



Hacim değerlendirilmesinde farklı iki yöntemin karşılaştırılması ve bu yöntemlerin araştırmacılar arası güvenilirliği: pilot çalışma

Türkan Akbayrak, Serap Kaya, Esmâ Duru Deligöz, Yavuz Yakut

[Akbayrak T, Kaya S, Deligöz ED, Yakut Y. Hacim değerlendirilmesinde farklı iki yöntemin karşılaştırılması ve bu yöntemlerin araştırmacılar arası güvenilirliği: pilot çalışma. Fizyoter Rehabil. 2007;18(3):217-222.]

Research Report

Amaç: Bu çalışmanın amacı sağlıklı kişilerde kol hacim değerlendirilmesinde farklı iki yöntemi karşılaştırmak ve bu yöntemlerin araştırmacılar arası güvenilirliğini incelemektir. **Gereç ve yöntem:** Çalışmaya 24 gönüllü birey katıldı. İki araştırmacı tüm bireyleri çevre ölçümü ve volumetrik ölçüm (taşın su yöntemi) ile değerlendirdi. Çevre ölçüm sonuçları Frustum formül kullanılarak hacme dönüştürüldü ve sonuçlar volumetrik ölçüm verileri ile karşılaştırıldı. Bu iki yöntem için araştırmacılar arası güvenilirlik araştırıldı. **Sonuçlar:** Bu metodlarla elde edilen hacimler araştırmacılar arası yüksek güvenilirliğe sahip bulundu. Volumetrik ölçümler arası güvenilirlik katsayısı (ICC) 0.983 iken, çevre ölçümlerinden hesaplanan hacimler arası güvenilirlik katsayısı (ICC) 0.998 bulundu. Ancak iki yöntem ile belirlenen hacimler arasında ortalama 452.67 ± 167.22 ml fark bulundu ($p < 0.05$). **Tartışma:** Hesaplanan hacim sonuçları ve volumetrik ölçüm sonuçları yüksek korelasyona sahiptir. Bu açıdan fizyoterapistler hacim değerlendirilmesinde her iki yöntemde kullanabilirler. Ancak iki yöntem sonuçları arasındaki farklar bu yöntemlerin yer değiştirilerek kullanılmayacağını göstermektedir. Bu nedenle aynı fizyoterapist yada farklı fizyoterapistler bir hasta veya çalışmada tekrarlanan ölçümlerde aynı değerlendirme yöntemini kullanmalıdır.

Anahtar kelimeler: Değerlendirme, Güvenilirlik, Ödem.

Comparison of different two methods in volume assessment and interrater reliability of these methods: a pilot study

Purpose: The aim of this study was to compare two different methods in arm volume assessment in healthy subjects and investigate the interrater reliability of these methods. **Material and methods:** Twenty-four volunteer subjects participated in this study. Two raters measured each subject with circumferential measurement and with volumetric measurement (water displacement method). Volume was calculated using Frustum formula with results from circumferential measurements and was compared with volumetric measurement results. Interrater reliability for these two methods was investigated. **Results:** Arm volumes obtained with these methods had high interrater reliability. Correlation coefficients for volumetric measurements and volumes calculated with circumferential measurements were 0.983 and 0.998 and respectively. Arm volume calculated by Frustum model correlated strongly with volume determined by water displacement. But, there was 452.67 ± 167.22 ml difference between two methods. **Conclusion:** Calculated volume results and volumetric measurement results had high correlation, for this reason physiotherapist can use both methods to assess volume. But differences between the two methods show that these methods can not be used interchangeably. Thus, the same physiotherapist or different physiotherapists should use the same assessment method for iterative measurements in a patient or study.

Key words: Assessment, Reliability, Edema.

