



ISSN: 2636-848X

**Türk Spor Bilimleri
Dergisi**
Türk Spor Bil Derg

Cilt 2, Sayı 1
Mart 2019, 1-7

**The Journal of Turkish
Sport Sciences**
J Turk Sport Sci

Volume 2, Issue 1
March 2019, 1-7

Serhat ÖZBAY¹
 Süleyman ULUPINAR²

¹Erzurum Teknik Üniversitesi
Spor Bilimleri Fakültesi

²Hacettepe Üniversitesi
Spor Bilimleri ve Teknolojisi
Doktora programı

Sorumlu Yazar: S. Özbay
e-mail:serhat.ozbay@hotmail.com

Geliş Tarihi: 26.10.2018
Kabul Tarihi: 08.12.2018

ORJİNAL ARAŞTIRMA
ORIGINAL RESEARCH

Üst Gövde Direnç Egzersizlerinde 1TM, 5TM ve 10TM Testlerinin Güvenirliği

Özet

Spor bilimlerinde antrenman ya da benzeri bir müdahalenin etkisini inceleyen araştırma tasarımları yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tür tasarımlarda katılımcıların ön test ya da son testlerinden elde edilen verilerin güvenirligi oldukça önemlidir. Bu çalışmanın amacı üst gövde egzersizlerinde (bench press, shoulder press, biceps curl ve triceps extension) 1TM (1 tekrar maksimum), 5TM ve 10TM testlerinin güvenirligini incelemektir. Çalışmaya antrenman deneyimi düşük (1 yıl ve daha az) seviyede olan 23 gönüllü erkek katılmıştır. Katılımcılara bir alıştırma antrenmanından sonra dört farklı egzersizin 1TM, 5TM ve 10TM testleri üç-dört gün arayla ikişer kez uygulanmıştır. İki ölçüm arasındaki farklar ve test-tekrar test güvenirligi analiz edilmiştir. Araştırmanın bulgularına göre toplam 12 testten, ikisinde (biceps curl 1TM ve triceps extension 1TM) ölçümler arasında anlamlı fark bulunurken, diğer 10 testte ölçümler arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Testlerin güvenirliginin belirlenmesi ve diğer çalışmalar ile karşılaştırılması için sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC): 0,945-0,993; değişim katsayısı (CV): %1,25-3,33; ölçümlerin tipik hatası (TEM): 0,84-2,25; minimum anlamlı değişim (SWC): 0,97-2,25; Pearson korelasyon katsayısı (r): 0,919-0,988; Etki boyutu (ES): 0,01-0,34 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak 1TM, 5TM ve 10TM testlerinin tamamının güvenirlilik analizlerinin yüksek olduğu, ancak küçük kas gruplarını içeren biceps curl ve triceps extension egzersizlerinin 1TM testlerinde iki ölçüm arasında anlamlı fark olduğu bulunmuştur. Dolayısıyla bu çalışmada antrenman seviyesi düşük bireylerde 1TM testinin güvenirliginin sağlanması için en az iki testin yapılması tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Üst gövde, direnç egzersizleri, güvenirlilik, testler

Reliability of 1RM, 5RM and 10RM Tests in Upper Body Resistance Exercises

Abstract

Research designs that examine the effect of training or similar intervention in sports sciences are widely used. In such designs, the reliability of the data obtained from the pre-test or post-test is very important. The aim of this study is to examine the reliability of 1RM (1 repeat maximum), 5RM and 10RM tests in upper body exercises (bench press, shoulder press, biceps curl and triceps extension). 23 male who have low (1 year or less) training experience participated in this study voluntarily. After one familiarization training, 1RM, 5RM and 10RM tests for four different exercises were applied two times in two-three days intervals. Differences between two measurements and test-retest reliability were analyzed. According to the results, in total 12 tests, the significant difference was found between first test and second test in two tests (BC 1RM and TE 1RM), whereas there was no significant difference between the measurements in the other 10 tests. To determine the reliability of the tests and compare with other studies, Intra-class correlation coefficient (ICC): 0.945-0.993; coefficient of variation (CV): 1.25-3.33%; typical error of measurements (TEM): 0.84-2.25; smallest worthwhile change (SWC): 0.97-2.25; Pearson correlation coefficient (r): 0.919-0.988; Effect size (ES): 0.01-0.34 were calculated. As a result, 1RM, 5RM and 10RM tests were found to have high reliability, but it was found that there was the significant difference between 1RM test-retest in biceps curl and triceps extension exercises involving small muscle groups. Therefore, in this study, it has been recommended to perform at least two tests to ensure the reliability of the 1RM test in individuals who have low training levels.

