



# Onarılması mümkün olmayan radial sinir felcinde tendon transferi sonuçları

## *The results of tendon transfer in irreparable radial nerve palsy*

Ufuk NALBANTOĞLU,<sup>1</sup> Türker ÖZKAN,<sup>2</sup> İ. Metin TÜRKMEN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Acıbadem Kadıköy Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü, El ve Üst Ekstremitte Cerrahisi Servisi;

<sup>2</sup>İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Anabilim Dalı, El Cerrahisi Bilim Dalı;

<sup>3</sup>Acıbadem Kozyatağı Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü

**Amaç:** Primer olarak tedavisi mümkün olmayan radial sinir felci olgularında uyguladığımız tendon transferlerinin sonuçları değerlendirildi.

**Çalışma planı:** Çalışmaya radial sinir yaralanması nedeniyle tendon transferi uygulanan 29 hasta (5 kadın, 24 erkek; ort. yaş 29; dağılım 9-51) alındı. Dört hastada alçak seviyeli, 25 hastada yüksek seviyeli radial sinir felci vardı. Yaralanma sonrası transfer uygulama süresi (paralizi süresi) ortalama 19.7 aydı (dağılım 1 gün-180 ay). Değerlendirme için eklem hareket aralıkları ve kas güçleri ölçüldü. Fonksiyonel değerlendirme Tajima ölçütlerine göre yapıldı. Ortalama takip süresi 56.9 ay (dağılım 5-90 ay) idi.

**Sonuçlar:** Kas kuvveti değerlendirmesinde, el bileği ekstansiyonu üç hastada 3, 10 hastada 4, 12 hastada 5; parmak ekstansiyonu yedi hastada 3, 10 hastada 4, 12 hastada 5; başparmak ekstansiyonu ise altı hastada 3, 13 hastada 4, 10 hastada 5 kuvvetinde bulundu. Ortalama el bileği eklem hareket aralığı 67.4°, ekstansiyon 48.3° (10°-70°), fleksiyon 21.5° (10°-55°) ölçüldü. Ortalama metakarpofalangeal eklem ekstansiyonu 1.7° (0°-12°), başparmak abduksiyonu 45.6° (34°-56°), interfalangeal eklem ekstansiyonu 18° (0°-30°) derece idi. Tajima ölçütlerine göre fonksiyonel açıdan 15 olguda (%51.7) mükemmel, dokuz olguda (%31) iyi, beş olguda (%17.2) orta sonuç elde edildi. Ameliyat sonrasında sekiz hastada (%27.6) radial deviyasyon deformitesi gelişti. Dört hastada (%13.8) diğer parmaklara göre 1 derece daha güçsüz hareket görüldü. Radial deviyasyon gelişen hastalarda parmak ekstansiyonu için fleksör karpi ulnaris (FKU) transfer edilmişti.

**Çıkarımlar:** Radial sinir felci geç rekonstrüksiyonunda tendon transferleri ile başarılı sonuçlar alınabilmektedir. Parmak ekstansiyonu için FKU transferi yapılan hastalarda radial deviyasyon deformitesi görülebilmektedir.

**Anahtar sözcükler:** Paralizi/cerrahi; radial sinir; hareket açıklığı, eklem; tendon transferi/yöntem; tendon/cerrahi.

**Objectives:** The purpose of this study was to evaluate the results of tendon transfers in patients with irreparable radial nerve palsy.

**Methods:** The study included 29 patients (5 females, 24 males; mean age 29 years; range 9 to 51 years) who underwent tendon transfers for radial nerve palsy. Four patients had low- and 25 patients had high-level radial nerve palsy. The mean duration of tendon transfer after injury (paralysis time) was 19.7 months (range 1 day to 180 months). Clinical evaluations included joint range of motion and muscle strengths. Functional evaluation was made using the Tajima criteria. The mean follow-up was 56.9 months (range 5 to 90 months).

**Results:** Muscle strengths were measured as follows: 3 (n=3), 4 (n=10), and 5 (n=12) for the wrist extensor muscle; 3 (n=7), 4 (n=10), and 5 (n=12) for the finger extensor muscle; and 3 (n=6), 4 (n=13), and 5 (n=10) for the thumb extensor muscle. The mean wrist range of motion was 67.4°, extension was 48.3° (10°-70°), and flexion was 21.5° (10°-55°). The mean metacarpophalangeal joint extension was 1.7° (0°-12°), thumb abduction was 45.6° (34°-56°), and thumb interphalangeal joint extension was 18° (0°-30°). According to the Tajima criteria, the results were excellent in 15 patients (51.7%), good in nine patients (31%), and moderate in five patients (17.2%). Eight patients (27.6%) had radial deviation deformity and four patients (13.8%) had 1-level weaker finger extensor muscle strength compared to the other fingers. The flexor carpi ulnaris (FCU) was used in the transfer of patients who developed radial deviation deformity.

**Conclusion:** Treatment of irreparable radial nerve palsy with tendon transfers yields successful results. Radial deviation deformity mostly occurs in patients receiving FCU transfer for finger extension.

