


Tibialis anterior tendon transferi tespitinde çapa dikiş, askı düğme sistemi ve tünel yöntemlerinin karşılaştırmalı biyomekanik ve anatomik analizi

Comparative biomechanical and anatomical analysis of anchor, endobutton and tunnel methods in tibialis anterior tendon transfer fixation

Arman Vahabi¹ 

Mahmut Pekedis² 

Ali Engin Daştan¹ 

Kadir Yağmuroğlu¹ 

Onur Yıldız¹ 

Okan Bilge^{3,4} 

Hüseyin Kaya¹ 

Hüseyin Günay¹ 

¹ Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

² Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Mekanik Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

³ Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

⁴ Ege Üniversitesi Girişimsel Anatomi ve Plastinasyon Uygulama ve Araştırma Merkezi, İzmir, Türkiye

ÖZ

Amaç: Tendon transferleri, ortopedik cerrahide özellikle pediatrik deformiteler ve sinir hasarı sonrası fonksiyonel kapasiteyi arttırmak amacıyla sık kullanılan tekniklerdir. Tendon transferleri birkaç temel prensip etrafında şekillenmiştir. Bu prensipler transfer sonrası hareket beklenen eklemde esnek olması, transfer yapılacak yumuşak dokunun iyileşmeye elverişli olması, donör tendonun yeterli ekskürsiyona ve kuvvete sahip olması, doğrusal bir çekiş eksenine sahip olması ve aynı zamanda feda edilebilir olmasıdır. Bu prensiplerin çoğu iyi bir preoperatif planlama ile uyulabilecek sınırları ifade ederken intraoperatif değiştirilebilir temel değişken olarak transfer edilecek bölgedeki dokunun mahiyeti ve uygulanacak transfer tekniğinin bu doku ile etkileşimi olarak öne çıkmaktadır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamızda osseotendinöz bir iyileşme beklentisi ile tarsal kemiklere transfer edilerek tespit edilen tibialis anterior tendon transferi uygulamalarında üç farklı tespit yöntemini kıyaslamayı amaçladık. Bu teknikler: 1) Askı düğme sistemi ile tespit 2) Çapa dikiş ile tespit 3) Tünel tekniği ile tespit. Bunun için toplam dokuz kadavrada, üç farklı cerrahi teknik, üçer farklı kadavrada uygulanmıştır. Sonuç parametresi olarak tespit sonrası transfer edilen tendonun traksiyon kuvveti ile direnebildiği maksimum kuvvet, maksimum kuvvet etki ettiği andaki deplasman değerlendirilmiştir. Biyomekanik testin tamamlanmasının ardından tibialis anterior transfer edilen ayak bileği medial disseke edilerek medial plantar sinirin hasarlanıp hasarlanmadığı araştırılmıştır.

Bulgular: Deneylerde elde edilen sonuçlara göre gruplar arasında kopma öncesi maksimum kuvvet değerinde ve maksimum kuvvet uygulandığı andaki deplasman miktarında anlamlı bir fark olmadığı ortaya konulmuştur. Dokuz kadavranın hiçbirinde medial plantar sinir hasar görmemiştir.

Sonuç: Önerilen tekniğin karşılaştırılan teknikler ile benzer biyomekanik dayanım sunması, implant maliyeti olmaması, kalıcı tespit materyali bırakılmasını gerektirmemesi ve nörovasküler hasar yaratma olasılığı açısından risk oluşturmaması sebebiyle etkin ve güvenli bir yöntemdir.

Anahtar Sözcükler: Tendon transferi, tibialis anterior, çapa dikiş, askı düğme sistemi.

ABSTRACT

Aim: Tendon transfers are frequently used techniques in orthopedic surgery to increase functional capacity, especially after pediatric deformities and nerve damage. Tendon transfers are shaped around a few basic principles.

Sorumlu yazar: Arman Vahabi

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji

Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

E-posta: armanvy@gmail.com

Başvuru tarihi: 19.04.2024

Kabul tarihi: 10.06.2024

These principles are that the joint in which movement is expected after the transfer is flexible, the soft tissue to be transferred is suitable for healing, the donor tendon must have sufficient excursion and strength, it must have a linear traction axis, and it must also be sacrificial. While most of these principles express the limits that can be followed with good preoperative planning, the main variables that can be changed intraoperatively are the nature of the tissue in the area to be transferred and the interaction of the transfer technique with this tissue.