Keyword: Upper body, resistance exercises, reliability, tests

GİRİŞ

Maksimum kuvvet birçok spor dalında önemli bir bileşendir (Colquhoun vd., 2018; Rajkumar ve Divya, 2018; Ribeiro vd., 2017). Kuvvet gelişimi için çoğunlukla tercih edilen direnç egzersizleri ise spor bilimlerinde, özellikle antrenman gibi herhangi bir müdahalenin etkisinin incelendiği araştırma tasarımlarında, sıklıkla kullanılmaktadır (Ritti-Dias, Avelar, Salvador ve Cyrino, 2011; Weir, 2005). Bu araştırmalarda 1TM (1 tekrar maksimum) testlerin güvenilir olmasının oldukça önemli olduğu vurgulanmaktadır (Banyard, Nosaka, ve Haff, 2017; Coyne vd., 2015). Çünkü hem sporcuların uyguladığı antrenman programları hem de tedavi ve rehabilitasyon amaçlı egzersiz programları 1TM yüklerin belli yüzdelere göre tasarlanmaktadır (do Nascimento vd., 2013; Marocolo, Marocolo, Cunha, da Mota, ve Maior, 2016).

Güvenirlilik bir ölçümün tekrarları arasındaki kararlılık ve tutarlılık olarak tanımlanmaktadır (Faigenbaum vd., 2012; Weir, 2005; Worts, Schatz, ve Burkhart, 2018). Spor bilimlerinde güvenirliliği belirlemek için en fazla kullanılan analizlerden birisi ölçümler arasındaki ilişki derecesini tanımlayan sınıf içi korelasyon katsayısıdır (ICC) (McCurdy, Langford, Jenkerson, ve Doscher, 2008; Monteiro ve Neto, 2016). Değişim katsayısı (CV) ölçümler arasındaki farklılaşmayı ifade eden ve araştırmalarda sıkça kullanılan diğer bir analizdir. Etki boyutu (ES) ise, sonuçların pratik anlamlılığının bir göstergesi olarak araştırmalarda kullanılmaktadır (Balsamo vd., 2012; Cohen, 1988; do Nascimento vd., 2017). Spor ve sağlık bilimlerinde çokça kullanılan ön test-müdahale-son test tasarımlarında sadece p değerini kullanarak, bu sonuçlara aynı oranda pratikte anlam yüklemenin uygun olmadığı gerekçesiyle etki boyutunun kullanılmasının gerekli olduğu belirtilmektedir (Buchheit, 2018; Cohen, 1988). Bunların yanında tipik hata (TEM) ve minimum anlamlı değişim (SWC) çalışmalarda çok fazla yer almayan ancak son yıllarda güvenirlilik için kullanılması tavsiye edilen diğer analiz yöntemidir (Buchheit, 2018; Coyne vd., 2015; do Nascimento vd., 2017; Hopkins, 2000, 2004; Taylor ve Fletcher, 2012). TEM, ölçümler arasındaki rastgele hatayı ifade eder. SWC ise klinik olarak anlamlı kabul edilen en küçük değişim miktarı olarak araştırmalarda kullanılmaktadır (Buchheit, 2018; do Nascimento vd., 2017; Hopkins, 2000; McCurdy vd., 2008). Bunların yanında araştırmalarda güvenirlilik ölçütü olarak güven aralığı (CI) ve Pearson korelasyon katsayısı (Pearson r) analizleri de çalışmalarda tercih edilen diğer analizlerdir (Coyne vd., 2015; Faigenbaum vd., 2012; Levinger vd., 2009; Simão, Farinatti, Polito, Maior, ve Fleck, 2005).

Spor bilimlerinde ön test-antrenman müdahalesi-son test şeklindeki tasarlanan araştırmalarda 1TM testleri, kas kuvvetinin değerlendirilmesinde laboratuvar dışı durumlar için altın standart olarak kabul edilmektedir (Levinger vd., 2009; Seo vd., 2012). Bu çalışmaların birçoğunda güvenirlilik analizleri Hopkins (2000) ve Atkinson ve Nevill (2000)'in tavsiyelerine göre yapılmaktadır (Atkinson ve Nevill, 2000; do Nascimento vd., 2017; Gail ve Küzell, 2014; Hopkins, 2000). Bunun yanında araştırmalarda belli yüklerde maksimum tekrarların gerçekleştirildiği farklı testler uygulanmaktadır. Örneğin 1TM, 3TM, 5TM, 8TM ve 10TM testleri gibi farklı tekrarlarla uygulanan maksimum yükleri içeren testler araştırmalarda karşımıza çıkmaktadır (Banyard vd., 2017; Dias, de Salles, Novaes, Costa, ve Simão, 2010; Gail ve Küzell, 2014; McCurdy, Langford, Cline, Doscher, ve Hoff, 2004; Taylor ve Fletcher, 2012). Bazı araştırmacılar bu testlerin bir kez yapılmasının yeterli olacağını savunurken (Levinger vd., 2009; Seo vd., 2012) bazı araştırmacılar ise özellikle antrenmansız kişiler için güvenirlilik açısından testlerin en az iki kez tekrarlanması gerektiğini belirtmektedir (Ritti-Dias vd., 2011). Ayrıca güvenirliliğinin sağlanması için standart bir ısınma ve alıştırma antrenmanları tavsiye edilmektedir (do Nascimento vd., 2013; Ritti-Dias vd., 2011).