**Key words:** Paralysis/surgery; radial nerve; range of motion, articular; tendon transfer/methods; tendons/surgery.

**Yazışma adresi / Correspondence:** Dr. Ufuk Nalbantoğlu, Acıbadem Kadıköy Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü, El ve Üst Ekstremitte Cerrahisi Servisi, Tekin Sok., No: 8, 34718 Acıbadem, İstanbul. Tel: 0216 - 544 43 17 Faks: 0216 - 428 34 41 e-posta: drufukn@hotmail.com

**Başvuru tarihi / Submitted:** 01.06.2008 **Kabul tarihi / Accepted:** 18.12.2008

©2008 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği / ©2008 Turkish Association of Orthopaedics and Traumatology

Günümüzde mikrocerrahi bilgi ve teknik düzeyi hala tüm sinir yaralanmalarının primer olarak tamirine imkan vermemektedir. Çağımızdaki hızlı yaşam ve ekonomik beklentiler, el fonksiyonlarında önemli kayba yol açan bu sorunla karşı karşıya kalan hastayı ve tedavinin sorumluluğunu üstlenen hekimi zor durumda bırakır. Bu sorunun çözüm yollarından biri kas-tendon fonksiyonlarının kısmen kaybedildiği uzuvlarda motor dengenin yeniden sağlanması için uygulanan tendon transferleridir.<sup>[1-3]</sup>

Radial sinir felci tedavisinde tendon transferi ile yeniden kazanılması beklenen temel fonksiyonlar, el bileği ekstansiyonu, parmakların ekstansiyonu ve başparmak ekstansiyon-abdüksiyonudur.<sup>[1-3]</sup> El bileği ekstansiyonu için pronator teres (PT) tendon transferi, Sir Robert Jones tarafından tanımlanmasını takiben kabul edilmiş bir yöntemdir.<sup>[4,5]</sup> Esas tartışma parmak ve başparmak ekstansiyonlarını sağlamak için yapılacak tendon transferlerinin seçimidir.

Bu çalışmada, primer olarak tedavisi mümkün olmayan radial sinir felci olgularında uyguladığımız tendon transferi sonuçları geriye dönük olarak değerlendirildi.

## Hastalar ve yöntem

Çalışmamızda, 1984 ve 1994 tarihleri arasında, Fransız Pasteur Hastanesi, Vehbi Koç Vakfı Amerikan Hastanesi El ve Mikrocerrahi Merkezi, İstanbul Üniversitesi Lepira Araştırma Merkezi ve Sağlık Bakanlığı Haydarpaşa Numune Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniklerine radial sinir yaralanması nedeniyle başvuran 115 hastadan tendon transferi uygulanarak tedavi edilen 47 hasta incelendi. Hastaların hepsi, buldukları il veya bölge hastanelerinde radial sinir felcine yol açan yaralanma için ilk tedavilerini görmüş, transferleri uygulayan merkezlere ileri tedavi için kendileri başvurmuş veya sevk edilmişlerdi. Son kontrol için yapılan çağrıya cevap veren 29 hasta (5 kadın, 24 erkek; ort. yaş 29; dağılım 9-51) oluşturulan ortak bir protokol ile değerlendirildi ve çalışmanın materyalini oluşturdu.

On beş olguda yaralanma baskın el tarafındaydı. Tendon transferi uygulanan hastalarda radial sinir felcine yol açan nedenler Tablo 1'de özetlendi.

Radial sinir yaralanmasına eşlik eden patolojiler şunlardı: Humerus kırığı (n=12), dirsek çıkığı (n=1), radius başı çıkığı (n=4), önkol çift kırığı (n=1), radius distal uç kırığı (n=1), perilunat çıkık (n=1) ve kruris

çift kırığı (n=1). Radial sinir, 19 olguda kol 1/3 orta bölgesinde, altı olguda kol 1/3 distalinde, üç olguda önkol 1/3 proksimalinde, bir olguda önkol 1/3 ortasında yaralanmıştı. Radial sinir felci dört hastada alçak seviyeli (posterior interosseöz siniri tutan), 25 hastada ise yüksek seviyeli (radial siniri tutan) idi. Yaralanma sonrası transfer uygulama süresi (paralizi süresi) ortalama 19.7 aydı (dağılım 1 gün-180 ay).

Tendon transferine karar verildiğinde, verici olarak kullanılacak kaslar saptanıp uygulanacak transferin tipi belirlendi. Transfer tipi için hastanın yaşı, işi, beklentisi ve sosyokültürel düzeyi göz önüne alındı. Hastaların büyük kısmında el bileği ekstansiyonunun sağlanması için PT, parmak ekstansiyonlarının sağlanması için fleksör karpi ulnaris (FKU) veya fleksör karpi radialis (FKR), başparmak ekstansiyonunun sağlanması için palmaris longus (PL) tendon transferleri kullanıldı (Tablo 2). Alçak seviyeli radial sinir felci olan dört hastada, ameliyat öncesi yapılan muayene ile ekstansör karpi ulnaris (EKU) kasının yeterli fonksiyon gördüğü saptandıktan sonra FKU tendon transferi uygulandı. Transfer ameliyatları klasik tekniklere bağlı kalınarak yapıldı.<sup>[6]</sup> Tüm hastalara anestezi sonlanmadan, önkolu 15°-30° pronasyonda, el bileğini yaklaşık 45° ekstansiyonda, metakarpofalangeal eklemleri 10°-15° fleksiyonda ve başparmağı maksimum ekstansiyon ve abdüksiyonda tutan, proksimal interfalangeal eklem hareketlerini serbest bırakan uzun kol alçı ateli uygulandı. Atel dört hafta tutuldu ve atellerin çıkarılmasını takiben hastalar fizik tedavi ve rehabilitasyon programlarına başlatıldı. Gerekli görüldüğünde transferler, rehabilitasyon süresini takip eden iki hafta daha atel ile desteklendi.