Materials and Methods: *In this study, we aimed to compare 3 different fixation methods in tibialis anterior transfer applications, which are transferred and fixed to the tarsal bones with the expectation of an osseotendinous recovery. These techniques are: 1) Fixation with endobutton technique 2) Fixation with suture anchor 3) Fixation with tunnel technique. For this purpose, 3 different surgical techniques were applied to 3 different cadavers' lower extremities. Nine extremities were used in total. As the result parameters, the maximum force that the transferred tendon could resist with the traction force after fixation and the displacement at the moment the maximum force acted were evaluated. After the biomechanical test was completed, the medial part of the tibialis anterior transferred ankle was dissected and it was investigated whether the median plantar nerve was damaged.*

Result: *According to the results obtained in the experiments, it was revealed that there was no significant difference between the groups in the maximum force before rupture and the amount of displacement when the maximum force was applied. The median plantar nerve was not damaged in any of the nine cadavers.*

Conclusion: *The proposed technique is an effective and safe method because it offers similar biomechanical strength to the compared techniques, has no implant cost, does not require leaving permanent fixation material, and does not pose a risk of neurovascular damage.*

Keywords: *Tendon transfer, tibialis anterior, suture anchor, endobutton technique.*

GİRİŞ

Ayak, ayak bileği çevresi tendon transferleri, ayak deformiteleri, basış bozuklukları ve travma sekelleri sonrası geniş olarak kullanılan cerrahi prosedürlerdir. Özellikle çocukluk çağındaki basış anormallikleri ve "club foot" deformiteleri için sıklıkla tibialis anterior tendon transferi (TAT) uygulanmaktadır. Tibialis anterior tendon transferi için literatürde aynı amaca yönelik değişik cerrahi teknikler tariflenmiştir. Askı düğme sistemi yardımcı teknik, düğme tekniği, çapa dikiş tekniği bu yöntemlerden bazılarıdır. Bu tekniklerin tamamında yardımcı materyal kullanımı ihtiyacı vardır. Geleneksel olarak en yaygın uygulanan teknik, üç cilt insizyonu yapılarak, ayak plantar dokularının kesilmesini gerektiren, bu sebeple nörovasküler yapılar zarar verilmesi riskini ve yara yeri problemi yaratma olasılığını barındıran, geleneksel düğme ile tespit tekniğidir. Düşük maliyetli ve kolay erişilebilir basit bir düğmeyle yapılabilen bu teknik son yıllarda implant teknolojisinin gelişmesinin de etkisiyle yerini daha farklı tespit yöntemlerine bırakmıştır (1, 2). Bu doğrultuda bu tekniğin yerini alacak altın standart bir transfer tekniği konusunda bir fikir birliği bulunmamaktadır. Çalışmamızda yenilikçi bir teknik olan tünel tekniğinde herhangi bir yardımcı

materyale ihtiyaç duyulmayacak şekilde tariflediğimiz tekniğin, diğer tekniklerle biyomekanik yönden karşılaştırılması ve nörovasküler yapılar hasar vermesi açısından güvenilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Sadece TAT özelinde değil, pek çok farklı endikasyonla yapılan farklı tendonların transferleri modellerinde farklı implantların birbirine olan üstünlükleri araştırılmıştır ve araştırılmaya devam etmektedir. Kullanılan tendon ve uygulanan tespit tekniğine bağlı olarak değişmekle birlikte, temel felsefe elde edilmek istenilen osseo-tendinöz/osseo-osseöz iyileşmeyi elde edene kadar transfer edilen tendonun yeni anatomik konumunda kalmasını ve fonksiyon görmesini mümkün kılacak sağlamlıkta bir tespit elde edebilmektir (4).

Tendon transferleri farklı anatomik lokasyonlarda farklı kaslarla klinik uygulamalara konu olsa da tespit yöntemleri çoğu anatomik bölgede benzerlik göstermektedir. Ancak tespit yapılan anatomik bölgedeki yapısal farklılıklar, transfer edilen tendonun ekskürsiyonu, çapı, anatomik yapısı gibi değişkenler farklı anatomik bölgelerdeki farklı tespit tekniklerinin farklı davranışlar göstermesine yol açabilmektedir. Çapa dikiş, interferans vidası, askı düğme sistemi

güncel olarak tanımlanmış aktif klinik kullanımda kabul görmüş tekniklerden bazılarıdır. Kabaca özetlemek gerekirse, çapa dikiş ile tespit yönteminde kemik içerisine yerleştirilen bir adet çapa dikiş ve bu çapaya bağlı güçlü dikişler ile tespit sağlanır.

