

Peroneal sinir yaralanmalarında cerrahi tedavi sonuçları

Yusuf GÜRBÜZ, Tahir S. SÜGÜN, Kemal ÖZAKSAR, Murat KAYALAR, Tulgar TOROS, Yalçın ADEMOĞLU

El Mikrocerrahi Ortopedi ve Travmatoloji (EMOT) Hastanesi, İzmir

Amaç: Bu çalışmanın amacı siyatik bifurkasyondan dallanma yerine kadar oluşan peroneal sinir yaralanmalarında uygulanan greftli sinir ve uç uca peroneal sinir onarımlarının klinik ve fonksiyonel sonuçlarının geriye dönük değerlendirilmesi idi.

Çalışma planı: Çalışmaya 1992-2009 yılları arasında, peroneal sinir onarımı uygulanan 26 hasta (22 erkek, 4 kadın; ortalama yaş: 19.9, dağılım: 5-46) katıldı. Sinir yaralanması 21 hastada açık, 5 hastada kapalı oluşmuştu. On dokuz hastaya sural sinir grefti ile 7 hastaya uç uca cerrahi onarım uygulandı. Ortalama sinir grefti uzunluğu 5.42 (dağılım: 2-15) cm, kullanılan kablo sayısı ortalama 3.1 (dağılım: 2-4) olarak kaydedildi. Ortalama takip süresi 33 (dağılım: 13-96) ay idi. Değerlendirmede tibialis anterior ve peroneal kaslar için İngiltere Tıbbi Araştırma Konseyi (BMRC) ölçeği, koruyucu duyu için Semmes-Weinstein monofilaman testi uygulandı.

Bulgular: On dokuz hastada (%73) yeterli ve tam geri kazanım saptandı. Greftli sinir onarımı uygulanan hastaların ortalama takip süresi 39.3 ay, uç uca onarım uygulanan hastaların 30.1 ay olarak kaydedildi. Greftli sinir onarımı uygulanan 19 hastanın 15'inde, uç uca sinir onarımı uygulanan 7 hastanın 4'ünde yeterli veya tam iyileşme saptandı. Onarım sonrası iyileşme gözlenmeyen 7 hastanın 3'üne posterior tibial tendonunun ayak dorsoline transferi yapıldı. Duyu değerlendirmesi yapılan 22 hastanın 16'sında koruyucu duyunun geri döndüğü saptandı.

Çıkarımlar: Peroneal sinir onarımında uç uca onarım ve sinir greftlemesi sonrasında iyi sonuçlar elde etmek mümkündür.

Anahtar sözcükler: Peroneal sinir cerrahisi; peroneal sinir yaralanması; sinir greftli onarım.

Peroneal sinir yaralanmaları, alt ekstremitede en sık görülen sinir yaralanmalarıdır.^[1] Delici-kesici alet yaralanması, ateşli silah yaralanması, diz travmaları ve iatrojenik yaralanmalar sinir hasarının nedenleri arasında yer alır.^[1-4] Yaralanmayla birlikte, genellikle, peroneal sinirin inerve ettiği tibialis anterior (TA), peroneus longus (PL), peroneus brevis (PB), peroneus tertius (PT), ekstansör hallusis longus (EHL), ekstansör digitorum longus (EDL) kasları etkilenir. Yaralanma son-

rası ayak bileği dorsifleksiyonunun ciddi şekilde kısıtlanması sonucu genelde düşük ayak deformitesi gelişir ve bunu sonucunda da yürüyüş yetisi etkilenir. Buna ek olarak, ayak dorsalinin duyası da bozulur.

Peroneal sinir onarımlarının amacı ayak bileği dorsifleksiyonunun geri kazanılmasıdır. Bununla birlikte, onarım sonrası iyileşme sonuçlarıyla ilgili literatürde henüz bir fikir birliği bulunmamaktadır. Bazı çalışmalarda iyileşme sonuçlarının kötü olduğu bildirilerek, si-



nir onarımıyla birlikte veya onarım yapılmaksızın, posterior tibial tendon (PTT) transferi önerilmektedir.^[5-7] Roganovic ve ark., peroneal sinirin iyileşme potansiyelinin diğer periferik sinirlere göre daha kötü olduğunu bildirmiştir.^[8] Buna karşılık, Louisiana State Üniversitesi'nin geniş serisi onarım sonuçlarının iyi olabileceğini göstermiştir.^[9]

Bu çalışmada ortak peroneal sinirin (OPS) siyatik bifurkasyonundan dallanma yerine kadar oluşan yaralanmalarında uygulanan sinir greftlemesi ve uç uca onarımları sonrası elde edilen iyileşme sonuçlarının geriye dönük değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Hastalar ve yöntem

1992-2009 yılları arasında peroneal sinir onarımı uygulanan 26 hasta (22 erkek, 4 kadın; ortalama yaş: 19.9, dağılım: 5-46) geriye dönük olarak değerlendirildi. Hastaların 7'sinde uç uca epiperinöral sinir 19'unda ise sural sinir grefti ile onarım yapıldı.

