

Sağlıklı Quadriseps Femoris Kasında Hand-Held Dinamometrenin Intrarater ve Interrater Güvenirliği: Kas Kuvvetinin Etkisi

Emine Aslan Telci, Ummuhan Baş Aslan, Uğur Cavlak

Pamukkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, Denizli-Türkiye

Yazışma Adresi / Address reprint requests to: Emine Aslan Telci
Pamukkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Rektörlük Binası Kinikli, Denizli-Türkiye
Telefon / Phone: +90-258-296-2305 Faks / Fax: +90-258-296-2322 Elektronik posta adresi / E-mail address: fztmine@yahoo.com
Kabul tarihi / Date of acceptance: 26 Ağustos 2011 / August 26, 2011

ÖZET

Sağlıklı quadriseps femoris kasında hand-held dinamometrenin intrarater ve interrater güvenirliliği: Kas kuvvetinin etkisi

Amaç: Bu çalışmanın birinci amacı Quadriseps Femoris (QF) kas kuvveti değerlendirmesinde hand-held dinamometrenin (HHD) intrarater ve interrater güvenirliliğini incelemektir. Çalışmanın ikinci amacı kas kuvvetinin güvenirliliğe etkisini belirlemektir.

Yöntem: Çalışmaya gönüllü 40 beden eğitimi programı lisans öğrencisi (BEÖ) (20 kadın, 20 erkek; ortalama yaş: 21,8±1,84 yıl) ve 50 fizyoterapi programı lisans öğrencisi (FÖ) (25 kadın, 25 erkek; ortalama yaş: 20,9±1,38 yıl) katıldı. Dominant taraf QF kas kuvveti HHD kullanılarak ölçüldü. Ölçümler iki son sınıf fizyoterapi öğrencisi tarafından bir hafta ara ile alındı. Güvenirlilik için Intraclass Correlation Coefficients (ICC) hesaplandı.

Bulgular: Intrarater güvenirlilik için ICC beden eğitimi öğrencilerinde 0.82 ve fizyoterapi öğrencilerinde 0.83 bulundu. Benzer sonuçlar interrater güvenirlilik katsayısında da bulundu. (BEÖ öğrenciler için ICC=0.84; FÖ öğrenciler için ICC=0.83). Diğer taraftan, BEÖ öğrencilerinin QF kas kuvvetinin FÖ'ne göre daha yüksek olduğu görüldü ($p<0.05$).

Sonuç: Çalışmamız genç sağlıklı yetişkinlerde QF kas kuvveti değerlendirmesinde HHD'nin interrater ve intrarater ölçümcü güvenirliliğinin mükemmel olduğunu ve güvenirliliğin kas kuvvetinden etkilenmediğini gösterdi.

Anahtar sözcükler: Hand-held dinamometre, QF kas kuvveti, sağlıklı birey, spor, güvenirlilik

ABSTRACT

Intrarater and interrater reliability of hand-held dynamometer for healthy quadriceps femoris: the effect of muscle strength

Objective: The primary purpose of this study was to examine the intrarater and interrater reliability of hand-held dynamometry to assess Quadriceps Femoris (QF) muscle strength. The second purpose of the study was to detect the effect of muscle strength on reliability.

Method: Forty voluntary undergraduate students of physical education program (20 male, 20 female; mean age: 21,8±1,84 yr) and 50 undergraduate students of physiotherapy program (25 male, 25 female; mean age: 20,9±1,38 yr) participated in this study. Dominant side QF muscle strength was measured using by a HHD. The measurements were taken by two final year physiotherapy students on two occasions, with a week between tests. The Intraclass Correlation Coefficients (ICC) was calculated for reliability.

Results: ICC for intrarater reliability was 0.82 for the physical education students and 0.83 for the physiotherapy students. Similar results were found for interrater reliability (ICC=0.84 for the physical education students; ICC=0.83 for the physiotherapy students). On the other hand, physically active students were seen to have higher QF muscle strength compared to sedentary students ($p<0.05$).

Conclusion: Our study show that HHD shows excellent interrater and intrarater reliability for assessing QF muscle strength in healthy young adults. The reliability is not influenced by muscle strength.

