



Karpal tünelin açık cerrahi yöntem ile gevşetilmesi sonrasında transvers karpal ligamanın ultrasonografik değerlendirilmesi

Nuri KARABAY¹, Murat KAYALAR², Sait ADA²

¹El Mikrocerrahi Ortopedi ve Travmatoloji (EMOT) Hastanesi, Radyoloji Birimi, İzmir;

²El Mikrocerrahi Ortopedi ve Travmatoloji (EMOT) Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Birimi, İzmir

Amaç: Bu çalışmanın amacı karpal tünel sendromu (KTS) tedavisi için yapılan açık yöntem ile gevşetme cerrahisi sonrası transvers karpal ligamanda (TKL) meydana gelen değişikliklerin ultrasonografik olarak incelenmesi yeterli miktarda kesilmiş TKL tanısı için ultrasonografik kıstasların oluşturulması idi.

Çalışma planı: Açık cerrahi yöntem ile gevşetme yapılan 36 KTS'li hasta prospektif olarak incelendi. Hastalar fizik muayane ve ultrasonografi ile cerrahi işlem öncesinde ve sonrasında değerlendirildi.

Bulgular: Cerrahi işlem sonrasında tüm hastaların şikayetlerinin ortadan kalktığı görüldü. Cerrahi sonrası TKL'nin düzgün formunu kaybettiği ve diffüz olarak kalınlaştığı görüldü. Cerrahi sonrası kalınlığın cerrahi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde artmış olduğu saptandı (p<0.05).

Çıkarımlar: Ultrasonografi, açık yöntem ile yapılan gevşetme cerrahisi sonrasında TKL'yi yeterli derecede değerlendirebilecek bir görüntüleme yöntemidir. Ayrıca, ultrason, cerrahi gevşetme sonrasında şikayetleri geçmeyen olgularda yetersiz kesilmiş TKL tanısını dışlamada yardımcı bir yöntem olarak kullanılabilir.

Anahtar sözcükler: Karpal tünel sendromu; transvers karpal ligaman; ultrason.

Karpal tünel sendromu (KTS), üst ekstremitenin en sık tuzak nöropatisidir ve popülasyonun % 1'inde görülmektedir.^[1,2] Median sinir (MS) duyu alanındaki parastezi ve ağrı KTS'nin en belirgin klinik bulgularıdır. KTS tanısında görüntüleme yöntemleri tanıda sınırlı bir rol oynamakta iken, detaylı fizik muayene ile birlikte elektrofizyolojik testler KTS tanısında altın standart kabul edilmektedir.^[1,3]

Karpal tünel sendromunun konservatif tedavi yöntemleri içerisinde el bileği atel veya splinti, elin dinlendirilmesi, çalışma ortamının düzenlenmesi, anti-enfla-

matuar ilaç alımı ve lokal steroid uygulamaları yer almaktadır.^[1,4] Cerrahi tedavi, konservatif tedavinin yeterli olmaması durumunda önerilmektedir. Karpal tünel sendromu cerrahisi için pek çok yöntem tanımlanmıştır. Bu yöntem yelpazesi içerisinde geleneksel açık cerrahi yöntemler, sınırlı cilt insizyonlu yöntemler veya tek veya çift girişli endoskopik gevşetme yöntemleri yer almaktadır.^[5-7] Cerrahi sonrasında hastaların yaklaşık %70-90'ında uzun dönemde başarılı sonuç alınmaktadır.^[2] Günümüzde hipertrofik veya hassas skar dokusundan kaçınmak için endoskopik gevşetme veya sınırlı insizyon teknikleri gibi daha az invaziv olan yöntemlerin kullanı-

Yazışma adresi: Dr. Nuri Karabay, El Mikrocerrahi Ortopedi ve Travmatoloji Hastanesi (EMOT) 1418 Sok. No: 14, 35230 Kahramanlar, İzmir.

