





Üst Gövde Kuvvetinin Belirlenmesinde Kullanılan Kolay Uygulanabilir Laboratuvar Dışı Yöntemlerin Güvenirliliği

Reliability of Easy Applicable Non-laboratory Methods Used for Determination of the Upper Body Strength

 Serhat ÖZBAY^a,
 Süleyman ULUPINAR^b,
 Vedat ÇINAR^c,
 Taner AKBULUT^c

^aBeden Eğitimi ve Spor Eğitimi Bölümü,
Erzurum Teknik Üniversitesi
Spor Bilimleri Fakültesi,
Erzurum, TÜRKİYE

^bHacettepe Üniversitesi
Spor Bilimleri Fakültesi,
Ankara, TÜRKİYE

^cHareket ve Antrenman Bilimleri Bölümü,
Fırat Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi,
Elazığ, TÜRKİYE

Received: 22.04.2019

Received in revised form: 20.05.2019

Accepted: 21.05.2019

Available online: 22.05.2019

Correspondence:

Serhat ÖZBAY
Erzurum Teknik Üniversitesi
Spor Bilimleri Fakültesi,
Beden Eğitimi ve Spor Eğitimi Bölümü,
Erzurum,
TÜRKİYE/TURKEY
serhat.ozbay@erzurum.edu.tr

ÖZET Amaç: Egzersiz ya da benzeri bir müdahalenin etkisini incelemek için modern laboratuvar ölçüm yöntemlerine ulaşmak herkes için ya da her zaman mümkün olmayabilmektedir. Bu tür durumlarda tercih edilen ölçüm yöntemlerinin güvenilirliği bilimsel açıdan oldukça önemlidir. Bu çalışmada, üst gövde kuvvetinin belirlenmesinde kullanılan kolay uygulanabilir laboratuvar dışı yöntemlerin güvenilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmada, “bench press”, “shoulder press”, “biceps curl” ve triceps ekstansiyon egzersizleri, bir tekrar maksimum yük cinsinden; push up, pull up, dip ve crunch egzersizleri maksimum tekrar sayısı cinsinden; trunk fleksiyon (TRF), trunk ekstansiyon (TRE), left lateral fleksiyon (LLF) ve right lateral fleksiyon (RLF) egzersizleri maksimum süre cinsinden ölçülmüştür. Güvenirlilik, test-retest yöntemi ile analiz edilmiştir. **Bulgular:** Toplam 12 testin hiçbirinde test-retest arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Üç test için (TRE, RLF ve LLF) sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC): 0,80-0,90; dokuz test için ICC: 0,90-0,99 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca merkez kuvvetin ölçülmesinde kullanılan crunch, TRE, TRF, RLF ve LLF egzersizlerinin tipik hata ve minimum anlamlı değişim değerlerinin diğer egzersizlere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. **Sonuç:** Sonuç olarak, bu çalışmada yer alan ve farklı mekanik becerileri ölçen 12 testin güvenilir olduğu saptanmıştır. Ancak, gelecek çalışmalarda, merkez kuvveti ölçmek için kullanılan testlerde alıştırmaya antrenmanlarının sayısının artırılması ve testlerin en az iki kez tekrarlanması, güvenilirliğin sağlanması açısından tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Üst gövde egzersizleri; test-tekrar test güvenilirliği; direnç egzersizleri; kalistenik egzersizler; kor egzersizleri

ABSTRACT Objective: Access to modern laboratory measurement methods may not be possible for every time to examine the effect of exercise or similar intervention. However, the reliability of the preferred measurement methods in such cases is scientifically very important. The aim of this study is to determine the reliability of easy applicable non-laboratory methods which can be used for determining upper body strength. **Material and Methods:** Thirty-three healthy men were participated in the study voluntarily. In the study resistance exercises: bench press, shoulder press, biceps curl and triceps extension exercises were measured in terms of 1 repeat maximum load. Callisthenic exercises: push up, pull up, dip and crunch were measured in terms of maximum number of repetitions. Kor exercises: trunk flexion (TRF), trunk extension (TRE), right lateral flexion (RLF), left lateral flexion (LLF) were measured in terms of maximum time. Reliability was analysed by the test-retest method. **Results:** There was no significant difference in test-retest for all 12 exercises. For three tests (TRE, RLF and LLF) intraclass correlation coefficient (ICC): 0.80 to 0.89; for nine tests ICC: 0.90 to 0.99 were calculated. In addition, typical error of measurement and smallest worthwhile change values of crunch, TRE, TRF, RLF, and LLF used for measuring center strength were found to be higher compared to other exercises. **Conclusion:** Consequently, total of 12 tests measuring different mechanical skills in this study were found to be reliable. It is recommend to increase of the number of familiarization trainings in the tests used to measure especially the central strength, and to repeat the tests at least twice for future studies for high reliability.