Key words: Hand-held dynamometer, muscle strength, healthy subjects, sports, reliability

GİRİŞ

Sağlıklı kişilerde iyi bir kas kuvveti daha iyi kassal fonksiyon dolayısıyla daha aktif bir yaşam anlamına gelmektedir. Sportif performansın arttırılmasında, yaralanmaların önlenmesinde ve rehabilitasyon yaklaşımının belirlenmesinde alt

ekstremitenin belirleyici kaslarından quadriseps femoris (QF) kas kuvvetini objektif olarak değerlendiren ölçüm yöntemlerine ihtiyaç duyulur (1). Bu değerlendirme, özellikle etkin tedavi yaklaşımına karar verebilmekte fizyoterapistler açısından anahtar rol oynar. Klinikte kuvvet değerlendirmelerine yönelik manuel kas testi, 1-2 tekrarlı maksimum test,

izokinetik ve izometrik dinamometre ve hand-held dinamometre (HHD) gibi farklı yöntemler kullanılmaktadır (2). Noreau ve Vachon klinikte sıklıkla tercih edilen manuel kas testinin özellikle 4 ve üzeri kas kuvveti değerlerini belirlemede yetersiz kaldığını bildirmişlerdir (3). Frese ve ark. ise manuel kas testinin interater güvenilirliğini düşük bulmuşlardır (4). İzokinetik dinamometreler kas kuvvetini değerlendirmede objektif bir yöntem olmakla birlikte uygulama zorluğu bulunmaktadır (5). Bu nedenle farklı tıbbi problemlere sahip kişilerin yanı sıra sağlıklı kişilerde de kas kuvvetini ölçmede daha pratik yöntemlere ihtiyaç duyulabilmektedir. Maksimum izometrik kas kuvvetini ölçen HHD ise kullanımı basit, kolay taşınabilen, ölçümleri zaman almayan, ucuz ve hafif bir cihazdır (2,5,6).

HHD'nin yaşlılarda (2,7) ve farklı tıbbi problemlerde (5,8,9) quadriceps femoris kas kuvvetinin ölçülmesinde güvenilir bir yöntem olduğu gösterilmekle birlikte kas kuvveti iyi olan sağlıklı genç kişilerle yapılmış çalışma sayısı azdır (10). Ek olarak çalışmamızda olduğu gibi HHD kullanımında deneyimsiz fizyoterapi öğrencileriyle ve farklı kas kuvvetine sahip sağlıklı bireylerde bu aletin güvenilirliğine yönelik yapılan bir çalışmaya rastlanılamamıştır.

Belirtilen gerekçelerle HHD kullanımında deneyimi olmayan fizyoterapi öğrencileri tarafından ölçülen quadriceps femoris kas kuvveti için HHD'nin intrarater ve interater güvenilirliğinin ve kas kuvvetinin güvenilirliğe olan etkisinin belirlenmesi amaçlarıyla araştırmamız planlanmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Katılımcılar

Çalışmaya yaşları 19-26 yıl arasında değişen (ortalama yaş= 21.3±1.65 yıl) sağlıklı 90 gönüllü katılımcı dahil edildi. Örnekleme; son 1 yıldır düzenli olarak spor yaptığı belirlenen 40 beden eğitimi lisans programı öğrencisi (20 kız, 20 erkek, ortalama yaş 21.8±1.84 yıl) ve düzenli olarak herhangi bir spor yapmadığını bildiren 50 fizyoterapi lisans programı öğrencisinden (25 kız, 25 erkek, ortalama yaş 20.9±1.38 yıl) oluşturuldu. Beden eğitimi öğrencileri haftada en az 3 saat spor yapmakta olup (atletizm, jimnastik, basketbol, voleybol, yüzme) tüm öğrenciler Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye'de eğitim görmekteydiler. Katılımcıların fiziksel özellikleri (yaş, boy, vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi) ve sağlık durumları anket ile belirlendi. Alt ekstremitate kas kuv-

vetini etkileyebilecek tıbbi problemi olan ve daha önce kendisine HHD ile kas testi ölçümü yapılan kişiler çalışma dışı bırakıldı. Katılımcıların çalışmaya katılmasında Helsinki Bilirirsine uygun davranıldı.

Ölçüm Cihazı

Quadriceps femoris kasının maksimum izometrik kas kuvveti Powertrak Hand-Held Dynamometer (JTech Medical, Utah, USA) kullanılarak ölçüldü. Cihaz ölçümler başlamadan önce kalibre edildi.