T Akbayrak

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

S Kaya and ED Deligöz

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

Y Yakut

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

Address correspondence to:

Fzt. Serap Kaya
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü, 06100, Samanpazarı, Ankara, Türkiye
e-mail: serapky@yahoo.com

Hacim, taşan su yöntemi ile doğrudan veya çevre ölçümüne bağımlı değişik ve dolaylı hesaplama yöntemleri ile değerlendirilebilir.¹ Taşan su yöntemi, ekstremite hacmini belirlemek için kullanılır ve Arşimed prensibine dayanır. Bu prensibe göre taşan su hacmi su içine daldırılan objenin hacmine eşittir.²

Sukul ve arkadaşları yaptıkları çalışmada 1240 ml standart hacimli cismi 10 kez suya daldırmışlar ve çıkan sonuçlar arasında en yüksek farkın 10 ml olduğunu bulmuşlardır. Boland ve Adams taşan su yönteminin 10 ml değişimi belirleyebileceğini belirtmişlerdir. Bundan dolayı volumetrik ölçüm ekstremite hacmini belirlemede "altın standart" olarak düşünülmektedir.¹⁻⁵

Sık kullanılan bir yöntem olmasına karşın taşan su yöntemi; zaman alan bir yöntem olması, fazla miktardaki suyu doldurma, boşaltma zorluğu, dolu volumetrik kabın transfer güçlüğü gibi dezavantajlarından dolayı tercih edilmemektedir. Ayrıca hijyen açısından her defasında tekrar boşaltıp doldurmak gerekir ki bu da zaman kaybına yol açmaktadır. Deri ülseri veya açık yaralarında erken postoperatif dönem için uygun olmamaktadır. Volumetrik ölçüm ayrıca ekstremitede ödem ve atrofının ayırımı ve lokalizasyonunu belirlemez.^{2,6,7}

Boland ve King volumetrik ölçüm esnasında su sıcaklığının hacmi etkileyeceğini belirtmişlerdir. Isı farkı düşük (28-32 °C) olduğunda hacimdeki değişimlerin önemsiz olduğu fark 40 °C'nin üzerine çıktığında hacim değişiminin önemli olacağını belirtmişlerdir. Bu nedenle ısı değişimi ile suyun dansite değişimi olabileceği göz önüne alınarak hacim ölçümü sırasında ısı sabit tutulmalıdır.^{3,8,9}

Hacim belirlemede taşan su yönteminin yanı sıra varolan dolaylı yöntemler; çevre ölçümü, yüzey ölçümleri, optoelektronik ölçümler, komputere tomografi, manyetik rezonans görüntülemelerdir. Bu yöntemlerden çevre ölçümü metodu klinikte fizyoterapistlerin rahatlıkla ulaşabildikleri ve kullanabildikleri bir yöntemdir.⁷

Çevre ölçümü basit, etkili ve klinik açıdan kullanışlıdır. Ekstremitenin belirli noktalarından ölçümler alınarak yapılır (örneğin, her 4 cm'de). Karşılaştırma yapılacak olursa taşan su volümetresi tek bir volüm sonucu vermektedir ve bu sonuçla

ekstremiten hacminin nerede değişim gösterdiğini belirlemek mümkün olmamaktadır. Çevre ölçümü ile volüm değişimlerinin nerede olduğu belirlenebilir.²

Belirli aralıklarla yapılan çevre ölçümü formülleri ile hacme çevrilir. Çevre ölçümünü hacme çevirmede konik yapılar ve silindirik yapılar için iki temel formül vardır. Ekstremiten silindir ya da koni şeklinde parçalara ayrılır. Toplam hacim için tüm parçaların hacimleri toplanır. Sirtia silindirik formül ile frustum formülünü karşılaştırmış ve ekstremite şekillerinin silindirden çok koniye benzemesi nedeniyle frustumun daha uygun olacağını düşünmüştür.¹⁰ Bu formül:

$$V = (\pi/3)h (R_1^2 + R_1.R_2 + R_2^2)$$

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

V: Her bir konik segmentin hacmi

h: Çevre ölçümünde kullanılan aralık

R1: Konik segmentin taban çevre ölçümü

R2: konik segmentin üst çevre ölçümü

V_t: Kol hacmi (Tüm konik segmentlerin hacimleri toplamı)

n: Konik segment sayısı.¹

Çevre ölçümünde kullanılan aralıklar genellikle 4 cm ile 10 cm arasında değişmektedir. Boris ve arkadaşları Casley Smith gibi 10 cm'lik aralığı ve konik formülü kullanmayı tercih etmişlerdir.^{11,12} Bunce ve arkadaşları 10 cm'lik aralık ile silindirik formülü tercih etmişlerdir.¹³ Mortimer, Charge ve Rose ve arkadaşları 4 cm'lik aralığı ve silindirik formülü tercih etmişlerdir.¹⁴⁻¹⁶

