

Düşük ayak tedavisinde tendon transferleri: Güncel yaklaşımlar ve cerrahi prensipler

Tendon transfers in foot drop treatment: Current approaches and surgical principles

Tulgar Toros¹, Bilgehan Çatal²

¹El Mikrocerahi Ortopedi ve Travmatoloji Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İzmir

²İstanbul Medipol Üniversitesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul

Bu derleme, peroneal sinir lezyonları başta olmak üzere farklı etiyojilere bağlı gelişen düşük ayakta (*drop foot*) tendon transferlerinin güncel cerrahi yaklaşımını; patogenezi, doğal seyir, tanı-değerlendirme ilkeleri, konservatif tedavi seçenekleri, cerrahi anatomi ve biyomekanik prensipler, sık uygulanan transfer teknikleri, rehabilitasyon stratejileriyle komplikasyonlar ve uzun dönem sonuçlar çerçevesinde sistematik olarak ele almaktadır. Düşük ayak, ayak bileği dorsifleksiyon kaybıyla seyreden dinamik bir patoloji olup tedavi edilmediğinde ekinus kontraktürü, arka ayakta varus/inversiyon, ön ayakta birinci metatars plantar fleksiyonu ve pes kavus gibi üç düzlemli deformite bileşenlerine ilerleyerek fonksiyonel yürüme paternini bozabilir. Klinik değerlendirmede deformitenin dinamik-statik bileşenlerinin ayrıştırılması, eklem hareket açıklığının korunup korunmadığının belirlenmesi ve tendon transferine uygun donör kasların seçimi kritik öneme sahiptir; bu nedenle yürüme analizi ve elektromiyografi, kas tutulumunun derecesi ile reinnervasyon potansiyelinin objektifleştirilmesinde belirleyici rol oynar. Cerrahi tedavide temel amaç, ayak bileği dorsifleksiyonunu yeniden kazandırmakla birlikte subtalar eksen dengesi ve frontal plan kontrolünü de sağlayarak plantigrad, stabil ve sürdürülebilir bir ayak fonksiyonu oluşturmaktır. Bu bağlamda posterior tibial tendon transferi kalıcı düşük ayakta altın standart yöntem olarak öne çıkarken, seçilmiş olgularda peroneus longus transferi gibi alternatifler ön ayak deforman kuvvetlerini azaltma ve dinamik dengeyi artırma açısından değerli seçenekler sunabilir. Modern fiksasyon yöntemleri ve yapılandırılmış rehabilitasyon protokolleri erken mobilizasyona olanak sağlasa da mekanik yetersizlikler, adezyonlar ve nöromusküler adaptasyon sorunları uzun dönem sonuçları etkileyen temel sınırlılıklar olarak varlığını sürdürmektedir.

Anahtar sözcükler: düşük ayak; tendon transferi; posterior tibial tendon transferi; peroneus longus transferi; rehabilitasyon

This review systematically addresses the contemporary surgical approaches to tendon transfer procedures for drop foot resulting from various etiologies, most notably peroneal nerve lesions, within the framework of pathogenesis, natural history, diagnostic and evaluation principles, conservative treatment options, surgical anatomy and biomechanical considerations, commonly employed transfer techniques, rehabilitation strategies, complications, and long-term outcomes. Drop foot is a dynamic pathology characterized by loss of ankle dorsiflexion, which, if left untreated, may progress to a tri-planar deformity involving equinus contracture, hindfoot varus/inversion, plantar flexion of the first metatarsal, and pes cavus, ultimately disrupting functional gait patterns. In clinical assessment, distinguishing between the dynamic and static components of the deformity, determining the preservation of joint range of motion, and selecting appropriate donor muscles for tendon transfer are of critical importance; therefore, gait analysis and electromyography play a pivotal role in objectively assessing the extent of muscle involvement and the potential for reinnervation. The primary goal of surgical treatment is to restore ankle dorsiflexion while simultaneously ensuring subtalar axis balance and frontal plane control, thereby establishing a plantigrade, stable, and sustainable foot function. In this context, posterior tibial tendon transfer remains the gold standard procedure for permanent drop foot, whereas alternative options, such as peroneus longus transfer, may offer valuable advantages in selected cases by reducing deforming forces in the forefoot and enhancing dynamic balance. Although modern fixation techniques and structured rehabilitation protocols facilitate early mobilization, mechanical insufficiency, adhesions, and neuromuscular adaptation challenges continue to represent key limitations affecting long-term outcomes.

Key words: drop foot; tendon transfer; posterior tibial tendon transfer; peroneus longus transfer; rehabilitation

İletişim / Contact: Prof. Dr. Tulgar Toros • E-posta / E-mail: tulgartoros@yahoo.com

ORCID ID: Tulgar Toros, 0000-0001-9985-4599 • Bilgehan Çatal, 0000-0002-4883-4317

Geliş / Received: 3 Ocak 2026 • **Revizyon / Revised:** 4 Şubat 2026 • **Kabul / Accepted:** 11 Şubat 2026

GİRİŞ VE TARİHÇE

Tendon transferleri, kas-tendon ünitelerini fonksiyonel ihtiyaca göre yeniden konumlandırarak motor denge- nin restorasyonunu ve işlev kayıplarının telafisini hedef-leyen cerrahi rekonstrüksiyon yöntemleridir. On doku- zuncu yüzyılın sonlarındaki ilk tanımlamalar yapılmış olmakla birlikte, bu alan 20. yüzyılın ortasında özellikle Brand, Mann ve Sarmiento'nun sistematik katkılarıyla bir cerrahi disiplin hâline gelmiş, üst ekstremité poliomyelit sekellerindeki başarılı uygulamaların ardından alt ekstre- miteye de uyarlanmıştır.^[1,2]

Ayak-ayak bileği çevresinde tendon transferinin temel hedefi; kaybolan kas gücünü restore etmek, agonist-an- tagonist kas grupları arasındaki patolojik dengesizliği ortadan kaldırmak ve nihayetinde yük aktarımını fizyo- lojik sınırlar içinde yöneten plantigrad ve stabil bir ayak elde etmektir. Bugün pratiğimizde en sık karşılaştığımız endikasyon ise peroneal sinir felcine bağlı düşük ayak deformitesidir.^[3-5]

Cerrahi planlama tarihsel olarak üç ana prensibe dayanır; doğru donör kas seçimi (yeterli kas gücü-ekskür- siyon rezervi), transfer edilen ünitenin fizyolojik yön ve fazının korunması ve ayağın rotasyonel tork dengesinin yeniden sağlanmasıdır. Brand'in klasik yaklaşımı, cerra- hi karar verirken kasın doğasını anlamayı gerektiren şu cümlede özetlenir: "Kasın orijinal fonksiyonu, üstlendiği yeni görevle sinerjik olmalıdır."^[6]

Bu derlemenin amacı; düşük ayak cerrahisinde sık olarak uygulanan tendon transferlerinin cerrahi prensip-lerini, güncel tekniklerini, rehabilitasyon protokollerini ve fonksiyonel sonuçlarını literatürle birlikte aktarmaktır.