Keywords: Upper-body-exercises; test-retest reliability; resistance exercises; calisthenic exercises; core exercises

Kuvvet performansı, hem profesyonel sporcular için hem de rekreasyonel amaçlı spor yapan bireyler için önemli bir belirleyicidir.¹⁻³ Araştırmalarda belli bir örneklem grubunun kuvvet profillerini incelemek ya da belli antrenman yönteminin kuvvet performansına etkisini belirlemek için farklı ölçme yöntemleri kullanılmaktadır.⁴⁻⁶ Ancak, özellikle sağlığı korumak ve fiziksel uygunluklarını daha iyi duruma getirmek için egzersiz yapan kişilerin üst düzey laboratuvar ölçüm yöntemlerine ulaşmaları her zaman mümkün olmamaktadır.^{7,8} Dolayısıyla, rekreasyonel sporcuların yer aldığı araştırma tasarımlarında kullanılan laboratuvar dışı ölçüm yöntemlerin güvenilir olması oldukça önemlidir.^{4,5,9-11} Çünkü, birçok rekreasyonel sporcunun antrenman programı ya da tedavi ve rehabilitasyon amaçlı egzersiz programları maksimal kuvvet performansının belli yüzdelere göre hesaplanmaktadır. Ayrıca, sporculara uygulanan farklı antrenman yöntemlerinin etkisini belirlemek veya bir sporcunun zaman içerisindeki performans gelişimini takip etmek için maksimal kuvvet testleri referans alınmaktadır.^{12,13}

Güvenirlilik bir ölçümün tekrarları arasındaki kararlılık ve tutarlılık olarak tanımlanmaktadır.^{14,15} Spor bilimlerinde araştırma sonuçlarını etkileyecek referans ölçümlerin güvenirliliğini belirlemek için test-tekrar test yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır.^{11,16-18} Bu tür araştırmalarda ölçümler arasındaki ilişki derecesini tanımlamak için sınıf içi korelasyon katsayısı [intra-class correlation coefficient (ICC)]; ölçümler arası farklılaşmayı ifade etmek için varyasyon katsayısı [coefficient of variation (CV)]; ölçümler arasındaki farklılaşmanın pratikteki anlamlılığının göstergesi olarak etki boyutu [effect size (ES)] sıklıkla yer almaktadır. Ayrıca, ölçümler arasındaki rastgele hatanın göstergesi olarak ölçümlerin tipik hatası [typical error of measurement (TEM)]; klinik olarak anlamlı kabul edilebilecek en küçük değişim miktarının göstergesi olarak minimum anlamlı değişim [smallest worthwhile change (SWC)] istatistiklerinin kullanılması güncel çalışmalarda sıklıkla tavsiye edilmektedir.¹⁹⁻²¹

Araştırmalarda kuvvet performansını ölçmek için kullanılan laboratuvar dışı testlerin en az iki

kez tekrar edilmesinin güvenirliliği artıracağı tavsiye edilmektedir.^{22,23} Ayrıca standart bir ısınma ve alıştırma antrenmanları da kuvvet testlerinin geçerli ve güvenilir olması için önerilen diğer uygulamalardır.^{7,13,17,24} Birçok araştırmada; maksimum kuvvet performansı, kolay uygulanabilir ve ulaşılabilir olması sebebiyle direnç egzersizleri ile belirlenmektedir.^{16,25,26} Direnç egzersizlerinde genellikle kaldırılan yük cinsinden birim kullanılmaktadır. Bunun yanında, herhangi bir alet ya da harici bir müdahale olmaksızın, kişinin kendi vücut ağırlığı ile yaptığı egzersizler de uzun yıllardır hem antrenman programlarında hem de bilimsel araştırmalarda tercih edilmektedir.^{5,27-31} Kalistenik egzersizler olarak da adlandırılan bu egzersizlerde çoğunlukla ölçme birimi tekrar sayısı olarak ifade edilmektedir. Bunların yanında, son yıllarda kor bölgesi kuvvetinin performans üzerindeki etkisi sıkça incelenmiş ve kinetik zincir temelli hareketleri gerçekleştirilmede kuvvet transferi, stabilizasyon, dinamik denge, koordinasyon ve çeviklik gibi becerilerde etkili olduğu ortaya konulmuştur.³²⁻³⁴ Kor bölgesinin ölçümünde farklı ölçme yöntemleri kullanılmakla birlikte, süre cinsinden ölçme birimi birçok araştırmada tercih edilmektedir.

Kuvvet performansını değerlendirmek için yapılan laboratuvar dışı testlerin güvenirliliği birçok çalışmada incelenmiş, fakat farklı mekanik beceri gerektiren ve farklı ölçme birimlerinin kullanıldığı testleri aynı anda inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada, üst gövde kuvvetini belirlemede farklı mekanik becerileri ölçen ve üç farklı ölçme birimini içeren laboratuvar dışı testlerin güvenirliliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

KATILIMCILAR

Araştırmaya 33 (yaş=19,5±2,1 yıl; VA=77,4± 11,3 kg; boy=172,3±7,3; beden kitle indeksi=25,9±1,7 kg/m²) erkek gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar lisanslı olarak sporcu olmayan, ancak günde yaklaşık 1,5-2 saat olmak üzere, haftada en az üç gün rekreasyonel amaçlı egzersiz yapan kişilerden seçilmiştir. Araştırma süresince, geçici hastalık ya

da sakatlığı bulunan kişiler araştırmaya dâhil edilmemiştir. Sporculara çalışmaya katılmadan önce yazılı ve sözlü olarak detaylı açıklama yapılmış ve aydınlatılmış onamları alınmıştır. Çalışma prosedürü Helsinki Deklarasyonu Prensipleri'ne uygun gerçekleştirilmiştir. Bu araştırma için Erzurum Atatürk Üniversitesi, Kış Sporları ve Spor Bilimleri Enstitüsü, Spor Bilimleri Fakültesi Etik Kurul Komisyonunun 03/12/2018 tarihli kararı ile etik kurul onayı alınmıştır.