Pani ve arkadaşları 100 unilateral alt ekstremite lenfödem hastasında yer değiştiren suyun hacmi ve hesaplanan hacim yöntemlerini karşılaştırmıştır. Yerden 30 cm yukarıya kadar olan mesafenin çevre ölçümü yapılarak silindirik formülle hacim bulunmuştur. 2 yöntem arasında korelasyon ödemli ekstremitede r=0.61, ödemli ekstremitede r=0.80 olarak hesaplanmıştır.¹⁷

Stranden ve arkadaşları femoropopliteal bypass grefti sonrası bacakta oluşan ödemde yer değiştiren suyun hacmi ile konik formülle hesaplanan hacim yöntemini karşılaştırmışlardır. Tüm bacak hacminden ayak hacmini çıkararak aradaki kısmı ölçmüş ve konik formülle hacmi hesaplayarak karşılaştırmıştır. Sonuçta 0.98'lik bir korelasyon elde etmiştir.¹⁸

Bu çalışmanın amacı sağlıklı bireylerin üst ekstremitelerinde hacimlerini belirlemede çevre ölçümüne dayalı geometrik hesaplama yöntemi ile taşan su yöntemini karşılaştırmak ve bu yöntemlerin araştırmacılar arası güvenilirliğini araştırmaktır. Bu çalışma ileriye yönelik çalışmalara temel oluşturacak ve klinikte yaygın olarak kullanılan bu iki yöntem açısından literatüre ışık tutacaktır.

Gereç ve yöntem

Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü, Kadın Sağlığı Ünitesi'nde gerçekleştirildi. Çalışmaya yaş ortalamaları 22.7 ± 1.8 yıl olan 18'i kadın 6'sı erkek olmak üzere toplam 24 sağlıklı birey dahil edildi. Çalışmaya katılan bireylere değerlendirmenin içeriği ve amacı anlatıldı. Bireylerin fiziksel özellikleri Tablo 1'de gösterildi.

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri; açık yara, hidrofobi, çalışmada değerlendirilen ekstremitelerde daha önce bir travma hikayesi olarak belirlendi.

Olguların değerlendirilmesi:

Çalışma olguların dominant üst ekstremiteleri üzerinde gerçekleştirildi. Çalışmanın değerlendirme aşamasına 3 araştırmacı katıldı. Bir fizyoterapist çevre ölçümünde kullanılan referans noktalarını belirledi, çevre ölçüm sonuçlarını kaydetti ve gerekli hesaplamaları gerçekleştirdi. Diğer iki fizyoterapist değerlendirmeleri birbirlerinin ölçüm sonuçlarından haberdar olmaksızın gerçekleştirdiler.

Çevre ölçümünde bir fizyoterapist tarafından ulnanın styloid çıkıntısından başlanarak akromiona kadar 5'er cm aralıklarla referans noktaları belirlendi. Daha sonra diğer iki fizyoterapist arka arkaya birbirlerinin ölçüm sonuçlarına kör olarak referans noktalarından çevre ölçümünü gerçekleştirdiler (Resim 1). Sonuçlar cm cinsinden kaydedildi ve hacim hesabı Frustum model kullanılarak gerçekleştirildi.

Yine aynı görev dağılımında bu kez taşan su volumetrik ölçümü gerçekleştirildi. Suyun sıcaklığı 30°C olarak ayarlandı. Yine iki fizyoterapist arka arkaya birbirlerinin sonuçlarına kör olarak