DÜŞÜK AYAK TANIMI, PATOGENEZİ VE DOĞAL SEYRİ

Düşük ayak (*drop foot*), ayak bileği dorsifleksiyonunun yetersizliği veya tamamen kaybıyla karakterize, yürüyüş sırasında ayak ucunun yerden kaldırılamaması sonucu gelişen fonksiyonel bir bozukluktur. En sık neden peroneal sinir lezyonları olmakla birlikte, L4-L5 radikü- lopatisi, motor nöron hastalıkları, poliomyelit sekelleri ve travmatik kas-tendon yaralanmaları da tabloya yol açabilir.^[7] Patogeneizde tibialis anterior ve anterior kom- partman kaslarının zayıflığı temel rol oynar. Bu kasların fonksiyon kaybı zaman içinde antagonistik kaslar olan plantar fleksörlerin kontraktürüne ve ayak bileğinde ekinus deformitesinin gelişimine neden olur.^[8] Tibialis anterior kası yalnızca ayak bileğinin primer dorsifleksörü değil, aynı zamanda birinci metatarsı dorsifleksiyona kaldıran önemli bir dinamikdir; bu nedenle peroneus longus ile antagonist bir ilişkiye sahiptir. Peroneal kas- ların sağlam kaldığı olgularda peroneus longusun kont-

rolsüz çekişi birinci metatars üzerinde plantar fleksiyon momentini artırarak pes kavus deformitesinin ortaya çıkmasına neden olur.^[9-11]

Anterior kompartmanla birlikte peroneal kasların da etkilendiği daha ileri olgularda, tibialis posterior tendo- nunun antagonisti olan peroneus brevis kası fonksiyon dışı kalır ve tibialis posteriorun denetlenemeyen çekişi ard ayakta inversiyon-varus deformitesinin gelişimine yol açar.^[9,12] Bu mekanik dengesizlik, subtalar ekleme- de dengesiz yük dağılımına, tekrarlayan burkulmalara, bası yaralarına ve ağırlı yürüyüş paternine neden olur. Tibialis anterior kasının izole tutulduğu durumlarda hastalar dor- sifleksiyon için uzun parmak ekstansörlerini kompensatu- var olarak kullanır ancak bu kaslar hem daha zayıf hem de daha sınırlı bir moment kola sahiptir. Zaman içinde aşırı kompensasyon parmakların metatarsofalangeal (MTF) eklemlerinde hiperekstansiyon, interfalangeal eklemler- de fleksiyon ile karakterize pençe parmak deformitesine yol açar; bu deformiteler ayakkabı kullanımını güçleştirir ve parmak dorsalinde bası yaralarına neden olabilir.^[13]

Düşük ayağın doğal seyri progresif deformite ve fonksiyon kaybı ile karakterizedir. Tedavi edilmediğin- de ekinus kontraktürü, varus/inversiyon deformitesi ve pes kavus gelişimi giderek belirginleşir; yürüyüşte enerji tüketimi artar, adım uzunluğu kısalır ve topuk tema- sı kaybolur.^[8,11] Ayrıca proprioseptif bozulmalar ve kas yorgunluğu nedeniyle düşme ve burkulma riskinde artış görülür. Uzun dönem sonuçlarda cilt bası problemleri, tekrarlayan ayak bileği burkulmaları ve kronik lateral instabilite sık karşılaşılan klinik durumlardır. Bu nedenle düşük ayak yalnızca bir motor kayıp değil, zaman içinde progresyon gösteren ve kompleks üç düzlemli deformite- lere dönüşebilen dinamik bir patoloji olarak değerlendirilmelidir.^[10,12,13]

DÜŞÜK AYAKTA KLİNİK BULGULAR VE TANI YÖNTEMLERİ

Düşük ayak, ayak bileği dorsifleksiyon gücünün azal- ması veya tamamen kaybolması sonucunda ortaya çıkan ve yürüyüş sırasında ayağın yerden yeterince kaldırıla- mamasıyla karakterize bir klinik tablodur. Başlangıçta yalnızca tibialis anterior kasındaki güç kaybıyla sınırlı olabilirken, sürecin ilerlemesiyle ekstansör halluks lon- gus (EHL), ekstansör digitorum longus (EDL) ve peroneal kasların tutulumu tabloyu belirgin şekilde ağırlaştırır. Dorsifleksiyon yetersizliği zaman içinde plantar fleksör- leri adaptif kısalma, Aşil tendonunda gerginlik artışı ve ayak bileğinde ekinus deformitesinin gelişmesine yol açar.^[7-9] Tibialis anterior aynı zamanda birinci meta- tarsın dorsifleksiyonundan sorumlu olduğu için pero- neus longus kasının gücü korunduğu durumlarda birinci

metatarsın plantar fleksiyona yönelmesi ve pes kavus deformitesinin ortaya çıkması sık karşılaşılan bir dinamiklerdir.^[12] Buna karşın peroneal kasların da tutulduğu ileri olgularda, peroneus brevisin fonksiyon kaybı tibialis posteriorun antagonistik etkisini ortadan kaldırarak ard ayakta inversiyon-varus deformitesine neden olabilir.^[5] Bu deformiteler birlikte değerlendirildiğinde, ayağın dengeli basışı bozulur, kronik burkulmalar, nasırlaşma, bası yaraları ve yük vermayla ayakta ağrı gelişir.

Klinik bulgular çoğunlukla hastanın yürüyüşü sırasında belirgindir. Tipik kompensatuvar paternler arasında yüksek *steppage* yürüyüşü, kalça ve dizin aşırı fleksiyona getirilerek ayağın sürtünmeden ileri taşınması yer alır.^[11] Tibialis anteriorun izole tutulumunda hasta dorsifleksiyonu sağlamak için parmak ekstansörlerini devreye sokar; bu kompensasyon uzun dönemde parmaklarda pençeleşme deformitesine, ayakkabı içinde sürtünmeye bağlı dorsal yaralara ve fonksiyonel kozmetik sorunlara yol açar.^[13] İleri deformitelerde lateral instabiliteye bağlı tekrarlayan düşmeler, ayak bileği burkulmaları ve yürüyüş hızında belirgin azalma bildirilmiştir.