ARAŞTIRMA PROSEDÜRÜ

Bu araştırma için katılımcılar, üç alıştırma antrenmanının ardından ardışık olmayan toplam 12 farklı günde test edilmiştir. İlk altı günde, toplam 12 egzersiz (Günde iki egzersiz) için maksimal kuvvet testi rastgele sırayla uygulanmıştır. İkinci altı günde ise test-tekrar test güvenilirliğini belirlemek için aynı testler ilk ölçümlerin sırasına göre tekrar edilmiştir. Ölçüm yapan kişiden kaynaklı hataları elimine etmek için tüm testler aynı araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Alıştırma antrenmanlarında tüm hareketler ile ilgili detaylı açıklamalar yapılmış, görsel olarak dikkat edilmesi gereken noktalar (Eklem açısı, hareket hızı, hareket aralığı vb.) vurgulanmış ve deneklere hareketleri submaksimal şiddette yapma imkânı verilerek geri dönüt sağlanmıştır. Bütün prosedürler hem test hem tekrar test aşamasında aynı şekilde uygulanmıştır.

Direnç egzersizleri uygulama aşamasında bench press (BP), shoulder press (SP), biceps curl (BC), triceps ekstensiyon (TE) testleri, bir tekrarda kaldırılan maksimum yük cinsinden (kg) değerlendirilmiştir.^{4,22} Sporculara bir test için 3-5 dk arayla beş hak verilmiş ve elde edilen en yüksek yük geçerli kabul edilmiştir. Deneklerin başarılı oldukları denemeler için istekleri doğrultusunda yük %3-10 oranında artırılmış; başarısız oldukları denemeler için yük %3-10 oranında azaltılmıştır. Bir denemenin başarılı sayılabilmesi için tam bir hareket aralığının tamamlanması ve başlangıç pozisyonuna geri dönülmesi esas alınmıştır. Denekler, 10 dk aerobik koşu ve alıştırma antrenmanlarındaki deneyimlerine göre ilk uygulayacakları yükün %50'sinde beş tekrardan oluşan standart bir ısınma gerçekleştirmişlerdir.

Kalistenik egzersizler, uygulama aşamasında push-up, pull-up, dip ve crunch testleri, bir denemede ulaşılabilen en fazla tekrar sayısı olarak değerlendirilmiştir.^{5,35,36} Sporculara bir test için üç deneme hakkı verilmiş ve ulaşılan en fazla tekrar sayısı geçerli kabul edilmiştir. Yorgunluk etkisini elimine etmek için bir deneme hakkını her iki egzersiz için tamamladıktan sonra, bir sonraki deneme hakkına geçilmiştir. Egzersizlerin uygulanması sırasında hareket hızını standardize etmek için tekrarlar ve konsantrik-eksantrik fazlar arasında duraksamaya izin verilmemiştir. Katılımcılar kendi isteğiyle hareketi sonlandırınca kadar test devam etmiştir. Bir tekrarın kabul edilmesi için vücudun başlangıç pozisyonuna dönebilmesi ve stabil olması esas alınmıştır. Egzersizler ve denemeler arasında 10 dk'lık dinlenme süreleri uygulanmıştır. Testlerden önce 10 dk'lık koşu ve ilk uygulayacakları egzersizin 10 tekrarından oluşan standart bir ısınma gerçekleştirmişlerdir.

Kor egzersizleri uygulama aşamasında trunk fleksiyon (TRF), trunk ekstensiyon (TRE), right lateral fleksiyon (RLF) ve left lateral fleksiyon (LLF) testleri bir denemede stabil pozisyonda uygulanabilen en uzun süre cinsinden (sn) değerlendirilmiştir.^{37,38} Sporculara bu testler için üç deneme hakkı verilmiş ve elde ettikleri en fazla süre geçerli kabul edilmiştir. Yorgunluk etkisini elimine etmek için bir deneme hakkı, her iki egzersiz tamamladıktan sonra bir sonraki deneme hakkına geçilmiştir. Egzersizlerin uygulanması aşamasında vücut pozisyonundaki uzuvlar açısı bozulunca ya da denek kendi isteğiyle hareketi sonlandırınca kadar test devam etmiştir. Testlerden önce 10 dk'lık aerobik koşu içeren standart bir ısınma gerçekleştirilmiştir.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