Yirmi bir (%81) hastada açık, 5 (%19) hastada kapalı sinir yaralanması gözlemlendi. Sinir yaralanmasının nedeni 16 hastada delici-kesici alet yaralanması, 3 hastada ateşli silah yaralanması, 2 hastada iş kazası ve 5 hastada trafik kazasıydı. Sinir yaralanmasına bir hastada diz çıkığı, bir hastada fibula başı avulsiyon kırığı, bir hastada da lateral kollateral ligaman yaralanması eşlik etmekteydi.

Hastalar yüzüstü pozisyonda, her iki alt ekstremitte turnike kontrolünde ameliyata hazırlandı. Kısa biceps başı bölgesinden başlayarak ve ilk kısmı hafif vertikal olan yayvan 'S' şeklinde cilt kesisi kullanıldı. İnsizyonun yayvan kısmı fibula boynuna gelecek şekilde planlandı. Bu şekilde, fibula boynunun daha iyi görülmesi sağlandı. Kısa biceps başı kaldırılıp, laterale ekarte edilerek OPS ortaya konuldu. Diseksiyon popliteal fossa laterale doğru ilerletilerek sinirin fibula altına girdiği bölüme kadar gelindi. Lateral gastroknemius kasının fasyal uzantıları ve bağlar kesilerek sinir diseksiyonuna devam edildi. OPS'nin derin ve yüzeysel dallarına ayrılıp ayrılmadığı görüldü. Tüm hastalarda yaralanma bu

seviyenin üstündeydi. Peroneal fasya ve kas arka kenarları keskin diseksiyon ile ortaya kondu.

Peroneal kaslar laterale ve inferiora ekarte edilerek yüzeysel peroneal sinir daha iyi görünür hale getirildi. Bir Penrose dreni yüzeysel OPS çevresine yerleştirilerek derin dala ulaşıldı. Diseksiyon sırasında küçük damarlar bipolar koter ile koagüle edildi.

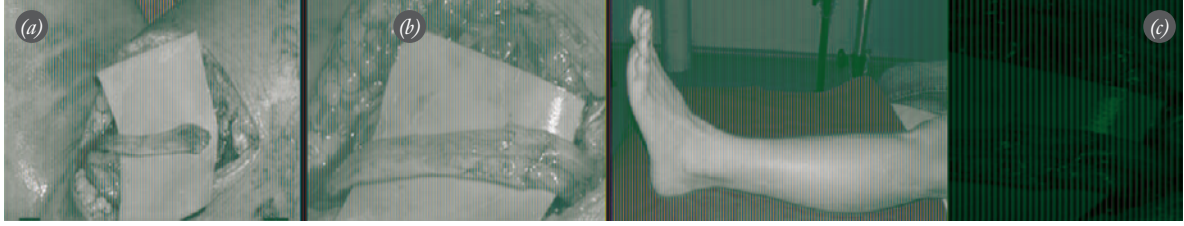
Yaralanma bölgesinde sağlıklı sinir uçları bulununcaya kadar sinir proksimale ve distale doğru disekte edildi. Sağlıklı proksimal ve distal sinir uçları arasında gerilim olmayan 7 hastada 8/0 emilmeyen dikişlerle uç uca epiperinöral sinir onarımı uygulandı. Uç uca onarımın mümkün olmadığı 19 hastada ise karşı bacakta alınan interpozisyonel sural sinir grefti defektli bölgeye yerleştirilerek, 8/0 emilmeyen dikişlerle grup fasiküller sinir onarımı uygulandı. Kullanılan sural sinir greftinin uzunluğu ortalama 5.42 (dağılım: 3-15) cm olarak ölçüldü. Kullanılan ortalama kablo sayısı ise 3.1 (dağılım: 2-4) olarak bulundu.

