



Elin fiziksel özelliklerinin el fonksiyonu üzerine etkileri

Hülya Yücel, Hülya Kayıhan

[Yücel H, Kayıhan H. Elin fiziksel özelliklerinin el fonksiyonu üzerine etkileri. Fizyoter Rehabil. 19(1):24-29.]

Research Report

Amaç: Bu çalışma üniversite öğrencilerinde elin fonksiyonelliğine etki eden faktörleri incelemek amacıyla yapıldı. **Gereç ve yöntem:** Çalışmaya Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu'nda okuyan 18-25 yaşlarındaki 201 sağlıklı öğrenci alındı. Öğrencilerin yaş, cinsiyet, dominant el, boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve rekreasyonel aktivite bilgileri kaydedildi. Antropometrik olarak elin çap, çevre, uzunluk ve hacim ölçümleri yapıldı. El ve parmakların kavrama kuvvetleri, J Tech Bilgisayarlı Fonksiyonel Kapasite Değerlendirme Sistemi ile Amerikan El Terapistleri Derneği'nin standardize ettiği pozisyonda değerlendirildi. Jebsen El Fonksiyon (JEF) Testi ile elin ince becerileri test edildi. Kavrama kuvveti ve antropometrik değerlerin el fonksiyonu ile ilişkisi uygun istatistiksel yöntemler kullanılarak araştırıldı. **Sonuçlar:** Bu çalışmada kavrama kuvveti ve antropometrik ölçüm sonuçları cinsiyete göre karşılaştırıldığında fark, erkekler lehine anlamlı bulundu ($p<0.05$). Ancak JEF Testinde kız öğrencilerin erkeklere oranla daha başarılı olduğu bulundu ($p<0.05$). Elin total kavrama kuvveti ve parmakların kavrama kuvveti ile el fonksiyonu arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0.05$). Elin antropometrik ölçüm sonuçlarından sadece hacim ile el fonksiyonu arasında bir ilişki bulundu ($p<0.05$). **Tartışma:** Bu çalışma, fizyoterapi rehabilitasyon uygulamaları sırasında el fonksiyonelliğini değerlendirmek için kavrama kuvveti ve antropometrik değerlendirmelerin tek başına yeterli olmadığını göstermiştir. Çalışma sonuçları dikkate alınarak el fonksiyonlarını etkileyen faktörlerin ayrıntılı olarak değerlendirileceği yeni çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Değerlendirme, Kavrama kuvveti, Parmak kavrama kuvveti, Fonksiyon.

Effects of hand physical features on hand function

Purpose: This study aimed to investigate the factors that affect hand functionality in university students. **Material and methods:** 201 healthy students of Hacettepe University School of Physical Therapy and Rehabilitation ages between 18 and 25 were included in the study. The demographic features of students such as age, gender, hand dominance, height, weight and recreational activities were recorded. As anthropometric parameters, the diameter, circumference, length and volume of the hand were measured. Hand and pinch grip strength were assessed by J Tech Computerized Functional Capacity Evaluation System in a standardized position of Association of American Hand Therapists. Hand fine dexterity was tested by Jebsen Hand Function (JHF) Test. The correlation among grip/pinch strength and anthropometric values and hand function were investigated by using appropriate statistical methods. **Results:** In this study, when grip strength and anthropometric outcomes were compared in regards to gender, the difference was meaningful in favor of males ($p<0.05$). It was found that female students were more successful than males in JHF Test ($p<0.05$). The correlation of grip/pinch strength and hand function was not statistically meaningful ($p>0.05$). The only correlation between anthropometric values and hand function were between volume and hand function ($p<0.05$). **Conclusion:** This study showed that only grip strength and anthropometric measurements are not enough to test hand functionality in physiotherapy and rehabilitation practice. The results of this study imply that new studies which evaluate factors affecting hand function in a detailed manner are warranted.

Key words: Evaluation, Grip strength, Pinch strength, Function.