**Tablo 1.** Radial sinir felci nedeniyle tendon transferi uygulanan hastalarda yaralanma nedenleri

Etyoloji	Sayı	Yüzde
Kırık ve çıkıklar	13	44.8
Humerus kırığı	8	27.6
Dirsek bölgesi çıkıkları	4	13.8
Önkol proksimal çift kırık	1	3.5
Ateşli silah yaralanması	3	10.3
Kesici alet yaralanması	4	13.8
İyatrojenik	4	13.8
Humerus kırığı plak uygulaması	2	6.9
Radius başı eksizyonu	1	3.5
Kitle eksizyonu	1	3.5
İş kazaları	5	17.2
<i>Toplam</i>	29	100.0

**Tablo 2.** Uygulanan transferlerin anatomik bölge ve fonksiyonlara göre dağılımı

Bölge ve fonksiyon	Transfer	Sayı	Yüzde
El bileği ekstansiyonu (n=25) (Yüksek radial felç)	PT ..... EKRB	24	96.0
	FDS (3) .... EKRB	1	3.5
Parmak ekstansiyonu	FKU ..... EDK	24	82.8
	FKR ..... EDK	5	17.2
Başparmak ekstansiyonu ve abdüksiyonu	PL ..... EPL	23	79.3
	FKU ..... EPL	4	13.9
	FKR ..... EPL	1	3.4
	FDS (4) .... EPL	1	3.4

PT: Pronator teres; EKRB: Ekstansör karpi radialis brevis; FDS: Fleksör digitorum superfisyalis; FKU: Fleksör karpi ulnaris; EDK: Ekstansör digitorum kommunis; PL: Palmaris longus; EPL: Ekstansör pol-lis longus; FKR: Fleksör karpi radialis.

Değerlendirme aşamasında el bileği ve parmak eklem hareket aralıkları gonyometre kullanılarak, nötral pozisyonundan maksimum fleksiyon ve ekstansiyon dereceleri bulunarak ölçüldü. El bileği ve parmak ekstansiyon kuvvetleri BMRC (British Medical Research Council) kas kuvveti değerlendirme sistemine göre değerlendirildi.<sup>[7]</sup> Hastaların ameliyat sonucunda fonksiyonel durumları Tajima ölçütleri kullanılarak saptandı (Tablo 3).<sup>[8]</sup> Hastaların ortalama takip süresi 56.9 ay (dağılım 5-90 ay) idi.

## Sonuçlar

Takep süresi sonunda el bileği ekstansiyonu üç hastada 3, 10 hastada 4, 12 hastada 5 kuvvetindeydi. Parmak ekstansiyonu yedi hastada 3, 10 hastada 4, 12 hastada 5 kuvvetinde, başparmak ekstansiyonu ise altı hastada 3, 13 hastada 4, 10 hastada 5 kuvvetinde bulundu.

Olguların ortalama el bileği eklem hareket aralığı 67.4°, ortalama ekstansiyon 48.3° (10°-70°), ortalama fleksiyon 21.5° (10°-55°) ölçüldü (Şekil 1a). Ortalama metakarpofalangeal eklem ekstansiyonu 1.7° (0°-12°), başparmak abdüksiyonu 45.6° (34°-

56°), interfalangeal eklem ekstansiyonu 18° (0°-30°) derece idi (Şekil 1b).

Tajima ölçütlerine göre fonksiyonel açıdan 15 olguda (%51.7) mükemmel, dokuz olguda (%31) iyi, beş olguda (%17.2) orta sonuç elde edildi. Yirmi dört olguda (%82.8) tatmin edici sonuç (mükemmel ve iyi) sağlandı. Hiçbir hastada kötü sonuç alınmadı. Fonksiyonel durumlarına göre orta olarak değerlendirilen beş hastanın felç süresi, yaralanma nedeni ve eşlik eden yaralanmaları Tablo 4'de sunuldu.

Olgularımızın hepsi ameliyat sonuçlarından memnun olduklarını belirtti. Ameliyat sonrasında dört hastada 20°, üç hastada 10°, bir hastada 15° olmak üzere sekiz hastada (%27.6) radial deviyasyon deformitesi gelişti (Şekil 1c). Ancak, hastalar ekstansiyon sırasında gelişen bu durumdan şikayetçi olmadıklarını belirtti. Radial deviyasyon gelişen bütün hastalarda parmak ekstansiyonu sağlanmasında kullanılan verici FKU idi. İki hastada 4 ve 5. parmaklarda, bir hastada 5. parmakta, bir hastada 3, 4 ve 5. parmaklarda olmak üzere dört hastada (%13.8) diğer parmaklara göre 1 derece daha güçsüz hareket meydana geldi. Bunlar dışında komplikasyona rastlanmadı.

**Tablo 3.** Olguların değerlendirilmesinde kullanılan Tajima ölçütleri<sup>[8]</sup>

Sonuç	Ölçütler
Mükemmel	İkinci parmaktan beşinci parmağa kadar tam ekstansiyon, tam parmak fleksiyonu, tam başparmak ekstansiyon ve abdüksiyonu ve el bileğinde 10 derece üzerinde hem ekstansiyon hem fleksiyon.
İyi	İkinci parmaktan beşinci parmağa kadar tama yakın ekstansiyon, el bileği nötral pozisyonda iken başparmakta tama yakın ekstansiyon ve abdüksiyon, ikinci parmaktan beşinci parmağa kadar tama yakın fleksiyon, el bileği nötralde iken yapılan yumruğun tama yakın volare getirilebilmesi.
Orta	El bileği 20 derece fleksiyonda iken parmaklarda "iyi" derecesinde ekstansiyon ve el bileği 20 derece dorsofleksiyonda iken "iyi" derecesinde yumruk yapabilme.
Kötü	"Orta" derecesinde tanımlanandan daha kötü sonuçlar.

