



Radial sinir onarımının uzun dönem fonksiyonel sonuçları

Yusuf GÜRBÜZ, Murat KAYALAR, Emin BAL, Tahir S. SÜĞÜN, Kemal ÖZAKSAR, Yalçın ADEMOĞLU

El Mikrocerrahi Ortopedi Travmatoloji (EMOT) Hastanesi, İzmir

Amaç: Çalışmamızda radial sinir yaralanmalarında yapılan uç uca sinir onarımlarının fonksiyonel sonuçlarını değerlendirmeyi amaçladık.

Çalışma planı: Bu çalışmada, orta seviyedeki radial sinir yaralanmalarında uç uca radial sinir onarımı yapılan ve son kontrol çağrımıza cevap veren 18 hasta (15 erkek, 3 kadın) değerlendirildi. Hastaların ortalama yaşı 30 (dağılım: 16-43) olarak saptandı. Yaralanma ile cerrahi girişim arasında geçen süre, hastalarımızda ortalama 25.1 gün (dağılım: 1 gün - 13 ay) olarak hesaplandı. Kavrama ve çimdikleme güçleri modifiye Verga sınıflandırmasına göre, duysal değerlendirme verileri Highet sınıflandırmasına göre değerlendirildi. Fonksiyonel sonuçlar DASH-Türkçe ile değerlendirildi. Ortalama izlem süresi 62.5 (dağılım: 24-156) ay idi.

Bulgular: Motor değerlendirme sonuçları, modifiye Verga sınıflandırmasına göre; 18 hastanın 16'sında mükemmel, 2'sinde yetersiz bulundu. Mükemmel (n=16) iyileşen hastalarda, kavrama ve çimdikleme güçleri etkilenen taraf ile etkilenmeyen taraf arasında karşılaştırıldığında; kavrama gücünde %14.3, çimdikleme gücünde %24.1 azalma olduğu saptandı. Duysal geri dönüş değerlendirilmesinde, Highet sınıflandırması kullanılarak 7 hastada S4, 4 hastada S3+, 3 hastada S3, 1 hastada S2+, 1 hastada S2, 2 hastada da S1 sonuçları elde edildi. DASH-T skor ortalaması, iyileşmeleri mükemmel olarak sonuçlanan hastalarda 7.3 olarak hesaplandı.

Çıkarımlar: Radial sinir onarımı uygun teknikle uç uca yapıldığında, genç hasta grubunda tama yakın iyileşme sağlayabilmektedir.

Anahtar sözcükler: Radial sinir; uç uca onarım.

Radial sinir, brakiyal pleksusun posterior kordundan köken alan en geniş uç dalı olup, fonksiyonel açıdan motor fonksiyonu duysal fonksiyonuna göre daha önemlidir; bu yüzden onarımındaki başarı motor fonksiyonun geri kazanılmasına bağlıdır.^[1-3] Shergill, radial sinir yaralanma düzeyinin sıklıkla humerus orta bölüm intermusküler septum olduğunu bildirmiştir. En sık yaralanma sebebi kesici alet penetrasyonları olup, ayrıca humerus kırığıyla birlikte, ateşli silah nedeniyle veya humerusa yönelik ameliyatlarda da sinir yaralanabilir.^[4]

Sinir yaralanmasının kapalı veya açık olması, tedavi yaklaşımını belirlemektedir. Bazı yazarlar, açık üst ekstremite yaralanmalarıyla oluşan radial sinir felcinde, sinirin mutlaka ortaya konmasını, kapalı si-

nir felçlerinde ise 3-6 ay beklenmesini önermektedirler.^[3,5] Shao, yaptığı sistematik gözden geçirmede kapalı yaralanmalarda ortalama %88.1 kendiliğinden geri dönüş bildirmiştir.^[5]