Araştırmanın Amacı

Birçok çalışmada tekrarlı maksimum kuvvet testleri antrenmanlı bireyler üzerinde yapılmıştır (McCurdy vd., 2008). Ancak bu tür testler rekreasyonel amaçlı spor yapan bireyler ya da antrenman deneyimi düşük sporcular için belirlenen egzersiz programlarında referans olarak kullanılmaktadır. Ayrıca çalışmalarda katılımcılara genellikle 1TM, 5TM, 8TM ya da 10TM gibi testlerden sadece biri uygulanmıştır. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı antrenman seviyesi düşük kişilerde üst gövde egzersizlerinin 1TM, 5TM ve 10TM testlerinin güvenirliliğini aynı anda incelemektir.

YÖNTEM

Araştırma Grubu

Araştırmaya antrenman deneyimi bir yıldan daha az olan 23 erkek (yaş: $19,0 \pm 2,6$ yıl; boy: $173 \pm 7,31$ cm; VA: $78,0 \pm 9,9$ kg) gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar profesyonel olarak spor yapmayan ve herhangi bir yarışma takvimine bağlı olmayan kişilerden oluşmaktadır. Araştırma süresince katılımcılardan sakatlık ya da hastalık gibi engel teşkil eden durumu olanlar testlere dahil edilmemiştir.

İşlem Yolu

Çalışmada geçmiş araştırmalar referans alınarak üst gövde kuvvetini belirlemek için sıklıkla tercih edilen dört farklı üst gövde egzersizi BP (bench press), SP (shoulder press), BC (biceps curl) ve TE (triceps extension) kullanılmıştır (Dias vd., 2010; do Nascimento vd., 2013; Simão vd., 2005). Araştırma 3-4 günlük aralıklarla toplam yedi günde tamamlanmıştır. Birinci gün antropometrik ölçümler ve alıştırma antrenmanı uygulanmıştır. Sonraki üç gün boyunca günde dört egzersiz olmak üzere sırasıyla 10TM, 5TM ve 1TM testleri uygulanmıştır. Son üç gün güvenilirliği belirlemek için aynı testler tekrar uygulanmıştır. İlk testlerde egzersizler rastgele sırayla uygulanırken, ikinci testlerde önceki sıra tekrar edilmiştir. Tüm testler saat 15:00-18:00 arasında gerçekleştirilmiştir. Tüm ölçümler gözlemciden kaynaklanan hataları minimuma indirmek için aynı araştırmacı tarafından yapılmıştır. Katılımcılar ilk test gününde (10TM) rastgele belirlenen ilk egzersiz ile uygulayacakları yükün %50'sinde 15-20 tekrardan oluşan standart bir ısınma gerçekleştirmişlerdir (Dias vd., 2010). Katılımcıların ısınmada uygulayacakları yük, geçmiş deneyimleri ve alıştırma antrenmanına göre düzenlenmiştir. Katılımcılara tüm testlerde, her egzersiz için 3-5 dakika arayla 3-5 deneme hakkı tanınmıştır. 10TM ve 5TM testlerinde yorgunluk etkisini minimuma indirmek için bir deneme hakkı, tüm egzersizler için tamamlandıktan sonra tekrar edilmiştir. Katılımcıların denemelerde başarısız oldukları durumlarda isteklerine göre %3-10 oranında yük azaltılmış; başarılı olduklarında %3-10 oranında yük arttırılmıştır (do Nascimento vd., 2017). İki test gününde elde edilen en başarılı deneme geçerli kabul edilmiştir. Tüm katılımcılara maksimum performans gerçekleştirebilmeleri için sözlü olarak destek verilmiştir.