Ölçümcüler

Ölçümler benzer antropometrik özelliklere sahip, Pamukkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu 4. sınıf öğrencisi iki erkek ölçümcü (1. ölçümcü: boy: 178cm, vücut ağırlığı: 75 kg; 2. ölçümcü: boy: 175 cm, vücut ağırlığı: 70 kg) tarafından yapıldı. Birinci Ölçümcü (Ö1) ve ikinci ölçümcü (Ö2) daha önce el dinamometresi ile kas kuvveti ölçümü yapmayan deneyimsiz kişilerdi. Ö1 ve Ö2'ye HHD'nin kullanımına yönelik aynı okulda görev yapan deneyimli bir fizyoterapist tarafından uygulamalı eğitim verildi. Her bir ölçümcü, çalışma öncesinde çalışmaya dahil olmayan 10 kişi üzerinde HHD ile quadriceps femoris kas kuvveti ölçümünü denediler.

Kas Testi Protokolü

Bu çalışmada, katılımcıların dominant taraf bacaklarında HHD kullanılarak quadriceps femoris kas kuvveti ölçüldü. Dominant bacak, katılımcıların yere yerleştirilen bir topa vurdukları taraf olarak belirlendi (11).

Katılımcılar ölçümlerden önce yatak üzerinde kalçaları ve dizleri 90° fleksiyonda, ayaklar serbest, kollar göğüs üzerinde çaprazlanmış ve destek almayacak şekilde oturtuldu (8,12). Her katılımcı, teste başlamadan testin uygulanma tekniğine yönelik sözel olarak bilgilendirildi. Aynı zamanda teste başlamadan önce doğru hareketin açığa çıkmasını sağlamak üzere katılımcılardan değerlendiricinin eline karşı sub-maksimal kontraksiyon yapması istendi (13). Test sırasında katılımcının maksimum diz ekstansiyonunu tamamlamasından sonra ölçümcü bir eli ile uygulama yapılan uyluğu stabilize etti. Diğer eli ile dinamometreyi malleollerin seviyesinin 1-2 cm üstüne gelecek şekilde bacağa dik olarak

yerleştirdi. Ölçüm sırasında dinamometrenin bacağı ağrıtmaması için dinamometre ve bacak arasına ince bir havlu yerleştirildi. Test sırasında izometrik kontraksiyonu gerektiren "make test" tekniği uygulandı. (Make test, ölçümcü dinamometreyi sabit tutarken ölçüm yapılan kişinin cihaza karşı maksimum güç uygulaması protokolüdür). Diz ekstansiyonu tamamlandıktan sonra katılımcıdan maksimum izometrik kontraksiyonu 5 sn boyunca devam ettirmesi istendi (8,14). 30 sn aralıklarla yapılan 3 ardışık maksimum kontraksiyon ölçüm değerinin ortalaması alındı. Tüm katılımcıların ilk ölçümleri Ö1 tarafından alındı. Bir hafta sonra tekrarlanan ölçümler ise önce Ö1 tarafından alındı. Ö2, aynı kişileri 10 dk süren dinlenme periyodundan sonra tekrar değerlendirdi.

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirme SPSS 13.00 programı kullanılarak yapıldı. Tablo ve metin içerisinde tanımlayıcı analiz kullanılarak veriler ortalama \pm standart sapma ($X \pm SS$) olarak ifade edildi. İki farklı grubun değerlerinin karşılaştırılmasında independent-sample t testi kullanıldı. ICC değeri hesaplanarak intrarater (a two-way mix model) ve interrater (a two-way random effect model) güvenilirlik belirlendi. 0.60

-0.80 arasındaki ICC değerleri iyi güvenilirlik ve 0.80 ve üzeri değerler mükemmel güvenilirlik olarak sınıflandırıldı (15,16). Anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

SONUÇLAR

Katılımcıların fiziksel özellikleri

Katılımcıların yaş, boy, vücut ağırlığı ve vücut kitle indeksini (VKİ) içeren bilgileri Tablo 1'de görülmektedir.

Grupların kas kuvvetlerinin karşılaştırılması

Quadriseps femoris kas kuvveti ortalaması beden eğitimi programı öğrencilerinde fizyoterapi programı öğrencilerine göre daha yüksek bulundu ($p < 0,05$) (Tablo 2).