Buna rağmen, sinir felcinin kapalı kırıkta yerleştirme sonrasında ortaya çıkması, sinir felcinin açık kırık, patolojik kırık, yüzen dirsek ve damar yaralanmasıyla birlikte görüldüğü durumlarda, erken dönemde eksplorasyon gerekebilmektedir.^[3,6-9] Radial sinir yaralanması sonucu uç uca sinir onarımının yapılamadığı durumlarda, otolog sinir greftlemesi ve sinir transferi uygulanır.^[1,2-4,6,10] Tedavide gecikildiği durumlarda ya da sinir onarımından sonra, yeterli motor fonksiyon kazanılamazsa tendon transferi uygulanabilir.^[11-14]

Yaralı olan orta düzey radial sinirin, yeniden kas inervasyonu için katedeceği mesafenin uzunluğu ve eşlik edebilecek arter yaralanması nedeniyle, bazen cerrah yapacağı sinir onarımının sonuçları konusunda belirsizliğe düşebilmektedir. Çalışmamızda, orta düzey radial sinirlerin uç uca onarımları sonrası, uzun dönem fonksiyonel sonuçlarını değerlendirmeyi amaçladık.

Hastalar ve yöntem

1993-2007 yılları arasında, hastanemizde orta düzey uç uca radial sinir onarımı yapılan 22 hastadan, son kontrol çağrısına yanıt veren 18'i çalışmaya alındı. Onsekiz hastanın 15'i erkek, 3'ü kadın ve yaş ortalaması 30 (dağılım: 16-43) idi.

Radial sinir yaralanması, 14 hastada kesici aletle, 2 hastada iş kazası nedeniyle, 1 hastada trafik kazası nedeniyle, 1 hastada da iatrojenik olarak gerçekleşmişti. 18 hastanın 14'ünde açık sinir yaralanması bulunmaktaydı.

Radial sinir yaralanmasıyla birlikte, 4 hastada humerus kırığı, 12 hastada yumuşak doku yaralanması, 7 hastada median sinir yaralanması, 6 hastada brakial arter yaralanması saptandı. On üç hastada primer, beş hastada da sekonder sinir onarımı gerçekleştirildi. Kemik kısaltmasıyla üç hastada onarım sahasındaki gerginlik azaltıldı. Yaralanma ile cerrahi girişim arasında geçen süre ortalama 25.1 gün (dağılım: 1 gün - 13 ay) olarak hesaplandı.

Sinir iyileşme süresi, motor fonksiyon veya duysal geri dönüşün ilk ortaya çıkışına dek geçen zaman olarak belirlendi. Motor fonksiyon olarak el bileği ekstansiyonun başlaması, duysal geri dönüş olarak ise başparmak dorsalindeki duyu değişimleri değerlendirildi. Kavrama gücü, Jamar Hydraulic Hand Dynamometer; Sammons Preston Patterson Medical Products, Inc., Bolingbrook, IL, ABD), çimdikleme gücü ise *Preston pinch gauge* (Baseline Pinch Gauge; B&L Engineering, Tustin, CA, ABD) kullanılarak değerlendirildi.^[10,12] Kavrama ve çimdikleme güçleri, hastanın omuzu stabilize edi-

lerek, dirsek 90 derecede el bileği nötral pozisyonda iken ölçüldü. Her iki el için ayrı ayrı yapılan ölçümlerde, hakim olan elin kavrama gücünün %10'u, çimdik gücünün %5'i çıkarıldı.^[10,13] Motor ve duysal iyileşmeyi değerlendirmek için, İngiltere Tıbbi Araştırma Konseyi (*British Medical Research Council*, BMRC) kas güçleri değerlendirme sistemi kullanıldı.^[1,2,14-21] Başparmak ekstansiyonu ile abdüksiyonunu birlikte değerlendirmek için, 1. parmak açılma açısı ölçüldü.^[18] Sonuçlar Verga sınıflandırması modifiye edilerek değerlendirildi (Tablo 1 ve 2).^[18]

Sinir yaralanmasının, üst ekstremité kullanımında yetersizlik oluşturup oluşturmadığını değerlendirmek için DASH-T anketi kullanıldı.^[19] Otuz soru ve 5 bölümden oluşan DASH-T anketinde toplam skor 0 ile 100 arasında hesaplanmaktadır.