Verilerin Analizi

İstatistiksel işlemler SPSS programında yapılmıştır. İstatistiksel işlemlerde $p \leq 0,05$ kabul edilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile kontrol edilmiştir. İki ölçüm arasındaki fark, eşli örneklem t-testi ile analiz edilmiştir. Pratik anlamlılık için etki boyutu (ES) hesaplanmıştır. ES değerleri, düşük (0.2), orta (0.5) ve yüksek (0.8) olarak değerlendirilmiştir (Cohen, 1988). Güvenirlilik analizleri için iki ölçüm arasındaki ilişki sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) ve Pearson korelasyon katsayısı (Pearson r) ile belirlenmiştir. CV, her bir denek için "CV = std. sapma/ort x 100" formülü ile ayrı ayrı hesaplanmış daha sonra tüm deneklerin ortalaması alınmıştır (Atkinson ve Nevill, 2000; do Nascimento vd., 2017; Gail ve Küzell, 2014). Ölçümler arası rastgele hatayı belirlemek için ölçümlerin tipik hatası (TEM), ölçümler arasındaki farkların standart sapmasının $\sqrt{2}$ 'ye bölünmesi ile hesaplanmıştır (do Nascimento vd., 2017; Hopkins, 2000; McCurdy vd., 2008). Klinik olarak minimum anlamlı değişim (SWC), deneklerin iki ölçümden elde ettikleri en büyük yüklerin ortalamasının standart sapması alınmış ve 0.2 ile çarpılarak hesaplanmıştır (Buchheit, 2018; Coyne vd., 2015; Hopkins, 2000, 2004).

BULGULAR

Egzersizlerde birinci ve ikinci test arasında 1TM, 5TM ve 10TM yüklerde anlamlı fark olup olmadığı incelenmiştir (Tablo 1). Sonuçlara göre BC ve TE egzersizlerinde 1TM testinin birinci ve ikinci ölçümü arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Diğer testlerin ölçümleri arasında ise anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Sonuçlar pratik anlamlılık açısından incelendiğinde BC ve TE egzersizlerinde 1TM testlerinden elde edilen ölçümler arasındaki değişimin düşük-orta arasında (sırasıyla 0,34 ve 0,27) bir etki boyutuna sahip olduğu bulunmuştur. Diğer testlerden elde edilen ölçümler arasındaki değişimin ise tamamının düşük etki boyutuna sahip olduğu bulunmuştur.

Tablo 1. Katılımcıların 1TM, 5TM ve 10TM Test-Tekrar Test Değerleri (N=23)

		1,Test Ort ± Ss	2,Test Ort ± Ss	t	p	ES
1TM	BP (kg)	75,17 ± 8,60	76,52 ± 8,90	2,029	0,055	0,15
	SP (kg)	66,30 ± 10,97	67,43 ± 11,23	1,842	0,079	0,10
	BC (kg)	51,04 ± 4,21	52,87 ± 6,36	5,735	0,001*	0,34
	TE (kg)	51,09 ± 5,73	52,65 ± 5,97	3,303	0,003*	0,27
5TM	BP (kg)	64,74 ± 7,45	63,78 ± 7,67	2,061	0,051	0,13
	SP (kg)	57,48 ± 9,57	58,09 ± 9,83	1,481	0,153	0,06
	BC (kg)	44,13 ± 5,44	44,96 ± 5,66	1,945	0,065	0,15
	TE (kg)	44,70 ± 5,35	45,52 ± 5,64	1,777	0,089	0,15
10TM	BP (kg)	54,43 ± 6,66	54,48 ± 6,43	0,157	0,877	0,01
	SP (kg)	48,61 ± 7,97	48,26 ± 8,34	1,283	0,213	0,04
	BC (kg)	37,26 ± 5,15	36,91 ± 5,38	1,400	0,175	0,07
	TE (kg)	37,35 ± 4,90	36,96 ± 4,85	1,438	0,165	0,08

*İki ölçüm arasında anlamlı fark var, ES: Effect size (Etki boyutu)

Tablo 2. Ölçümlerin Test-Tekrar Test Güvenirliği (N=23)

		ICC (%95 CI)	CV% (%95 CI)	TEM	SWC	r
1TM	BP (kg)	0,961 (0,903 - 0,984)	2,47 (1,63 - 3,31)	2,25	1,78	0,934
	SP (kg)	0,980 (0,952 - 0,992)	2,93 (2,19 - 3,66)	2,08	2,25	0,965
	BC (kg)	0,965 (0,766 - 0,991)	2,73 (2,01 - 3,44)	1,08	1,27	0,971
	TE (kg)	0,945 (0,794 - 0,980)	3,33 (2,62 - 4,04)	1,61	1,19	0,925
5TM	BP (kg)	0,976 (0,938 - 0,990)	2,01 (1,27 - 2,74)	1,57	1,55	0,958
	SP (kg)	0,989 (0,974 - 0,995)	1,93 (1,15 - 2,71)	1,39	1,97	0,980
	BC (kg)	0,989 (0,974 - 0,995)	1,93 (1,15 - 2,71)	1,39	1,97	0,980
	TE (kg)	0,953 (0,887 - 0,980)	3,07 (2,26 - 3,88)	1,58	1,13	0,919
10TM	BP (kg)	0,990 (0,976 - 0,996)	1,25 (0,68 - 1,82)	0,94	1,33	0,980
	SP (kg)	0,993 (0,985 - 0,997)	1,25 (0,58 - 1,91)	0,92	1,67	0,988
	BC (kg)	0,987 (0,968 - 0,994)	1,76 (0,96 - 2,55)	0,84	1,07	0,975
	TE (kg)	0,981 (0,955 - 0,992)	1,87 (1,13 - 2,61)	0,92	0,97	0,964