İstatistiksel işlemler SPSS 21,0 programında yapıldı. İstatistiksel işlemlerde $p \leq 0,05$ kabul edildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile kontrol edildi. İki ölçüm arasındaki fark, eşli örneklem t-testi ile analiz edildi. Pratik anlamlılık için ES hesaplandı. ES değerleri, düşük (0,2), orta (0,5) ve yüksek (0,8) olarak değerlendirildi.³⁹ Güvenirlilik analizleri için iki ölçüm arasındaki ilişki ICC ile belirlendi. CV, her bir denek için "CV=std.

sapma/ortx100” formülü ile ayrı ayrı hesaplanmış daha sonra tüm deneklerin ortalaması alınmıştır. ^{11,13,40} Ölçümler arası rastgele hatayı belirlemek için TEM, ölçümler arasındaki farkların standart sapmasının $\sqrt{2}$ 'ye bölünmesi ile hesaplandı. ^{13,17,19} Klinik olarak SWC için, deneklerin iki ölçümden elde ettikleri en büyük yük geçerli kabul edildi ve bu yüklerin ortalamasının standart sapması alındı ve 0,2 ile çarpılarak hesaplandı. ^{5,19,21,41}

BULGULAR

Katılımcıların test-retest değerleri arasındaki farklar incelendi ve 12 testin hiçbirinde anlamlı fark bulunmadı (Tablo 1). Ayrıca, bu sonuçlar pratik anlamlılık açısından incelendi ve oldukça düşük etki boyutuna sahip oldukları belirlendi (ES<0,20).

On iki farklı egzersiz için güvenilirlik, test-tekrar test analizi ile incelendi (Tablo 2). Tüm egzersizler için test-tekrar test güvenilirliğinin kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu bulundu (ICC>0,80). Kor kuvvetini ölçmek için kullanılan üç testin (TRE, RLF ve LLF) ICC değerlerinin 0,80-0,90, kalan dokuz testin ICC değerlerinin 0,90-0,99 arasında olduğu bulundu. Ölçümler arasındaki farklılaşmanın (%CV) direnç egzersizlerinde, diğerlerine göre daha düşük olduğu saptandı. TEM ve SWC değerlerinin, merkez kuvveti ile ilişkili

crunch, TRF, TRE, RLF ve LLF egzersizlerinde, diğerlerine göre daha yüksek olduğu bulunmuştur.

TARTIŞMA

Bu çalışmada üst gövde kuvvetinin ölçülmesinde kullanılan ve farklı mekanik beceri gerektiren laboratuvar dışı testlerin güvenilirliği incelenmiştir. Araştırmada, direnç egzersizleri kaldırılan yük cinsinden (kg); kalistenik egzersizler tekrar sayısı cinsinden ve kor egzersizleri süre (sn) cinsinden değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, toplam 12 egzersizin hiçbirinde test ve tekrar test arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Araştırmada, kor egzersizlerinin uygulandığı üç testte (TRE, RLF ve LLF) ICC değerleri 0,80-0,90 arasında bulunur iken; diğer egzersizlerde ICC değerlerinin 0,90-0,99 arasında olduğu görülmüştür. Ayrıca, TEM ve SWC değerlerinin direnç egzersizlerinin tamamında (BP, SP, BC ve TE) ve kalistenik egzersizlerden pull up, push up ve dip egzersizlerinde, diğer egzersizlere göre (Crunch, TRF, TRE, RLF ve LLF) daha düşük olduğu saptanmıştır. Ölçümler arasındaki farklılaşmanın (%CV) direnç egzersizlerinde (BP, SP, BC ve TE) diğerlerine göre daha düşük olduğu bulunmuştur.

Bir tekrar maksimum (1TM) kuvvet testleri laboratuvar dışı yöntemler için altın standartlardan biri olarak kabul edilmekte ve birçok araştırmada

TABLO 1: Katılımcıların test-retest değerleri.

		1. test ort ± SS	2. test ort ± SS	t	p	ES
Direnç egzersizleri (kg)	BP	99,39±21,67	100,15±22,11	1,437	0,160	0,03
	SP	79,7±14,49	80,3±15,04	1,487	0,147	0,04
	BC	44,02±9,78	44,70±10,49	1,720	0,095	0,07
	TE	45,53±11,25	45,98±11,51	1,530	0,136	0,04
Kalistenik egzersizler (tekrar sayısı)	Push-up	55,79±11,56	56,76±11,83	1,566	0,127	0,08
	Pull-up	22,36±5,42	22,79±5,97	0,615	0,543	0,08
	Dip	32,36±5,67	32,58±5,58	1,392	0,173	0,04
	Crunch	109,03±38,33	111,82±41,02	1,837	0,075	0,05
Kor egzersizleri (sn)	TRF	175,42±37,51	174,79±32,34	0,234	0,817	0,02
	TRE	139,85±26,68	138,36±27,93	1,437	0,160	0,05
	RLF	83,76±12,18	82,85±12,5	1,487	0,147	0,07
	LLF	82,42±11,69	81,3±12,66	1,720	0,095	0,09

SS: Standart sapma, ES: Etki boyutu, BP: Bench press, SP: Shoulder press, BC: Biceps curl, TE: Triceps ekstensiyon, TRF: Trunk fleksiyon, TRE: Trunk ekstensiyon, RLF: Right lateral fleksiyon, LLF: Left lateral fleksiyon.