H Yücel

Hacettepe University, Faculty of Health Sciences, Department of Physical Therapy and Rehabilitation
Ankara, Türkiye
PT, PhD

H Kayıhan

Hacettepe University, Faculty of Health Sciences, Department of Physical Therapy and Rehabilitation
Ankara, Türkiye
PT, PhD, Prof

Address correspondence to:

Hacettepe University, Faculty of Health Sciences, Department of Physical Therapy and Rehabilitation
06100, Samanpazarı, Ankara, Türkiye
e-mail: yucelhulya@hotmail.com

Fiziksel kapasitenin değerlendirilmesi, el fonksiyonunun değerlendirilmesiyle başlar. Elin kavrama kuvvetinin değerlendirilmesi ise rehabilitasyonda tedavi etkinliğinin ve hastanın mesleki becerisinin ortaya çıkmasında büyük önem taşır. Elin kavrama kuvveti, genel vücut sağlığının bir göstergesidir.^{1,2} Özellikle el ve önkolun hacim ölçümü gibi basit antropometrik ölçümler ise normal kavrama kuvvetinin doğru tahmin edilmesinde uygulaması kolay yöntemlerdir.^{1,3} Elin fonksiyonel hareketlerinde kasların gücünden çok ortaya çıkardıkları iş önemlidir.^{4,5} Üst ekstremité yaralanmaları, bazen iş performansı kaybıyla sonuçlanabilir. Bu kaybı ölçme yöntemlerinden birisi de kavrama testidir.^{6,7}

Günde pek çok defa bükülüp kavrayarak günlük aktivite performansını açığa çıkartan elin yaralanma, hastalık gibi nedenlerle fonksiyonunu kaybetmesi, onun ortaya koyduğu mekanik görevleri çok yakından etkiler. El rehabilitasyonunun en önemli amacı, üst ekstremitenin işlevsel bütünlüğünü korumaktır.⁸⁻¹¹

Elin fonksiyon ya da performansının değerlendirilmesi, günlük yaşam aktiviteleri (GYA) ndeki fonksiyonelliği ölçme açısından önemlidir, çünkü ele yapılan fiziksel değerlendirme, hastanın kuvvet kaybı, hareket kısıtlılığı ya da deformite durumlarındaki problemi çözmek için ortaya koyduğu kompensasyon miktarını ölçmez.¹² Fizyoterapistler için el fonksiyonlarının değerlendirilmesi ve eğitimi, tedavi yaklaşımlarının önemli bir bölümünü oluşturur. Çeşitli yaralanma ve hastalık sonrası oluşan fonksiyon kayıplarını düzeltmede hangi yaklaşımların daha etkili olduğunu belirlemek için öncelikle bu performansı etkileyen faktörlerin iyi anlaşılması gerekir. Daha etkili tedavi programlarının düzenlenmesinde elin çeşitli özelliklerinin bilinmesi, fizyoterapistlere yardımcı olacaktır. Bu nedenle çalışmamız, sağlıklı kişilerde elin fonksiyonelliğine etki eden faktörleri araştırarak el rehabilitasyonu çalışmaları için veri oluşturmak amacıyla planlandı.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon

Bölümü'nde okuyan 18-25 yaşlarında 201 sağlıklı öğrenci alındı. Bölümde yapılan duyuru sonrasında bu çalışmaya katılmaya gönüllü olan öğrenciler alınarak, kendilerinden sözlü onam alındı. Değerlendirmeler, 2001-2002 yıllarında, bölümün İş ve Uğraşı Tedavisi Ünitesinde, tek bir fizyoterapist tarafından yapıldı. Herhangi bir üst ekstremité yaralanma ya da hastalık hikayesi olanlar çalışma dışı bırakılarak değerlendirilen öğrencilerde yaş, cinsiyet, dominant el, boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve üst ekstremitelerini kullanarak yaptıkları rekreasyonel aktiviteleri kaydedildi. Vücut ağırlığı, boy uzunluğunun karesine bölünerek vücut kütle indeksi hesaplandı.

Dominant elde hacim, uzunluk, çevre ve çap ölçümlerinden oluşan antropometrik değerlendirmeler yapıldı.^{3,9,13,14} Önkol pronasyonda, bilek hafif ekstansiyonda ve metakarpofalangeal eklemler 90 derece fleksiyonda iken 2. ve 5. metakarpofalangeal eklemler arasından kaliper ile elin çap ölçümü alındı. Katlanabilir, elastik olmayan 7 milimetre (mm) genişliğinde mezura ile bilek nötral pozisyonda iken başparmak web aralığı ile buraya karşılık gelen elin ulnar kenarı arasındaki mesafe ölçüldü ve bu değer, elin çevre ölçümü olarak santimetre (cm) cinsinden kaydedildi. Önkol supinasyonda iken elin palmar yüzeyinde distal bilek çizgisinin ortasından orta parmak ucuna olan mesafe elin uzunluğu olarak kaydedildi. El hacmi ise, su dolu plastik volümetre kabı ile mililitre (ml) cinsinden taşırılan su miktarı olarak kaydedildi.