Yaralanma ile cerrahi girişim arasında geçen süre ortalama 28.9 (dağılım: 1-180) gündü. On iki hastaya primer (ilk 3 gün) veya geç (4-7 gün), 14 hastaya sekonder sinir onarımı (7. günden sonra) uygulandı. Ek yaralanması olmayan hastalarda (%93), sinir onarımı sonrası diz 30° fleksiyonda, uzun bacak ateli tespiti 3 hafta süreyle uygulandı. Sonrasında, hastaların aktif ayak bileği ekstansiyonu başlayıncaya kadar peroneal felç ortezi kullanmaları sağlandı.

Peroneal sinir onarımının değerlendirilmesinde İngiltere Tıbbi Araştırma Konseyi (*British Medical Research Council*, BMRC) ölçeğinden yararlanıldı.^[2] TA ve peroneal kasların iyileşmesi M4-M5 gücünde olan hastalar tam iyileşme, M3 gücünde olan olgular yeterli iyileşme, M1-M2 gücünde olan olgular orta derecede iyileşme, M0 gücünde olan olgular ise kötü iyileşme olarak sınıflandırıldı. Duyu iyileşmesinin değerlendirilmesi için, 1. parmak arası dorsale Semmes-Weinstein monofilaman testi yapıldı. En az 4.56'lık monofilaman testini hisseden hastaların koruyucu duyusu iyileşmiş olarak değerlendirildi. (Tablo1).^[10]

Tablo 1. İngiltere Tıbbi Araştırma Konseyi (BMRC) ve Semmes-Weinstein duyu testlerinin değerlendirme kriterleri.

İngiltere Tıbbi Araştırma Konseyi (BMRC) kas gücü değerlendirme ölçeği		Semmes-Weinstein monofilaman test ölçeği	
M5	Normal kuvvet	Grup 1 (2.83-3.61)	Normal kuvvet
M4	Dirence ve yerçekimine karşı aktif hareket var	Grup 2 (4.31)	Azalmış hafif dokunma
M3	Yerçekimine karşı aktif hareket var	Grup 3 (4.56)	Azalmış koruyucu dokunma
M2	Yerçekimsiz ortamda aktif hareket yok	Grup 4 (5.07)	Koruyucu duyunun kaybı
M1	Çok az kasılma var	Grup 5 (6.65)	Dokunma duyusu yok
M0	Kasılma yok		



Şekil 1. Uç uca sinir onarımı uygulanan 17 yaşındaki hastanın (a) cerrahi öncesi, (b) cerrahi sırasında ve (c) cerrahi sonrası 19. ay görüntüleri. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir]



Şekil 2. Otolog greft ile sinir onarımı uygulanan 29 yaşındaki hastanın (a) cerrahi öncesi, (b) cerrahi sırasında ve (c) cerrahi sonrası 23. ay görüntüleri. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir]

Bulgular

Yapılan cerrahi tedavi sonucunda TA ve PB-PL kaslarında elde edilen güçler Tablo 2’de sunulmaktadır. Yirmi altı hastanın 19’unda (%73) yeterli ve tam geri kazanım saptandı. Yedi hastanın 3’ünde M2, 2’sinde M1, 2’sinde ise M0 kas gücü elde edildi.

Greftli sinir onarımı uygulanan 19 hastanın 15’inde, ortalama 39.3 ay süreli takibinde yeterli ve tam iyileşme gözlemlendi (Şekil 1). Yeterli ve tam iyileşme gözlenmeyen 4 hastanın 2’sinde M2, 2’sinde M0 kas gücü elde edildi. Uç uca sinir onarımı uygulanan 7 hastanın 4’ünde ortalama 30.1 ay süreli takip sonrası yeterli ve tam iyileşme saptandı (Şekil 2). Bu hastaların kas gücü birinde M2, 2’sinde M0 olarak değerlendirildi. Bu grupta olan bir başka hasta, 20. ayında iyileşme saptanmaması nedeniyle yeniden ameliyat edildi.

Onarım sonrası en az iki yıl beklenmesine rağmen ayak bileğinde yeterli dorsifleksiyon gücü kazanamayan hastaların 3’ünde PTT’nin ayak dorsoline transferi ile fonksiyonel restorasyon sağlandı.

Birinci parmak arası dorsalinde duyu değerlendirmesi yapılan 22 hastanın 16’sında koruyucu duyu geri döndü. Greftli onarım yapılan hastaların 12’sinde, uç uca sinir onarımı uygulanan hastaların 4’ünde koruyucu duyunun geri döndüğü saptandı (Tablo 2).