TABLO 2: Test-retest güvenilirlik değerleri.

		ICC	CV%	TEM	SWC
Direnç egzersizleri	BP	0,991	1,61	2,14	4,42
	SP	0,988	1,20	1,66	3,06
	BC	0,977	1,86	1,61	2,10
	TE	0,989	1,98	1,21	2,25
Kalistenik egzersizler	Push-up	0,954	4,20	2,52	2,30
	Pull-up	0,938	5,40	1,40	2,10
	Dip	0,957	4,00	1,24	2,15
	Crunch	0,978	5,54	6,16	8,04
Kor egzersizleri	TRF	0,910	4,74	8,92	7,38
	TRE	0,896	6,20	8,49	7,89
	RLF	0,815	6,16	5,31	5,88
	LLF	0,838	5,82	4,94	5,42

ICC: Sınıf içi korelasyon katsayısı; %CV: Varyasyon katsayısı; TEM: Ölçümlerin tipik hatası, SWC: Minimum anlamlı değişim, BP: Bench press, SP: Shoulder press, BC: Biceps curl, TE: Triceps ekstensiyon, TRF: Trunk fleksiyon, TRE: Trunk fleksiyon, RLF: Right lateral fleksiyon, LLF: Left lateral fleksiyon.

kullanılmaktadır. Nascimento ark.nın çalışmasında BP ve arm curl egzersizlerinin 1TM test güvenilirliği incelenmiş ve ICC değerlerinin sırasıyla 0,968-0,990 ve 0,962-0,991 arasında, CV değerlerinin 0,07-0,46 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 olduğu bulunmuştur.¹³ McCurdy ark., dokuz antrenmanlı sporcu üzerinde, CBP (chain loaded bench press) adını verdiği bir egzersizin 1TM test-tekrar test güvenilirliği için ICC ve CV değerlerini erkekler için sırasıyla 0,99 ve %1,4 olarak rapor etmişlerdir.¹⁷ Levinger ark., antrenmansız 53 katılımcı üzerinde bazı direnç egzersizlerinin test-tekrar test güvenilirliğini incelemiştir. Araştırma sonunda birinci ve ikinci denemeler arasında güvenilirlik değerleri chest press için ICC: 0,99, TEM: 6,5 bulunur iken, biceps curl için ICC: 0,98, TEM: 7,2 olarak saptanmıştır.²² Simao ark., antrene 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.⁴² Bir çalışmada BP egzersizinin 1TM güvenilirliğinin antrenmanlı ve antrenmansız bireyler arasında farklı olup olmadığı incelenmiştir. BP egzersizinin ilk iki ölçümden elde edilen değerleri arasında antrenmanlı bireyler açısından anlamlı fark bulun-

maz iken, antrenmansız bireyler açısından anlamlı fark saptanmıştır.²³ Nascimento ark., yaşlı kadınlar (60 yaş üstü) üzerinde, BP ve arm curl egzersizleri için 1TM test güvenilirliğini incelediği çalışmada, bir ve ikinci denemeler arası ICC değerlerini sırasıyla 0,973 ve 0,953 olarak bulmuşlardır. Bir ve ikinci denemeler arası değişimi ise BP için %3,5-10,9, %3,8-8,1 olarak saptamışlardır. Ancak, iki egzersiz için de denemeler arasında anlamlı fark olduğunu belirlemişlerdir.⁷ 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.⁴ Bu çalışmada ise kullanılan direnç egzersizleri (BP, SP, BC ve TE) için 1TM güvenilirliği test-tekrar test yöntemi ile belirlenmiş ve sonuçların genel literatüre paralel olarak güvenilir olduğu bulunmuştur.

Kendi vücut ağırlığını kullanarak yapılan kalistenik egzersizler, kolay uygulanabilir olması ve ekstra hazırlık gerektirmemesi gibi avantajları sayesinde sıkça tercih edilmektedir. Bir çalışmada, adölesan erkek ve kızlarda yapılan bir çalışmada, push-up testinin güvenilirliği test-retest yöntemi ile belirlenmiştir. Araştırmanın bulgularına göre; iki test arasında anlamlı fark bulunmaz iken, ICC: 0,73; TEM: 1,0 olarak saptanmıştır.⁴³ Başka bir çalışmada, antrenman seviyesi, karışık 15 erkek üye-