Tel: 0532 - 771 05 54 e-posta: nurikarabay@gmail.com

Başvuru tarihi: 17.04.2012 **Kabul tarihi:** 11.12.2012

©2013 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği

Bu yazının çevrimiçi İngilizce versiyonu
www.aott.org.tr adresinde
doi:10.3944/AOTT.2013.2890
Karekod (Quick Response Code):



mı giderek artmaktadır. Bununla birlikte, daha az invaziv olan tekniklerin kullanımı, transvers karpal ligamanın cerrahi işlem sırasında yeteri kadar görülememesi nedeni ile yetersiz miktarda kesilmesine neden olabilmektedir. Transvers karpal ligaman (TKL) yeterli miktarda kesilmez ise, KTS şikayetlerinin devam etmesi söz konusu olabilmektedir.^[5]

Cerrahi gevşetme sonrası yapılan ultrasonografi ile MS'nin kesit alanı ölçümlerinde meydana gelen değişikliklerin etkin bir şekilde ortaya konabildiği hakkında pek çok yayın bulunmaktadır.^[8-13] Bununla birlikte, cerrahi sonrasında TKL'de meydana gelen değişikliklere ait bir değerlendirme daha önce yapılmamıştır. Ayrıca, ultrasonografinin yetersiz kesilmiş TKL'yi saptayıp saptayamayacağı ve bu bulgunun cerrahi sonrası dönemde şikayetleri geçmeyen hastalarda kesilmemiş TKL tanısını dışlamada yardımcı bir yöntem olarak kullanılıp kullanılmayacağı sorusu akla gelmektedir.

Bu çalışmanın amacı, açık yöntem ile yapılan gevşetme cerrahisi sonrasında TKL'de meydana gelen değişiklikleri ultrasonografik olarak değerlendirmek ve TKL'nin yeterli miktarda kesilmesi için ultrasonografik kıstaslar oluşturmaktır.

Hastalar ve yöntem

Bu prospektif çalışmada, orta veya şiddetli düzeyde idiyopatik KTS'si bulunan 36 ardışık hasta (29 kadın, 7 erkek; ortalama yaş: 55.6 yıl, dağılım: 30-75 yıl) değerlendirildi.

Bu çalışma için Kurumsal Değerlendirme Kurulu onayı alındı. Çalışmaya katılan tüm hastalara çalışma öncesi bilgi verildi ve aydınlatılmış onam formu imzalatıldı.

Elektrodiagnostik testler, bütün hastalarda MS'de orta ile şiddetli düzeyde duysal ve motor kayıp olduğunu ortaya koydu. Polinöropatisi ve servikal nöropatisi bulunan, daha önce el cerrahisi geçirmiş olan, el bileğinde kırık öyküsü bulunan hastalar ile karpal tünel içerisinde kitlesel lezyona bağlı KTS olguları ve el bileğinde bifid MS, persistan median arter gibi anatomik varyasyonlar bulunan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

Bütün hastalara açık cerrahi yöntem ile klasik uzun cilt kesisi uygulanarak karpal tünel gevşetmesi yapıldı. Kesi Kaplan'ın kardinal hattı ile üçüncü web alanı çizgisinin keşişme noktasında yapılarak TKL'nin tam boy görülmesi sağlandı.^[1]

Ultrasonografik incelemeler cerrahi işlem öncesinde ve cerrahi işlem sonrasında 2., 4. ve 6. haftalarda, Ocak 2010-Aralık 2010 tarihleri arasında yapıldı. Tüm incelemelerde, alanında yedi yıllık tecrübeye sahip, ay-

nı radyolog tarafından Siemens Antares tarayıcı (Siemens AG, Erlangen, Almanya) ile 9-12 MHz'lik lineer dizimli prob kullanıldı. El bilekleri nötral pozisyonda, avuç yukarı bakacak şekilde ve parmaklar yarı ekstansiyonda iken muayene edildi.

Ultrasonografi incelemesi karpal tünelin hem longitudinal hem de transvers eksen görüntülerini içermekte idi ve MS'nin belirlenmesi için longitudinal görüntüleme ile başladı. MS'nin transvers eksen görüntüleri karpal tünel girişinin proksimalinden elde edildi. Bu düzeyi belirlemek için, daha önce Klauser ve ark. tarafından tanımlanmış olan, ulnar tarafta pisiform kemik ve radial tarafta skafoid kemik olmak üzere iki adet kemik belirteç seçildi.^[10] Hipoekoik görünüme sahip bu kemik yapılar, ultrasonografi incelemesi sırasında kolaylıkla tanınabildiği için yapılan tüm ölçümlerde belirteç olarak kullanıldı.