Tartışma

Üst ekstremitayla karşılaştırıldığında, alt ekstremitay sinir yaralanmalarının tedavisiyle ilgili çalışmaların literatürde daha az yer aldığı görülmektedir. Peroneal sinir yaralanmasının klinik tanısı oldukça kolay olmasına rağmen cerrahi tedavi sonuçları yayınlarda farklılık göstermektedir.^[3,5-8]

Clawson ve Seddon, peroneal sinir onarımı gerçekleştirdikleri 72 hastada %36 motor geri dönüş bildirmiştir.^[5] Millesi^[2] 44 hastasından 13’üne nöroliz uygulamış ve tam iyileşme gözlemlemiştir. Buna karşılık, uç uca onarım uyguladığı 2 hastada fonksiyonel sonuçlarının kötü olduğunu bildirmiştir. Kim ve Kline ise, OPS yaralanmasından oluşan 218 hastalık serilerinde, uç uca onarım uyguladıkları 19 hastanın 16’sında (%84) iyi

Tablo 2. Cerrahi tedavi yöntemlerinin kas gücü sonuçları.

	M5	M4	M3	M2	M1	M0	Toplam	G1	G2	G3	G4	G5	Toplam
Greftli onarım	6	6	3	2	2	-	19	3	5	4	2	1	15
Uç uca onarım	2	2	-	1	-	2	7	-	-	4	1	2	7
Toplam	8	8	3	3	2	2	26	3	5	8	3	3	22

sonuç elde etmişlerdir.^[3] Serimizde, uç uca sinir onarımı uyguladığımız 7 hastanın 4'ünde M3 ve üstü sonuç elde edildi. Uç uca onarıldıktan sonra iyileşme gözlenemeyen bir hastaya PTT transferi uygulandı.

Peroneal sinirin hareketliliği ve elastisitesi diğer periferik sinirlere göre daha azdır. Bu nedenle, onarım sırasında sıklıkla sinir greftlemesi tercih edilmektedir. Sinir greftlemesinde, en sık tercih edilen donör sinir, sural sinirdir. Wood, peroneal sinir greftlemesinde ipsilateral sural sinirin ancak duyu fonksiyonu bozulmuşsa alınabileceğini, sural sinir duyusu korunmuşsa sural sinir greftinin karşı bacadan alınması gerektiğini bildirmiştir.^[7] Greftleme sonrasında klinik iyileşmenin uç uca onarıma göre daha kötü olduğu birçok çalışmada bildirilmektedir. Millesi sinir grefti ile onarım uyguladığı 29 hastanın 16'sında fonksiyonel geri dönüş saptamış, bu nedenle greftli onarımla birlikte, seçilmiş hastalarda, sinir onarımı yapılmaksızın direkt PTT naklini önermiştir.^[2] Matejčík^[11] ise opere ettiği 40 hastadan sinir grefti ile tedavi ettiği 12 hastanın 3'ünde fonksiyonel geri dönüş elde etmiş; klinik sonuçların sinir greftinin uzunluğu arttıkça daha da kötüleştiğini bildirmiştir. Bununla birlikte, onarım sonuçlarını etkileyen kritik uzunluk konusunda bir fikir birliği hala bulunmamaktadır. Kim ve Kline^[3] sinir grefti ile elde ettikleri geri dönüş oranlarının uç uca onarıma göre %50 daha kötü olduğunu yayınlamışlardır. Altı cm'den kısa, 6-12 cm ve 13-20 cm'lik greftlerle sinir onarımı yaptıkları hasta gruplarında ise sırasıyla %75, %38 ve %16 oranında motor iyileşme saptamışlardır. Roganovic, ateşli silah yaralanması sonucu oluşan siyatik ve peroneal sinir yaralanmalı 157 hastadan oluşan serisinde; 4 cm'den küçük sinir greftli onarımlarında %57, 4-8 cm uzunluğundaki greftli onarımlarda %22.4 ve 8 cm'den uzun sinir greftli onarımlarında ise %40 başarı oranı bildirmiştir.^[12] Buna karşılık, Durandeu ve ark., diz seviyesinde peroneal sinir traksiyonu nedeniyle uyguladıkları sinir greftli onarımlarda, 5 cm'den kısa ve 5 ila 8 cm arası greftlemelerde iyi sonuçlar elde etmişlerdir.^[13] Çalışmamızda ortalama greft uzunluğu 6 cm'den az olan durumlarda greftli onarımlı hastaların %78'inde tam ve yeterli iyileşme saptanmıştı. Uzun greft uygulanan hasta sayımızın az olmasına rağmen, elde ettiğimiz sonuçlar Kim ve Kline^[3] ve Durandeu ve ark.'nın^[13] sonuçları ile benzer gözükmektedir. Ayrıca, 6 cm ve üstü greftli onarım uyguladığımız 4 hastanın 3'ünde de tam ve yeterli iyileşme gözlenmiştir.