Tanıda ilk basamak klinik muayenedir. Ayak bileği dorsifleksiyon gücü, ayak eversiyon-inversiyon kapasitesi, parmak ekstansiyonu ve plantar fleksiyon dengesi manuel kas testiyle değerlendirilir. Ayakta dinamik ve statik pozisyon bozuklukları (kavus, varus, ekinus) dikkatlice analiz edilir. Peroneal sinir palpasyonu, fibula başı seviyesinde duyarlılık veya Tinel pozitifliği nörojenik etiolojiyi destekler.^[11] Yürüme analizi, kompensatuvar mekanizmaların objektif değerlendirilmesinde önemlidir. Elektromiyografi (EMG), kas tutulumunun derecesini, reinnervasyon potansiyelini ve hangi kasların tendon transferine uygun olduğunu belirlemede altın standart yöntemdir.^[14] Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) veya ultrasonografi, tendon bütünlüğünün değerlendirilmesi ve eşlik eden kas atrofilerinin belirlenmesi için kullanılabilir. Etiyolojiye yönelik olarak lomber MRG, fibula başı çevresinde lokal bası nedenleri ve travma sonrası anatomik bütünlük de görüntülemeyle araştırılır.^[3]

Düşük ayakta tanı ve klinik değerlendirme hem deformitenin dinamik bileşenlerini hem de nöromusküler katkıyı belirlemek açısından kritik öneme sahiptir. Bu değerlendirme tendon transferinin tipini, gerginlik ayarını ve ek cerrahi gereksinimlerini (osteotomi, yumuşak doku gevşetme) belirlemede doğrudan belirleyici rol oynar.

DÜŞÜK AYAKTA KONSERVATİF TEDAVİ

Düşük ayakta konservatif tedavi, özellikle erken dönemde sinir iyileşmesinin mümkün olduğu olgularda ilk basamak yaklaşımı oluşturur. Tedavinin ana hedefleri; ayak bileğinin nötral pozisyonda korunması, kontraktür

gelişiminin önlenmesi, yumuşak doku dengesinin sürdürülmesi ve hastanın güvenli yürüme paterninin desteklenmesidir.

Ortez kullanımı (AFO): En sık uygulanan yöntemdir. Posterior yapraklı AFO'lar hafif ve esnek yapılarıyla salınım fazında ayağın takılmasını önlerken, daha rijit AFO modelleri inversiyon eğilimi belirgin olan hastalarda subtalar dengeyi korur.^[4] Ortez kullanımı hem fonksiyonel güvenlik sağlar hem de aşırı plantar fleksiyonun tetiklediği ekinizm gelişimini engeller.

Fizik tedavi ve kas güçlendirme: Tibialis anteriorun kısmi innervasyonu bulunan hastalarda selektif güçlendirme egzersizleri ve nöromusküler elektrik stimülasyonu, kas aktivasyonunu destekleyebilir.^[13] Germe programları, özellikle Aşil-gastroknemius kompleksinde gelişebilecek kontraktürleri önlemede kritiktir.

Ayakkabı modifikasyonları: Lateral kama, karbon tabanlık veya *rocker-bottom* ayakkabılar, yürüyüşün salınım ve itme fazlarını kolaylaştırarak kompensatuvar hareketleri azaltır.^[7]

Deri ve bası alanı bakımı: Kas dengesizliği ve deformiteye bağlı olarak dorsal parmak basıları ve metatarsal başlarda cilt lezyonları sık görülür; düzenli cilt bakımı ve uygun ayakkabı seçimi yara riskini azaltır.

İzlem: Peroneal sinir lezyonlarında 6-12 aylık dönemde sinir iyileşmesi beklenir; klinik ve elektrofizyolojik değerlendirmeler tedavi planını yönlendirir.^[8] Persistan fonksiyon kaybı, progresif deformite veya tekrarlayan travmalar cerrahi müdahaleyi gündeme getirir.

DÜŞÜK AYAKTA CERRAHİ TEDAVİ

Cerrahi Anatomi ve Biyomekanik Prensipler

Düşük ayak rekonstrüksiyonunda başarılı bir tendon transferi için ayak bileği çevresinin anatomik yapıları, kas-tendon ünitelerinin fonksiyonel özellikleri ve ayak bileği-subtalar eklem eksenlerinin biyomekaniği ayrıntılı biçimde değerlendirilmeli ve cerrahi planlama bu bilgiler doğrultusunda yapılmalıdır. Ayak bileği dorsifleksiyon fonksiyonunu sağlayan anterior kompartman kasları (tibialis anterior, ekstansör hallusis longus, ekstansör digitorum longus) derin peroneal sinir tarafından innerve edilir. Bu kas grubunun fonksiyon kaybı, ayak bileğinin yer çekimi etkisiyle plantar fleksiyon pozisyonunda kalması ve zaman içinde gastrosoleus kompleksinin kılmasına yol açar. Dorsifleksiyon momentinin kaybı, aynı zamanda subtalar eklem denge mekanizmalarını da bozar ve düşük ayağın deformite paternini belirleyen temel biyomekanik süreçleri başlatır.^[7,15]

Ayak bileği ekseninin anteriorunda yer alan kaslar dorsifleksiyon, posteriorunda yer alanlar plantar fleksi-

yon oluşturur. Subtalar eklemin oblik eksenini ise inversiyon-eversiyon dengesini belirler. Bu nedenle transfer edilen kasın bu iki eksenle ilişkisi, elde edilecek nihai hareket paternini doğrudan etkiler. Örneğin tibialis posterior tendonu, ayak bileği ekseninin posteriorunda ve subtalar eksenin medialinde yer aldığı için normalde plantar fleksiyon ve inversiyon momenti oluşturur. Bu tendonun anterior kompartmana transfer edilmesiyle, eksen karşısındaki yönü değişir ve dorsifleksiyon sağlayan bir motor ünitesine dönüşür. Bu dönüşümün başarılı olabilmesi için kasın yeterli ekskürsiyona, en az 4/5 güç düzeyine, yeni görevle nöromusküler uyum sağlayacak sinerjiye ve yeterli ekskürsiyona sahip olması gereklidir.^[14,16]

Tendon transferlerinin biyomekanik başarısında moment kolu kritik rol oynar. Dorsifleksiyon hedeflenen transferlerde tespit hattı ne kadar ayak bileği eklem merkezinden uzaksa, oluşturulan moment kolu o denli artar ve fonksiyonel dorsifleksiyon gücü belirgin şekilde iyileşir. Bu nedenle posterior tibial tendon (PTT), interosseöz membran üzerinden anterior kompartmana aktarılırken, tibialis anterior tendonuna ya da medial/lateral kuneiform düzeyine tespit edilmesi, fizyolojik bir dorsifleksiyon momenti yaratır. Transfer hattının mümkün olduğunca düz, friksiyonsuz ve çevre dokulardan serbest olması tendonun ekskürsiyonunu artırır ve ameliyat sonrası adezyon riskini azaltır.^[4]

Kas-tendon ünitelerinin antagonist dengesi, düşük ayak rekonstrüksiyonunda göz ardı edilmemesi gereken bir diğer biyomekanik unsurdur. Peroneal kasların fonksiyonunun korunduğu olgularda birinci metatars üzerinde plantar fleksiyon momenti artarak pes kavuş eğilimi güçlenebilir. Buna karşılık peroneal kasların da etkilendiği durumlarda tibialis posteriorun karşılanamayan çekişi arka ayakta varus deformitesine yol açabilir. Bu nedenle transfer planlamasında yalnızca dorsifleksiyon hareketinin yeniden sağlanması değil, aynı zamanda subtalar eklemin nötral eksen dengesinin kurulması da hedeflenmelidir.^[8]