Median sinirin kesit alanı ve TKL kalınlığı, transvers ultrasonogramda TKL'nin en kalın, düzgün ve üniform olduğu bölgeden ölçüldü. Cerrahi öncesi ve sonrası ölçümler, kemik belirteçlerden (pisiform-skafoid kemik) yararlanılarak aynı düzeyden gerçekleştirildi. KTS için tanısal olduğu belirtilen MS'nin kesit alanı ölçümü de pisiform-skafoid kemik düzeyinden gerçekleştirildi.^[10] Ölçüm, direkt yöntem ile, elektronik kursör yardımı ile MS'nin içteki hiperekoik riminden çizilen devamlı çizgi ile gerçekleştirildi. Tüm ölçümler iki kere yapıldı ve değerlendirmede ortalama değer kullanıldı.

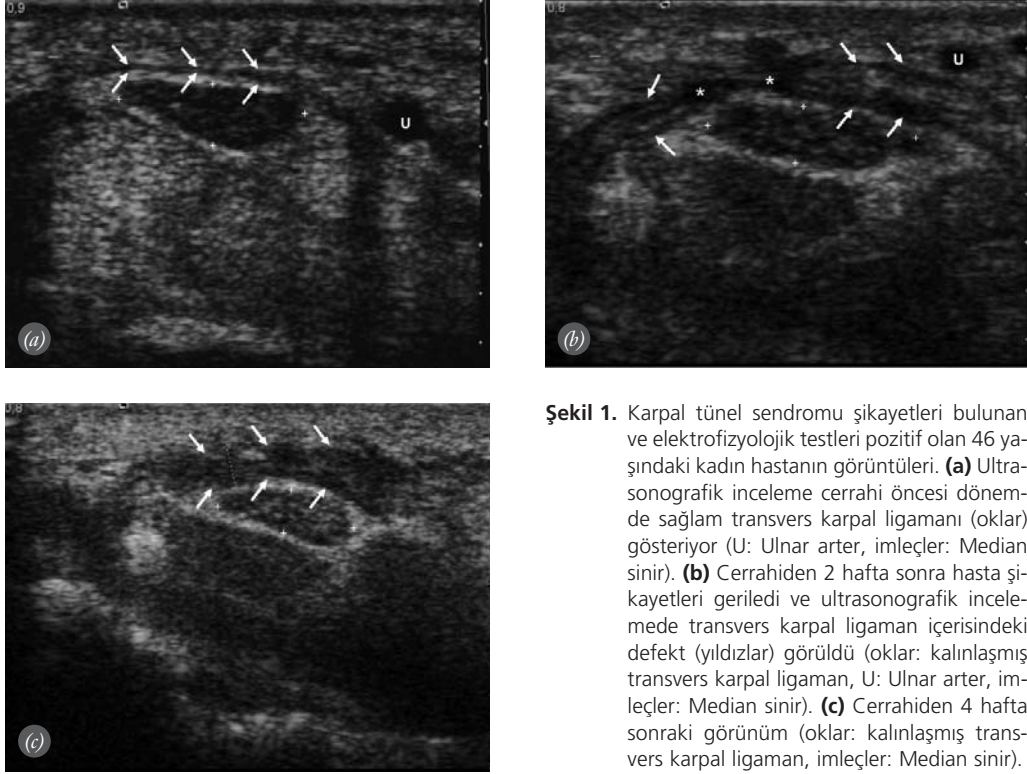
Cerrahi sonrası yapılan ilk ultrasonografik muayenede (2. hafta takibi), TKL'nin kesilmiş olması, TKL içerisinde oluşan gap'in direkt olarak gözlenmesi ile tanındı ve gap mesafesi ölçüldü. Gap, ligaman içerisinde izlenen fokal anekoik alan olarak tanımlanmaktadır. TKL kalınlığı ve MS'nin kesit alanı ölçümleri de yine aynı takipte gerçekleştirildi. Dördüncü ve 6. hafta kontrollerinde sadece TKL kalınlığı ve MS'nin kesit alanı ölçümü yapıldı.