Sinir yaralanmasının nedeni sinir iyileşmesini etkileyen faktörler arasındadır. Düzgün kesi ile oluşan periferik sinir yaralanmalarında uç uca sinir onarımı ilk seçenektir. Uç uca sinir onarımlarının sonuçları da greftli onarımlara göre daha sorunsuzdur.^[14,15] Çalışma-

mızda, düzgün kesi ile yaralanmış 16 hastanın 11'ine uç uca onarım uygulanırken, 13'ünde yeterli ve tam iyileşme gözlenmişti. Bununla birlikte, yüksek enerjili travmalar (örneğin, ateşli silah yaralanması, kırığın eşlik ettiği veya etmediği traksiyon tipi yaralanmalar) nedeniyle oluşan aşırı gerilmeler intranöral ve ektranöral skar oluşumlarına yol açarak, kopma bölgesi dışında çok daha geniş bir sinir segmentini etkiler. Bu nedenle, yüksek enerjili sinir yaralanmaları sıklıkla sinir greftleri ile onarılır. Sedel ve Nizard^[16] traksiyon nedeniyle oluşan peroneal sinir yaralanmalı 16 hastaya sinir greftlemesi uygulamışlardır. Dokuz hastanın 5'inde, PTT transferi yapmadan, yürüme ve koşmada sorun yaratmayan iyileşme saptamışlardır. Çalışmamızda ise, yüksek enerjili travmalarla oluşan 7 hastaya da sinir grefti ile onarım uygulanmış, 7 hastanın 5'inin M3 ve üstü kas gücüne eriştiği görülmüştür.

Peroneal sinir yaralanmalarında uygulanan cerrahi tedavinin temel amacı düşük ayak deformitesini iyileştirmektir. Ortez kullanımı önerilse de, sinir iyileşmemesi sonucunda uzun dönemde problemler ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, PTT transferi sinir onarımıyla birlikte kötü prognostik özellikleri bulunan veya sinir onarımının sonuç vermediği hastalarda uygulanabilir. Millesi, sinir defekti bulunan ve onarımı 3 ay gecikmiş yaşlı hastalarda primer tendon transferini önermektedir.^[2] Wood da 6-8 cm'den fazla sinir defekti bulunan veya yaralanmanın 6. ila 9. ayında olan hastalarda direkt tendon transferini tavsiye etmektedir.^[17] Bazı çalışmalarda tendon transferinin sinir iyileşmesini internal rehabilitasyon etkisiyle hızlandırdığı bildirilmiştir.^[18] Sedel ve Nizard sinir onarımından 2 yıl, Aydın ve ark. ise 1-1.5 yıl sonra tendon transferini önermektedir.^[16,19] Bizim bu konudaki görüşümüz, tendon transferinin, uç uca onarımdan 1 yıl sonra ya da sinirin greftli onarılmasından 2 yıl sonra yapılması yönündedir. Serimizde de 3 hastada PTT ile fonksiyonel geri kazanım sağlanmıştı.

Açık yaralanmalarda, peroneal sinir fonksiyon bozukluğu varsa, sinirin mutlaka erken cerrahiyle ortaya konulması gerekmektedir. Kapalı oluşan travmalarda veya sütüre edilmiş kesilerde, cerrahi 'ortaya koyma' için 2 ila 8 ay beklenmesi önerilmektedir.^[7,11,17] Bununla birlikte, 6 ila 8 ay sonunda, tendon transferi öneren yazarlar da bulunmaktadır.^[2,20] Bu durum, cerrahi tedavinin zamanlamasında cerrahın kararını etkilemektedir. Periferik sinir devamlılığının saptanmasında ve klinik tanıya yardımcı olması amacıyla ultrasondan yararlanılabilir.^[21,22] Kapalı veya sütüre edilmiş kesilerde, ultrason ile sinir bütünlüğünün saptanamadığı hastalarda sinir cerrahi olarak ortaya konulmasını önermekteyiz.