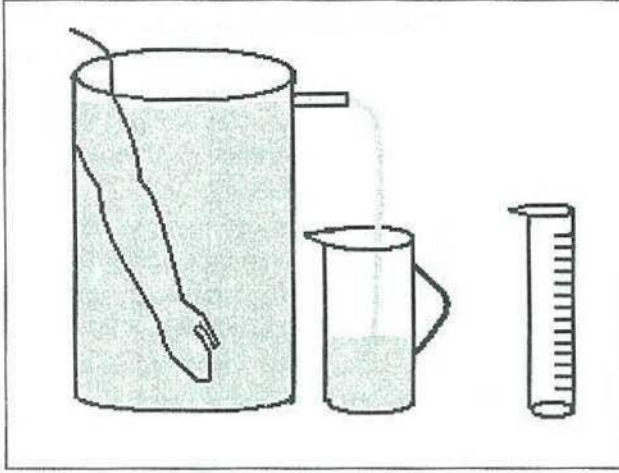
volumetrik ölçümü gerçekleştirdiler ve diğer fizyoterapist sonuçları kaydetti. Ulnanın styloid çıkıntısına kadar el su içine daldırılarak taşan su kaydedildi. Üst ekstremiteler, kişi oturur pozisyonda iken çevre ölçümünde kullanılan en üst referans noktaya kadar su içine daldırılıp yine taşan su hacmi kaydedildi. Taşan sular bir kapta toplanıp daha sonra milimetrik olarak derecelendirilmiş başka bir silindirde mililitre cinsinden ölçüldü (Şekil 1). Tüm ekstremiteler hacminden elin hacmi çıkarılarak çevre ölçümünde değerlendirdiğimiz bölümün hacmi belirlendi.



Resim 1. Çevre ölçümünün uygulanışı ve referans noktaları.

İstatistiksel analiz:

Veriler aritmetik ortalama \pm standart sapma ($X \pm SD$) olarak ifade edildi. İki fizyoterapistin ölçümleri ve iki yöntem birbiriyle karşılaştırılmasında *t* testi ve "Pearson korelasyon katsayısı" kullanıldı. Araştırmacılar arası güvenilirlik sınıfiçi korelasyon katsayısı (*Intraclass correlation coefficient*, ICC) ile ölçüldü. İstatistiksel değerlendirmede anlamlılık derecesi olarak $p < 0.05$ kabul edildi.



Şekil 1. Volümetrik ölçüm yöntemi.

Sonuçlar

Çevre ölçüm sonuçları ile hesaplanan Frustum hacim değerleri açısından araştırmacılar arası istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığı görüldü ($p>0.05$) (Tablo 2). Çalışmada, çevre ölçümü ve volümetrik ölçüm yöntemleri fizyoterapistler arası yüksek güvenilirliğe sahipti (sırasıyla: ICC=0.998 ve 0.983) (Tablo 3). Bu da çevre ölçümü ve volümetrik ölçümün araştırmacılar tarafından etkilenmediğini göstermektedir.

Çevre ölçümlerinden elde edilen hacim ve volümetrik ölçüm sonuçlarının yakından ilişkili olduğu görüldü ($r=0.921$, $p<0.001$) (Tablo 4). Bu iki yöntem yüksek korelasyon gösterse de bu iki yöntem ile elde edilen hacim değerleri ortalama açısından farklılık göstermekteydi ($p<0.05$). Bu fark değerleri birinci fizyoterapistin ölçümleri için 452.7 ± 167.2 ml iken ikinci fizyoterapistin ölçümleri için 445.3 ± 180.6 ml idi (Tablo 2).

Tartışma

Ekstremiteler hacim belirlenmesinde direkt yöntemlerin yanı sıra bazı geometrik formül hesaplamalarına dayalı dolaylı yöntemler mevcuttur. Ancak bu yöntemlerin birbirlerine karşı avantaj ve dezavantajları söz konusudur.

Volümetrik ölçüm yönteminin avantajı bu yöntem ile düzensiz şekildeki objelerin hacminin

doğrudan ölçülebilmesidir. Bununla birlikte hijyen problemi, çok zaman alması gibi dezavantajları vardır.

Tablo 1. Olguların fiziksel özellikleri ile volümetrik ölçüm değerleri ve çevre ölçümlerinden hesaplanan hacim değerleri (N=24).

	X±SD
Yaş (yıl)	22.7±1.8
Boy (cm)	168.6±9.2
Vücut ağırlığı (kg)	60.0±10.2
Vücut kütle indeksi (kg/m ²)	21.0±2.3
Volümetrik ölçüm	
Fzt1 ölçüm (ml)	1677.9±352.6
Fzt2 ölçüm (ml)	1669.2±350.9
Hacim değerleri (hesaplanan)	
Fzt1 hacim (ml)	1225.3±419.4
Fzt2 hacim (ml)	1223.9±393.0

Fzt1 ölçüm: 1. fizyoterapistin volümetrik ölçüm değerleri.
Fzt2 ölçüm: 2. fizyoterapistin volümetrik ölçüm değerleri.
Fzt1 hacim: 1. fizyoterapistin çevre ölçümlerinden hesaplanan hacim ölçümleri.
Fzt2 hacim: 2. fizyoterapistin çevre ölçümlerinden hesaplanan hacim ölçümleri.