ICC: Intra-class correlation coefficient (Sınıf içi korelasyon katsayısı), CV: Coefficient of variation (Değişim katsayısı), TEM: Typical error of measurement (Ölçümün tipik hatası), SWC: Smallest worthwhile change (Minimum anlamlı değişim), CI: Confidence interval (Güven aralığı)

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada dört farklı egzersizin (BP, SP, BC ve TE) her biri için üç farklı maksimum kuvvet testi (1TM, 5TM ve 10TM) ikişer kez uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda BC egzersizi 1TM testi ve TE egzersizi 1TM testinin birinci ve ikinci ölçümleri arasında anlamlı fark bulunurken, geri kalan testlerin tamamında ölçümler arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Bunun yanında bu testlerin tamamında iki ölçüm arasındaki ilişki düzeyinin yüksek olduğu bulunmuştur (ICC:0,945-0,993 ve Pearson r: 0,919-0,988).

Direnç egzersizlerinde tekrarlı maksimum kuvvet testlerinin güvenilirliğini inceleyen çalışmalar genellikle test-tekrar test güvenirliliğinin yüksek (ICC>0,90) olduğunu bulmuşlardır (Banyard vd., 2017; McCurdy vd., 2008; Monteiro ve Neto, 2016; Reynolds, Gordon, ve Robergs, 2006). Ancak bu çalışmalarda kullanılan yöntemler ve sonuç temelli önerilerde bazı farklılıklar söz konusudur. Örneğin bazı çalışmalarda, bir alıştırmaya seansı ya da bir testin güvenilirlik açısından yeterli olduğu savunulmaktadır (Levinger vd., 2009; Seo vd., 2012). Bazı çalışmalarda ise alıştırmaya seansı ve testlerin iki ya da daha fazla sayıda uygulanması gerektiği belirtilmektedir (Ritti-Dias vd., 2011; Weir, 2005). Antrenman seviyesi yüksek kişilerde belli bir standardın oluşmasının beklenen bir durum olduğu, ancak antrenmansız kişilerde bu testlerin güvenirliliğinin belirsiz olduğu vurgulanmaktadır (Levinger vd., 2009; McCurdy vd., 2004; Ritti-Dias vd., 2011). Ayrıca antrenmansız kişilerde kuvvet gelişiminden bağımsız olarak öğrenme etkisiyle performansın artabileceği belirtilmektedir (Ritti-Dias vd., 2011). Bizim çalışmamızda yer alan örneklem grubunun antrenman seviyesinin düşük olmasından dolayı öğrenme faktörünün etkisini elimine etmek için alıştırmaya uygulanmış ve 1TM testleri, 10TM ve 5TM testlerinden sonra uygulanmıştır. Buna rağmen BC ve TE egzersizlerinde 1TM testinin iki ölçümü arasında anlamlı fark olduğu bulunmuştur. Dolayısıyla

çalışmamızın düşük-antrene bireylerde testlerin güvenilirliğinin sağlanması için iki ya da daha fazla test uygulanması yönündeki bulguları, literatür tarafından desteklenmektedir.