Diğer bir teknik olan askı düğme sistemi yönteminde ise, Tendon transfer edileceği bölgeye kemik içerisinde hazırlanan bir tünel yardımıyla taşınmakta, bu konumdaki tespiti, tünel içerisine asılarak kalmasını sağlayacak implant ile sağlanmaktadır. Bu uygulamadaki temel felsefe transfer edilen tendonun hazırlanan kanal içerisinde asılması ve osseo-tendinöz iyileşme sağlanana kadar askı düğme sistemi mekanizmasının tespit görevi görmesidir (4). Pediatrik pes ekinovarus cerrahisi, tendon transferlerinin sık bir endikasyonu olup, düğme ile tespit yöntemi geleneksel olarak en çok tercih edilegelen yöntem konumundayken, ayak tabanında yüksek oranda yarattığı bası ve cilt sorunları sebebiyle yerini genel olarak askı düğme sistemine bırakmıştır. Ancak askı düğme sistemi de bu risklerden tamamen arınmış değildir. Düğme altında kalan biyolojik yapılar, pediatrik vakalarda implantı kalıcı olmasının getirebileceği olası sorunlar, implant maliyeti ve erişimi bu yöntemin optimal yöntem olmaktan uzaklaştıran özellikleridir.

Araştırmamızda, yaygın bir prosedür olarak uygulanan tibialis anterior tendon transferinde literatürde tanımlanmış ve kabul gören iki adet yöntemle, daha önce karşılaştırması yapılmamış olan yenilikçi tünel yöntemini karşılaştırmak, yöntemler arası biyomekanik ve anatomik olarak karşılaştırmalı bir analiz yapmak hedeflenmiştir.

GEREÇ ve YÖNTEM

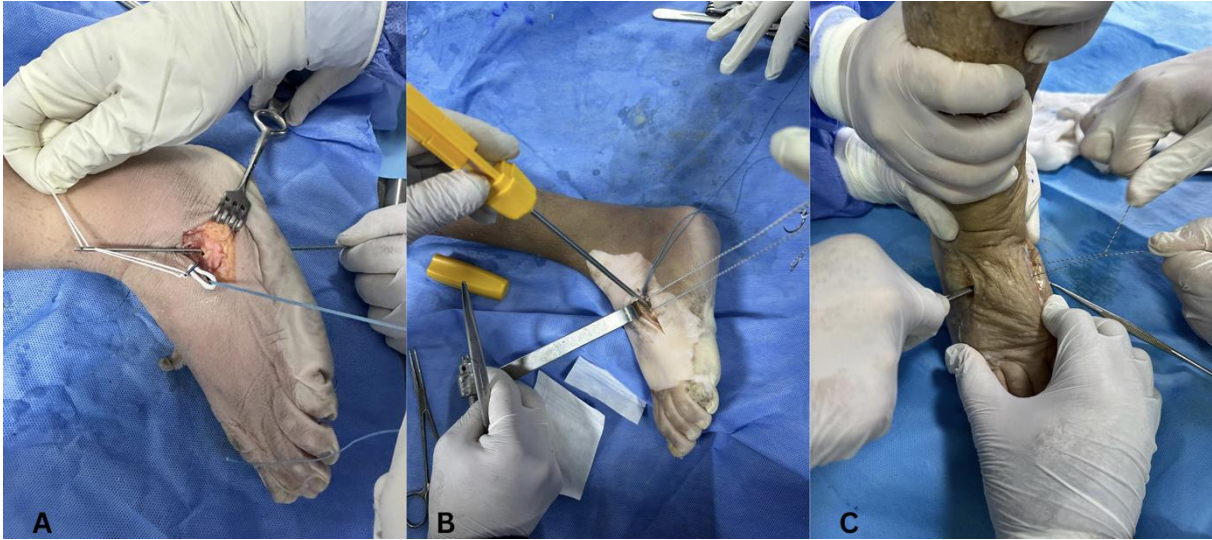
Proje için etik kurul onayı Ege Üniversitesi Tıbbi Araştırmalar Etik Kurulundan alınmıştır (Karar Nu: 23-10T/42 Tarih: 05.10.2023). Çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Biriminin desteği ile 30777 Karar Numarası ile desteklenmiştir.