Farklı zamanlarda yapılan ölçümler (cerrahi işlem öncesi ve işlem sonrası 2., 4. ve 6. hafta ölçümleri) arasında tekrarlanabilirlik karşılaştırması yapmak için tekrarlanan ölçümler varyans analizi (ANOVA) kullanıldı. Anlamlılık derecesi olarak $p < 0.05$ alındı.

Bulgular

Tüm hastaların cerrahi sonrası şikayetlerinde azalma görüldü.

Ultrasonografik incelemede, cerrahi işlem öncesinde TKL ince (ortalama kalınlığı 0.73 mm idi), düzgün formda ve hipoekojenik görünümde ligamantöz bir yapı olarak izlenirken (Şekil 1a), ligamanda ondülasyon veya nodüler bir görünüm mevcut değil idi. Cerrahi



Şekil 1. Karpal tünel sendromu şikayetleri bulunan ve elektrofizyolojik testleri pozitif olan 46 yaşındaki kadın hastanın görüntüleri. **(a)** Ultrasonografik inceleme cerrahi öncesi dönemde sağlam transvers karpal ligamanı (oklar) gösteriyor (U: Ulnar arter, imleçler: Median sinir). **(b)** Cerrahiden 2 hafta sonra hasta şikayetleri geriledi ve ultrasonografik incelemede transvers karpal ligaman içerisindeki defekt (yıldızlar) görüldü (oklar: kalınlaşmış transvers karpal ligaman, U: Ulnar arter, imleçler: Median sinir). **(c)** Cerrahiden 4 hafta sonraki görünüm (oklar: kalınlaşmış transvers karpal ligaman, imleçler: Median sinir).

sonrası 2. haftada yapılan ilk ultrasonografik değerlendirmede kesilmeye bağlı TKL içerisinde oluşan gap, sıvı birikimine bağlı hipoeoik defekt olarak, bütün hastalarda kolayca görüntülenebildi (Şekil 1b). TKL içerisindeki gap uzunluğu ortalama 3.45 (dağılım: 2.00-5.52) mm idi. Bu hipoeoik defekt sonraki takip incelemelerinde net olarak izlenemedi. TKL'nin cerrahi işlemden sonra düzgün formunu kaybettiğini, ondulan bir görünüm kazanarak diffüz olarak kalınlaştığını saptadık. İkinci, 4. ve 6. haftalardaki ortalama TKL kalınlığı, sırasıyla, 1.32, 1.48 ve 1.54 mm idi (Şekil 1c).

Cerrahi öncesi ve sonrasında ultrasonografik olarak yapılan MS'nin kesit alanı ölçümleri ve TKL kalınlıkları Tablo 1'de verilmiştir. Cerrahi öncesi ölçümlerle cerrahi sonrası 2., 4. ve 6. haftalarda yapılan ölçümler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık vardı. MS'nin kesit alanı, cerrahi sonrasında 4 ila 6. haftada anlamlı de-

recede azalmış olarak bulundu ($p<0.05$). Cerrahi işlem sonrasında TKL kalınlığı cerrahi işlem öncesi dönem ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede artmış idi ($p<0.05$). TKL kalınlıkları arasında, cerrahi öncesi ile cerrahi sonrası 2. hafta ($p<0.001$) ve cerrahi sonrasında 2 ile 4. haftalar ($p<0.005$) arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark mevcuttu.

Tartışma

Ağrı ve parestezinin gerilemesi, duyunun artması karpal tünel cerrahisi sonrasında hastaları değerlendirilmede yararlanan bulgulardır.^[2,5,14,15] Karpal tünel cerrahisi sonrasında şikayetlerin devam etmesi hastaların yaklaşık %1 ila 25'inde görülmekte olup,^[16,17] en sık nedeni TKL'nin yetersiz miktarda kesilmesidir (sıklığı %1 ila 11 arasındır).^[13,16,18] Bununla birlikte, özellikle cerrahi işlem sonrası erken dönemde, karpal tünelin yeterli kadar gevşetildiğini ortaya koyabilecek güvenilir ve

Tablo 1. Cerrahi öncesi ve sonrası ultrasonografi sonuçları.