Bulgular

Hastaların ameliyat sonrası ortalama izlem süresi 62.5 (dağılım: 24-156) ay, sinir iyileşme süresi 6.1 (dağılım: 4-9) ay olarak saptandı.

El bileği ekstansiyon kuvveti 18 hastanın 16'sında, M4-M5 gücünde saptandı. Metakarpofalangeal eklem (MKF) ekstansiyon kuvveti 18 hastanın 16'sında M4-M5 gücünde ölçüldü. Baş parmak açılma açısı 15 hastada, 70 ile 55 derece arasında ölçüldü.

Modifiye Verga sınıflandırmasına göre 2 hastada iyileşme saptanmadı. Motor geri dönüşü olmayan 2 hastaya tendon transferi önerildi (Tablo 3).

BMRC değerlendirme sistemine göre sinir onarımlarında 7 hastada S4, 4 hastada S3+, 3 hastada S3, 1 hastada S2+, 1 hastada S2, 2 hastada S1 sonuçları alındı.

Mükemmel iyileşen 16 hastada, etkilenen taraf ile etkilenmeyen taraf kavrama gücü arasındaki fark %14.3 idi. Çimdikleme gücü ise %24.1 azalmıştı.

Mükemmel sonuç alınan hastalarda DASH ortalama skoru 7.3 olarak hesaplandı. İyileşme olmayan hastaların DASH skorları yüksekti. Serimizdeki humerus kırıkları sorunsuz kaynadı.

Tablo 1. Modifiye edilmiş Verga sınıflandırması.

	Puanlama			
	4	3	2	1
El bileği ekstansiyon gücü	M4-M5	M3	M2	M0-M1
MKP ekstansiyon gücü	M4-M5	M3	M2	M0-M1
1. ve 2. parmak arası açılma açısı	70°<X>55°	55°<X>35°	35°<X>20°	<19°

¹BMRC sistemine göre. MKP: Metakarpofalangeal eklem.

Tartışma

Yapılan sinir onarımının sonucunu hastanın yaşı, yaralanma düzeyi, yaralanmanın nedeni, sinir defektinin uzunluğu, onarım tipi, cerrahi deneyim, onarım yapılan süre ile yaralanma arasındaki bekleme süresi etkiler.^[2,20-23] Literatürde radial sinirin açık yaralanmalarının iyileşme oranı ile (%85.7) ve kapalı yaralanmalarının iyileşme oranı (%97.1) arasında istatistiksel farklılık gözlenmiştir.^[5]

Alt düzey posterior interosseöz sinir yaralanmaları, sinir-uç organ mesafesinin kısa olması sebebiyle mükemmel iyileşir. Shergill ve ark., 18 posterior interosseöz sinir onarımında 16 iyi sonuç, orta düzey yaralanmalarda uyguladıkları onarım sonucu, %31 oranında iyi sonuç bildirmişlerdir.^[4] Shao ve ark., birçok çalışmayı değerlendirerek, humerus kırıklarına eşlik eden radial sinir yaralanmalarına uygulanan nörorafi sonrasında, %52.9 iyileşme bildirmişlerdir.^[5]

Pan ve ark.,^[24] orta düzey yaralanmalarında, sinir serbestleştirilmesi, nörorafi ve sinir greftlemesi uygulanan 104 hastanın sonuçlarını yayınlamışlardır. Hastaların %93'ünde el bileği ekstansiyonu, %86'sında parmak ekstansiyonu, %83'ünde başparmak ekstansiyonu M3 ve üzerinde güçte saptanmıştır. Murovic kol düzeyinde nörorafi yapılan 27 hastanın, 23'ünün iyileştini bildirmişlerdir.^[25]