Araştırmanın tasarımı gereği kontrol grubu tasarlanmamıştır, karşılaştırma üç çalışma grubu arasında yapılmıştır. Üç grubun karşılaştırılması şeklinde tasarlanmıştır. Çalışma tasarımı erişilebilir durumda olan, tümör nedeniyle diz altı seviyesinden ampute edilmiş, 12 adet alt ekstremiten üzerinden kurgulanmıştır. Ancak üç ekstremitenin çalışmaya uygun olmadığı görülmesi sonrası dokuz ekstremiten üzerinden çalışmaya devam edilmiştir. Kadavra çalışmalarındaki örneklem büyüklüğünün ne olması gerektiği konusunda literatürde bir uzlaşma bulunmasa da pek çok çalışma benzer örneklem sayısı ile tasarlanmış ve uygulanmıştır. Elimizdeki kullanıma uygun ekstremitelerin tamamı çalışmaya dahil edilmiştir.

Dokuz ekstremitenin dört tanesi kadın, beş tanesi erkek cinsiyete aitti. Amputasyon seviyeleri diz üstü olan olguların tümörlü dokuları patolojik tetkikler için uzaklaştırıldıktan sonra geriye kalan diz altı amputasyon materyalleri Modifiye Larssen solüsyonlarında -20°C derecede muhafaza edilmekteydi (3, 4). Cerrahi prosedürler uygulanmadan önce kadvralar oda sıcaklığına alınarak 4 saat oda sıcaklığında çözünmeye bırakıldı. Ardından cerrahi uygulama aşamasına geçildi (Tablo-1).

Tablo-1. Kadvraların Özellikleri.

Kadavra No	Cinsiyet	Ampütasyon Seviyesi	Uygulanan TAT Tekniği
1	Kadın	Dizüstü ampütasyon	Çapa dikiş
2	Erkek	Dizüstü ampütasyon	Askı Düğme Sistemi
3	Kadın	Dizüstü ampütasyon	Çapa dikiş
4	Erkek	Dizüstü ampütasyon	Tünel
5	Kadın	Dizüstü ampütasyon	Tünel
6	Erkek	Dizüstü ampütasyon	Askı Düğme Sistemi
7	Kadın	Dizüstü ampütasyon	Çapa dikiş
8	Erkek	Dizüstü ampütasyon	Tünel
9	Erkek	Dizüstü ampütasyon	Askı Düğme Sistemi



Şekil-1. Cerrahi tekniklerin karşılaştırılması A: Askı düğme sistemi ile tespit. B: Çapa dikiş ile tespit C: Tünel tekniği ile tespit.

İlk insizyon, tüm gruplarda aynı olacak şekilde, tibialis anterior tendonunun çıkarılmasına izin verecek şekilde tendonun yapışma yerinde tendonun izdüşümüne oblik olarak yapıldı. Bu aşamada alınacak tendonun extensor hallucis longus'a ait olmadığı iki farklı araştırmacı tarafından onaylanarak deneye devam edildi.