Düşük ayak cerrahisinde temel biyomekanik amaç, ayak bileği eklemi ekseninin anterioruna yeterli çekme kuvveti oluşturabilecek bir kasın transfer edilmesidir. Posterior tibial tendon, yüksek çekme gücü, uzun ekskürsiyonu ve güçlü kas kütlesiyle dorsifleksiyon görevini devralabilecek en uygun donördür.^[7,15]

Ayak bileği ve subtalar eklemin çok eksenli hareket özellikleri göz önünde bulundurulduğunda, transfer hattının doğru rotada ilerlemesi (interosseöz veya circumtibial) fonksiyonel etkinlik için belirleyicidir. İdeal transfer hattı düz, sürtünmesiz ve orijinal kas yönüne mümkün olduğunca paralel olmalıdır. Tendonun kemik yüzeyine teması ve uzun transfer rotatları adezyon ve kuvvet kay-

bına neden olabilir moment kolunun korunması dorsifleksiyon gücünü doğrudan etkiler.^[16]

Ameliyat Öncesi Değerlendirme ve Planlama

Başarılı bir transfer için şu kriterlerin karşılanması gerekir:

- Donör kasın gücü $\geq 4/5$ olmalı
- Eklem hareket açıklığı pasif olarak korunmuş olmalı
- Radyografik ve MRG ile tendon bütünlüğü doğrulanmalı
- Cerrahi sonrası rehabilitasyon sürecine hasta uyumu yüksek olmalı

Kas-tendon ünitelerinin sinerjik fonksiyon analizi, EMG ve klinik muayeneyle desteklenmelidir. Transfer hattının uzunluğu, gerginliği ve rotası ameliyat öncesi simülasyonla belirlenmelidir. Ayrıca her transfer planında, donör saha fonksiyon kaybı ve antagonist kas dengesinin bozulma riski göz önünde bulundurulmalıdır.^[6]

SIK UYGULANAN TENDON TRANSFERLERİ VE TEKNİK VARYASYONLAR

Düşük ayak deformitesinin cerrahi tedavisinde tendon transferlerinin temel amacı, ayak bileği dorsifleksiyonunu yeniden kazandırmak, plantigrad ayak pozisyonunu sağlamak ve yürüyüş sırasında ayağın yerden sürtünmesini önlemektir. Bu amaçla en sık uygulanan yöntem PTT transferidir ve peroneal sinir felcine bağlı kalıcı düşük ayakta altın standart cerrahi seçenek olarak kabul edilmektedir. Posterior tibial tendon, interosseöz membran üzerinden anterior kompartmana aktarılabilir veya circumtibial yol ile dorsale yönlendirilebilir; interosseöz rota, daha fizyolojik bir dorsifleksiyon momenti sağladığı için günümüzde daha sık tercih edilmektedir.^[17,18] Alternatif olarak Bridle tekniğinde PTT, tibialis anterior ve peroneus longus tendonlarıyla kombine edilerek ayak bileğinde daha dengeli bir dorsifleksiyon ve frontal plan kontrolü elde edilir.^[16] Özellikle lateral kompartman kaslarının fonksiyonel olduğu olgularda, peroneus longus tendonunun dorsifleksiyon katkısı amacıyla tibialis anterior veya PTT ile kombine transferleri, dinamik dengeyi artıran bir seçenek olarak kullanılmaktadır.

Düşük Ayak Tedavisinde Posterior Tibial Tendon Transferi

Endikasyon

Peroneal sinir lezyonlarına bağlı *drop foot* deformitesinde, aktif dorsifleksiyon kaybı ve yürüyüş sırasında ayak ucuna takılma görülür.

Temel prensip

Posterior tibial tendon, güçlü bir plantar fleksör olmasına rağmen yeterli ekskürsiyona ve uzun bir tendona sahip olduğu için dorsifleksiyon fonksiyonuna uyum sağlayabilir.

Teknik varyasyonlar

1. Interosseöz yol (Bosse ve Spitzzy tekniği):

- En sık kullanılan yöntemdir
- Posterior tibial tendon, interosseöz membran üzerinden anterior kompartmana aktarılır.
- Orta ya da lateral kuneiform kemiğe sabitlenir veya tibialis anterior tendonuna suture edilir.^[17]
- En doğal dorsifleksiyon momentini sağlar.

2. Sirkümtibial yol (Watkins ve Jones tekniği):

- Tendon medial malleol çevresinden subkutan olarak anteriora geçirilir.
- Diseksiyonu kolaydır fakat plantar fleksiyon momenti kısmen devam ettiği için dorsifleksiyon gücü interosseöz tekniğe göre düşüktür.^[18]

3. Bridle tekniği:

- Posterior tibial tendon, tibialis anterior ve peroneus longus tendonlarıyla birleştirilir.
- Bu üçlü bağlantı, ayak bileğinde daha dengeli bir dorsifleksiyon ve eversiyon sağlar.^[16]
- Özellikle nöropatik drop foot olgularında kont-raktür gelişme riskini azaltır.

Interosseöz cerrahi teknik

Transfer klasik olarak Hsu'nun tarif ettiği dört adet mini kesi ile yapılır.^[19] Hasta supin pozisyonunda turnike eşliğinde hazırlanır. Medial malleolun distalinden PTT'nin distal insersiyosuna uzanan ve tendonu ortlayan longitudinal insizyon ile girilir. Tendon ortaya koyulur ve navikula üzerinden periost ile mümkün olan en distal noktadan kemikten ayrılır. Tendonun ucu distale doğru genişlediği için ilerideki kemik tünel içine fiksasyonu kolaylaştırmak için bir miktar tıraşlama yapmak gerekebilir. Ardından tendonun distali tercihen 0 numara bir suture materyali ile Krakow veya benzeri bir kilitli düğüm tekniğiyle işaretlenir. İki ucu boşta olan tendonun distalindeki suture hem transferde hem de kemik fiksasyonunda kolaylık sağlar. İkinci insizyon medial malleolun yaklaşık 8-10 santimetre (cm) proksimalinden medial tibianın hem posterior sınırdan yapılır. Posterior kompartmanın fasyası açıldıktan sonra tendonun distal ucu hareket ettirilerek proksimaldeki kısım belirlenir. Posterior tibial tendon bu seviyede