Intra-rater güvenilirlik

Ö1'in 1. gün ve 7. günde aldığı ölçümlerin ICC değerleri beden eğitimi öğrencileri için 0.82, fizyoterapi öğrencileri için 0,83 olarak bulundu. Sonuçlarımıza göre quadriseps femoris kas kuvvetinin belirlenmesinde HHD mükemmel güvenilirirdi (Tablo 3).

Tablo 1: Katılımcıların fiziksel özellikleri

	Beden eğitimi öğrencileri (n=40) ($x \pm SD$)	Fizyoterapi öğrencileri (n=50) ($x \pm SD$)
Yaş (yıl)	21,8 \pm 1,84	20,9 \pm 1,38
Boy (cm)	171,6 \pm 8,3	169,52 \pm 10,03
Vücut ağırlığı (kg)	63,72 \pm 9,79	64,68 \pm 11,71
VKİ (kg/m ²)	21,52 \pm 1,92	22,36 \pm 2,49

$x \pm SD$: ortalama \pm standart sapma,

Tablo 2: Beden eğitimi programı öğrencilerinin ve fizyoterapi programı öğrencilerinin quadriseps femoris kas kuvvetinin karşılaştırılması

	Beden eğitimi öğrencileri n=40	Fizyoterapi programı öğrencileri n=50	P
Ö1 (Newton)	198,05 \pm 49,92	153,68 \pm 50,15	0,00*
Ö2 (Newton)	195,98 \pm 55,53	163,73 \pm 47,75	0,004*

* $p < 0.005$ düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 3: Birinci ölçümcünün yaptığı ölçümlerin intrarater güvenilirliği

	Birinci ölçücü (1. gün) ($x \pm SD$)	Birinci ölçücü (7. gün) ($x \pm SD$)	ICC (95%)
Beden eğitimi öğrencileri	198,05 \pm 49,92	225,05 \pm 86,69	0,82 (0,58-0,91)
Fizyoterapi öğrencileri	153,68 \pm 50,15	188,44 \pm 69,53	0,83 (0,19-0,94)

$x \pm SD$: ortalama \pm standart sapma, ICC: intraclass correlation coefficient

Tablo 4: HHD'nin quadriseps femoris kas kuvvetini belirlemede interrater güvenilirliği

	Birinci ölçümcü (birinci gün)	İkinci ölçümcü	ICC (95%)
Beden eğitimi öğrencileri	ortalama± SD	195,98±55,53	0,84 (0,58-0,93)
Fizyoterapi öğrencileri	ortalama± SD	163,73±47,75	0,83 (-0,57-0,92)

Inter-rater güvenilirlik

Birinci ve ikinci ölçümcünün aldığı ölçümlerin ortalamasından elde edilen ICC değerleri, BEÖ ve FÖ için sırasıyla 0,84 ve 0,83 olarak belirlendi. Tüm sonuçlar quadriseps femoris kas kuvvetini belirlemede HHD'nin interrater güvenilirliğinin mükemmel olduğunu gösterdi (Tablo 4).

TARTIŞMA

Çalışmamızda HHD kullanma deneyimi olmayan iki erkek ölçümcü tarafından sağlıklı genç erişkin üniversite öğrencilerinde ölçülen kas kuvvetinin güvenilirliğini inceledik. Quadriseps femoris kası üzerinden aldığımız ölçümlerde HHD'nin intrarater ve interrater güvenilirliğinin her ikisini de 0.82-0.84 arasında yüksek düzeyde bulduk. Bu sonuç; henüz mesleki deneyimi olmayan yeni mezun fizyoterapistlerin bile klinikte HHD ile kas kuvvetini objektif olarak değerlendirebileceklerini göstermektedir. Bununla birlikte yapılan çalışmalarda mesleki deneyim yılı ve cinsiyetin HHD'nin güvenilirliğine yönelik sonuçları değiştirebileceği vurgulanmaktadır (2,9,10). HHD ile 10 yıldan fazla bir süredir araştırma yapan Bohannon sağlıklı kişilerde aynı gün içerisinde yaptığı ölçümde HHD'nin dominant taraf diz ekstansör kas kuvveti ölçümünde intrarater güvenilirliğini ICC= 0.96 bulmuştur (17). Çalışmamızda elde ettiğimiz ICC değeri yüksek olmakla birlikte Bohannon'un bulunduğu değerden düşük düzeydedir. Bu fark, mesleki deneyimden kaynaklanabilir. Kelln ve ark. sağlıklı genç yetişkinlerde mesleki deneyim yılları, meslek ve fiziksel özellikleri farklı olan 3 farklı ölçümcünün (1 kadın, 2 erkek) HHD ile aldıkları ölçümlerin güvenilirliğini araştırmışlardır. Mesleki deneyim yılı en fazla olan ölçümcü için ICC değeri, deneyim yılı daha az olan diğer iki kişiden daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca kadın ölçümcü için belirlenen ICC değeri diğer iki erkek ölçümcüden daha düşüktür (10). Çalışmamızda ölçümcülerin sadece erkeklerden oluşması sonuçları olumlu yönde etkilemiş olabilir.