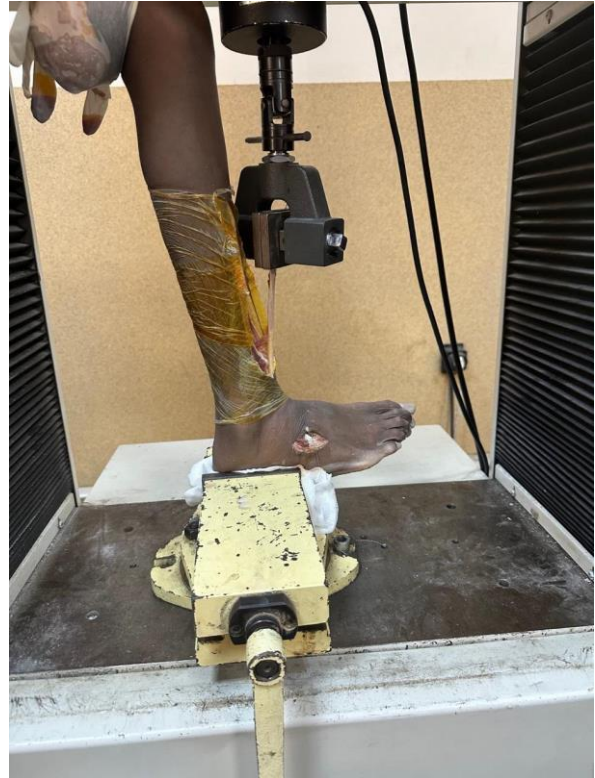
Sonrasında tendonun distaldeki yapışma yeri belirlenerek, yapışma yerinden kesilerek ayrıldı. Distal tutunma yerinden ayrılan tendon taşıyıcı amaçla kullanılacak, eriyebilen bir dikişle dikilerek tübülize edildi. Sonrasında tendon proksimale doğru subkutan disseke edilerek serbestleştirildi. Ardından ikinci bir kesi, yaklaşık beş santimetre olacak şekilde, ayağın lateral kısmında yapıldı.

Daha sonra ayak laterelindeki kesiden alınan tendonun transfer edileceği yer belirlendi. Bu yer genel TAT endikasyonu olan ekin deformitesi cerrahisi prensiplerine uygun olarak cuboid kemik üzerinde işaretlendi. Devamında medialdeki kesiden serbestleştirilen tibialis anterior tendonu cilt altından ayak lateraline transfer edildi.

Tespit aşamasına gelindiğinde üç farklı grupta üç farklı yöntemle tespit yapıldı (Şekil-1).

Kadavraların tibialis anterior tendonlarının yarı statik mekanik tepkilerini belirlemek için testler, oda sıcaklığında, 5 mm/dk hızında bir test makinesi (Autograph, Shimadzu Co, Japonya) kullanılarak uygulandı (5). Kuvvet ve yer değiştirme sinyalleri, 20 Hz örnekleme hızına sahip bir Shimadzu 5 kN yük hücresi kullanılarak elde edildi.

Açılan tünellerin medial nörovasküler yapılar ile olan uzaklığını objektif olarak ortaya koymak amacıyla dijital kumpas yardımıyla ölçümler yapıldı. Nörovasküler yapılara bir cm'den daha fazla bir uzaklık olması durumunda hasar oluşmadığı not edildi. Deney düzeneği Şekil-2'de gösterilmiştir.



Şekil-2. Çekme testi için kurulan deney düzeneği.

Yük hücresi ile elde edilen kuvvet-deplasman verileri her bir kadavra için analiz edildi. Maksimum kuvvet ve maksimum kuvvet anındaki yer değiştirme elde edilen eğriler üzerinden karakterize edildi. Sertlik, kuvvet-yer değiştirme eğrisinin eğimi olarak hesaplandı. Toplam enerji de bu eğrinin altında kalan alan olarak hesaplandı. Değerlendirme toplamda 4 değişken için yapıldı ve maksimum kuvvet Newton (N) cinsinden, yer değiştirme milimetre (mm) cinsinden sertlik (N/mm) cinsinden Enerji ise Joule cinsinden olmak üzere analiz edildi.

BULGULAR

Mekanik testlerde örnek sayısının azlığı nedeni ile istatistiksel farklılık olmamasına rağmen,

mekanik olarak en güçlü tekniğin askı düğme sistemi tekniği olduğu (Ortalama: 272,07 Newton), tünel tekniğinin ise dayanıklılık gücünün askı düğme sistemi tekniğine çok yakın olduğu görülmüştür (Ortalama 204,62 Newton). Çekme testine karşı en dayanıksız tekniğin ise çapa dikiş tekniği olduğu gözlenmiştir. (Ortalama 162.55 Newton) Tablo-2. Hiçbir kadavrada nörovasküler yapıların hasarlanmadığı görülmüştür. Askı düğme sistemi tekniğinin daha güçlü bulunmasına rağmen, askı düğme sistemi materyalini plantar yüzeye yerleştirmek için, oldukça geniş bir insizyon uygulanması gereksinimi ve plantar bölgedeki yumuşak dokulara daha fazla hasar verme riski olduğu gözlenmiştir.

Tablo-2. Kadavralarda uygulanan çekme testinin sonuçları.