genelde fleksör halluks longus (FHL)'nin hemen anterolateralinde bulunur. Tendon proksimalden belirlendikten sonra suture ile işaretlenmiş distal kısım proksimal insizyondan çıkartılır. Daha sonra bir klemp yardımıyla tibia gövdesinin hemen posteriorundan başlayıp interosseöz membranı delerek anterolateral kompartmana çıkan bir geçiş oluşturulur. Klempin yönü proksimalden distale medialden laterale doğru olmalıdır. Klempin anterolateralde hissedildiği bölgeden üçüncü bir insizyon açılır. Tendonun takılmadan kayabilmesi için interosseöz membrandaki geçişin yeterli genişlikte açıldığından emin olmak gerekir. Ardından tendon ucundaki suturelerin yardımıyla anterolateral kompartmana taşınır. Bu aşamalarda tendonun ucunu ıslak bir tamponla sarmak hem tendonun kurumasını hem de ciltle temasının azaltılmasını sağlar. Daha sonra dördüncü insizyon ayak dorsalinden tendonun transfer edileceği bölgeye göre (tibialis anterior, medial ya da lateral kuneiform) skopi kontrolüyle doğrulanarak açılır. Ardından uzun bir klemp yardımı ile ayak dorsalindeki insizyondan anterolateraldeki insizyona bir yol oluşturulur ve tendon ucundaki sutureler yardımıyla ayak dorseline taşınır. Transfer edilen tendonun cilt altında yelelenmesini önlemek için ekstansör retinakulumun altından geçmek önemlidir. Tibialis anteriora transfer edilecek ise Pulvertaft tekniği ile tendonların birbirine dikilmesi önerilir. Kemiğe transfer yapılacak ise de interferans vidası veya suture ankor kullanılabilir. Suture ankor fiksasyonu yapılacak ise tendon kemik iyileşmesini artırmak için kemiğin dorsalinin bir miktar dekortike edilmesi önerilir (Şekil 1).

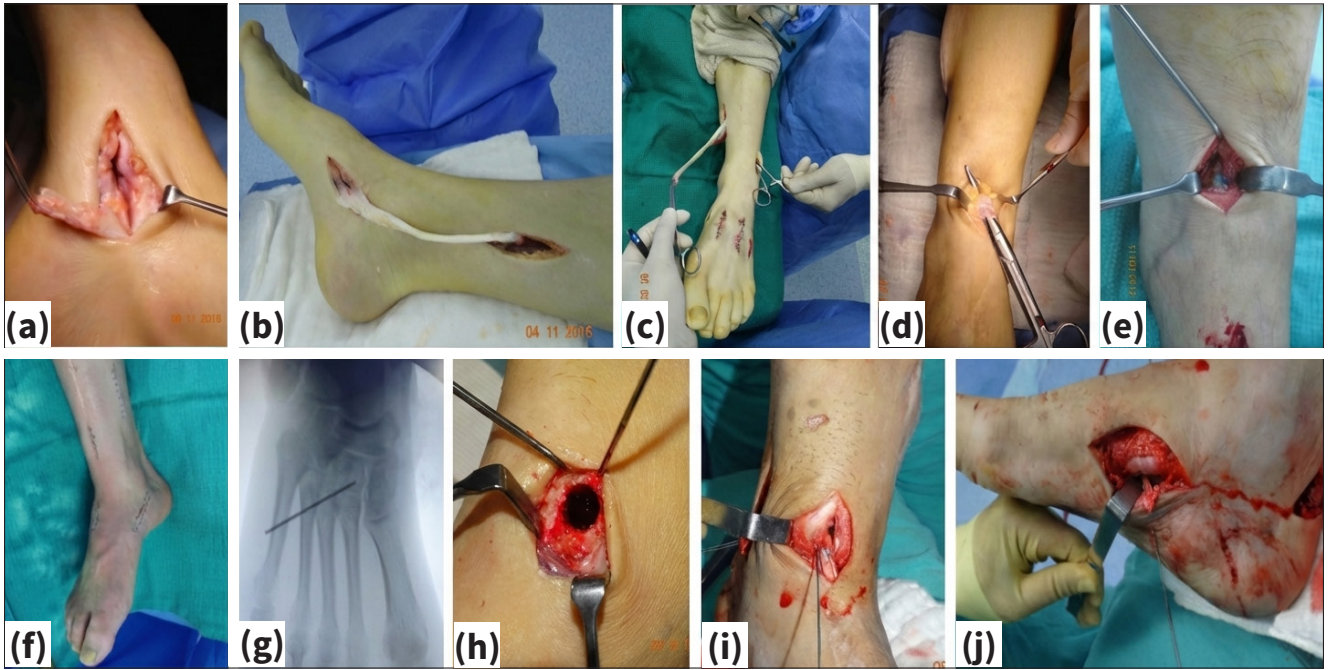
Ameliyat sonrası rehabilitasyon

Dört-6 hafta süreyle nötral pozisyonunda immobilizasyon sonrası aktif dorsifleksiyon egzersizlerine başlanır. Kasın yeni fonksiyonuna nörolojik adaptasyonu genellikle altı ay sürer.

Düşük Ayak Tedavisinde Peroneus Longus Tendon Transferi

Endikasyon

Ayak bileğinde aktif dorsifleksiyon kaybı bulunan düşük ayak olgularında, peroneus longus tendonunun ayak dorseline transferi, literatürde ve klinik pratikte sık tercih edilen etkili cerrahi seçeneklerden biridir. Peroneus longus tendonu yeterli uzunluğa, güçlü bir kas-tendon ünitesine ve tibialis anterior tendonuna benzer ekskürsiyon kapasitesine sahiptir. Bu özellikleri sayesinde, transfer sırasında tendon gerginliğinde oluşabilecek küçük teknik farklılıkları tolere edebilmekte ve ayak bileğinin tam hareket açıklığında etkin dorsifleksiyon sağlamaktadır.^[20]



Şekil 1.a-j. Posterior tibial tendon transferinin basamakları. Ayak medialinde yapılan bir insizyondan tendonun distal yapışma yeri serbestleştirilir (a), tendon kruris ortasında medialinde yapılan bir kesiden proksimale çekilir ve cilt dışına alınır (b), ayak bileği anterolateralinde yapılan üçüncü bir kesiden interosseöz membran ortaya konur, membranda açılan delikten bir tendon pensi posteriora gönderilir ve ucu ikinci kesiden çıkarılır. Tendonun serbest ucu pens yardımıyla interosseöz membrandan geçirilerek ayak bileği anterioruna çekilir (c), tendon ucu ayak bileği seviyesinde ekstansör retinakulumun altından geçirilerek ayak dorsaline alınır (d). Son basamakta ayak dorsalinde yapılan bir kesiden orta ve lateral küneiforma ulaşılır, kemikte açılan tünel içine transfer edilen tendonun serbest ucu yerleştirilir ve uygun gerginlikte tespit edilir (e). Operasyon sonrası ayak bileğinin nötral fleksiyonda veya hafif ekstansiyonda olması tendon gerginliğinin iyi ayarlandığının işaretidir (f). Orta veya lateral küneiformda tendon için seçilen insersiyon noktası bir K teli ile işaretlenir ve skopi ile kontrolü yapılır (g), işaretli noktadan tendonun içine girebileceği genişlikte bir kemik tünel açılır (h). Transfer edilecek tendonun serbest ucu tünele yerleştirilerek gerginliği ayarlanır (i), ayak medialinde yapılan kesi kullanılarak dikiş uçları küneiformun tabanında kemik üzerinde bağlanır (j).

