleivert, G. (2005). Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. *Sports Medicine*, 35(3), 213-234.
- Gambetta, V. (1996). How to develop sport specific speed. *Sports Coach*, 19(3), 22-24.
- Hoffman, J.R., Epstein, S., Einbinder, M., & Weinstein, Y. (2000). A comparison between the wingate anaerobic power test to both vertical jump and line drill tests in basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(3), 261-264.
- Kraemer, J.W., & Vinger, L.J. (2007). Muscle anatomy, In Brown EL. (Eds.). *Strength training: National strength and conditioning association* (pp. 3-28). United States: Human Kinetics.
- Loturco, I., D'Angelo, R.A., Fernandes, V., Gil, S., Kobal, R., Cal Abad, C.C., Kitamura, K., & Nakamura, F.Y. (2015). Relationship between sprint ability and loaded / unloaded jump tests in elite sprinters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(3), 758-764.
- Mackenzie, B. (2005). *101 Performance Evaluation Tests*. London: Electric Word Plc.
- McBride, J.M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R.U. (2002). The effect of heavy- vs. lightload jump squats on the development of strength, power, and speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(1); 75-82.
- Newton, R.U., & Kraemer, J.W. (1994). Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods training strategy. *Strength and Conditioning Association Journal*, 16(5), 20-31.
- Parsons, L.S., & Jones, M. (1998). Development of speed, agility and quickness for tennis athletes. *Strength and Conditioning Journal*, 20(3); 14-19.
- Ratamess, N. (2012). ACSM'S foundations of strength training and conditioning. Chine: Lippincott Williams & Wilkins.
- Sanchez-Medina L, Perez CE, & Gonzales-Badillo JJ. (2010). Importance of the propulsive phase in strength assessment. *International Journal of Sports Medicine*, 31(2), 123-129.
- Sanchez-Medina, L., Gonzales-Badillo, J.J., Perez, C.E., & Pallares, J.G. (2014). Velocity and power - load relationship of the bench pull vs. bench press exercises. *International Journal of Sports Medicine*, 35(3), 209-216.
- Schultz, F.A., Cavazzoni, P., Carnevale, R.V., Abad, C.C., Kobal, R., Pereira, L.A., & Loturco, I. (2015). Speed and power predictors of change of direction ability in elite snow athletes. *Journal of Human Sport & Exercise*, 10(4); 847-856.
- Sheppard, J.M., & Young, W.B. (2006). Agility literature review: classifications, training and testing. *Journal of Sports Science*, 24(9), 919-932.
- Sophia, N., McGuigan, M.R., & Newton, R.U. (2010). Relationship between strength, power, speed, and change of direction performance of female softball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 885-895.
- Stone, M.H., Sanborn, K., & O'Bryant, H.S. (2003). Maximum strength-power performance relationships in college throwers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 739-745.
- Twist, P.W., & Benicky, D. (1995). Conditioning lateral movements for multisport athletes. Practical strength and quickness drills. *Strength and Conditioning Journal*, 17(5), 43-5.
- Young, W.B., Mcdowell, H.M., & Scarlett, B.J. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(3), 315-319.
- Young, W., James, R. & Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running with changes of direction. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3); 282-288.
- Young, W.B., & Farrow, D. (2006). A review of agility: Practical applications for strength and conditioning. *National Strength and Conditioning Association*, 28(5), 24-29.
- Zatsiorsky, V.M. (1998). *Kinematics of human motion*. United States: Human Kinetics.