**Tablo 4.** Tajima ölçütlerine göre orta sonuç alınan hastaların değerlendirilmesi

Olgu	Paralizi süresi (ay)	Yaralanma nedeni	Eşlik eden yaralanmalar
1	5	Humerus plak ile osteosentez	Humerus kırığı, MP, PİP, DİP kontraktürü
2	5	Makinaya sıkışma	Humerus açık kırığı, brakialis, biceps kesisi
3	5	Kurşunlanma	
4	180	Kitle eksizyonu	
5	8	Trafik kazası, kompresyon	

MP: Metakarpofalangeal eklemler; PIP: Proksimal interfalangeal eklemler; DIP: Distal interfalangeal eklemler.

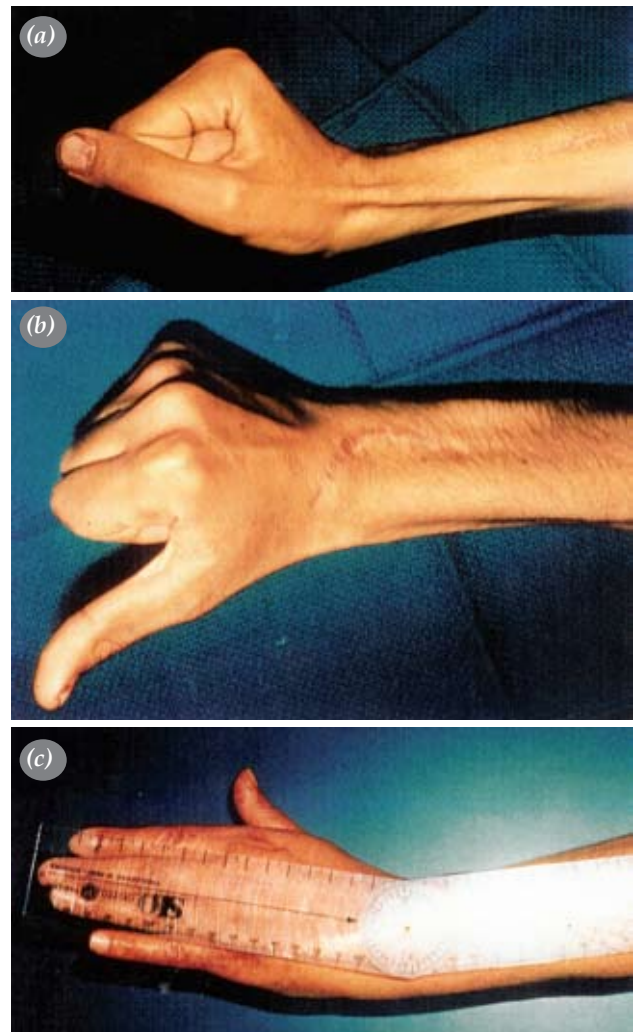
## Tartışma

Modern el cerrahisinde tedavi, hastanın kaybettiği fonksiyonların erken dönemde ve var olan diğer fonksiyonlar etkilenmeden yeniden kazanılması esasına dayanır. Günümüzdeki hızlı yaşam tarzı hekimleri, fonksiyonların yeniden kazanılması için uzun süre beklemeyi gerektiren tedavi yöntemlerinden uzaklaştırmaktadır. Primer sinir tamiri her ne kadar tercih edilecek tedavi seçeneği olsa da, Bevin<sup>[9]</sup> radial sinir yaralanması sonucu primer sinir tamiri ile tendon transferi uygulanan benzer hasta gruplarını karşılaştırmış ve sinir tamiri yapılan grupta fonksiyonlarda geri dönüş süresinin ortalama 7.5 ay, tendon transferi grubunda ise sekiz hafta olduğunu bildirmiştir.

Primer sinir tamirinin mümkün olmadığı durumlar (ezilme, yanık, doku kaybı, vb.), sinir tamiri veya nöroliz sonrası altı ay geçmesine rağmen klinik elektriksel iyileşme belirtisi görülmemesi, primer tamir için gecikmiş hastalar ile en kısa zamanda normal yaşantıya dönme isteği günümüzde tendon transferi için endikasyon kabul edilmektedir. Sinir iyileşmesinin hiçbir şekilde mümkün olmayacağı durumlarda çok erken dönemde veya ilk ameliyatta doğrudan tendon transferi uygulamak daha gerçekçi bir çözüm olabilmektedir.<sup>[9-21]</sup>

El bileği ekstansiyonu sağlanması için PT kullanımını ilk kez Jones<sup>[4,5]</sup> tarif etmiş ve PT'nin ekstansör karpı radialis longus (EKRL) ve ekstansör karpı radialis brevis (EKRB) transferini önermiştir. Zachary<sup>[22]</sup> sonuçların objektif değerlendirilmesinin önemini savunarak, kendi değerlendirme ölçütlerini sunduğu çalışmada 22 alçak ve 35 yüksek seviyeli radial sinir felcinden oluşan hasta grubunda, PT'nin EKRL ve EKRB'ye transferlerini değerlendirmiş ve el bileği ekstansiyonunun günlük hareketler için yeterli düzeyde olduğunu saptamıştır. Bu makale radial sinir felcinde uygulanan tendon transferi ile ilgili sonuçların bilimsel olarak değerlendirildiği ilk yayın olarak kabul edilebilir. Chotigavanich,<sup>[8]</sup> PT'nin EKRL ve

EKRB'ye transfer edildiği 43 hastanın beşinde radial deviyasyon deformitesi geliştiğini bildirmiştir. Elde edilen el bileği ekstansiyonları iki hastada 3 kuvvetinde (%4), 31 hastada 4 kuvvetinde (%62), 10 hastada 5 kuvvetindedir (%20).



**Şekil 1.** Tendon transferi sonrası (a) parmaklar fleksiyon pozisyonunda iken el bileği ekstansiyonu. (b) El bileği nötralde, parmaklar fleksiyon pozisyonunda iken başparmak ekstansiyonu. (c) El bileğinde tendon transferi sonrası gelişen radial deviyasyon deformitesi.