Kadavra No	Maksimum Kuvvet (N)	Maksimum Kuvvet anındaki Deplasman (mm)	Sertlik (N/mm)	Enerji (Joule)*
1	137.34	36.07	3.8075	3.3824
2	300.0 +	67.61	-	-
3	148.75	43.19	3.4440	3.7153
4	180.93	65.53	2.7610	6.0966
5	195.62	74.13	2.6388	10.089
6	219.53	42.05	5.220	6.6608
7	201.56	87.44	3.74	12.27
8	237.32	96.44	6.52	13.44
9	296.69	63.47	6.93	9.19

TARTIŞMA

Ortopedik cerrahide tendon transferleri sinir hasarı, motor ünite disfonksiyonu, doğumsal anomaliler deformiteler gibi pek çok farklı endikasyonda kullanılan cerrahi tekniklerin üst başlığıdır. Tendon transferi prosedürlerinin en sık uygulama alanlarından biri ayak-ayak bileğinde kullanılan tendon transferi prosedürü uygulamalarıdır. Tendon transferi sonrasında transfer edilen tendonun implante edileceği lokasyona, hastaya bağlı değişkenlere, postoperatif rehabilitasyon sürecine göre değişiklik gösteren tendon tespit teknikleri tanımlanmıştır. Bu değişkenler üzerinden aynı endikasyon için kullanılan pek çok tendon transferi yöntemi kullanılabilir. Sinerjistik farklı kasların tercih edilebilmesi, transfer edilecek bölgede farklı amaçlar gözetilerek çeşitlilik olabilmesi, transfer edilen tendonun farklı

yöntemlerle tespit edilebilmesi gibi bağımsız değişkenler, farklı tendon transferi seçenekleri ve bu farklı seçeneklerin birbirine olan avantajları ve dezavantajlarını ortaya çıkarmıştır. İdeal tendon transferi tespit metodu; biyolojik, maliyet etkin, erişilebilir ve kolay uygulanabilir olmalıdır (6).

Çalışmamızın diğer çalışma gruplarını oluşturan askı düğme sistemi ile tespit, çapa dikiş ile tespit yöntemleri MPFL (medial patellofemoral ligaman) rekonstrüksiyonu, Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu, Biceps tendon rüptürü onarımı, aşıl tendon rüptürü, patellar tendon rüptürü gibi pek çok farklı endikasyonla ortopedik cerrahinin farklı alanlarında aktif olarak kullanılmaktadır. Bu endikasyonlar ile opere edilen hasta gruplarında pes ekinovarus sebebiyle tendon transferi yapılan hastalardan farklı olarak erişkin hastalar ağırlıktadır ve uzun süre immobilizasyon mümkün olmamakta, fizyolojik yüklenmelerde implanta

binen yük tibialis tendon transferindeki yükten çok daha fazla olmaktadır (7).

Çalışmamızı tasarlarken yola çıkılan klinik problem, çoğunlukla pediatrik yaş grubunda yapılan, çoğu zaman birden fazla cerrahi gerektiren bu hasta grubunda düğme askı/ çapa dikiş gibi kalıcı materyallerin kullanımından kaçınabilmek için önerdiğimiz tekniğimizin biyomekanik olarak alternatiflerinden geride olmadığına ortaya konulabilmesi olmuştur (8). Bu sebeple, tibialis anterior tendon transferlerinde kullanılmakta olan iki farklı tespit tekniğinin (çapa dikiş ve askı düğme sistemi) önerdiğimiz tünel içine yerleştirme sonrası iki farklı tünel üzerinden cerrahi düğüm ile bağlanması tekniği ile biyomekanik olarak karşılaştırılmış, implant kullanılan diğer yöntemlerle kıyaslanabilir sağlamlıkta olduğu ortaya konmuştur.