Tablo 2. Araştırmacıların taşan su volümetrik ölçümleri ve çevre ölçümlerinden hesaplanan hacim değerleri arası farkların karşılaştırılması.

	D±SD	p
Fzt1 ölçüm-Fzt2 ölçüm (ml)	8.8±24.3	0.091
Fzt1 ölçüm-Fzt1 hacim (ml)	452.7±167.2	0.000*
Fzt2 ölçüm-Fzt2 hacim (ml)	445.3±180.6	0.000*
Fzt1 hacim-Fzt2 hacim (ml)	1.4±74.1	0.928

* $p<0.05$.

Tablo 3. Her iki yöntemde araştırmacılar arası güvenilirlik.

	ICC	% 95 CI
Fzt1 ölçüm-Fzt2 ölçüm	0.998	0.995-0.999
Fzt1 hacim-Fzt2 hacim	0.983	0.962-0.993

ICC: Intraclass correlation coefficient,
CI: Güvenlik aralığı (Confidence Interval).

Dolaylı hacim belirleme yöntemi ile üst ekstremité hacminin hesaplanması hızlı ve kolay gerçekleştirilmesine karşın bu yöntem ile elin hacmi belirlenmemektedir. Volümetrik ölçüm yöntemiyle geometrik ölçüm yöntemleri karşılaştırılırken şekilden dolayı el değerlendirmeye dahil edilmemelidir. Eldeki düzensizlikler tam anlamıyla çevre ölçümlerinden hacim hesaplamak için kullanılan kesik koni şekline uymamaktadır. Bu durum kol hacmini belirlemek için iki aşamalı ölçüm gerektirmektedir (birincisi el ve sonra el ve kol).^{1,5} Bu zorluklara rağmen volümetrik ölçüm sonuçları için farklı fizyoterapistler arası yüksek güvenilirlik sonucu elde edildi. Bu sonuç belirlenmiş bir protokol çerçevesinde aynı ya da farklı fizyoterapistlerin güvenilir şekilde ölçümleri gerçekleştirebileceğini göstermektedir.

Volümetrik ölçüm metodu ile geometrik volüm metodu arasındaki yüksek korelasyon bu yöntemler arasında kuvvetli ilişki olduğunu göstermiştir. Bazı yazarlar bu yüksek korelasyonu yöntemlerin birbirlerinin yerine kullanılabilirliği şeklinde yorumlamışlardır. Ancak iki yöntem arasındaki farkları dikkate almamışlardır.^{17,19,20} Çalışmamızda yöntemler arasındaki farklar dikkate alındığında sonuçlar bu yöntemlerin birbirlerinin yerine kullanılamayacağını göstermektedir. Çünkü yöntemlerden elde edilen hacim sonuçları arasındaki fark oldukça yüksekti (452.7±167.2 ml ve 445.3±180.6 ml).

Stranden Frustum modeli volümetrik ölçüm ile karşılaştırmıştır. Bu çalışmada femoropopliteal bypass greftlemesini takiben 9 hasta değerlendirilmiş ve korelasyon katsayısı 0.98 bulunmuştur.¹⁸ Yazarlar bacak ödeminin belirlenmesinde klinik amaçlı frustum modelin tatminkâr olduğunu belirtmişlerdir. Ancak burada korelasyon katsayısının kullanımı yanıltıcı olmuştur, yüksek korelasyon katsayısı daima iki metodun uyduğu anlamına gelmemektedir. Bu nedenle yalnızca korelasyon katsayısı değil aynı zamanda uyum sınırları da hesaplanmalıdır.