Özellikle Brand'ın<sup>[2]</sup> el mekaniği üzerine çalışmaları, transferlerdeki kuvvet dağılımlarının daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır. Pronator teresin EKRL ve EKRB tendonlarının her ikisine birden verildiği transferlerde güç, el bileği hareket ekseninin radialinde yer alır. Ekstansör karpi radialis longusun, EKRB'ye göre daha radialde bulunması nedeniyle, el bileğinin her ekstansiyonunda EKRB gevşer ve EKRL etkin duruma geçer. Sonuçta el bileği radial deviyasyona zorlanır. Bu sorun, tendon transferinin el bileği tam ekstansiyonda iken gerçekleştirilmesi ile çözülebilir. Böylece, EKRL'nin daha gevşek hale gelmesi ve EKRB'nin el bileğinin esas ekstansörü durumuna geçmesi sağlanacaktır. Ancak, son yıllarda yalnızca EKRB'nin alıcı olarak kullanılmaya başlanması bu sorun için daha kolay bir çözüm yolu olmuştur.<sup>[1-3,17,23]</sup>

Yirmi dört yüksek radial sinir felcini içeren 29 hastalık çalışmamızda, mekanik çalışmalar ve literatürdeki bilgiler dikkate alınarak, el bileğinin radial deviyasyon eksenine yakınlığı nedeniyle EKRL transferi yapılmamıştır. Bir hasta dışında, el bileği ekstansiyonunun sağlanmasında kullandığımız transfer, PT'nin EKRB'ye transferidir (Tablo 2). Motor kuvvetlerin olguların %79.2'sinde 4-5 seviyesinde bulunması, Tajima'nın<sup>[24]</sup> savunduğunun aksine, PT'nin yalnızca EKRB'ye transferi ile, el bileği ekstansiyon kuvvetlerinde azalma olmadığını göstermektedir. Sekiz hastada radial deviyasyon deformitesi gelişmiştir. Bu hastaların hepsinde ortak bulgu, parmak ekstansiyonu için kullanılan vericinin FKU olmasıdır. Bu sonuç, el bileğindeki fleksör-ulnar güç kaybının, transfer sonrası el bileğinde radial deviyasyon deformitesi oluşmasında esas etken olduğu görüşünü kuvvetlendirmektedir.

Radial sinir felci sonrası görülen klinik sorunun temelinde, özellikle kuvvetli kavrama ile görülen el bileği stabilizasyon güçlüğü yatar. Sinir onarımlarında aylarca sürececek iyileşme süresince atel kullanılması, özellikle proksimal yaralanmalarda elin hemen hemen tüm fonksiyonlarını olumsuz etkiler. Bu durum, PT'nin EKRB'ye transferinin "içeriden atelleme" şeklinde yapılmasına yol açmıştır.<sup>[15,25]</sup> Tajima<sup>[24]</sup> ve Krishnan ve Schackert,<sup>[26]</sup> radial sinir felcinde bu tekniğin kullanılmamasını savunmuşlardır. Neden olarak, transfer sonrası gelişen yapışıklıklara bağlı olarak, el bileği ve parmaklarda tam ekstansiyon ile fleksiyonun birlikte görülmeyeceği ve radial sinir onarım sonuçlarının son yıllarda daha başarılı olması ile birlikte, transfer sonuçlarının olumsuz

etkilenebileceği ileri sürülmüştür. Çalışmamızda PT'nin EKRB'ye transferi parmaklar ve başparmak için yapılan transferler ile birlikte yapılmış olsa da, gerek el bileği ekstansiyon kuvvetinin gerekse el bileği hareket açıklığının çok iyi olması bu görüşlere ters düşmektedir. Fonksiyonlarda gelişme sağlayan, hastanın uzun süreli atellere bağlı yaşamasını engelleyen ve anatomik- mekanik olarak uygunluğu gösterilmiş bu transfer, radial sinir onarımları sırasında ameliyat planlarına eklenebilecek bir girişimdir.

Radial sinir felci nedeniyle kaybedilen parmak ve başparmak ekstansiyonlarının yeniden kazanılması ilk olarak Jones<sup>[4,5]</sup> tarafından FKR'nin, başparmağın üç ekstansörüne (ekstansör pollisis brevis-EPB, abdüktör pollisis longus-APL, ekstansör pollisis longus-EPL) ve ikinci parmak ekstansör tendonuna, FKU'nun ise diğer üç parmağın ekstansörlerine transferi ile yapılmıştır. Fleksör karpi ulnaris ve FKR'nin her ikisinin birden transfer edilmesi, el bileği ekstansiyonunu artırsa da, mükemmel PL ve parmak fleksörleri varlığında bile el bileği tam fleksiyona gelemmez<sup>[10,13,21,26]</sup> ve zamanla hiperekstansiyon gelişir. Hiperekstansiyon pozisyonunda el bileği fleksiyonunun tenodez etkisi kaybedileceğinden, parmak ekstansörleri güçsüzleşir ve metakarpofalangeal eklemler fleksiyona gelirler.<sup>[10,21]</sup> Bu soruna FKU'yu yerinde bırakarak yaklaşan Starr,<sup>[27]</sup> FKR'yi parmakların ve PL'yi başparmağın ekstansiyonunu sağlamak için transfer etmiştir.