Pediatrik ayak deformiteleri, tarihsel gelişim sürecinde farklı tedavi denemelerine konu olmuştur. Tarihsel olarak sadece cerrahi tedavi edilebileceği düşünülen pes ekinovarus olguları, Ponseti tarafından tanımlanan seri alçılama tekniğinin kullanıma girmesiyle çok ciddi oranlarda cerrahisiz tedavi edilebilir duruma gelmiştir. Ancak serebral palsi, glikojen depo hastalıkları gibi özellikli alt gruplarda cerrahi dışı yöntemlerin başarısızlık oranları sağlıklı popülasyona oranla daha fazladır. Bu anlamda bu özellikli alt gruplarda daha sık olmak üzere pes ekinovarus tedavisinde cerrahinin yeri önemini hala korumaktadır (9). Bu paralelde bu hasta grubunda tedaviyi optimize edecek, maliyeti azaltacak, komplikasyonları yönetilebilir olacak yöntemler ortaya koyabilmek son derece önemlidir. Tendon transferi hastalarında optimal klinik başarının anahtarının uygulanacak tendon transfer yönteminin detaylarından ziyade preop uygun değerlendirme, doğru hasta seçimi ve eşlik eden diğer çözülebilir ayak-ayak bileği sorunlarının çözülmesi olduğu bilinmektedir. Bu bazal gereksinimler ve prensipler yerine getirildikten sonra uygulanacak teknikler arasında teknik detaylar sonucu mükemmelleştirecek dokunuşlar olacaktır (10). Tanımladığımız tünel yöntemi çekme kuvvetine gösterdiği direncin yeterli olması dolayısıyla, alternatifleri arasında tercih edilebilecek bir yöntem olarak yerini alabilecektir.

Tibialis anterior tendon transferi prosedürleri için karşılaştırma konusu olabilecek önemli ancak bu araştırmanın konusu olmayan değişkenlerden biri

transfer edilecek tendonun split (kısmi) veya tamamen alınarak transfer edilmesi hususudur. Yapılan pek çok araştırma her iki seçeneğin de iyi klinik sonuçlar ile uygulanabilir olduğunu bildirmiştir (11). Pes ekinovarusta cerrahi tedaviler de çeşitlilik göstermektedir. İzole posterior tibial tendon transferi bu seçeneklerden biridir ve nispeten basit ve kolay uygulanabilir bir tekniktir. Tibialis anterior ve ekstensör hallusis in sağlam olduğu ve fonksiyon gördüğü durumlarda tercih edilmektedir. Tibialis posterior tendon transferi izole olarak yapılabileceği gibi, fleksör hallusis ve fleksör digitorum longus ile de kombine olarak yapılabilmektedir. Ancak özellikle son 4 dekatta aşıl gevşetme ile kombine uygulanan tibialis tendon transferi ekinovarus cerrahi tedavisinde başat konumdadır (11). Çalışmamızda elde ettiğimiz öncül olarak kabul edilebilecek veriler, bahsedilen alternatif klinik uygulamalarda test edilebilir, bu anlamda geniş çeşitlilikteki bir dizi klinik uygulama için çalışma konusu olabilir.

Tendon transferleri sonrası oluşabilecek komplikasyonlardan kaçınmak, serebral palsili hastaların çoğunlukta olduğu bu grupta fazlaca önem taşımaktadır. Pediatrik hasta gruplarında yapılan cerrahi prosedürler, erişkin hastalardan pek çok yönüyle ayrılmaktadır. Ayak seviyesinde tendon transferleri özelinde özellikle dikkat edilmesi gereken hususlardan biri kullanılan implanta bağlı yaşanan sorunlardır. Çocuklarda kalıcı tespit materyali kullanımı kararı verilirken, büyümeye devam eden uzuvda kalacak olan materyalin yaratması olası problemler de hesaba katılmalıdır (12, 13). Bu pencereden bakıldığında, tünel yöntemi bu anlamda güvenli bir seçenek olarak değerlendirilebilir.

SONUÇ

Sonuç olarak tünel yöntemin mekanik olarak güçlü olduğu, anatomik yapılara az hasar verdiği, en önemlisi materyal kullanımına ihtiyaç duyulmadığından ucuz ve etkili bir yöntem olduğu görülmüştür.

Tünel yönteminin karşılaştırılan diğer teknikler ile benzer biyomekanik dayanım sunması, implant maliyetinin olmaması, kalıcı tespit materyali gerektirmemesi ve nörovasküler hasar yaratma riski oluşturmaması gibi nedenlerden ötürü etkin ve güvenli bir yöntemdir.

Çalışmamızın verileri doğrudan bir ürün geliştirilmesi ve ticari bir ürün ortaya çıkmasını desteklememekle birlikte, implant kullanılan

tekniklerde olasılıkla görülebilecek olan implant ilişkili komplikasyonlardan kaçınabilmeyi mümkün kılması, implant maliyetlerinden tasarruf edilebilmesi ve tekrarlayan ameliyatların

getireceği sağlık sistemi harcamalarının önüne geçilebilmesi açısından değerlendirilebilir.