Buna ek olarak, peroneus longus kası normal biyomekanik koşullarda birinci metatars üzerinde plantar fleksiyon etkisi oluşturarak tibialis anterior kasının antagonistidir. Düşük ayakta peroneal kas fonksiyonunun korunması durumunda bu antagonistik etki artmakta ve birinci metatarsın plantar fleksiyona zorlanması sonucu pes cavus deformitesinin dinamik bileşeni belirginleşmektedir. Peroneus longus tendonunun dorsale transferiyle bu deformiteye katkıda bulunan kuvvet ortadan kaldırılmakta ve ön ayakta daha dengeli bir yük dağılımı sağlanmaktadır.

Cerrahi teknik

Cohen tarafından tanımlanan yöntemle göre uygulanır.^[20] İlk insizyon, ayak lateralinde kuboid kemik üzerinde yaklaşık 4 cm'lik longitudinal bir kesiyle yapılır. Bu seviyede peroneal tendonlar ortaya konur, peroneus longus tendonu distale doğru takip edilerek kuboid kenarından kesilir. Tendonun distal ucu, uygun gerginlikte peroneus brevis tendonuna suture edilerek donör kas güdüğünün kısmen fonksiyonel kalması sağlanır.

İkinci insizyon, baldır lateralinde, lateral malleolun yaklaşık 8-10 cm proksimalinde fibulanın posterior kenarından yapılır. Bu seviyede peroneus longus kas-tendon bileşkesi ortaya konur ve tendon proksimali çevre yumuşak dokulardan dikkatlice serbestlenerek proksimale doğru mobilize edilir. Bu aşamada sural sinir ve yüzeysel peroneal sinirin kesi hattıyla ilişkisi göz önünde bulundurulmalı ve nörovasküler yapıların korunmasına özen gösterilmelidir.

Ardından tendon, fibulanın lateralinden ve cilt altından geçirilerek ayak bileği dorsaline, oradan da ayak sırtına yönlendirilir. Bu geçiş sırasında ayak bileği dorsalinde üçüncü bir yardımcı insizyon cerrahi manipülasyonu kolaylaştırır. Tendonun *bowstringing* yapmasını önlemek amacıyla ekstansör retinakulum altından geçirilmesi önerilmektedir. Ayak sırtında oblik bir kesi yardımıyla tendon ucu ikinci küneiform kemik üzerine açılan kemik tünele yerleştirilir ve plantar yüzde yumuşak dokular altında uygun gerginlikte düğümlenerek tespit edilir.

Bu teknikle ayak bileğinde etkin dorsifleksiyon sağlanmakla birlikte, aktif parmak ekstansiyonu elde



Şekil 2.a-c. Peroneus longus tendonunun aktif ayak bileği ekstansiyonu için ayak dorsoline transferi. Uzun peroneal tendon ayak lateralinde yapılan bir kesiden ayak tabanına döndüğü noktada serbestleştirilir, baldır lateralinde yapılan bir veya iki kesiden proksimale çekilerek cilt üzerine alınır **(a)**. Tendon fibula lateralinden anteriora, ayak bileği dorsoline alınır ve ekstansör retinakulum altından geçirilerek ayak dorsoline çekilir **(b)**. Medial küneiformda açılan kemik tünele tendon ucu yerleştirilir ve dikiş uçları ayak medialinde yapılan ayrı bir kesi yardımıyla medial küneiform tabanında yumuşak dokular altında uygun gerginlikte bağlanır **(c)**.

edilemez. Güncel literatürde, ayak bileği dorsifleksiyonunu sağlayan tendon transferlerine ek olarak aynı seansta fleksör digitorum longus tendonunun parmak ekstansörlerine transfer edilmesinin, parmak ekstansiyonunu da geri kazandırdığı ve fonksiyonel sonuçları iyileştirdiği bildirilmektedir.^[21] Bu yaklaşımda, parmak fleksiyonu kısa parmak fleksörleri ve FHL'nin Henry düğümündeki bağlantıları sayesinde korunmaktadır.

Düşük ayakta tendon transferi planlanan olgularda, ayak bileği ve parmak fleksörlerinde eşlik eden kas gerginliğinin giderilmesi, transferin etkin çalışabilmesi ve tendonun ameliyat sonrası uzamasını önlemek açısından önemlidir. Gastroknemius-soleus kompleksinde belirgin gerginlik saptanan hastalarda, Vulpius tekniği ile kas-tendon bileşkesinin kontrollü uzatılması önerilebilir. Bu işlem sırasında Aşil tendonunun aşırı uzatılmasından kaçınılmalıdır. Alternatif olarak, özellikle spastisite eşlik eden olgularda, cerrahiye ek veya geçici bir yöntem olarak botulinum toksin enjeksiyonlarının posterior kompartman kas gerginliğini azaltmada etkili olabileceği bildirilmiştir (Şekil 2).^[22]

REHABİLİTASYON PROTOKOLLERİ

Rehabilitasyon, tendon transferinin başarısında cerrahi kadar önemlidir. Amaç, kasın yeni görevine nörolojik adaptasyonunu sağlamak, yapışıklığı önlemek ve fonksiyonel gücü geri kazandırmaktır.

Erken dönem (0-6 hafta):

Ekstremité alçılır veya orteze nötral pozisyonda immobilize edilir.

- İkinci-üçüncü haftalarda pasif eklem hareketlerine başlanabilir.
- Aşırı gerilmeden kaçınılmalıdır; aksi takdirde tendon gevşemesi gelişebilir.

Orta dönem (6-12 hafta):

- Kademeli aktif dorsifleksiyon/plantar fleksiyon egzersizleri başlanır.
- İzometrik kuvvetlendirme ve proprioseptif çalışmalar eklenir.
- Sekizinci-10. haftalarda düşük dirençli bant egzersizleri önerilir.

Geç dönem (12. hafta ve sonrası):

- Tam aktif hareket ve denge egzersizleri uygulanır.
- Dördüncü-altıncı ayda hafif koşu ve sportif aktivitelere geçiş planlanabilir.
- Çoğu hasta altıncı-dokuzuncu ayda ameliyat öncesi fonksiyon seviyesine ulaşır.^[13]

Erken mobilizasyonun, tendon iyileşmesinde kollajen organizasyonunu artırarak adezyonları azalttığı gösterilmiştir.^[4] Ancak erken yük verme, yalnızca güvenli fiksasyon elde edilmiş olgularda önerilmelidir.