rinde pull-up ve dip maksimum testinin güvenilirliği test-tekrar test yöntemiyle belirlenmiştir. İki test arasında anlamlı fark olmadığı bulunur iken, iki test için de ICC: 0,99 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, pull up egzersizi maksimal testi için %CV: 2,22; TEM: 2,11 ve SWC: 3,52 olarak bulunur iken, dip egzersizi maksimal testi için %CV: 2,41; TEM: 2,72 ve SWC: 4,81 olarak saptanmıştır.⁵ Bir diğer çalışmada, 16 rekreasyonel sporcu üzerinde balistik push-up testinin güvenilirliği incelenmiştir. Araştırmada, zirve güç (peak force) ve ortalama güç (mean force) değerleri hesaplanmış ve iki ölçüm arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Ayrıca, ICC değerleri sırasıyla 0,971 ve 0,989 olarak bulunmuştur.⁴⁴ Bu çalışmada ise pull-up, push-up ve dip egzersizlerinin, test-tekrar test güvenilirliği açısından kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu belirlenmiştir. Crunch egzersiz testi için ICC değerinin (0,978) yüksek olduğu gözlenmiş, ancak TEM ve SWC değerlerinin diğer kalistenik egzersizlere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Kor egzersizleri, kişileri antrene etme ve test etme sürecinde ortak uygulamayla gerçekleştirildiğinden geçerli ve güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmektedir.^{38,45} Bir çalışmada, front ve side abdominal power testleri (FAPT ve SAPT)'nin güvenilirliği test-tekrar test yöntemi ile ölçülmüştür. Araştırma sonunda, hem FAPT hem de SAPT için test-retest arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Ayrıca; FAPT için ICC: 0,95, SAPT için 0,93 olarak hesaplanmış ve iki testin de güvenilir olduğu vurgulanmıştır.⁴⁶ Okul çağındaki (college-aged) 15 erkek üzerinde TRF ve TRE testi yapılmış ve test-retest arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Ayrıca, TRF testi için ICC: 0,66; TRE testi için ICC: 0,79 olarak hesaplanmıştır.⁴⁵ Kor stabilizasyonunu ölçmek için dört farklı test bataryasının kullanıldığı bir çalışmada, katılımcılara her test için günde beş deneme hakkı verilmiş ve dört gün boyunca aynı testler tekrarlanmıştır. Araştırma sonunda iki, üç ve dördüncü günler arasındaki ICC değerlerinin oldukça yüksek olduğu bulunmuştur. Bu tür araştırma tasarımlarında birinci denemenin alışma/öğrenme sağladığı, dolayısıyla sonraki denemelerin daha güvenilir sonuçlar verdiği vurgulanmıştır.²⁴ Başka bir çalışmada, 30 antrenmanlı birey

üzerinde TRF, TRE, RLF ve LLF egzersizlerinin test-tekrar test güvenilirliği 0,82-0,91 arasında bulunmuştur.³⁷ Yirmi sekiz sağlıklı birey üzerinde yapılan başka bir araştırma, bu çalışmada da kullanılan kor egzersizlerinin test-tekrar test güvenilirliğini incelemiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, TRF için ICC: 0,97, TRE için 0,97 hesaplanmıştır. Aynı çalışmada, sağ ve sol lateral fleksiyon oranları için (RLF/LLF) ICC: 0,99 olarak bulunmuştur.³⁸ Bu çalışmada ise kor maksimal kuvvet testi için TRF, TRE, RLF ve LLF egzersizleri kullanılmıştır. Bu testlerin ICC değerlerinin kabul edilebilir sınırlarda olmasına rağmen, direnç ve kalistenik egzersizlere göre kısmen daha düşük olduğu saptanmıştır. Gelecek çalışmalarda bu testlerin kullanılması durumunda, testlerin en az iki kez tekrar edilmesi ve alıştırma antrenmanlarının uygulanması önerilmektedir.

SONUÇ

Araştırmalar, maksimal kuvvet performansını belirlemek için kullanılan laboratuvar dışı testlerin genellikle güvenilir olduğunu göstermektedir. Araştırmalar, en az iki test yapılmasının ve alıştırma seanslarının gerekli olduğunu savunmaktadır.^{22,23} Bu çalışma ise üç alıştırma antrenmanı ile standardize edilen testlerin güvenilir sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur. Bu çalışmada kullanılan testler; ölçtükleri mekanik beceri, ölçme birimi ve egzersiz tipi gibi faktörler açısından birbirinden farklılık göstermektedir. Araştırmada uygulanan 12 farklı testin hiçbirinde test-retest arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Üç testin (TRE, RLF ve LLF) ICC değerleri: 0,80-0,90 arasında bulunur iken, geriye kalan dokuz testin ICC değerleri: 0,90-0,99 arasında saptanmıştır. Dikkat çekici diğer bir sonuç ise merkez kuvvetini belirlemede kullanılan crunch, TRF, TRE, RLF ve LLF egzersizlerinde TEM ve SWC değerlerinin diğer testlere göre daha yüksek çıkmasıdır. Gelecek çalışmalarda, özellikle antrene olmayan katılımcılara uygulanacak maksimum kuvvet testleri için alıştırma seansları ve test-tekrar test uygulamasının yapılması önerilmektedir. Ayrıca, özellikle süre cinsinden ölçülen testler veya merkez-kor kuvvetini ölçen testler için alıştırma antrenmanlarının sayısını artırma-

nın güvenilirlik açısından faydalı olacağı önerilmektedir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite

üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Serhat Özbay, Süleyman Ulupınar; **Tasarım:** Serhat Özbay, Süleyman Ulupınar, Vedat Çınar, Taner Akbulut; **Denetleme/Danışmanlık:** Vedat Çınar, Serhat Özbay; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Serhat Özbay, Süleyman Ulupınar; **Analiz ve/veya Yorum:** Vedat Çınar, Süleyman Ulupınar.; **Kaynak Taraması:** Taner Akbulut; **Makalenin Yazımı:** Serhat Özbay, Süleyman Ulupınar, Vedat Çınar; **Eleştirel İnceleme:** Vedat Çınar.