Serimizde ise, orta düzey radial sinir onarımı uygulanan 18 hastanın 16'sında Verga sınıflamasına göre, (%88.8) mükemmel sinir iyileşmesi saptanmıştır. Hastaların uç uca onarımları sonrasında 16 hastanın (%88.8) el bileği ekstansiyon gücü M4-M5 düzeyinde saptanmıştır. Sağlıklı ve fonksiyonel başparmak için, gerekli olan ekstansiyon ve abduksiyon hareketinin kombinasyonu, başparmak ile ikinci parmak arasında açıyla değerlendirilebilir (Tablo 1). Bu açı 15 hastamızda 50 ila 70 derece, bir hastamızda 20 ila 55 derece arasında, 2 hastamızda ise 20 derecenin altında saptanmıştır.

Yapılan sinir onarımlarımızda iyileşme süresi ortalama 6.1 ay saptanmış olup, bu süre Shao ve ark.'nın bulguları ile aynıdır.^[5]

Günümüzde primer sinir onarımının mümkün olmadığı hastalarda, nöroliz veya sinir onarımı sonrası altı ay geçmesine rağmen klinik ve elektromiyografik bulguların iyileşme gözlenmediği durumda ve hastada en kısa zamanda normal yaşantıya dönme gerekliliği varsa tendon transferi uygulanabilir. Tendon transferlerinde birden çok kas transferine ihtiyaç

Tablo 2. Modifiye Verga sınıflandırması değerlendirme ölçütleri.

	Değerlendirme puanları
Mükemmel	12≤X≤10
İyi	9≤X≤7
Orta	7≤X≤4
Kötü	≤3

duyulması, deviasyon problemlerinin gelişme ihtimali, ekstansör kaslarda gerginlik gibi sorunlar yaşanabilmektedir.^[26-29] Dolayısıyla, aldığımız sonuçlar, literatürle birlikte değerlendirildiğinde, sinir onarımı sekelsiz ve ek hasarlanma yaratmadan iyileşmeye olanak vermektedir. Tendon transferi ile hiçbir zaman tam radial sinir fonksiyonu elde edilemediği de literatürde gösterilmiştir.^[24,29] İnervasyon yolu uzun ise (yüksek seviyeli radial felçler) ve hasta yaşlı ise, iyileşme için 6-7 aya kadar beklenip, sonrasında tendon transferi yapılabilir.^[3]

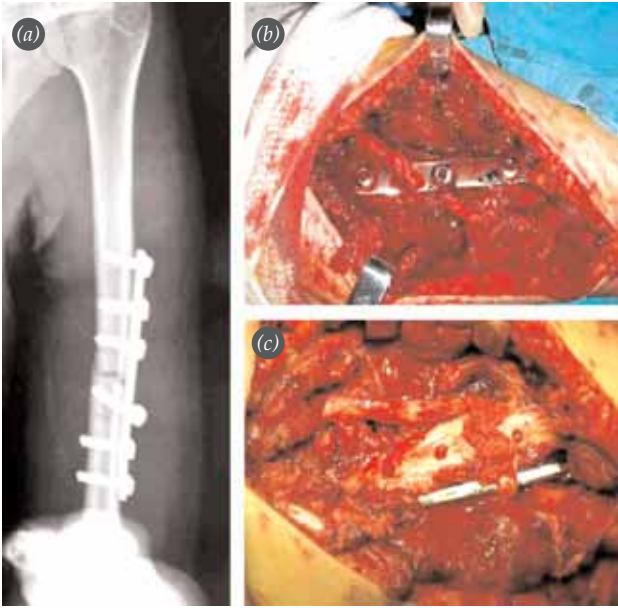
Sinir iyileşmesinde, cerrahi müdahaleye kadar geçen süre klinik sonuçları etkileyen faktörlerin başında gelir.^[30] Serimizde yaralanma ile cerrahi girişim arasında geçen süre ortalama 25.1 gündü (dağılım: 1 gün - 13 ay). İki hastada yaralanma ile cerrahi arası geçen süre dokuzuncu ve onüçüncü aylardı. Buradaki sonuçlar kesin olmamakla birlikte, özellikle sabırlı, genç hasta grubunda, sekonder onarım için yaklaşık 6-7 ay beklenmesi önerilebilir.