Sonuç olarak, siyatik bifurkasyondan dallanma yerine kadar oluşan peroneal sinir yaralanmalarında uç uca

onarım ve 6 cm'den küçük greftlemeler sonrasında iyi sonuçlar elde etmek mümkündür. İki yıl sonunda sinir iyileşmesi gözlenmeyen hastalarda ayak bileği dorsifleksiyonunu geri kazanmak için PTT transferi önerilebilir.

Çıkar Örtüşmesi: Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

Kaynaklar

1. Noble J, Munro CA, Prasad VS, Midha R. Analysis of upper and lower extremity peripheral nerve injuries in a population of patients with multiple injuries. *Trauma* 1998;45:116-22.
2. Millesi H. Lower extremity nerve lesions. In: Terzis JK, editor. *Microreconstruction of nerve injuries*. Philadelphia: W.B. Saunders; 1987. p. 239-51.
3. Kim DH, Kline DG. Management and results of peroneal nerve lesions. *Neurosurgery* 1996;39:312-20.
4. Aydogdu S, Yercan H, Saylam C, Sur H. Peroneal nerve dysfunction after high tibial osteotomy. An anatomical cadaver study. *Acta Orthop Belg* 1996;63:156-60.
5. Clawson DK, Seddon HJ. The late consequences of sciatic nerve injuries. *J Bone Joint Surg Br* 1960;42:213-25.
6. Bleton R, Alnot JY, Oberlin C. Traumatic lesions of the sciatic nerve: apropos 40 nerve repairs. [Article in French] *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1989;75:153-4.
7. Wood MB. Peroneal nerve repair. Surgical results. *Clin Orthop Relat Res* 1991;(267):206-10.
8. Roganovic Z. Factor influencing the outcome of nerve repair. *Vojnosanit Pregl* 1998;55:119-31.
9. Kim DH, Murovic JA, Tiel RL, Kline DG. Management and outcomes in 318 operative common peroneal nerve lesions at the Louisiana State University Health Sciences Center. *Neurosurgery* 2004;54:1421-9.
10. Waylett-Rendall J. Sensibility evaluation and rehabilitation. *Orthop Clin North Am* 1988;19:43-56.
11. Matejčík V. Surgical treatment of fibular nerve injury. [Article in Slovak] *Rozhl Chir* 2001;80:397-401.
12. Roganovic Z. Missile-caused complete lesions of the peroneal nerve and peroneal division of the sciatic nerve: results of 157 repairs. *Neurosurgery* 2005;57:1201-12.
13. Durandea A, Piton C, Fabre T, Lasseur E, Andre D, Geneste M. Results of 14 nerve grafts of the common peroneal nerve after a severe valgus strain of the knee. *J Bone Joint Surg Br* 1997;79:54.
14. Kline DG, Kim D, Midha R, Harsh C, Tiel R. Management and results of sciatic nerve injuries: a 24-year experience. *J Neurosurg* 1998;89:13-23.
15. Murovic JA. Lower-extremity peripheral nerve injuries: a Louisiana State University Health Sciences Center literature review with comparison of the operative outcomes of 806 Louisiana State University Health Sciences Center sciatic, common peroneal, and tibial nerve lesions. *Neurosurgery* 2009;65:18-23.
16. Sedel L, Nizard RS. Nerve grafting for traction injuries of the common peroneal nerve. A report of 17 cases. *J Bone Joint Surg Br* 1993;75:772-4.
17. Wood MB. Peripheral nerve injuries to the lower extremity. In: Gelberman RH, editor. *Operative nerve repair and reconstruction*. Philadelphia: J.B. Lippincott; 1991. p. 489-504.
18. Ferraresi S, Garozzo D, Buffatti P. Common peroneal nerve injuries: results with one-stage nerve repair and tendon transfer. *Neurosurg Rev* 2003;26:175-9.
19. Aydın A, Ozkan T, Aydın HU, Topalan M, Erer M, Ozkan S, et al. The results of surgical repair of sciatic nerve injuries. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2010;44:48-53.
20. Haidukewych GJ, Scaduto J, Herscovici D Jr, Sanders RW, DiPasquale T. Iatrogenic nerve injury in acetabular fracture surgery: a comparison of monitored and unmonitored procedures. *J Orthop Trauma* 2002;16:297-301.
21. 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.
22. 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.