KAYNAKLAR

- Rajkumar R, Divya K. Impact of specific training on selected speed, explosive power and muscular strength parameters among school men handball players. *Indian Journal of Applied Research*. 2018;7(9).
- Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, Fleck SJ, Pina FLC, Nascimento MA, Cyrino ES. Effects of traditional and pyramidal resistance training systems on muscular strength, muscle mass, and hormonal responses in older women: a randomized crossover trial. *J Strength Cond Res*. 2017;31(7):1888-96. [Crossref] [PubMed]
- Ludin AFM, Saat NZM, Umar NA, Haari NM. High intensity circuit training on body composition, cardiovascular risk factors and physical fitness status among overweight and obese female students. *J Phys Activity Sports Exerc*. 2015;3:40-8.
- Seo DI, Kim E, Fahs CA, Rossow L, Young K, Ferguson SL, et al. Reliability of the one-repetition maximum test based on muscle group and gender. *J Sports Sci Med*. 2012;11(2):221-5.
- Coyne JO, Tran TT, Secomb JL, Lundgren LE, Farley OR, Newton RU, et al. Reliability of pull up & dip maximal strength tests. *J Aust Strength Cond*. 2015;23:21-7.
- Banyard HG, Nosaka K, Haff GG. Reliability and validity of the load-velocity relationship to predict the 1RM back squat. *J Strength Cond Res*. 2017;31(7):1897-904. [Crossref] [PubMed]
- Amarante do Nascimento M, Januário RS, Gerage AM, Mayhew JL, Cheche Pina FL, Cyrino ES. Familiarization and reliability of one repetition maximum strength testing in older women. *J Strength Cond Res*. 2013;27(6):1636-42. [Crossref] [PubMed]
- Bazuelo-Ruiz B, Padiá P, García-Ramos A, Morales-Artacho AJ, Miranda MT, Feriche B. Predicting maximal dynamic strength from the load-velocity relationship in squat exercise. *J Strength Cond Res*. 2015;29(7):1999-2005. [Crossref] [PubMed]
- Tørhaug T, Brurok B, Hoff J, Helgerud J, Leivseth G. The effect from maximal bench press strength training on work economy during wheelchair propulsion in men with spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2016;54(10):838-42. [Crossref] [PubMed]
- Taylor JD, Fletcher JP. Reliability of the 8-repetition maximum test in men and women. *J Sci Med Sport*. 2012;15(1):69-73. [Crossref] [PubMed]
- Gail S, Küzell S. Reliability of a 5-repetition maximum strength test in recreational athletes. *Deutsche Zeitschrift Für Sportmedizin*. 2014;65(11). [Crossref]
- Saraiva AR, Reis VM, Costa PB, Bentes CM, Costa E Silva GV, Novaes JS. Chronic effects of different resistance training exercise orders on flexibility in elite judo athletes. *J Hum Kinet*. 2014;40(1):129-37. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Nascimento MA, Ribeiro AS, de Souza Padilha C, da Silva DRP, Mayhew JL, do Amaral Campos Filho MG, et al. Reliability and smallest worthwhile difference in 1RM tests according to previous resistance training experience in young women. *Biol Sport*. 2017;34(3):279-85. [Crossref]
- Weir JP. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *J Strength Cond Res*. 2005;19(1):231-40. [Crossref] [PubMed]
- Worts PR, Schatz P, Burkhardt SO. Test performance and test-retest reliability of the vestibular/ocular motor screening and king-de-vick test in adolescent athletes during a competitive sport season. *Am J Sports Med*. 2018;46(8):2004-10. [Crossref] [PubMed]
- McCurdy K, Langford GA, Cline AL, Doscher M, Hoff R. The reliability of 1-and 3RM tests of unilateral strength in trained and untrained men and women. *J Sports Sci Med*. 2004;3(3):190-6.
- McCurdy K, Langford G, Jenkerson D, Doscher M. The validity and reliability of the 1RM bench press using chain-loaded resistance. *J Strength Cond Res*. 2008;22(3):678-83. [Crossref] [PubMed]
- Malcata RM, Hopkins WG. Variability of competitive performance of elite athletes: a systematic review. *Sports Med*. 2014;44(12):1763-74. [Crossref] [PubMed]
- Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med*. 2000;30(1):1-15. [Crossref] [PubMed]
- Hopkins WG. A spreadsheet for monitoring an individual's changes and trend. *Sportscience*. 2017;21(5-9):10.
- Buchheit M. Magnitudes matter more than beetroot juice. *Sport Perform Sci Rep*. 2018;15.
- Levinger I, Goodman C, Hare DL, Jerums G, Toia D, Selig S. The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *J Sci Med Sport*. 2009;12(2):310-6. [Crossref] [PubMed]
- Ritti-Dias RM, Avelar A, Salvador EP, Cyrino ES. Influence of previous experience on resistance training on reliability of one-repetition maximum test. *J Strength Cond Res*. 2011;25(5):1418-22. [Crossref] [PubMed]
- Liemohn WP, Baumgartner TA, Gagnon LH. Measuring core stability. *J Strength Cond Res*. 2005;19(3):583-6. [Crossref] [PubMed]