Çalışmalarda güvenilirlik, farklı analizler kullanılarak (ICC, CV, CI, ES, Pearson r, TEM, SWC) ve farklı açılardan (cinsiyet, antrenman deneyimi, tekrar sayısı, kas grubu) incelenmiştir. Örneğin, Taylor ve Fletcher (2012) çalışmasında antrenmansız 28 katılımcı üzerinde dört farklı üst gövde egzersizi için 8TM testinin güvenilirliğini incelemiş ve ICC değerlerini 0,96-0,99 arasında; varyasyon katsayısı olarak tipik hata (TEcv) değerlerini %3,4-10,4 arasında bulmuştur (Taylor ve Fletcher, 2012). McCurdy vd. (2008) dokuz antrenmanlı sporcu üzerinde, CBP (chain loaded bench press) adını verdiği bir egzersizin 1TM test-tekrar test güvenilirliğini ICC ve CV değerlerini erkekler için sırasıyla 0,99 ve %1,4 olarak raporlamıştır (McCurdy vd., 2008). Nascimento vd. (2017) yaptıkları çalışmada bench press ve arm curl egzersizlerinin 1TM test güvenilirliğini antrenman tecrübesi farklı katılımcılar üzerinde incelemişlerdir. Tüm katılımcıların bench press ve arm curl egzersizlerinin ICC değerlerinin sırasıyla 0,968-0,990 ve 0,962-0,991 arasında; CV değerlerinin 0,007-0,46 ve 0,11-0,40 arasında; ES değerlerinin 0,005-0,24 ve 0,008-0,25 arasında; TEM değerlerinin 0,6-1,3 ve 0,5-1,4 arasında olduğunu bulmuştur (do Nascimento vd., 2017). Başka bir çalışmada chest press egzersizinin 5TM güvenilirliğini belirlemek için ICC değeri 0,99 olarak hesaplanmıştır (Reynolds vd., 2006). Levinger vd. (2009) antrenmansız 53 katılımcı üzerinde bazı direnç egzersizlerinin test-tekrar test güvenilirliğini incelemiştir. Güvenirlik analizi için ICC, Pearson r, TEM ve CI istatistiklerini kullanmıştır. TEM grup-İçi değişim olarak raporlanmış ve ham veriye logaritmik dönüşüm uygulandıktan sonra TEM, CV (değişim katsayısı) olarak ifade edilmiştir. Araştırma sonunda birinci ve ikinci denemeler arasında güvenilirlik değerleri chest press için ICC=0,99, TEM: 6,5, r: 0,984; biceps curl için ICC:0,98, TEM: 7,2, r: 0,979 olarak bulunmuştur (Levinger vd., 2009). Simao vd. (2005) en az 6 aylık direnç antrenman deneyimi olan 18 katılımcı üzerinde üst gövde egzersizlerinin 10TM test-tekrar test güvenilirliğini Pearson korelasyonu ile belirlemiştir. Araştırma sonunda Pearson korelasyon katsayısı değerlerini BP için 0,98; LPD için 0,99; SP için 0,96; BC için 0,98 ve TE için ise 0,97 olarak bulmuştur (Simão vd., 2005). Bizim çalışmamızda da bu çalışmalarda olduğu gibi üst gövde egzersizleri (BP, SP, BC ve TE) kullanılmış ve güvenilirlik analizi sonuçlarının literatürdeki çalışmalar ile benzer olduğu bulunmuştur.

Bir çalışmada bench press egzersizinin 1TM güvenilirliğinin antrenmanlı ve antrenmansız bireyler arasında farklı olup olmadığı incelenmiştir. Bench press egzersizinin ilk iki ölçümden elde edilen değerleri arasında antrenmanlı bireyler açısından anlamlı fark bulunmazken, antrenmansız bireyler açısından anlamlı fark bulunmuştur (Ritti-Dias vd., 2011). Nascimento vd. (2013) yaşlı kadınlar (60 yaş üstü) üzerinde, bench press ve arm curl egzersizleri için 1TM test güvenilirliğini incelediği çalışmada birinci ve ikinci denemeler arası ICC değerlerini sırasıyla 0,973 ve 0,953 olarak bulmuştur. Birinci ve ikinci denemeler arası değişimi ise BP için %3,5-10,9 ve %3,8-8,1 olarak bulmuştur. Ancak iki egzersiz için de denemeler arasında anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir (do Nascimento vd., 2013). Bizim çalışmamızda ise BP için testlerin birinci ve ikinci ölçümü arasında fark bulunmazken, BC için testlerin iki ölçümü arasında anlamlı fark bulunmuştur. Ancak iki çalışma arasında katılımcı grubu oldukça farklılık göstermektedir. Yapılan başka bir çalışmada direnç egzersizi deneyimi olan sporcular üzerinde bazı egzersizlere ait 1TM testinin güvenilirliği kas grubu ve cinsiyet açısından incelenmiş ve tüm egzersizlerin ICC değerlerinin 0,913 ve üzerinde olduğu bulunmuştur. Ayrıca büyük ve küçük kas gruplarını içeren egzersizlerde 1TM test skorları açısından anlamlı fark bulunmamıştır (Seo vd., 2012). Bizim çalışmamızda ise büyük kas grubunu içeren egzersizlerde (BP ve SP) birinci ve ikinci testler arasında anlamlı fark bulunmazken; küçük kas grubunu içeren egzersizlerde (BC ve TE) 1TM testinin ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmuştur. Ancak Seo vd. (2012) çalışmasında antrenman deneyimi olan katılımcıları kullanırken, bizim çalışmamızda antrenman seviyesi düşük katılımcılar kullanılmıştır.