J Tech Bilgisayarlı Fonksiyonel Kapasite Değerlendirme Sisteminin "Grip Track" parçası ile elin kavrama kuvveti; "Pinch Track" parçası ile parmakların kavrama kuvveti, dominant elde kg cinsinden ölçüldü.^{2,6,15} 1981'de Amerikan El Terapistleri Derneği'nin standardize ettiği pozisyona göre kavrama kuvveti değerlendirmeleri şu şekilde yapıldı: Kişi oturur pozisyonda, omuz adduksiyon ve nötral rotasyonda, dirsek 90 derece fleksiyonda ve önkol nötral pozisyonda iken, el bileği ise pozisyonunun maksimum kuvvet açığa çıkarmak için kişi tarafından ayarlanmasına izin verilerek yapıldı.¹⁶⁻¹⁹ Elin kaba kavrama kuvvetini ölçmek için tüm parmakların 1,5 inçlik açılma mesafesine karşılık gelen Grip Track'ın 2.

pozisyonunda, kişiye maksimum kuvvet açığa çıkarması söylendi, kasılı olarak 3 saniye (sn) bekletip gevşemesi istendi ve üç deneme yapılarak ortalaması alındı.^{2,20-22} Daha sonra yine aynı pozisyonda, günlük yaşamda en sık kullanılan parmak ucu, lateral ve palmar kavramalara bakıldı.²³⁻²⁵

Jebsen El Fonksiyon (JEF) Testi ile elin ince becerilerini ortaya koymada geçen total süre, saniye cinsinden kaydedildi.^{8,10} JEF Testinin 7 alt parametresi vardır. Bunlar; 24 harf yazma, sayfa ya da 7.6x12.7 cm büyüklüğündeki kartları çevirme, para-ataç-gazoz kapağı gibi küçük objeleri toplayıp bir kutuya bırakma, küpleri üst üste koyma, 5 baklayı kaşıkla alarak yemek yeme aktivitesi ve büyük boş kutuları daha sonra da dolu kutuları taşımadır.²⁶⁻²⁸

İstatistiksel analiz

Veriler aritmetik ortalama±standart sapma (X±SD) olarak ifade edildi. Cinsiyete göre elin fiziksel özellikleri ve fonksiyonu bağımsız gruplarda ki kare testi ile karşılaştırıldı. Elin fonksiyonuna etki eden faktörleri belirlemek için ise çok değişkenli doğrusal regresyon analizi yapıldı, p<0.05 değeri anlamlı olarak kabul edildi.

SONUÇLAR

Çalışmaya alınan öğrencilerin fiziksel özellikleri Tablo 1'de verildi. Toplam 201 kişinin 188'ini (% 93.5) sağ eli dominant olanlar oluşturdu. Olguların 91'i (% 45) üst ekstremitelerini kullanarak bir müzik aleti çalma ya da masa tenisi gibi bir rekreasyonel aktiviteye sahipti. Dominant elde çap, çevre, uzunluk ve hacim değerlendirmelerinden oluşan antropometrik ölçüm sonuçları Tablo 2'de verildi. El ve parmak kavrama kuvveti Tablo 3'te gösterildi.

Dominant eli sol olanlarda kavrama kuvveti ortalama 31.23±12.56 kg; sağ olanların ise 29.78±10.54 kg bulundu. JEF testi ortalaması 70.07±9.23 sn olarak skorlandı. Tablo 4'te el fonksiyonelliğinin değişkenliği cinsiyete göre karşılaştırıldı; erkeklerde kuvvetin daha fazla olduğu bulundu. Antropometrik değerlerdeki fark erkekler lehine anlamlı bulunur iken JEF test

sonuçları ise kızların daha becerikli olduğunu gösterdi (p<0.05). El fonksiyonu ile antropometri ve kavrama kuvveti arasında bir ilişki bulunmadı (p>0.05).