Genel bir yaklaşım olarak kas kuvvetinin spor yapan kişilerin

lerde spor yapmayanlara göre daha yüksek olması beklenir. Çalışmamızın başlangıcında biz de sağlıklı, spor yapan bireylerde kas kuvvetinin HHD'nin güvenilirliğini etkileyebileceğini düşündük. Kelln ve ark. sağlıklı genç yetişkinlerde yaptıkları çalışmada ayak plantar fleksörlerinin gücüne HHD ile direnç gösteremedikleri için bu bölgeden ölçüm alamadıklarını ve bunun sporcularda daha belirgin olabileceğini belirtmişlerdir (10). Bu nedenle özellikle sporcularda HHD ile kas performansını değerlendirmede farklı kas gruplarında güvenilirliğinin belirlenmiş olması önemlidir. Çalışmamızda düzenli olarak spor yapan beden eğitimi öğrencilerinin quadriceps femoris kas kuvvetinin, düzenli olarak spor yapmayan fizyoterapi öğrencilerine göre daha yüksek olduğunu saptadık ($p<0.05$). Bu beklenen bir sonuçtu. Esas olarak çalışmamızda sporun etkisiyle farklı kas kuvvetine sahip olduğunu düşündüğümüz sağlıklı ve genç kişilerden oluşan farklı iki grupta HHD'nin güvenilirliği araştırıldı ve her iki grupta da HHD güvenilirliğini yüksek bulduk. Elde ettiğimiz sonuçlar deneyimsiz ölçümcülerin sağlıklı, farklı kas kuvvetine sahip genç kişilerde quadriseps femoris kas kuvvetini belirlemede HHD'yi kullanılabileceklerini kanıtlamıştır. Reinking ve ark. da benzer şekilde bir dizinde patoloji olan bireylerde sağlıklı diz ile patolojisi olan dizde quadriseps femoris kas kuvvetini HHD ile karşılaştırmışlardır. HHD'nin patoloji olan ve olmayan dizde kas kuvveti arasındaki farkı belirlediğini bulmuşlardır (18). Thorborg ve ark. ise haftada en az 2,5 saat fiziksel aktiviteye katılan genç yetişkinlerde kalça çevresi kasların kuvvetinin ölçümünde HHD'nin test-tekrar test güvenilirliğini araştırdıkları çalışmalarında kalça hareketlerinde ölçümler arası varyasyonların %3-12 arasında değiştiğini bulmuşlardır. Araştırmacılar ölçümler arasındaki varyasyonların küçük olmasını, HHD'nin güvenilir bir ölçüm yöntemi olmasıyla ilişkilendirmişlerdir. (13).

Sonuç olarak; fizyoterapistler tarafından uygulanan rehabilitasyon programının sonuçlarını veya sağlıklı kas grubu ile herhangi bir problem bulunan kas grubunun performansını değerlendirebilmek objektif ölçüm yöntemlerini gerektirmektedir. Yanı sıra mesleğe yeni başlamış fizyoterapistlerin hata payını azaltmak da klinik ve etik açıdan

önemlidir. Bu anlamda HHD öne çıkmakla birlikte literatürde HHD'nin güvenilirliğine yönelik çelişkili sonuçlar da vardır. Farklı sonuçların ölçüm tekniği, ölçüm pozisyonu, stabilizasyon, ölçücünün kas kuvveti, antropometrik yapısı ve cinsiyeti gibi etkenlerden kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz. Bu nedenle farklı yaş grupları ve medikal problemleri

olan popülasyonlarda, farklı fiziksel özelliklerdeki deneyimsiz fizyoterapistler tarafından çeşitli kas gruplarıyla yapılacak çalışmaların; objektif kassal değerlendirmeler yapılması ve bu değerlendirmelere dayandırılacak rehabilitasyon programları ile klinik etkinliğin artırılmasına katkı sağlayabileceği görüşünü taşımaktayız.