Sinir yaralanmasına eşlik eden damar yaralanması, sinirin besleyici arterinin olmadığı orta düzey radial sinir bölgesinde, arter yaralanması sonrasında kaslarda oluşan iskemi ve fibrozis nedeniyle, sinirin iyileşmesini olumsuz etkilemektedir.^[4] Serimizde 6 hastada brakial arter yaralanması saptanmış, 1 hastada sinirin iyileşmediği görülmüştür. Eşlik eden aynı taraf ekstremitte travmalarında saptanan, ön kolda çiftli kırıklar, kondil kırıkları, median sinir yaralanmaları da hasta memnuniyetini azaltmaktadır.

Tablo 3. Onarım uygulanan hastalardaki iyileşme sonuçları.

	Uç uca onarım			
	Mükemmel	İyi	Kötü	Başarısız
EBEG	16	1	1	0
MEG	15	0	1	2
BPAA	15	1	2	0

EBEG: El bileği ekstansiyon gücü; MEG: Metakarpofalangeal eklemler ekstansiyon gücü; BPAA: 1. ve 2. parmak arası açılma açısı.



Şekil 1. (a, b) Humerus kırığı kaynamaması olan, 25 yaşında kadın hasta, (c) uç uca sinir onarımı, sinirin öne içe transferi, kırık uçlarının kısaltılması, plak ile osteosentez görüntüsü. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki online versiyonunda renkli görülebilir]

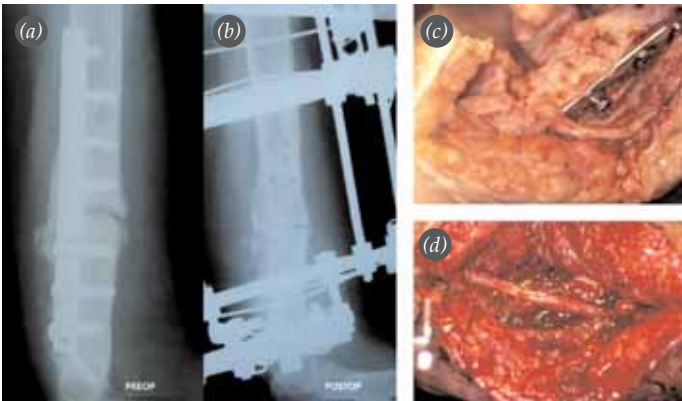


Şekil 2. Şekil 1'deki hastanın radyolojik ve klinik görüntüleri. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki online versiyonunda renkli görülebilir]

Radial sinir yaralanmasına eşlik eden diğer bir durum da humerus kırıklarıdır (Şekil 1 ve 2). Humerus kırıklarının açık veya kapalı olması tedavi iş akışını değiştirmektedir. Ring ve ark., açık oluşan humerus kırıklarının çoğunlukla amputasyona yakın ağır ezilme yaralanmaları ile birlikte görüldüğünü, bu nedenle de sinirin mutlaka ortaya konması gerektiğini bildirmişler ve uyguladıkları 5 uç uca onarımdan hiçbiri iyileşmemiştir.^[31] Serimizde, yüksek

enerjili humerus kırığına sahip 2 hastanın birinde sinir onarımı yumuşak doku iyileşmesinden sonra yapılmış ve mükemmel iyileşme sağlamıştır. Diğer hastamızda ise, humerus kırığı için 4 cm'lik kısaltma uygulanmış, sinire de uç uca onarım yapılmış ve hasta mükemmel şekilde iyileşmiştir.