Zachary,<sup>[22]</sup> transfer uyguladığı 53 hastayı, her iki el bileği fleksörünün kullanıldığı 24 ve yalnızca bir el bileği fleksörünün (FKU) kullanıldığı 29 kişilik iki gruba ayırıp karşılaştırmıştır. Sonuçta, FKU ve FKR'nin her ikisinin beraber kullanıldığı grupta el bileği fleksiyonu aktif olarak hemen hemen hiç sağlanamazken, parmak ve başparmak hareketleri oldukça kötü gelişmiş, kendi sistemine göre ortalama iyi sonuç %50 seviyesinde kalmıştır. Pronator teres varlığının bu grupta sonuçları kısmen iyileştirdiği gözlenmiştir. Yalnız FKU kullanılan ikinci grupta ise, 27 hastada parmakların nötrale kadar ekstansiyona getirilebildiği, başparmak ekstansiyonunun 18 hastada tama yakın olduğu ve hastaların tümünde güçlü el bileği fleksiyonu sağlanabildiği bildirilmiştir. Zachary'nin<sup>[22]</sup> değerlendirme sistemine göre iyi sonuçlar bu grupta ortalama %91 seviyesindedir. Yazar, bu bilgiler ışığında, PL yokluğunda her iki el bileği fleksörü transferinin ciddi sorunlara yol açacağını bildirmiştir. Palmaris longus gibi normal anatomik varyasyon olarak bulunmayabilen ve çoğunlukla ön-

koldaki diğer kaslara oranla zayıf olan bir kasın varlığının her iki el bileği fleksörünün kullanılabilmesi kararını verdirebilmesi çalışmadaki tek çelişkidir.

Riordan<sup>[28,29]</sup> ve Beasley<sup>[30]</sup> parmak ekstansiyonu sağlanmasında FKU kullanılmasını ve beşinci parmak hiperekstansiyonundan kaçınmak için gerginliğin ikinci parmakta beşinci parmağa doğru giderek azaltılmasını veya ekstansör digiti minimumun transfere eklenmemesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Chotigavanich<sup>[8]</sup> 50 hastalık grupta, parmak ekstansörü olarak 40 hastada FKU, 10 hastada dördüncü parmağa ait fleksör digitorum superfisyali (FDS) kullanmıştır. Metakarpofalangeal ekstansiyon kuvvetleri beş hastada 3, 36 hastada 4 (bu grupta FDS kullanılan hastalar da yer alır), dokuz hastada 5 kuvvetinde saptanmıştır. Motor fonksiyonlar her iki grupta da benzer bulunurken, radial deviyasyon gelişen beş hastanın hepsi FKU kullanılan gruptadır. Tajima ölçütlerine göre 12 mükemmel, 31 iyi ve 7 orta sonuç alınmıştır.

Boyes, radial sinir felci nedeniyle yapılan tendon transferlerinde ayrı bir teknik geliştirmiştir.<sup>[6]</sup> Üç olguyu örnek vererek tanıttığı kendi kombinasyonunda FKR'yi başparmak hareketleri için EPB ve APL'ye, üçüncü parmağa ait FDS'yi interosseöz membrandan geçirerek ekstansör digitorum komünise ve dördüncü parmağa ait FDS'yi aynı şekilde EPL ve EIP'ye transfer etmiştir. Fleksör digitorum superfisyalinin verici olarak kullanılmasının yanı sıra, PT ve FKR transferi ile ortaya çıkan radial deviyasyon kuvvetinin karşılanması için FKU'nun kuvvetli el bileği fleksörü olarak yerinde bırakılmasının tavsiye edilmesi önemlidir. Yazarın biyomekanik esaslara dayanarak sunduğu bu sonuçlar transferlerin gelişmesi açısından büyük önem taşır.

Tajima,<sup>[24]</sup> radial felci olan 14 hastanın sonuçlarını değerlendirdiği çalışmada yedi hastada parmak ekstansiyonu için FDS transferini kullanmış; FKU'nun, özellikle el bileği fleksiyonunun korunması için yerinde bırakılması gerektiğini savunmuştur.

Parmakların ekstansiyonunun sağlanmasında, önkol radial kenarından veya interosseöz membrandan geçirilen FKR kullanımı el mekaniğine uygun bir transferdir. İlk olarak Starr tarafından tanımlanan bu teknik özellikle Brand ve Tsuge tarafından yaygınlaştırılmış, ayrıca kas ayrılarak bağımsız kullanımı da tarif edilmiştir.<sup>[10,13,27,31-33]</sup>

Tsuge ve Adachi,<sup>[34]</sup> 25 yıllık transferlerin değerlendirildiği çalışmada, 1968'e dek kullandıkları

FKU'nun hastaların %50'sinde gelişen radial deviyasyon deformitesinden sorumlu olduğunu savunarak, bu tarihten sonra parmak ekstansiyonu için FKR kullanmaya başladıklarını, bundan sonra yapılan 27 transferde yalnızca üç hastada radial deviyasyon geliştiğini bildirmişlerdir.

Transfer çalışmamızda, parmak ekstansiyonlarının sağlanmasında verici olarak 24 hastada FKU, beş hastada FKR kullanıldı. Olgularda metakarpofalangeal eklem ekstansiyonu ve motor kuvvetlerin normale yakın derecede kazanıldığı görüldü. Alçak seviyeli yaralanmalarda, hastalarda yeterli düzeyde EKV fonksiyonu gözlemlendikten sonra FKU transferi yapıldı. Bu yaralanmalarda EKV çalışmayabileceğinden, sağlam kalan EKRL ve EKRB'nin radial deviyasyon etkisine karşı duracak kas kalmayacağı için FKU transferi önerilmemektedir.<sup>[6]</sup> Ancak, posterior interosseöz sinirin distal lezyonları total ya da kısmi olabilmektedir.<sup>[35]</sup> Posterior interosseöz sinirin supinatörü terk ettikten sonraki anatomisi, belli özelliklerine karşın oldukça değişken seyir gösterebilir.<sup>[36]</sup> Çalışma grubunda alçak seviyeli radial sinir felci (posterior interosseöz siniri tutan) olan dört hastada, EKV kasının EKRL ve EKRB'nin radial deviyasyon etkisine karşı duracak kadar güçlü olduğu saptandıktan sonra FKU transferi yapıldı. Komplikasyon olarak sekiz hastada radial deviyasyon deformitesi gelişti. Bu hastaların hepsinde parmak ekstansiyonunun sağlanması için kullanılan verici FKU idi. Bulgular ve destekleyen mekanik bilgiler son yıllarda transferlerde FKR tendonu kullanmamıza yol açmıştır. Parmak ekstansiyonu sağlanmasında FKR'nin teknik ve mekanik olarak daha uygun olduğu kanısındayız.