KAYNAKLAR

1. Sogabe A, Mukai N, Miyakawa S, Mesaki N, Maeda K, Yamamoto T, Gallagher PM, Schragger M, Fry AC. Influence of knee alignment on quadriceps cross-sectional area. *J Biomech.* 2009; 42(14): 2313-7.
2. Suzuki M, Yamada S, Inamura A, Omori Y, Kirimoto H, Sugimura S, Miyamoto M. Reliability and validity of measurements of knee extension strength obtained from nursing home residents with dementia. *Am J Phys Med Rehabil.* 2009; 88(11): 924-33.
3. Noreau L, Vachon J. Comparison of three methods to assess muscular strength in individuals with spinal cord injury. *Spinal Cord.* 1998; 36(10): 716-23.
4. Frese E, Brown M, Norton BJ. Clinical reliability of manual muscle testing. Middle trapezius and gluteus medius muscles. *Phys Ther.* 1987; 67 (7): 1072-6.
5. O'Shea SD, Taylor NF, Paratz JD. Measuring muscle strength for people with chronic obstructive pulmonary disease: retest reliability of hand-held dynamometry. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007; 88(1): 32-6.
6. Deones VL, Wiley SC, Worrell T. Assessment of quadriceps muscle performance by a hand-held dynamometer and an isokinetic dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994; 20 (6): 296-301.
7. Schaubert KL, Bohannon RW. Reliability and validity measures obtained from community-dwelling elderly persons. *J Strength Cond Res.* 2005; 19 (3): 717-20.
8. Roy MAG, Doherty TJ. Reliability of hand-held dynamometry in assessment of knee extensor strength after hip. *Am J Phys Med Rehabil.* 2004; 83: 813-818.
9. Busse ME, Hughes G, Wiles CM, Rosser AE. Use of hand-held dynamometry in the evaluation of lower limb muscle strength in people with Huntington's disease. *J Neurol.* 2008; 255: 1534-1540.
10. Kelln BM, McKeon PO, Lauren M, Hertel J. Hand-Held Dynamometry: Reliability of Lower Extremity Muscle Testing in Healthy, Physically Active, Young Adults. *J Sport Rehabil.* 2008; 17: 160-170.
11. Thorborg K, Couppé C, Petersen J, Magnusson SP, Hölmich P. Eccentric hip adduction and abduction strength in elite soccer players and matched controls: a cross-sectional study. *Br J Sports Med.* 2011; 45 (1): 10-13.
12. Bohannon RW. Measuring knee extensor muscle strength. *Am J Phys Med Rehabil.* 2001; 80: 13-18.
13. Thorborg K, Petersen J, Magnusson P, Hölmich P. Clinical assessment of hip strength using a hand-held dynamometer is reliable. *Scand J Med Sci Sports.* 2010; 20: 493-501.
14. Bohannon RW. Alternatives for measuring knee extension strength of the elderly at home. *Clin Rehabil.* 1998; 12 (5): 434-40.
15. Telci EA, Karaduman A, Yakut Y, Aras B, Simsek IE, Yagli N. The cultural adaptation, reliability, and validity of Neck Disability Index in patients with neck pain: a Turkish version study. *Spine.* 2009; 34 (16): 1732-5.
16. Portney LG, Watkins MP. *Foundation of Clinical Research: Applications to Practice.* Norwalk, CT: Appleton & Lange; 1993.
17. Bohannon RW. Reference values for extremity muscle strength obtained by hand-held dynamometry from adults aged 20 to 79 years. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997; 78: 26- 32.
18. Reinking MF, Bockrath-Pugliese K, Worrell T. Assessment of quadriceps muscle performance by hand-held, isometric, and isokinetic dynamometry in patients with knee dysfunction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996; 24(3): 154-159.