	Cerrahi öncesi		Cerrahi sonrası	
	Ortalama±SS	2 hafta Ortalama±SS	4 hafta Ortalama±SS	6 hafta Ortalama±SS
MS'nin kesit alanı (mm ²)	16.54±4.50	15.85 ± 2.68	13.95±4.78	13.15 ±4.08
TCL thickness (mm)	0.73±0.16	1.32±0.86	1.48±0.58	1.54±0.68

uygulanabilir bir görüntüleme yöntemi yoktur. Başarılı karpal tünel gevşetme cerrahisinden sonra bile, elektrofizyolojik testlerin en az 24 ay boyunca anormal bulgular içerebilmesi nedeni ile, klinik bilgi olmaksızın bu testler, şikayetleri devam eden hastalar hakkında yeterli bilgi sunamamaktadır.^[5,16,19,20] Ultrasonografi ağrısız olması nedeniyle elektrofizyolojik testleri reddeden hastalarda düşünülebilir. Ayrıca, basit, hızlı olması ve non-invaziv doğası ultrasonografinin diğer bilinen avantajlarıdır.

Ultrasonografik değerlendirmede TKL'nin cerrahi sonrasında düzgün formunu kaybettiğini, ondulan bir yapı kazandığını ve diffüz olarak kalınlaştığını saptadık. Hastaların memnuniyetleri göz önüne alınacak olursa, TKL kalınlığının 1.32 mm veya daha fazla bulunması ve gergin formunu kaybetmesi halinde cerrahi işlemin başarılı olduğunu düşünülebilir. Ancak, cerrahi işlem sonrasında kalınlaşmış TKL her zaman başarılı cerrahiye yansıtılmamaktadır. Botte ve ark., fleksör retinakulumun tekrar oluşmasını, cerrahi sonrası dönemde cilt altı skar dokusunun derininde retinakulumda meydana gelen kalınlaşmanın devamı olarak tanımlamıştır.^[18] Wu ve ark. ise manyetik rezonans görüntüleme ile yaptıkları çalışmada, fleksör retinakulumun tekrar oluşması durumunu şikayetleri olan ve olmayan hastalarda benzer oranlarda görüldüğünü ortaya koymuş ve bu durumun klinik olarak sınırlı bir değeri olduğunu vurgulamışlardır.^[17]

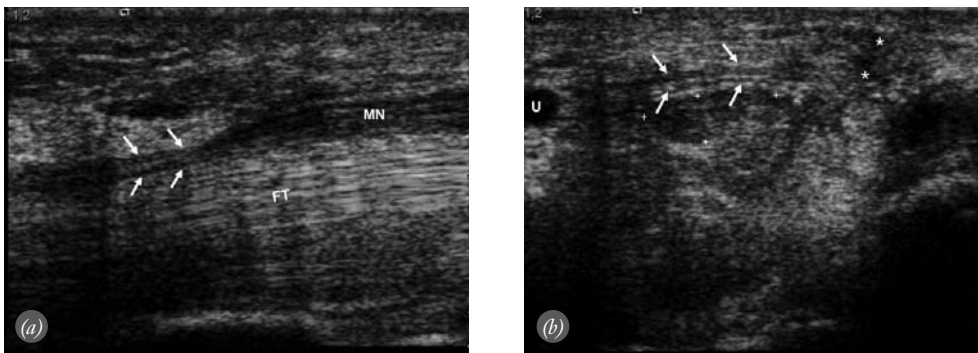
Transvers karpal ligaman kalınlığı cerrahi uygulanmamış KTS'li hastalarda çok az farklılık göstermektedir. Sernik ve ark., ultrasonografi ile yaptıkları bir çalışmada, kontrol grubu ile KTS'li hastalar arasında fleksör retinakulum kalınlığının istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiğini belirtmiştir (KTS: 0.88 ± 0.23 mm, kontrol: 0.75 ± 0.1 mm; $p = 0.018$).^[21] Benzer şekilde, şikayeti olan hastalarımızda da ortalama TKL ka-

lınlığı 0.73 mm idi. Bu küçük farklılığın TKL kalınlığının ölçüm yerinden ve tekniğinden kaynaklanabileceğini düşündük. Bununla birlikte, TKL kalınlığının cerrahi sonrası dönemde istatistiksel olarak anlamlı derecede artmış olduğunu gördük (≥ 1.32 mm).