Radial deviyasyon görülen sekiz hastada belirgin fonksiyon kaybı saptanmamıştır. Ancak, hastaların ellerini güçlü ulnar deviyasyon gerektiren işlerde kullanmamaları, bunun bir sorun olarak ortaya çıkmamasının nedeni olabilir. Dört hastada ulnar taraf parmaklarda ekstansiyonun diğer parmak ekstansiyonlarına göre 1 derece daha güçsüz olmasını, transfer tekniği olarak gerginliğin ulnar tarafa doğru giderek azaltılmaya çalışılmasına bağlıyoruz. Ekstansör digiti minimumun beşinci parmakta yeterli gerilim oluştuğuna inanılan durumlarda transfere katılmaması, gelişebilecek beşinci parmak ekstansiyon deformitesini önlemiştir.

Başparmak ekstansiyon ve abduksiyonunun sağlanmasında PL'nin EPL'ye transferi yaygın olarak kul-

lanılan bir yöntemdir.<sup>[37]</sup> Scuderi'nin tanıttığı EPL'nin yönünün değiştirilmesi tekniği, transferde ekstansiyon ve abduksiyonun birlikte onarılmasına imkan verir.<sup>[6]</sup> Burada sorun APL ve EPB tendonlarının radial sinir felcinde alıcı olarak kabul edilebilirliğidir. Abdüktor pollisis longus birinci metakarp ekstansörüdür ve APL fonksiyonu onarılmayan bazı hastalarda başparmakta çökme gelişir; bu durum da trapezometakarpal ekleme fleksiyona yol açar. Bu nedenle, bazı yazarlar APL transferlerini önermektedir.<sup>[12,38]</sup>

Tsuge,<sup>[39]</sup> PL'nin APL yerine EPB'ye verilmesinin daha uygun olduğunu savunsa da, Omer<sup>[25]</sup> buna alternatif olarak EPB'nin birinci dorsal kompartmandan alınarak PL'ye yan-yan transfer sırasında dikilmesini tarif etmiştir. Riordan<sup>[28,29]</sup> dorsal yaklaşımı kullanmış ve EKRB'yi distalde ikiye ayırarak radial yarısını APL'ye vermiştir. Ancak, bu transferin çalışabilmesi için EKRB aktif veya PT tarafından fonksiyonları karşılanıyor olmalıdır.

Çok sayıda çalışmada, PL'nin EPL'ye tek başına transferi ile başparmak ekstansiyon ve abduksiyonunun iyi derecede geri kazanıldığını görmekteyiz.<sup>[8,9,11-13,23]</sup> Yirmi üç hastada yalnızca PL'nin kullanıldığı çalışmamızda başparmak abduksiyonu ortalama 45.6°, interfalangeal ekleme ekstansiyonu 18° bulunmuştur. Başparmak ekstansiyonunun motor gücü hastaların %80'inde 4-5 kuvvetinde idi. Bu sonuçlar, radial sinir felci sonrasında başparmak hareketlerinin onarımında PL'nin tek başına EPL'ye transferinin yeterli olacağı hipotezini doğrulamaktadır.

Tendon transferleri ile ilgili yayınlarda çoğunlukla hastalara ait sonuçlar verilmeyip yalnızca tekniklerin tarif ediliyor olması, sonuçlar için ortak bir değerlendirme şemasının kullanılmaması çalışmaların karşılaştırılmasını güçleştirir. Ancak, konularında söz sahibi yazarlara ait çalışmaların sonuçları değerlendirildiğinde, radial sinir felci nedeniyle yapılan tendon transferlerinin fonksiyonları çok iyi onardığı görülür. Çalışmamızda elde edilen iyi ve mükemmel sonuçların oranı %82.8 bulunmuştur. Sonucumuzu karşılaştırabileceğimiz ve Tajima ölçütleri kullanılarak değerlendirilmiş tek çalışma Chotigavanich'in<sup>[8]</sup> çalışmasıdır ve iyi-mükemmel sonuç oranı %86 olarak bildirilmiştir. Hastaların memnuniyet derecelerine bakılırsa, tüm çalışmalarda bu sonucun %100'e yakın olduğu görülmektedir. Bu derece yüksek başarı oranı, tendon transferinin periferik sinir felci ile kaybedilen motor fonksiyonları mekanik olarak tama

yakın derecede geri kazandırması ile açıklanabilir. Unutulmaması gereken, tendon transferinde kullanılan verici kasın eski fonksiyonlarını kaybedeceği, başarının mekanik planlama ve yatak uygunluğundan ziyade beyin kullanabilme yeteneğine ve transferin yeniden eğitimine bağlı olduğudur. İyi sonuçlar, terapist ve hastanın tedavinin her aşamasına aktif olarak katıldığı durumlarda elde edilebilir.