Saraiva vd. (2014) çalışmasında sekiz farklı egzersizin 10TM test-tekrar test güvenilirliğini belirlemek için ICC değerlerinin 0,97-0,99 arasında olduğunu bulmuştur (Saraiva vd., 2014). Gail ve Kunzell (2014) yapmış oldukları çalışmada (n=25) leg press ve leg curl egzersizlerinin 5TM test güvenilirliğini

incelemişlerdir. Araştırma sonunda leg press ve leg curl egzersizlerinin ICC değerleri sırasıyla 0,99 ve 0,99; CV değerleri %3,0 ve %3,1 olarak bulunmuştur (Gail ve Künzell, 2014). Marocolo vd. (2015) yaptıkları çalışmada en az bir yıllık direnç antrenman tecrübesine sahip sporcularda leg press, scott arm ve knee flexion egzersizlerinin 1TM test-tekrar test güvenilirliğini belirlemek için ICC ve %95CI değerlerini 0,962 (0,949-0,981) olarak belirlemiştir (Marocolo vd., 2016). Yapılan başka bir çalışmada patlayıcı güç gerektiren birçok sporda sıklıkla kullanılan power clean testinin 1TM güvenilirliği incelenmiştir. Antrenmanlı adolesan sporcular üzerinde yapılan çalışmada güvenilirlik ölçütleri ICC: 0,98, Pearson r: 0,98 olarak bulunmuştur. İki ölçüm arasında ($70,9 \pm 19,8$ ve $69,8 \pm 19,8$) tipik hata 2,9 kg olarak belirlenmiştir. Ayrıca power clean testinde en az 8,0 kg'lık bir değişimin, performansta anlamlı bir değişime sebep olacağı belirtilmiştir (Faigenbaum vd., 2012). Çalışmamızın güvenilirlik analizlerinden elde edilen sonuçların genel olarak literatüre uygun olduğu görülmektedir (ICC: 0,945-0,993; CV: %1,25-3,33; TEM: 0,84-2,25; SWC: 0,97-2,25; Pearson r: 0,919-0,988; ES: 0,01-0,34).

Sonuç olarak bu çalışmada farklı tekrarlarla uygulanan maksimum yük (1TM, 5TM ve 10TM) testlerinin güvenilirliği incelenmiştir. Araştırmalarda test-tekrar test güvenilirliğini belirtmek için sunulan sınıf içi korelasyon katsayılarının (ICC), literatüre paralel olarak yüksek düzeyde oldukları tespit edilmiştir. Ancak 12 farklı testin ikisinde (BC-1TM ve TE-1TM) iki ölçüm arasında istatistikî açıdan anlamlı fark bulunmuştur. Dolayısıyla bizim çalışmamızda olduğu gibi antrenman seviyesi düşük bireylerde uygulanan maksimum kuvvet testleri için birkaç alıştırma antrenmanı ve en az iki test tekrarı uygulanması önerilmektedir. Test-tekrar test güvenilirliğinin sağlanmamasının özellikle antrenman ya da benzeri bir müdahalenin incelendiği çalışmalarda gerçekçi olmayan sonuçlara ulaşılmasına yol açabileceği düşünülmektedir. Başka bir deyişle elde edilen anlamlı farka, antrenmanın ya da etkisi incelenen başka bir değişkenin sebep olduğu düşünülebilir.