TARTIŞMA

Chilima ve arkadaşları ile Crosby ve arkadaşları yaptıkları iki farklı çalışmada erkeklerin ortalama kavrama kuvvetinin kadınların kavrama kuvvetinden önemli derecede yüksek olduğunu göstermişlerdir.^{29,30} Çalışmamızda ise cinsiyete göre kavrama kuvveti farkında, literatür ile aynı sonuç bulunmuştur. Minnesota Üniversitesi Fizik Tedavi Bölümü öğrencilerinin kavrama kuvvetlerini değerlendiren bir çalışmada kız ve erkekler arası maksimum kavrama kuvveti farklılığının önemli nedenlerinin cinsiyetler arası vücut ağırlığı farkı, daha sonra da erkeklerde rekabet duygusunun ve sosyal başarı beklentilerinin yüksek olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir.²¹ Diğer bazı çalışmalarda cinsiyet, vücut ağırlığı, boy uzunluğu ve el büyüklüğünün kavrama kuvvetinde değişiklik yapabilecek parametreler olduğu vurgulanmıştır.^{2,14,17,31-34} Çalışmamızda erkeklerin kavrama kuvvetinin daha fazla çıkması, kavrama kuvvetinin vücut kitlesine oranı ile anlam kazanmaktadır. Kızların ortalama vücut ağırlığı 55.86 kg; erkeklerin 71.91 kg; kızların boy uzunluğu 168.30 cm, erkeklerin 169.64 cm'dir, cinsiyete göre bu fark anlamlı değildir (p>0.05). Aynı zamanda erkeklerin antropometrik ölçüm sonuçları kızlara göre daha fazla çıkmıştır.

Literatürde özellikle önkol ve el hacmi gibi temel antropometrik ölçümlerin romatoid artritli hastalarda normal el kavrama kuvvetini belirlemede yararlı olacağı, aynı zamanda bu hastalarda normal kavrama kuvvetini bilmenin, fonksiyonel kaybın derecesini belirlemede önemli olduğunu vurgulanmıştır.^{1,24,35,36} Çalışmamızda kavrama kuvvetini etkileyebilecek bir faktör olarak antropometrik ölçümler yapılmış ve sonuçların, rehabilitasyon uygulamalarına önemli ipuçları vereceği düşünülmüştür. Kavrama kuvvetini artırmaya yönelik tedavi programı planlarken antropometriye bağlı faktörleri de göz önüne almamız gerekmektedir.

Tablo 1. Öğrencilerin fiziksel özellikleri.

	X±SD
Yaş (yıl)	21.03±1.53
Boy uzunluğu (cm)	168.75±8.69
Vücut ağırlığı (kg)	61.21±11.46
n (%)	
Cinsiyet	
Kız	134 (62.7)
Erkek	67(37.3)

Tablo 2. Dominant elin antropometrik değerleri.

	X±SD
Çap (cm)	7.82±0.61
Çevre (cm)	19.77±1.56
Uzunluk (cm)	18.44±1.42
Hacim (ml)	311.44±70.81

Tablo 3. El ve parmakların kavrama kuvvet değerleri.

	X±SD
El (kg)	36.44±13.09
Parmaklar (kg)	
Parmak ucu	5.11±1.55
Lateral	7.52±2.11
Palmar	6.31±1.85

Tablo 4. El fonksiyonelliğinin cinsiyete göre karşılaştırılması.

	Erkekler	Kızlar	p
	X±SD	X±SD	
Elin kavrama kuvveti (kg)	44.39±12.19	32.47±11.68	<0.05
Kavrama kuvveti / Vücut kütle indeksi	1.97±0.53	1.64±0.61	<0.05
Lateral kavrama (kg)	9.49±1.89	6.54±1.41	<0.05
Çevre (cm)	21.46±1.01	18.93±1.01	<0.05
Uzunluk (cm)	19.50±0.97	17.89±0.92	<0.05
Hacim (mm ³)	377.61±58.53	278.35±50.31	<0.05
Jebsen el fonksiyon testi (sn)	71.97±8.54	69.12±9.44	<0.05