KOMPLİKASYONLAR VE UZUN DÖNEM SONUÇLAR

Düşük ayak tedavisinde uygulanan tendon transferleri, uygun endikasyon ve doğru cerrahi teknikle gerçekleştirildiğinde yüksek başarı oranlarına sahip olmakla birlikte, belirli komplikasyon risklerini de beraberinde getirir. Bu komplikasyonlar genel olarak mekanik, biyolojik ve nöromusküler başlıklar altında incelenmektedir.^[7,23]

Mekanik Komplikasyonlar

En sık karşılaşılan mekanik sorunlar arasında tendon gevşemesi, uzaması veya nadiren kopması yer alır. Bu durum çoğunlukla yetersiz fiksasyon, aşırı erken yük verme veya transfer sırasında tendonun optimal olmayan gerginlikte tespit edilmesiyle ilişkilidir.^[4] Özellikle PTT'nin interosseöz rotayla transfer edildiği olgularda, kemik tünel hattında oluşan sürtünme ve mikro

hareketler erken dönemde kuvvet kaybına neden olabilir.^[3] Klinik olarak aktif dorsifleksiyon gücünde azalma ve yürüyüş sırasında ayak ucuna takılmanın yeniden ortaya çıkmasıyla kendini gösterir.

Donör saha morbiditesi bir diğer önemli mekanik komplikasyondur. Peroneus longus veya tibialis posterior gibi güçlü kasların transferi sonrası ilgili fonksiyonlarda %10-20 oranında kuvvet kaybı bildirilmektedir ancak bu kayıp çoğu hastada fonksiyonel olarak tolere edilebilir düzeydedir.^[8,12] Transfer hattının aşırı medial veya lateral yerleşimi ise eversiyon-inversiyon dengesini bozarak sekonder deformitelere yol açabilir.^[9]

Biyolojik ve Yara İyileşmesi ile İlişkili Komplikasyonlar

Biyolojik komplikasyonlar arasında en sık görülen sorun, tendon çevresinde gelişen adezyonlardır. Özellikle subkutan veya interosseöz rotalarda tendonun kemik yüzeyle fazla temas etmesi, ekskürsiyon kaybına ve fonksiyonel kazanımın sınırlanmasına neden olabilir.^[3] Erken kontrollü mobilizasyon ve uygun rehabilitasyon protokolleriyle bu risk önemli ölçüde azaltılabilir.^[13]

Yara yeri problemleri ve enfeksiyon riski, özellikle diyabetik veya nöropatik hastalarda daha yüksektir. Medial ayak bileği insizyonlarının kullanıldığı PTT transferlerinde venöz konjesyon ve gecikmiş yara iyileşmesi bildirilen sorunlardandır. Ayrıca tendonun aşırı gerginlikle tespit edilmesi, ayak bileğinde ekinus eğilimi ve hareket kısıtlılığına yol açabilir.^[3]

Nöromusküler Adaptasyon ve Fonksiyonel Sonuçlar

Tendon transferinin uzun dönem başarısı, transfer edilen kasın yeni fonksiyonuna nöromusküler adaptasyonu ile yakından ilişkilidir. Bu adaptasyon süreci genellikle 6-12 ay içinde tamamlanır ve proprioseptif geri bildirimle motor yeniden eğitim bu süreçte kritik rol oynar.^[13] Uygun rehabilitasyon uygulanmayan olgularda, kasın tenodes etkisiyle çalışması ve aktif fonksiyon kazanımının sınırlı kalması mümkündür.

Uzun dönem klinik sonuçlar değerlendirildiğinde, PTT transferi sonrası hastaların %80-90'ında fonksiyonel dorsifleksiyonun geri kazanıldığı ve nüks oranlarının %10'un altında olduğu bildirilmektedir.^[7,9] Bridle tekniği uygulanan olgularda, ayak bileği ve subtalar eklem düzeyinde daha dengeli bir hareket paterni elde edildiği ve kontraktür gelişme riskinin azaldığı gösterilmiştir.^[16] Peroneus longus transferiyle tedavi edilen seçilmiş düşük ayak olgularında ise lateral denge artışı ve birinci metatars üzerindeki deforman kuvvetlerin ortadan kaldırılması sayesinde hasta memnuniyetinin yüksek olduğu bildirilmektedir.^[8]

GELECEK PERSPEKTİFLER

Düşük ayakta tendon transfer cerrahisi, klasik mekanik rekonstrüksiyon anlayışının ötesine geçerek biyomekanik, nörofizyolojik ve biyolojik bileşenlerin birlikte ele alındığı bütüncül bir tedavi paradigmasına doğru evrilmektedir. Günümüzde temel hedef yalnızca ayak bileği dorsifleksiyonunun sağlanması değil, aynı zamanda uzun dönemde dengeli kas aktivasyonu, deformite progresyonunun önlenmesi ve fonksiyonel yürüme paterninin sürdürülebilir şekilde korunmasıdır.^[7,8]

Gelecekte cerrahi planlamada kişiselleştirilmiş biyomekanik analizlerin daha yaygın kullanılması beklenmektedir. Yürüme analizi, yüzeyel ve iğne EMG çalışmaları ile kas ekskürsiyon ölçümleri, hangi tendonun hangi rotayla transfer edilmesi gerektiğinin daha objektif biçimde belirlenmesini sağlayacaktır. Bu yaklaşım, özellikle parsiyel sinir iyileşmesi olan veya kombine kas tutulumları bulunan olgularda cerrahi karar sürecini iyileştirecektir.^[14]

Cerrahi teknikler açısından bakıldığında, minimal invaziv ve endoskopik tendon transferleri ön plana çıkmaktadır. Özellikle PTT ve peroneal tendon transferlerinde daha sınırlı yumuşak doku diseksiyonu ile adezyon riskinin azaltılması ve erken rehabilitasyona olanak sağlanması hedeflenmektedir.^[24] Ayrıca yüksek mukavemetli sütür materyalleri, biyobozunur interferans vidaları ve kortikal askı sistemleri sayesinde daha güvenli fiksasyon elde edilmesi mümkün hâle gelmiştir.^[3]

Biyolojik augmentasyon stratejileri, tendon transfer cerrahisinin geleceğinde önemli bir yer tutmaktadır. Plateletten zengin plazma, mezenkimal kök hücreler ve amniyotik membran gibi biyolojik ajanların, tendon-kemik iyileşmesini hızlandırdığı ve skar dokusu oluşumunu azalttığına dair giderek artan kanıtlar bulunmaktadır. Bu uygulamaların özellikle nöropatik ve diyabetik hastalarda uzun dönem sonuçları iyileştirebileceği düşünülmektedir.^[25]

Rehabilitasyon alanında ise robotik destekli ayak bileği egzersiz sistemleri, EMG-biofeedback tabanlı nöromusküler yeniden eğitim programları ve sanal gerçeklik destekli motor öğrenme yaklaşımları giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu yöntemler, transfer edilen kasın yeni fonksiyonuna adaptasyon süresini kısaltmakta ve fonksiyonel kazanımların kalıcılığını artırmaktadır.^[11,13]

SONUÇ

Düşük ayak, primer olarak ayak bileği dorsifleksiyon kaybıyla başlayan ancak zaman içinde ekinus kontraktürü, ön ayakta cavus eğilimi ve/veya arka ayakta varus-inversiyon deformitesi ile ilerleyebilen, yürüyüş paternini belirgin biçimde bozan dinamik bir patolojidir. Bu nedenle tedavi stratejisi yalnızca dorsifleksiyonun geri kazan-

dırılmasına odaklanmamalı; ayak bileği-subtalar eklem eksenleri etrafındaki agonist-antagonist kas dengesini yeniden kurmayı, plantigrad ve stabil bir ayak elde etmeyi ve uzun dönemde deformite progresyonunu önlemeyi hedeflemelidir. Konservatif yaklaşım, özellikle sinir iyileşme potansiyeli bulunan erken dönemde kontraktür gelişimini önlemek ve güvenli ambulasyonu desteklemek açısından önem taşırken; persistan motor kayıp, progresif deformite veya fonksiyonel yetersizlik gelişen olgularda tendon transferleri etkin ve kalıcı bir cerrahi çözüm sunar.