Çıkar çatışması: Yazarlar bu makalenin yazarlığı ve/veya yayımlanmasıyla ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemiştir.

Kaynaklar

1. Ayub AAA, Firth GB, Green GL, Bijlsma P, Ramachandran M. Tibialis anterior tendon transfer using bone anchor for dynamic supination in congenital talipes equinovarus. J Pediatr Orthop B [Internet]. 2023 Jan 1 [cited 2024 Apr 14];32(1):15–20. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35834789/>
2. Liu GT, Balldin BC, Zide JR, Chen CT. A Biomechanical Analysis of Interference Screw Versus Bone Tunnel Fixation of Flexor Hallucis Longus Tendon Transfers to the Calcaneus. J Foot Ankle Surg [Internet]. 2017 Jul 1 [cited 2024 Apr 14];56(4):813–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28633783/>
3. Bilge O, Celik S. Cadaver embalming fluid for surgical training courses: modified Larssen solution. Surg Radiol Anat [Internet]. 2017 Nov 1 [cited 2024 Apr 14];39(11):1263–72. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28497162/>
4. Pekedis M, Yoruk MD, Binboga E, Yıldız H, Bilge O, Celik S. Characterization of the mechanical properties of human parietal bones preserved in modified larssen solution, formalin and as fresh frozen. Surg Radiol Anat [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2024 Apr 14];43(12):1933–43. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33954823/>
5. Ayzenberg M, Arango D, Gershkovich GE, Samuel PS, Saing M. Pullout strength of a novel hybrid fixation technique (Tape Locking ScrewTM) in soft-tissue ACL reconstruction: A biomechanical study in human and porcine bone. Orthop Traumatol Surg Res [Internet]. 2017 Jun 1 [cited 2024 Apr 14];103(4):591–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28238964/>
6. Walton L, Villani MF. Principles and Biomechanical Considerations of Tendon Transfers. Clin Podiatr Med Surg [Internet]. 2016 Jan 1 [cited 2024 Apr 14];33(1):1–13. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26590719/>
7. Núñez-Pereira S, Pacha-Vicente D, Llusá-Pérez M, Nardi-Villardaga J. Tendon transfer fixation in the foot and ankle: a biomechanical study. Foot Ankle Int [Internet]. 2009 Dec [cited 2024 Apr 14];30(12):1207–11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20003881/>
8. Sabonghy EP, Wood RM, Ambrose CG, McGarvey WC, Clanton TO. Tendon transfer fixation: comparing a tendon to tendon technique vs. bioabsorbable interference-fit screw fixation. Foot Ankle Int [Internet]. 2003 Mar 1 [cited 2024 Apr 14];24(3):260–2. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12793491/>
9. Masrouha K, Chu A, Lehman W. Narrative review of the management of a relapsed clubfoot. Ann Transl Med [Internet]. 2021 Jul [cited 2024 Apr 14];9(13):1102–1102. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34423014/>
10. Mulhern JL, Protzman NM, Brigido SA. Tibialis Anterior Tendon Transfer. Clin Podiatr Med Surg [Internet]. 2016 Jan 1 [cited 2024 Apr 14];33(1):41–53. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26590723/>
11. Bibbo C, Jaglan SS. Tendon transfers for equinovarus deformity in adults and children. Foot Ankle Clin [Internet]. 2011 Sep [cited 2024 Apr 14];16(3):401–18. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21925358/>
12. Hochstetter-Owen J, Stott S, Williams SA. The efficacy of split tibial tendon transfers on functional gait outcomes for children and youth with cerebral palsy and spastic equinovarus foot deformities. Bone Jt Open [Internet]. 2023 [cited 2024 Apr 14];4(5):283–98. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37121581/>
13. Vova JA, Davidson LT. Nerve and Tendon Transfers After Spinal Cord Injuries in the Pediatric Population: Clinical Decision Making and Rehabilitation Strategies to Optimize Function. Phys Med Rehabil Clin N Am [Internet]. 2020 Aug 1 [cited 2024 Apr 14];31(3):455–69. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32624105/>