## Kaynaklar

1. Brand, PW. Tendon transfers in the forearm. In: Flynn JE, editor. Hand surgery. Baltimore: Williams & Williams; 1982. p. 276-92.
2. Brand PW. Biomechanics of tendon transfers. In: Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ, editors. Tendon surgery in the hand. St. Louis: Mosby; 1987. p. 395-410.
3. Brand PW. General principles for restoration of muscle balance following paralysis in forearm and hand. In: Chapman MW, Madison M, editors. Operative orthopaedics. Philadelphia: Lippincott; 1988. p. 1369-77.
4. Jones R. II. On suture of nerves, and alternative methods of treatment by transplantation of tendon. Br Med J 1916;1:641-3.
5. Jones R. II. On suture of nerves, and alternative methods of treatment by transplantation of tendon. Br Med J 1916;1:679-82.
6. Green DP. Radial nerve palsy. In: Green's operative hand surgery. 2nd ed. New York: Churchill Livingstone; 1988. p. 1479-98.
7. McPeak LA. Physiatric history and examination. In: Bradom RL, editor. Physical medicine and rehabilitation. Philadelphia: W. B. Saunders; 1996. p. 3-42.
8. Chotigavanich C. Tendon transfer for radial nerve palsy. Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst 1990;50:1-10.
9. Bevin AG. Early tendon transfer for radial nerve transection. Hand 1976;8:134-6.
10. Adams J, Wood VE. Tendon transfers for irreparable nerve damage in the hand. Orthop Clin North Am 1981;12:403-32.
11. Millesi H, Meissl G, Berger A. Further experience with interfascicular grafting of the median, ulnar, and radial nerves. J Bone Joint Surg [Am] 1976;58:209-18.
12. Almquist EE. Principles of tendon transfers. In: Gelberman RH, editor. Operative nerve repair and reconstruction. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1991. p. 689-96.
13. Brown PW. The time factor in surgery of upper-extremity peripheral nerve injury. Clin Orthop Relat Res 1970;(68):14-21.
14. Seddon H. Factors influencing indications for operations. In: Surgical disorders of the peripheral nerves. 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1975. p. 243-9.
15. Burkhalter WE. Early tendon transfer in upper extremity peripheral nerve injury. Clin Orthop Relat Res 1974;(104):68-79.
16. 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. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2007;41:153-7.
17. 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.
  18. Ege R. Paralitik el. In: El cerrahisi. Ankara: T¼rk Hava Kurumu Basımevi; 1991. 295-329.
  19. Mailander P, Berger A, Schaller E, Ruhe K. Results of primary nerve repair in the upper extremity. *Microsurgery* 1989;10:147-50.
  20. Ring D, Chin K, Jupiter JB. Radial nerve palsy associated with high-energy humeral shaft fractures. *J Hand Surg [Am]* 2004;29:144-7.
  21. Lowe JB 3rd, Sen SK, Mackinnon SE. Current approach to radial nerve paralysis. *Plast Reconstr Surg* 2002;110:1099-113.
  22. Zachary, RB. Tendon transplantation for radial paralysis. *Br J Surg* 1946;33:358-64.
  23. Skoll PJ, Hudson DA, de Jager W, Singer M. Long-term results of tendon transfers for radial nerve palsy in patients with limited rehabilitation. *Ann Plast Surg* 2000;45:122-6.
  24. Tajima T. Tendon transfers in radial nerve palsy. Retrospective choices based on retrospective analysis of methods used and their follow-up results. In: Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ, editors. *Tendon surgery in the hand*. St. Louis: Mosby; 1987. p. 432-8.
  25. Omer GE. Early tendon transfers as internal splints after nerve injury. In: Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ, editors. *Tendon surgery in the hand*. St. Louis: Mosby; 1987. p. 413-8.
  26. Krishnan KG, Schackert G. An analysis of results after selective tendon transfers through the interosseous membrane to provide selective finger and thumb extension in chronic irreparable radial nerve lesions. *J Hand Surg [Am]* 2008;33:223-31.
  27. Starr CL. Army experiences with tendon transference. *J Bone Joint Surg [Am]* 1922;4:3-21.
  28. Riordan DC. Tendon transfers in hand surgery. *J Hand Surg [Am]* 1983;8(5 Pt 2):748-53.
  29. Riordan DC. Radial nerve paralysis. *Orthop Clin North Am* 1974;5:283-7.
  30. Beasley RW. Tendon transfers for radial nerve palsy. *Orthop Clin North Am* 1970;1:439-45.
  31. Lim AY, Lahiri A, Pereira BP, Kumar VP, Tan LL. Independent function in a split flexor carpi radialis transfer. *J Hand Surg [Am]* 2004;29:28-31.
  32. Ishida O, Ikuta Y. Analysis of Tsuge's procedure for the treatment of radial nerve paralysis. *Hand Surg* 2003;8:17-20.
  33. Brand PW. Biomechanics of tendon transfer. *Orthop Clin North Am* 1974;5:205-30.
  34. Tsuge K, Adachi N. Tendon transfer for extensor palsy of forearm. *Hiroshima J Med Sci* 1969;18:219-32.
  35. Ay Ő. Posterior interosseoz sinirin terminal dallarının anatomik Őeması; anatomik bir alıŐma. *T Klin Tıp Bilimleri* 2003;23:459-63.
  36. Suematsu N, Hirayama T. Posterior interosseous nerve palsy. *J Hand Surg [Br]* 1998;23:104-6.
  37. Smith RJ, Hastings H II. Principles of tendon transfers to the hand. *Instr Course Lect* 1980;29:129-52.
  38. Boyes JH. *Bunnell's surgery of the hand*. 5th ed. Philadelphia: J. B. Lippincott; 1970.
  39. Tsuge K. Tendon transfers for radial nerve palsy. *Aust N Z J Surg* 1980;50:267-72.