Literatürde, TKL'nin cerrahi olarak kesilmesinin ultrasonografi görüntüleme ile incelemesini bildiren yayın az sayıdadır. Aydın ve ark., TKL'nin kesilmesinin cerrahi sırasında değerlendirilmesinde ultrasonografinin yeterli olacağını ortaya koymuştur.^[22] Benzer şekilde, Philippe ve ark., beş taze kadavranın karpal tünellerini ultrasonografi eşliğinde gevşetmiştir ve ultrasonografinin kesilen TKL'yi başarı ile gösterdiğini belirtmiştir.^[23] Bununla birlikte, bu çalışmalar, TKL'nin cerrahi sonrası görünümüne dair bilgiler içermemektedir.

Daha önceki çalışmalarda, temel olarak MS kesit alanının ölçümü kullanılmış ve ultrasonografinin KTS tanısında güvenilir ve uygulanabilir bir görüntüleme yöntemi olduğu belirtilmiştir.^[8,9,12,13] Cerrahi sonrası dönemi değerlendiren ultrasonografik çalışmalarda da MS kesit kalınlığının giderek azaldığı gösterilmektedir.^[8,12] Bununla birlikte, bu çalışmalar MS'nin kesit alanındaki artışın cerrahi sonrası uzun süre normalin üzerinde kaldığını da belirtmektedir. Lee ve ark.'na göre, karpal tünelde meydana gelen değişiklikler cerrahi sonrasında altı aydan önce ortaya çıkmamaktadır ve bu değişiklikler sadece MS bozukluğunun devam ettiği olguların karpal tünel anatomilerinde görülebilmektedir.^[11] Çalışmamızda, MS'nin kesit alanı da ölçüldü ve bu alandaki azalmanın cerrahi işlem sonrası 4 ila 6. haftada net olarak görülebileceği ortaya kondu ise de bu bulgu çalışmamızın konusu değildir.

Cerrahi gevşetmeye rağmen şikayetlerin devam etmesi durumu hastaların %1 ila 25'inde görülebilmek-



Şekil 2. Cerrahi sonrası KTS şikayetleri devam eden 52 yaşındaki kadın hastanın görüntüleri. **(a)** Longitudinal ekseninde ultrasonografi görüntüsü TKL'nin MS'ye bası (oklar) oluşturduğunu ortaya koymaktadır. (MS: Median sinir, FT: Fleksör tendonlar). **(b)** Transvers ekseninde ultrasonografi görüntüsü MS üzerindeki sağlam TKL'yi (oklar) göstermektedir. Yıldızlar geçirilmiş cerrahiye ait skar dokusuna işaret etmektedir. (imleçler: Median sinir).

tedir. Bu durumun pek çok nedeni olmakla birlikte, klasik olarak akla ilk gelen olasılık TKL'nin cerrahi olarak yeterli miktarda kesilmemesidir. Birincil gevşetme işleminden sonra hastaların %12'sinde tekrar gevşetme cerrahisine ihtiyaç duyulduğu çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir.^[5,17,18] Şikayetlerin cerrahiye rağmen devam etmesinin diğer nedenleri içerisinde, fibröz proliferasyon veya skar dokusu oluşumu, enflamatuar fleksör tenosinovit, fleksör retinakulumun tekrar oluşması, MS'nin palmar kutanöz dalının sıkışması, pıllar ağrı sendromu, cerrahi bölge enfeksiyonu veya cerrahi işlem sonrası cilt veya palmar fasya nekrozu yer almaktadır.^[16-18] Enfeksiyon veya yumuşak doku nekrozu klinik olarak kolayca tanı konabilen durumlardır. Pıllar ağrı sendromu, hastalarda görülen en sık klinik yakınmalardan biridir ve şikayetlerin devam etmesi halinde akıldaki bulundurulmalıdır. Cerrahi sonrası hastaların pek çoğunda görülmesine rağmen, pıllar ağrı sendromunun nedeni hala tartışmalıdır. Pıllar ağrı, genellikle tenar veya hipotenar bölgede avuç içi tabanında ortaya çıkan rahatsızlık hissidir ve teknik olarak son derece başarılı geçmiş cerrahi işlem sonrasında da ortaya çıkabilmektedir. Ne yazık ki, pıllar ağrı sendromu tanısı için kullanılacak herhangi bir görüntüleme yöntemi veya ultrasonografi bulgusu mevcut değildir. Benzer şekilde, MS'nin palmar kutanöz dalının sıkışmasını da ultrasonografik olarak tanımak mümkün değildir.