İyatrojenik radyal felç olarak bir hastada plağın altında radial sinirin sıkıştığı görülmüştür (Şekil 3 ve 4). Bu hastada sinir sinir anteriomedialize edilip, hu-



Şekil 3. Kaynamamış humerus kırıklı, 21 yaşındaki kadın hastanın ameliyat (a) öncesi ve (b) sonrası grafileri, (c, d) aynı hastanın ameliyat esnasında plağın sinire basmış görüntüsü ve yapılan uç uca sinir onarımı. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki online versiyonunda renkli görülebilir]



Şekil 4. Şekil 3'teki hastanın radyolojik ve klinik görüntüleri. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki online versiyonunda renkli görülebilir]

merus kırığı kaynamaması için kısaltma yapılarak onarım uygulanmış ve mükemmel iyileşme sağlanmıştır. Wang ve ark., humerus kırığı tedavisinde, ameliyat sonrası gelişen iyatrojenik radial sinir felcinde ekplorasyondan önce 4 ay beklemeyi önermektedir.^[32] Bununla birlikte, klinik pratiğimizde, cerrahi işlem geçirmiş ve cerrahi sırasında radial sinir görülmemiş hastalarda yumuşak doku ultrasonunu tedavi iş akışında kullanmaktayız. Kapalı humerus kırıklarından sonra (birincil) veya kırık yerleştirme işleminden sonra (ikincil) görülen radial sinir felcinde, yumuşak doku ultrasonu kullanılabilir.^[33,34] Ultrason ile sinir bütünlüğü saptanmayan ya da nöroma gözlenen hastalarda, “cerrahi olarak sinirin ortaya konulmasının” gerektiğini düşünmekteyiz.

DASH üst ekstremité yaralanması sonrasında, iyileşmenin subjektif değerlendirilmesinde kullanılabilen, fonksiyonel iyileşmeyi gösteren değerlendirme sistemidir. Hunsaker, normal popülasyonda herhangi bir klinik yakınması bulunmayan grupta, DASH skor ortalamasını 7 bulmuştur.^[35] Mükemmel ve iyi olarak iyileşen serimizin ortalamasının 7.3 bulunması, hastanın günlük yaşamında yaralanmanın etkilerinin çok az olduğunu göstermektedir. İyileşen hastaların hepsi eski işlerine geri dönmüşlerdir. Altıntaş ve ark., tendon transferlerinden sonra DASH ortalama skorlarını 16(±10) olarak bulmuşlardır.^[13] Bu durumda yerinde ve zamanında uygulanmış sinir onarımlarının, tendon transferine ihtiyaç göstermeden iyileşme sağlayabileceğini ve oluşan iyileşmenin daha tatminkar olduğunu düşünebiliriz.

El bileği kavrama gücü azalması, uzun süreli sinir yaralanmalarında beklenen bir durum olmasına rağmen, hastanın günlük yaşamını etkilememiştir. Labosky ve ark., serilerinde tam radial sinir felcinde kavrama gücünde %77'den fazla azalmayı, çimdikleme gücünde ise %33'ten fazla azalmayı normal olarak belirtmişlerdir.^[36] Serimizde iyileşme saptanan hasta grubunda, kavrama gücünde %14.3'lük ve çimdikleme gücünde %24'lük azalma olması, hastaların günlük fonksiyonel işlevlerini etkilememiştir. Kavrama ve çimdikleme güçlerindeki kayıp oranı ile DASH-T skor azalması arasında korelasyon saptanmış olup, bu beklenen bir durumdur. Verga sınıflandırmasına göre mükemmel iyileşen hastalarda, çimdikleme gücündeki azalmanın daha fazla olması, el içindeki (tenar) kasların median sinir tarafından inerve edilmesi ve median sinir iyileşmesinin tam olmamasına bağlanmıştır. Eşlik eden damar ve sinir yaralanmasının fazlalığına (n=9) rağmen, bu hastalarda elde ettiğimiz kavrama ve çimdikleme güçleri yeterlidir.