Güniken ve arkadaşları 60 sağlıklı birey üzerinde yaptıkları çalışmada, el ve parmak kavrama kuvveti ile parmak uzunluğu ve bilek çevre ölçümü arasında anlamlı bir ilişki saptamışlardır.¹⁷ Schneider ve Friedman parmakların ayrı ayrı kavramaları arasında kuvvet farkı olduğunu, bu bilginin yaralanma sonrası kavrama fonksiyonunun kaybını ortaya koymada ve işyerlerine yönelik alet tasarımlarında faydalı olacağını belirtmişlerdir.^{7,12,19} Rehabilitasyonda parmakların ayrı ayrı ortaya koyduğu kuvvetin bilinmesi önemlidir; ancak çalışmamızda, ölçüm aletimizin yetersizliği nedeniyle bu izole kuvvetler saptanamamıştır. Çalışmamızda sol eli dominant olanların kavrama kuvvetinin sağ eli dominant olanların kuvvetinden daha fazla çıkmasının; sol ellilerin sağ elliler için düzenlenmiş ortamları kullanmak zorunda kaldıklarından kaynaklanabileceği düşünüldü. Sadece 13 sol ellinin olması da istatistiksel analizin gücünü zayıflatmaktadır. Bu nedenle sol eli dominant olan daha çok kişinin dahil edileceği çalışmaların yapılması gerekliliği ortaya koyuldu. Literatürde, cinsiyete bağlı el fonksiyonlarını JEF Testi ile değerlendiren çalışmalarda; kadınların yazı yazma ve küçük nesnelere kutuya boşaltma fonksiyonlarında erkeklerden daha hızlı olduğu bulunmuş, ayrıca erkeklerin çoğu, yazma işlerini eşlerinin yaptığını belirtmişlerdir.^{26,27,37,38} Çalışmamızda da JEF Testinde kızların erkeklere oranla daha başarılı olduğu bulunmuş; bu sonucun kız öğrencilerin yazı yazmaya ve ince el becerisi gerektiren işlere daha yatkın olmalarından kaynaklanabileceğini düşünülmüştür.

Çalışmamızda elin fonksiyonunun antropometri ve kavrama kuvvetinden bağımsız bir değişken olduğu ortaya koyuldu. Fizyoterapi rehabilitasyon uygulamaları sırasında elin fonksiyonelliğini ortaya koymak için kavrama kuvveti ve antropometrik değerlendirmeler tek başına yeterli değildir. El fonksiyonlarındaki yetersizlikler GYA ve iş/boş zaman aktivitelerindeki performansını etkiler. Bu nedenle el fonksiyonlarını etkileyen faktörlerin bilinmesinde fayda vardır. Bu çalışma, sonuçları dikkate alınarak el becerilerini etkileyen faktörlerin ayrıntılı olarak değerlendirilmesi ile yeni çalışmalara ışık tutacaktır.

El becerileri sadece kas kuvvetinden değil, antropometrik değerler, günlük yaşam aktivitelerinin kullanılma sıklığı, cinsiyet, vücut ağırlığı gibi farklı parametrelerden etkilenebilir. Dolayısıyla, üst ekstremité ve el ile ilgili çalışmalarda kavrama kuvveti değerlendirilmesinin yanısıra fonksiyonel testlerin de uygulanmasının, tedavinin planlanması ve etkinliğinde önemli olacağı düşünüldü. Çalışmamız sonuçlarının, Türk popülasyonunda elin fiziksel özellikleri ve fonksiyonu ile ilgili yapılacak yeni örneklem çalışmalarına farklı tartışma soruları oluşturmada önemli olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Fraser A, Vallow J, Preston A, et al. Predicting normal grip strength for rheumatoid arthritis patients. *Rheumatol (Oxford)*. 1999;38:521-528.
- Talsania JS, Kozin SH. Normal Digital Contribution to grip strength assessed by a computerized digital dynamometer. *J Hand Surg [Br]*. 1998;23B:162-166.
- Otman AS, Demirel H, Sade A. Tedavi Hareketlerinde Temel Değerlendirme Prensipleri. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Yayınları; 1999:49-57.
- Pryce JC. The wrist position between neutral and ulnar deviation that facilitates the maximum power grip strength. *J Biomech*. 1980;13:505-511.
- Landsmeer JM. Power grip and precision handling. *Ann Rheum Dis*. 1962;21:164-170.
- Casanova JS, Grunert BK. Adult prehension: patterns and nomenclature for pinches. *J Hand Ther*. 1989;2:231-244.
- Hunter JM, Mackin EJ, Callahan AD. Rehabilitation of the Hand. In: Schneider H, Callahan M, eds. *Surgery and Therapy*. Toronto: CV Mosby Company Press; 1990:31-45.
- Breger-Lee D, Bell-Krotoski J, Brandsma JW. Torque range of motion in the hand clinic. *J Hand Ther*. 1991;3:7-13.
- Pedretti LW, Early MB. *Occupational Therapy Practice Skills for Physical Dysfunction*. 4. ed. New York: Churchill Livingstone; 1996: 661-667.
- Citron ND, Forster A. Dynamic splinting following flexor tendon repair. *J Hand Surg [Br]*. 1987;12:96-100.
- MacDermid J. Accuracy of clinical tests used in the detection of carpal tunnel syndrome: a literature review. *J Hand Ther*. 1991;4:169-176.
- Kuijt-Evers LF, Twisk J, Groenesteijn L, et al. Identifying predictors of comfort and discomfort in using hand tools. *Ergonomics*. 2005;48:692-702.
- Yan JH, Downing JH. Effects of aging, grip span and grip style on hand. *Res Quart Exerc Sport*. 2001;72:71-77.
- Amirshaybani HR, Creceius GM, Timothy NH, et al. The natural history of the hand: I. Hand area as a percentage of body surface area. *Plast Reconstr Surg*. 2001;107:726-733.
- Balogun JA. Grip strength: effects of testing posture and elbow position. *Arch Phys Med Rehabil*. 1991;72:280-283.
- Armstrong CA, Oldham JA. A comparison of dominant and non-dominant hand strength. *J Hand Surg [Br]*. 1999;24:421-425.
- Güniken Y, Kaya D, Kayıhan H, et al. The relationship between finger length, pinch and grip strength. *Proceedings of the 5th Congress International Federation of Societies for Hand Therapy Congress, İstanbul*; 2001.
- Imrhan SN, Loo CH. Trends in finger pinch strength in children, adults, and elderly. *Hum Factors*. 1989;31:689-701.
- Friedman J, Flash T. Task-dependent selection of grasp kinematics and stiffness in human object manipulation. *Cortex*. 2007;43:444-460.
- Kuzala EA, Vargo MC. The relationship between elbow position and grip strength. *Am J Occup Ther*. 1992; 46:509-512.
- Nwuga VC. Grip strength and grip endurance in physical therapy students. *Arch Phys Med Rehabil*. 1975;56:297-300.
- Pylatiuk C, Kargov A, Schulz S, et al. Distribution of grip force in three different functional prehension patterns. *J Med Eng Technol*. 2006;30:176-182.
- Kellor M, Frost J, Silberberg N et al. Hand strength and dexterity. *Am J Occup Ther*. 1971;25:77-83.
- Pearson R, MacKinnon J, Meek AP, et al. Diurnal and sequential grip function in normal subjects and