Çalışmamızda olduğu gibi Stranden volümetrik ölçüm sonuçlarını geometrik volüm sonuçlarından daha düşük bulmuştur.^{1,18} Sander ve arkadaşları ise Karges ve arkadaşları ile Pani ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada olduğu gibi

çevre ölçümlerinden hesaplanan volüm sonuçlarını volümetrik ölçüm sonuçlarından daha düşük bulmuşlardır.^{2,17,21}

Araştırmacılar klinik takip veya araştırmalarında hem volümetrik ölçüm metodunu hem de geometrik volüm metodunu güvenle kullanabilirler. Bununla birlikte ölçümler arasındaki farklar metodların birbirleri yerine kullanılamayacaklarını göstermektedir. Bu nedenle klinisyenler veya araştırmacılar bir hasta veya bir çalışmada ölçüm yöntemlerini birbirleri yerine kullanmamalıdır.

Kaynaklar

1. Kaulesar Sukul DM, den Hoed PT, Johannes EJ, et al. Direct and indirect methods for the quantification of leg volume: comparison between water displacement volumetry, the disk model method and the frustum sign model method, using the correlation coefficient and the limits of agreement. *J Biomed Eng.* 1993;15:477-480.
2. Karges JR, Mark BE, Stickleather SJ, et al. Concurrent validity of upper extremity volume estimates: comparison of calculated volume derived from girth measurements and water displacement volume. *Phys Ther.* 2003;83:134-145.
3. Boland R, Adams R. Development and evaluation of a precision forearm and hand volumeter and measuring cylinder. *J Hand Ther.* 1996;9:349-358.
4. Damstra RJ, Glazenburg EJ, Hop WCJ. Validation of the inverse volumetry method: a new gold standard for arm volume measurements. *Breast Cancer Res Treat.* 2006;99:267-273.
5. Mayrovitz HN, Sims N, Hill CJ, et al. Hand volume estimates based on a geometric algorithm in comparison to water displacement. *Lymphology.* 2006;95-103.
6. Taylor R, Jayasinghe UW, Koelmeyer L, et al. Reliability and validity of arm volume measurements for assesment of lymphedema. *Phys Ther.* 2006;86:205-214.
7. Meijer RS, Rietman JS, Geertzen JH, et al. Validity and intra- and interobserver reliability of an indirect volume measurements in patients with upper extremity lymphedema. *Lymphology.* 2004;37:127-133.
8. King TI. The effect of water temperature on hand volume during volumetric measurement using the water displacement method. *J Hand Ther.* 1993;6:202-204.
9. Gebruers N, Truijen S, Engelborghs S, et al. Volumetric evaluation of upper extremities in 250 healthy persons. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2007;27:17-22.
10. Sitzia J. Volume measurement in lymphoedema treatment: examination of formulac. *Eur J Cancer Care (Engl).* 1995;4:11-16.
11. Boris M, Weindorf S, Lasinski B. Persistence of lymphedema reduction after noninvasive complex

- lymphedema therapy. *Oncology* (Williston Park). 1997;11:99-110,113.
12. Casley-Smith JR. Measuring and representing peripheral oedema and its alterations. *Lymphology*. 1994; 27:56-70.
 13. Bunce IH, Mirolo BR, Hennessy JM, et al. Post-mastectomy lymphoedema treatment and measurement. *Med J Aust*. 1994;161:125-128.
 14. Mortimer PS. Investigation and management of lymphoedema. *Vasc Med Rev*. 1990;1:1-20.
 15. Charge H. Treatment of lymphoedema. *Nurse Times*. 1995;91:53-58.
 16. Rose K, Taylor H, Twycross R. Volume reduction of arm lymphoedema. *Nurs Stand*. 1993;7:29-32.
 17. Pani SP, Vanamail P, Yuvaraj J. Limb circumference measurement for recording edema volume in patients with filarial lymphedema. *Lymphology*. 1995;28:57-63.
 18. Stranden E. A comparison between surface measurements and water displacement volumetry for the quantification of leg edema. *J Oslo City Hosp*. 1981;31:153-155.
 19. Bednarczyk J, Hershler C, Cooper D. Development and clinical evaluation of a computerized limb volume measurement system (CLEMS). *Arch Phys Med Rehabil*. 1992;73:60-63.
 20. Cheah I.H, Parkin A, Gilson P, et al. Limb volume measurements in peripheral arterial disease. *Clin Phys Physiol Meas*. 1989;10:75-79.
 21. Sander AP, Hajer NM, Hemenway K, et al. Upper-extremity volume measurements in women with lymphedema: a comparison of measurements obtained via water displacement with geometrically determined volume. *Phys Ther*. 2002;82:1201-1212.