Bu çalışmanın eksik yönleri olarak sinir yaralanmasının etiolojisindeki farklılık ve eşlik eden yaralanmaların çokluğu sayılabilir.

Sonuç olarak, uygun teknikle, uç uca yapılacak radial sinir onarımlarının genç hastalarda tama yakın iyileşme sağlaması mümkündür. Klinik sonuçlarımız incelendiğinde, 6. aya kadar uç uca ya da greft kullanılarak onarım yapılmasını önermekteyiz. Özellikle, median sinir ve brakiyal arter yaralanması gibi eşlik eden yaralanmaları olan hastalarda, 6-8 ay takip yapıldıktan sonra sinir iyileşme bulguları yoksa tendon transferi ameliyatı önerilebilir.

Çıkar Örtüşmesi: Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

Kaynaklar

1. Lee YH, Chung MS, Gong HS, Chung JY, Park JH, Baek GH. Sural nerve autografts for high radial nerve injury with nine centimeter or greater defects. *J Hand Surg Am* 2008;33:83-6.
2. Kallio PK, Vastamäki M, Solonen KA. The results of secondary microsurgical repair of radial nerve in 33 patients. *J Hand Surg Br* 1993;18:320-2.
3. Lowe JB 3rd, Sen SK, Mackinnon SE. Current approach to radial nerve paralysis. *Plast Reconstr Surg* 2002;110:1099-113.
4. Shergill G, Bonney G, Munshi P, Birch R. The radial and posterior interosseous nerves. Results of 260 repairs. *J Bone Joint Surg Br* 2001;83:646-9.
5. Shao YC, Harwood P, Grotz MR, Limb D, Giannoudis PV. Radial nerve palsy associated with fractures of the shaft of the humerus: a systematic review. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87:1647-52
6. Thomsen NO, Dahlin LB. Injury to the radial nerve caused by fracture of the humeral shaft: timing and neurobiological aspects related to treatment and diagnosis. *Scan J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2007;41:153-7.
7. Noaman H, Khalifa AR, El-Deen MA, Shiha A. Early surgical exploration of radial nerve injury associated with fracture shaft humerus. *Microsurgery* 2008;28:635-42.
8. Foster RJ, Swiontkowski MF, Bach AW, Sack JT. Radial nerve palsy caused by open humeral shaft fractures. *J Hand Surg Am* 1993;18:121-4.
9. Packer JW, Foster RR, Garcia A, Grantham SA. The humeral fracture with radial nerve palsy: is exploration warranted? *Clin Orthop* 1972;(88):34-8.
10. Omer GE Jr. Acute management of peripheral nerve injuries. *Hand Clin* 1986;2:193-206.
11. Yakkanti MR, Roberts CS, Acland RD. Anterior transposition of the radial nerve – a cadaveric study. *J Orthop Trauma* 2008;22:705-8.
12. Brunelli G, Monini L, Brunelli F. Problems in nerve lesions. *Microsurgery* 1985;6:187-98.
13. Altintas AA, Altintas MA, Gazyakan E, Gohla T, Germann G, Sauerbier M. Long-term results and the disabilities of the arm, shoulder and hand score analysis after