- effects of temperature change and exercise of the forearm on grip function in patients with RA and in normal controls. *Scand J Rheumatol.* 1982;11:113-118.
25. Kamarul T, Ahmad TS, Loh WY. Hand grip strength in the adult Malaysian population. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2006;14:172-177.
 26. Agnew PJ, Mass F. Hand function related to age and sex. *Arch Phys Med Rehabil.* 1982;63:269-271.
 27. Hackel ME, Wolfe GA, Bang SM, et al. Changes in hand function in the aging adult as determined by the Jebsen Test of Hand Function. *Phys Ther.* 1992;72:373-377.
 28. Moberg E. Evaluation of sensibility in the hand. *Surg Clin North Am.* 1960;40:357-362.
 29. Chilima DM, Ismail SJ. Nutrition and hand strength of older adults in rural Malawi. *Public Health Nut.* 2001;4:11-17.
 30. Crosby CA, Wehbe MA, Mawr B. Hand strength: normative values. *J Hand Surg [Am].* 1994;19:665-670.
 31. Aghazadeh F, Lee K, Waikar A. Impact of anthropometric and personal variables on grip strength. *J Hum Ergol (Tokyo).* 1993;22:75-81.
 32. Fransson C, Winkel J. Hand strength: the influence of grip span and grip type. *Ergonomics.* 1991;34:881-892.
 33. Lunde BK, Brewer WD, Garcia PA. Grip strength of college women. *Arch Phys Med Rehabil.* 1972;53:491-493.
 34. Mathiowetz V, Wiemer DM, Federman SM. Grip and pinch strength: norms for 6-19 years old. *Am J Occup Ther.* 1986;40:705-711.
 35. Jones E, Hanly JG, Mooney R, et al. Strength and function in the normal and rheumatoid hand. *J Rheumatol.* 1991;18:1313-1318.
 36. Chong CK, Tseng CH, Wong MK, et al. Grip and pinch strength in Chinese adults and their relationship with anthropometric factors. *J Formos Med Assoc.* 1994;93:616-621.
 37. Cochran DJ, Chen Y, Ding X. Perceived and actual grasp forces on cylindrical handles. *Hum Factors.* 2007;49:292-299.
 38. Lee-Valkov PM, Aaron DH, Eladoumikhachi F. Measuring normal hand dexterity values in normal 3-5 year old children and their relationship with grip and pinch strength. *J Hand Ther.* 2003;16:22-28.