Ultrasonografi incelemelerimiz hastalar açısından bir rahatsızlık teşkil etmedi. İyi bir temas sağlamak ve yakın bölge çözünürlüğünü arttırmak için bol miktarda ultrasonografik transmisyon jeli kullandık.

Biz ultrasonografinin, cerrahi sonrası dönemde TKL'yi değerlendirmede ve TKL'nin düzgün ve gergin formunu koruması veya erken dönemde ligaman içerisinde hipokoik defekt görülmemesi halinde yetersiz miktarda gevşetmeyi değerlendirmeye yardımcı bir görüntüleme yöntemi olarak kullanılabilmesi görüşündeyiz. Çalışma grubuna dahil olmayan ve yetersiz gevşetme cerrahisi yapılan bir olgunun ultrasonografik görüntüleri Şekil 2'de sunulmuştur.

Çalışmamızda bazı kısıtlamalar mevcut olup bunlardan ilki hasta sayısının önceki çalışmalara göre daha az olması idi. İkinci olarak, takip süresi 6 hafta ile sınırlı idi. Bununla birlikte, ağrı ve parestezi şikayetleri devam eden bir hasta için 6 haftalık sürenin persistan şikayetlere tanı koymak için yeterli bir süre olduğu düşüncesindeyiz. Kliniğimizde tek bir radyoloğun bulunması nedeniyle ölçümlerde gözlemci-ichi ve gözlemciler arası korelasyonun gösterilememesi diğer bir kısıtlamadır. Buna ek olarak, cerrahi sonrası dönemde ultrasonografi ile elektrofizyolojik tersler arasındaki korelas-

yonun saptanamamış olması çalışmanın bir diğer kısıtlılığıdır. Başarılı bir cerrahi sonrası bile 24 ay boyunca anormal sonuçlar verebileceğinden, çalışmamızda cerrahi sonrası dönemde elektrofizyolojik testler uygulanmadı. Bu nedenle, ultrasonografik bulgular sadece hasta memnuniyeti ile ilişkilendirildi. Cerrahi işleme kötü yanıt alınan hasta sayısının az olması nedeni ile bu hastalardaki TKL kalınlıklarına dair veriler toplanamadı. Cerrahinin başarısını değerlendirmede kıstas alınacak kalınlığı belirlemek için cerrahiye kötü yanıt alınan hasta grubunda yapılacak daha çok sayıda ultrasonografik çalışmalarına ihtiyaç vardır. Bunlara ek olarak, ultrasonografinin kullanıcıya bağımlı bir inceleme yöntemi olduğu ve güvenilir ve tekrarlanabilir olması için yeterli düzeyde tecrübeye sahip olunması gerektiği unutulmamalıdır.

Sonuç olarak, ultrasonografi, cerrahi sonrasında şikayetlerin devam ettiği hastalarda karpal tünelin gevşetme cerrahisi sonrasında TKL'nin değerlendirilmesinde ve TKL'nin yetersiz kesilmesi tanısını dışlamaya yardımcı olabilir.