KAYNAKLAR

- Atkinson, G., ve Nevill, A. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine*, 30(5), 375-381.
- Balsamo, S., Tibana, R. A., da Cunha Nascimento, D., de Farias, G. L., Petruccelli, Z., de Santana, F. d. S., . . . de Souza, J. C. (2012). Exercise order affects the total training volume and the ratings of perceived exertion in response to a super-set resistance training session. *International Journal of General Medicine*, 5, 123.
- Banyard, H. G., Nosaka, K., ve Haff, G. G. (2017). Reliability and validity of the load-velocity relationship to predict the 1RM back squat. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 1897-1904.
- Buchheit, M. (2018). Magnitudes matter more than Beetroot Juice. *Sport Perform. Sci. Rep.*, 15.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for The Behavioral Sciences*. 2nd: Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Colquhoun, R. J., Gai, C. M., Aguilar, D., Bove, D., Dolan, J., Vargas, A., . . . Campbell, B. I. (2018). Training volume, not frequency, indicative of maximal strength adaptations to resistance training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(5), 1207-1213.
- Coyne, J. O., Tran, T. T., Secomb, J. L., Lundgren, L., Farley, O. R., Newton, R. U., ve Sheppard, J. M. (2015). Reliability of pull up ve dip maximal strength tests. *J Aust Strength Cond*, 23, 21-27.
- Dias, I., de Salles, B. F., Novaes, J., Costa, P. B., ve Simão, R. (2010). Influence of exercise order on maximum strength in untrained young men. *Journal of Science And Medicine In Sport*, 13(1), 65-69.
- do Nascimento, M. A., Januário, R. S. B., Gerage, A. M., Mayhew, J. L., Pina, F. L. C., ve Cyrino, E. S. (2013). Familiarization and reliability of one repetition maximum strength testing in older women. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(6), 1636-1642.
- do Nascimento, M. A., Ribeiro, A. S., de Souza Padilha, C., da Silva, D. R. P., Mayhew, J. L., do Amaral Campos Filho, M. G., ve Cyrino, E. S. (2017). Reliability and smallest worthwhile difference in 1RM tests according to previous resistance training experience in young women. *Biology of Sport*, 34(3), 279-285.
- Faigenbaum, A. D., McFarland, J. E., Henman, R., Naclerio, F., Ratamess, N. A., Kang, J., ve Myer, G. D. (2012). Reliability of the one repetition-maximum power clean test in adolescent athletes. *Journal of strength and conditioning research/National Strength and Conditioning Association*, 26(2), 432.
- Gail, S., ve Künzell, S. (2014). Reliability of a 5-repetition maximum strength test in recreational athletes. *Deutsche Zeitschrift Für Sportmedizin*, 65(11).
- Hopkins, W. G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports medicine*, 30(1), 1-15.
- Hopkins, W. G. (2004). How to interpret changes in an athletic performance test. *Sportsmedicine*, 8(1), 1-7.

- Hopkins, W. G. (2017). A spreadsheet for monitoring an individual's changes and trend. *Sports Science*, 21(5-9), 10.
- Levinger, I., Goodman, C., Hare, D. L., Jerums, G., Toia, D., ve Selig, S. (2009). The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *Journal of Science And Medicine in Sport*, 12(2), 310-316.
- Marocolo, M., Marocolo, I. C., Cunha, F. S. B., da Mota, G. R., ve Maior, A. S. (2016). Influence of percentage of 1RM strength test on repetition performance during resistance exercise of upper and lower limbs. *Arch. med. deporte*, 33(176), 387-392.
- McCurdy, K., Langford, G., Jenkerson, D., ve Doscher, M. (2008). The validity and reliability of the 1RM bench press using chain-loaded resistance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 678-683.
- McCurdy, K., Langford, G. A., Cline, A. L., Doscher, M., ve Hoff, R. (2004). The reliability of 1-and 3RM tests of unilateral strength in trained and untrained men and women. *Journal of sports science and medicine*, 3(3), 190.
- Monteiro, E. R., ve Neto, V. G. C. (2016). Effect of different foam rolling volumes on knee extension fatigue. *International journal of sports physical therapy*, 11(7), 1076.
- Rajkumar, R., ve Divya, K. (2018). Impact of specific training on selected speed, explosive power and muscular strength parameters among school men handball players. *Indian Journal of Applied Research*, 7(9).
- Reynolds, J. M., Gordon, T. J., ve Robergs, R. A. (2006). Prediction of one repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 584-592.
- Ribeiro, A. S., Schoenfeld, B. J., Fleck, S. J., Pina, F. L., Nascimento, M. A., ve Cyrino, E. S. (2017). Effects of traditional and pyramidal resistance training systems on muscular strength, muscle mass, and hormonal responses in older women: a randomized crossover trial. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 1888-1896.
- Ritti-Dias, R. M., Avelar, A., Salvador, E. P., ve Cyrino, E. S. (2011). Influence of previous experience on resistance training on reliability of one-repetition maximum test. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(5), 1418-1422.
- Saraiva, A. R., Reis, V. M., Costa, P. B., Bentes, C. M., e Silva, G. V. C., ve Novaes, J. S. (2014). Chronic effects of different resistance training exercise orders on flexibility in elite judo athletes. *Journal of Human Kinetics*, 40(1), 129-137.
- Seo, D.-i., Kim, E., Fahs, C. A., Rossow, L., Young, K., Ferguson, S. L., . . . Kim, D. (2012). Reliability of the one-repetition maximum test based on muscle group and gender. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11(2), 221.
- Simão, R., Farinatti, P. d. T. V., Polito, M. D., Maior, A. S., ve Fleck, S. J. (2005). Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercises. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 152-156.
- Taylor, J. D., ve Fletcher, J. P. (2012). Reliability of the 8-repetition maximum test in men and women. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(1), 69-73.
- Weir, J. P. (2005). Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 231-240.
- Worts, P. R., Schatz, P., ve Burkhart, S. O. (2018). Test performance and test-retest reliability of the vestibular/Ocular motor screening and King-Devick test in adolescent athletes during a competitive sport season. *The American journal of sports medicine*, 46(8), 2004-2010.