Cerrahi tedavide PTT transferi, uygun endikasyonlarda hâlen en güvenilir ve en sık uygulanan yöntem olup interosseöz rota ile daha fizyolojik dorsifleksiyon momenti sağlanabilmektedir. Bridle tekniği, özellikle frontal plan kontrolünün önemli olduğu olgularda daha dengeli bir dorsifleksiyon-eversiyon paternine katkı sağlayabilir. Seçilmiş hastalarda peroneus longus tendonunun dorsale transferi hem etkin dorsifleksiyon restorasyonu hem de birinci metatars üzerindeki deforman plantar fleksiyon kuvvetini azaltması nedeniyle rasyonel bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Cerrahi başarının sürdürülebilirliği; optimal gerginlik ayarı, uygun fiksasyon seçimi, eşlik eden yumuşak doku kısalıklarının giderilmesi ve yapılandırılmış rehabilitasyonla kasın yeni fonksiyonuna nöromusküler adaptasyonunun desteklenmesine bağlıdır. Gelecekte kişiselleştirilmiş biyomekanik analizler, minimal invaziv transfer teknikleri, biyolojik augmentasyon stratejileri ve gelişmiş nörorehabilitasyon yaklaşımlarının, düşük ayak rekonstrüksiyonunda fonksiyonel sonuçları daha da iyileştirmesi beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Brand PW. Tendon transfers in the hand. *J Bone Joint Surg Am* 1950;32(1):128-37.
- Mann RA, Thompson FM. Ankle and foot tendon transfers. *Clin Orthop Relat Res* 1980;146:62-8.
- Marsland D, Morris AM, Gould AER, Calder JDF, Amis AA. Systematic review of tendon transfers in the foot and ankle using interference screw fixation: Outcomes and safety of early versus standard postoperative rehabilitation. *Foot Ankle Surg* 2022;28(2):166-75. [Crossref](#)
- Lauer H, Heinzel JC, Vasselli B, Farzaliyev F, Ritter J, Kolbenschlag J, et al. Tendon transfer procedures for correction of foot drop due to injury to the peripheral nerves or muscles. *J Brachial Plex Peripher Nerve Inj* 2025;20(1):e1-e8. [Crossref](#)
- Babu BK, Ravindran B. Outcome of tibialis posterior tendon transfer to middle cuneiform by interference screw technique for foot drop. *Int J Res Orthop* 2016;2:177-80. [Crossref](#)
- Brand PW, Hollister AM. *Clinical Mechanics of the Hand*. 3rd ed. St Louis: Mosby; 1993.
- Myerson MS. Tendon transfer principles in foot and ankle surgery. *Foot Ankle Int* 2015;36(10):1203-11
- Ramcharitar SI, Koslow P, Simpson DM. Lower extremity manifestations of neuromuscular diseases. *Clin Podiatr Med Surg* 1998;15(4):705-37. [Crossref](#)
- Vienne P, Schöniger R, Helmy N, Espinosa N. Hindfoot instability in cavovarus deformity: Static and dynamic balancing. *Foot Ankle Int* 2007;28(1):96-102. [Crossref](#)
- Cantarelli Rodrigues T, Godoy IRB, Serfaty A, Flores DV. Review of ankle and foot tendon transfers, emphasizing indications, anatomy, and imaging appearances. *Radiographics* 2025;45(3):e240117. [Crossref](#)
- Błażkiewicz M, Wiszomirska I, Kaczmarczyk K, Brzuszkiewicz-Kuźmicka G, Wit A. Mechanisms of compensation in the gait of patients with drop foot. *Clin Biomech (Bristol)* 2017;42:14-9. [Crossref](#)
- Martínez G, Chorbadian G. Neurologic Foot. In: Wagner Hirschfeld, E., Wagner Hirschfeld, P. (eds) *Foot and Ankle Disorders*. Springer, Cham 2022. [Crossref](#)
- Narayanan, U.G. Lower Limb Deformity in Neuromuscular Disorders: Pathophysiology, Assessment, Goals, and Principles of Management. In: Sabharwal, S. (eds) *Pediatric Lower Limb Deformities*. Springer, Cham 2016. [Crossref](#)
- Kinnett J. Pathophysiology of peripheral nerve palsy around the knee. *Muscle Nerve* 2020;62(3):257-66.
- Mann RA, Coughlin MJ. *Surgery of the Foot and Ankle*. 9th ed. Philadelphia: Mosby; 2014.
- Johnson JE, Paxton ES, Lippe J, Bohnert KL, Sinacore DR, Hastings MK, et al. Outcomes of the Bridle procedure for the treatment of foot drop. *Foot Ankle Int* 2015;36(11):1287-96. [Crossref](#)
- Bosse MJ, Spitz W. Transfer of the posterior tibial tendon through the interosseous membrane for correction of foot drop. *Clin Orthop Relat Res* 1971;76:111-7.
- Watkins MB, Jones JB. Posterior tibial tendon transfer for drop foot. *J Bone Joint Surg Am* 1954;36-A(6):1181-89. [Crossref](#)
- Hsu JD, Hoffer MM. Posterior tibial tendon transfer anteriorly through the interosseous membrane: A modification of the technique. *Clin Orthop Relat Res* 1978;(131):202-4. [Crossref](#)
- Cohen JC, de Freitas Cabral E. Peroneus longus transfer for drop foot in Hansen disease. *Foot Ankle Clin* 2012;17(3):425-vi. [Crossref](#)
- Movahedi Yeganeh M. Triple tendon transfer for correction of foot deformity in common peroneal nerve palsy. *Foot Ankle Int* 2016;37(6):665-9. [Crossref](#)
- Wilkenfeld AJ. Review of electrical stimulation, botulinum toxin, and their combination for spastic drop foot. *J Rehabil Res Dev* 2013;50(3):315-26. [Crossref](#)
- Sammarco GJ. Tendon transfer principles in the foot and ankle. *Clin Orthop Relat Res* 2013;471(3):883-90.
- Lui TH. Endoscopic techniques for tendon transfer in the ankle. *Arthroscopy Techniques* 2021;10(8):e1847-e1853. [Crossref](#)
- Tan EW, Schon LC. Mesenchymal stem cell-bearing sutures for tendon repair and healing in the foot and ankle. *Foot Ankle Clin* 2016;21(4):885-90. [Crossref](#)