Çıkar Örtüşmesi: Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

Kaynaklar

1. Canale ST. Carpal tunnel syndrome. In: Daugherty K, Jones L, Terry S, Campbell WC, Canale ST, editors. Campbell's operative orthopaedics. St. Louis: Mosby-Year Book; 1998. p. 3685-94.
2. Turner A, Kimble F, Gulyás K, Ball J. Can the outcome of open carpal tunnel release be predicted? A review of the literature. ANZ J Surg 2010;80:50-4.
3. Alfonso C, Jann S, Massa R, Torreggiani A. Diagnosis, treatment and follow-up of the carpal tunnel syndrome: a review. Neurol Sci 2010;31:243-52
4. Huisstede BM, Hoogvliet P, Randsdorp MS, Glerum S, van Middelkoop M, Koes BW. Carpal tunnel syndrome. Part I: effectiveness of nonsurgical treatments - a systematic review. Arch Phys Med Rehabil 2010;91:981-1004.
5. Dahlin LB, Salö M, Thomsen N, Stütz N. Carpal tunnel syndrome and treatment of recurrent symptoms. Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg 2010;44: 4-11.
6. Huisstede BM, Randsdorp MS, Coert JH, Glerum S, van Middelkoop M, Koes BW. Carpal tunnel syndrome. Part II: effectiveness of surgical treatments - a systematic review. Arch Phys Med Rehabil 2010;91:1005-24.
7. Shores JT, Lee WP. An evidence-based approach to carpal tunnel syndrome. Plast Reconstr Surg 2010;126:2196-204.
8. Abicalaf CA, de Barros N, Sernik RA, Pimentel BF, Braga-Baiak A, Braga L, et al. Ultrasound evaluation of patients with carpal tunnel syndrome before and after endoscopic release of the transverse carpal ligament. Clin Radiol 2007;62:891-6.
9. Beekman R, Visser LH. Sonography in the diagnosis of carpal tunnel syndrome: a critical review of the literature. Muscle Nerve 2003;27:26-33.
10. Klauser AS, Halpern EJ, De Zordo T, Feuchtner GM, Arora R, Gruber J, et al. Carpal tunnel syndrome assessment with

- US: value of additional cross-sectional area measurements of the median nerve in patients versus healthy volunteers. *Radiology* 2009;250:171-7.
11. Lee CH, Kim TK, Yoon ES, Dhong ES. Postoperative morphologic analysis of carpal tunnel syndrome using high-resolution ultrasonography. *Ann Plast Surg* 2005;54:143-6.
 12. Smidt MH, Visser LH. Carpal tunnel syndrome: clinical and sonographic follow-up after surgery. *Muscle Nerve* 2008;38:987-91.
 13. Wong SM, Griffith JF, Hui AC, Lo SK, Fu M, Wong KS. Carpal tunnel syndrome: diagnostic usefulness of sonography. *Radiology* 2004;232:93-9.
 14. Düger T, Yakut E, Öksüz Ç, Yörükan S, Bilgütay BS, Ayhan Ç, et al. Reliability and validity of the Turkish version of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) Questionnaire. [Article in Turkish] *Fizyoterapi ve Rehabilitasyon* 2006;17:99-107.
 15. Nathan PA, Meadows KD, Keniston RC. Rehabilitation of carpal tunnel surgery patients using a short surgical incision and an early program of physical therapy. *J Hand Surg Am* 1993;18:1044-50.
 16. Steyers CM. Recurrent carpal tunnel syndrome. *Hand Clin* 2002;18:339-45.
 17. Wu HT, Schweitzer ME, Culp RW. Potential MR signs of recurrent carpal tunnel syndrome: initial experience. *J Comput Assist Tomogr* 2004;28:860-4.
 18. Botte MJ, von Schroeder HP, Abrams RA, Gellman H. Recurrent carpal tunnel syndrome. *Hand Clin* 1996;12:731-43.
 19. Shurr DG, Blair WF, Bassett G. Electromyographic changes after carpal tunnel release. *J Hand Surg Am* 1986;11:876-80.
 20. Van de Kar HJ, Jaquet JB, Meulstee J, Molenaar CB, Schimsheimer RJ, Hovius SE. Clinical value of electrodiagnostic testing following repair of peripheral nerve lesions: a prospective study. *J Hand Surg Br* 2002;27:345-9.
 21. Sernik RA, Abicalaf CA, Pimentel BF, Braga-Baiak A, Braga L, Cerri GG. Ultrasound features of carpal tunnel syndrome: a prospective case-control study. *Skeletal Radiol* 2008;37:49-53.
 22. Aydin K, Cokluk C, Piskin A, Kocabiçak E. Ultrasonographically checking the sectioning of the transverse carpal ligament during carpal tunnel surgery with limited uni skin incisions. *Turk Neurosurg* 2007;17:219-23.
 23. Philippe L. Carpal tunnel release under high-frequency ultrasonography. A-0060. FESSH XV Congress Abstracts. *J Hand Surg Eur Vol* 2010;35E(Supplement 1):A-0060. [Abstract]