- modified Brooks and d'Aubigne tendon transfer for radial nerve palsy. *J Hand Surg Am* 2009;34:474-8.
14. Al-Qattan MM. Tendon transfer to reconstruct wrist extension in children with obstetrical brachial plexus palsy. *J Hand Surg Br* 2003;28:153-7.
 15. Brunelli GA, Brunelli GR. Preoperative assessment of the adult plexus patient. *Microsurgery* 1995;16:17-21.
 16. McPeak LA. Physiatric history and examination. In: Braddom RL, editor. *Physical medicine and rehabilitation*. Philadelphia: W.B.Saunders; 1996. p. 3-42.
 17. Vastamäki M, Kallio PK, Solonen KA. The results of secondary microsurgical repair of ulnar nerve injury. *J Hand Surg Br* 1993;18:323-6.
 18. Verga M, Peri Di Caprio A, Bocchiotti MA, Battistella F, Bruschi S, Petrolati M. Delayed treatment of persistent radial nerve paralysis associated with fractures of the middle-third of humerus: review and evaluation of the long-term results of 52 cases. *J Hand Surg Eur Vol* 2007;32:529-33.
 19. Oksuz C, Duger T. Kol, omuz ve el sorunları anketi. DASH-Türkçe. Internet erişimi: <http://www.dash.iwh.on.ca/assets/images/pdfs/dashturkish.pdf>.
 20. Berger A, Mailänder P. Advances in peripheral nerve repair in emergency surgery of the hand. *World J Surg* 1991;15:493-500.
 21. Millesi H. Progress in peripheral nerve reconstruction. *World J Surg* 1990;14:733-47.
 22. Malikowski T, Micklesen PJ, Robinson LR. Prognostic values of electrodiagnostic studies in traumatic radial neuropathy. *Muscle Nerve* 2007;36:364-7.
 23. DeFranco MJ, Lawton JN. Radial nerve injuries associated with humeral fractures. *J Hand Surg Am* 2006;31:655-63.
 24. Pan CH, Chuang DC, Rodríguez-Lorenzo A. Outcomes of nerve reconstruction for radial nerve injuries based on the level of injury in 244 operative cases. *J Hand Surg Eur Vol* 2010;35:385-91.
 25. Murovic JA. Upper-extremity peripheral nerve injuries: a Louisiana State University Health Sciences Center literature review with comparison of the operative outcomes of 1837 Louisiana State University Health Sciences Center median, radial, and ulnar nerve lesions. *Neurosurgery* 2009;65(4 Suppl):A11-7.
 26. Nalbantoglu U, Özkan T, Türkmen IM. The results of tendon transfer in irreparable radial nerve palsy. [Article in Turkish] *Acta Orthop Traumatol Turc* 2008;42:350-7.
 27. Sammer DM, Chung KC. Tendon transfers: Part I. Principles of tendon transfer and transfers for radial nerve palsy. *Plast Reconstr Surg* 2009;123:169e-77e.
 28. Bevin A. Early tendon transfer for radial nerve transaction. *Hand* 1976;8:134-6.
 29. Krufft S, von Heimburg D, Reill P. Treatment of irreversible lesion of the radial nerve by tendon transfer: indication and long-term results. of the Merle d'Aubigné procedure. *Plast Reconstr Surg* 1997;100:610-6.
 30. Birch R, Raji AR. Repair of median and ulnar nerves. Primary suture is best. *J Bone Joint Surg Br* 1991;73:154-7.
 31. Ring D, Chin K, Jupiter JB. Radial nerve palsy associated with high-energy humeral shaft fractures. *J Hand Surg Am* 2004;29:144-7.
 32. Wang JP, Shen WJ, Chen WM, Huang CK, Shen YS, Chen TH. Iatrogenic radial nerve palsy after operative management of humeral shaft fractures. *J Trauma* 2009;66:800-3.
 33. Bodner G, Buchberger W, Schocke M, Bale R, Huber B, Harpf C, et al. Radial nerve palsy associated with humeral shaft fracture: evaluation with US—initial experience. *Radiology* 2001;219: 811-6.
 34. Toros T, Karabay N, Ozaksar K, Sugun TS, Kayalar M, Bal E. Evaluation of peripheral nerves of the upper limb with ultrasonography: a comparison of ultrasonographic examination and the intra-operative findings. *J Bone Joint Surg Br* 2009;91:762-5.
 35. Hunsaker F, Cioffi D, Amadio P, Wright J, Caughlin B. The American Academy of Orthopaedic Surgeons outcomes instruments: normative values from the general population. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84:208-15.
 36. Labosky DA, Waggy CA. Apparent weakness of median and ulnar motors in radial nerve palsy. *J Hand Surg Am* 1986;11:528-33.