25. Faigenbaum AD, McFarland JE, Herman RE, Naclerio F, Ratamess NA, Kang J, et al. Reliability of the one-repetition-maximum power clean test in adolescent athletes. *J Strength Cond Res.* 2012;26(2):432-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
26. Marocolo M, Marocolo IC, Cunha FSB, da Mota GR, Maior AS. Influence of percentage of 1RM strength test on repetition performance during resistance exercise of upper and lower limbs. *Arch Med Deporte.* 2016;33(176):387-92.
27. Johnson D, Lynch J, Nash K, Cygan J, Mayhew JL. Relationship of lat-pull repetitions and pull-ups to maximal lat-pull and pull-up strength in men and women. *J Strength Cond Res.* 2009;23(3):1022-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
28. Lisman P, O'Connor FG, Deuster PA, Knapik JJ. Functional movement screen and aerobic fitness predict injuries in military training. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(4):636-43. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
29. Calatayud J, Borreani S, Colado JC, Martín FF, Rogers ME, Behm DG, et al. Muscle activation during push-ups with different suspension training systems. *J Sports Sci Med.* 2014;13(3):502-10.
30. Boccia G, Pizzigalli L, Formicola D, Ivaldi M, Rainoldi A. Higher neuromuscular manifestations of fatigue in dynamic than isometric pull-up tasks in rock climbers. *J Hum Kinet.* 2015;47(1):31-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
31. Lockie RG, Dawes JJ, Balfany K, Gonzales CE, Beitzel MM, Dulla JM, et al. Physical fitness characteristics that relate to work sample test battery performance in law enforcement recruits. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15(11):2477. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
32. Granacher U, Schellbach J, Klein K, Prieske O, Baeyens JP, Muehlbauer T. Effects of core strength training using stable versus unstable surfaces on physical fitness in adolescents: a randomized controlled trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2014;6(1):40. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
33. Saeterbakken AH, Fimland M, Navarsete J, Kroken T, van der Tillaar R. Muscle activity, and the association between core strength, core endurance and core stability. *J Nov Physiother Phys Rehabil.* 2015;2(2):28-34. [[Crossref](#)]
34. Nüesch C, Kreppke JN, Mündermann A, Donath L. Effects of a dynamic chair on chair seat motion and trunk muscle activity during office tasks and task transitions. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15(12):2723. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
35. Crawley AA, Sherman RA, Crawley WR, Cosio-Lima LM. Physical fitness of police academy cadets: Baseline characteristics and changes during a 16-week academy. *J Strength Cond Res.* 2016;30(5):1416-24. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
36. Nakagata T, Naito H, Yamada Y. Metabolic equivalents of body weight resistance training with slow movement: implications for exercise prescription and health promotion. *J Exerc Physiol Online.* 2018;21(5). [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
37. Keogh JW, Aickin SE, Oldham AR. Can common measures of core stability distinguish performance in a shoulder pressing task under stable and unstable conditions? *J Strength Cond Res.* 2010;24(2):422-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
38. Okada T, Huxel KC, Nesser TW. Relationship between core stability, functional movement, and performance. *J Strength Cond Res.* 2011;25(1):252-61. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
39. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences.* 2nd ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum; 1988. p.474.
40. Atkinson G, Nevill A. Typical error versus limits of agreement. *Sports Med.* 2000;30(5):375-81. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
41. Hopkins WG. How to interpret changes in an athletic performance test. *Sportscience.* 2004;8(1):1-7.
42. Simão R, Farinatti Pde T, Polito MD, Maior AS, Fleck SJ. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercises. *J Strength Cond Res.* 2005;19(1):152-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
43. Lubans DR, Smith JJ, Harries SK, Barnett LM, Faigenbaum AD. Development, test-retest reliability, and construct validity of the resistance training skills battery. *J Strength Cond Res.* 2014;28(5):1373-80. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
44. Wang R, Hoffman JR, Sadres E, Bartolomei S, Muddle TWD, Fukuda DH, et al. Evaluating upper-body strength and power from a single test: the ballistic push-up. *J Strength Cond Res.* 2017;31(5):1338-45. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
45. Waldhelm A, Li L. Endurance tests are the most reliable core stability related measurements. *J Sport Health Sci.* 2012;1(2):121-8. [[Crossref](#)]
46. Cowley PM, Swensen TC. Development and reliability of two core stability field tests. *J Strength Cond Res.* 2008;22(2):619-24. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]