

İleri evre halluks rijiduslu hastalarda yerli üretim total eklem artroplastisi ile tedavi sonuçlarımız

Our results with local production total arthroplasty in patients with advanced stage hallux rigidus

Turan Cihan Dülgeroğlu, Nihat Demirhan Demirkıran, Mehmet Erduran

Gönderilme tarihi:28.09.2018

Kabul tarihi:08.02.2019

Özet

Amaç: Bu çalışmada ileri evre halluks rijiduslu hastalarda uyguladığımız 1. Metatarso-falangeal eklem total artroplastisi tedavi sonuçları değerlendirilmiştir.

Gereç ve Yöntem: Coughlin ve Shurnas sınıflamasına göre evre 3 ve 4 halluks rijidus tanılı 18 hastaya yerli üretim total başparmak artroplastisi uygulanmıştır. Ameliyat sonrası en az 12 ay takipli hastalarda retrospektif olarak eklem hareket açıklığı, görsel analog ağrı göstergesi (VAS) ve Amerikan Ortopedik Ayak ve Ayak Bileği Cemiyeti (AOFAS) skorları ile değerlendirme yapılmıştır.

Bulgular: Çalışmaya kabul edilen hastaların yaş ortalaması (64,44±7,16) idi. Ortalama takip süresi 18,4±2,43 aydı. 1.metatarso-falangeal eklem total artroplastisi yapılan hastalarda eklem hareket açıklığı ($p=0,001$), VAS ($p<0,001$) ve AOFAS ($p=0,001$) skorlarında ameliyat öncesine göre anlamlı düzelme gözlemlendi. Takip süreleri boyunca implant yetmezliği, kırık oluşumu, enfeksiyon gibi komplikasyonlar gözlemlenmedi.

Sonuç: İleri evre halluks rijidus hastaları için güncel bir tedavi olarak total eklem artroplastisi eklem hareket açıklığında sağladığı artış ve ağrıyı azaltması sayesinde umut vadetmektedir.

Anahtar Kelimeler: Halluks rijidus, dejeneratif artrit, eklem artroplastisi.

Dülgeroğlu TC, Demirkıran ND, Erduran M. İleri evre halluks rijiduslu hastalarda yerli üretim total eklem artroplastisi ile tedavi sonuçlarımız. Pam Tıp Derg 2019;12:215-224.

Abstract

Purpose:The purpose of this study is to evaluate the pain and functional results of first metatarsophalangeal joint total arthroplasty treatment on patients with advanced stage of hallux rigidus.

Materials and Methods: Total joint arthroplasty was applied to 18 patients with stage 3 and 4 hallux rigidus according to Coughlin and Shurnas classification. Range of motion, visual analogue scale (VAS) and American Orthopedic Foot and Ankle Association (AOFAS) scores were evaluated twelve months after surgery.

Results: The average age of the patients was 64.44±7.16. The mean follow-up period was 18.4± 2.43 months. Significant improvement was observed in the range of motion values ($p=0.001$), VAS ($p<0.001$) and AOFAS ($p=0.001$) scores in patients with metatarsophalangeal joint total arthroplasty. Complications such as implant failure, fracture, or infection were not observed during the follow-up period.

Conclusion: Total joint arthroplasty is a promising treatment option for patients with advanced-stage hallux rigidus, providing satisfactory pain and functional results.

Key Words: Hallux rigidus, degenerative arthritis, arthroplasty.

Dülgeroğlu TC, Demirkıran ND, Erduran M. Our results with total joint arthroplasty in patients with advanced stage hallux rigidus. Pam Med J 2019;12:215-224.

Giriş

Halluks rijidus birinci metatarso-falangeal (1.MTF) ekleminde görülen dejeneratif artrit. Erişkin nüfusun yaklaşık %10'unu etkileyen, 6 ve 7. dekada pik yapan dejeneratif bir hastalıktır [1, 2]. Ağrı ve eklem hareket açıklığında (EHA) azalma tipik klinik bulgularıdır. Çoğunlukla ailesel geçişli olmakla birlikte; kronik travma, kadın cinsiyet ve diğer bazı sebepler etiolojide suçlanmaktadır [3]. İleri evre halluks rijidusun cerrahi tedavisinde günümüzde hala fikir birliği bulunmamaktadır. Halluks rijidus tedavisinde eklem restorasyonu, artrodez veya rezeksiyon artroplastisi seçenekleri ön plana çıkmaktadır ve hastaya uygun tedaviyi belirlerken yaş, aktivite yoğunluğu, artrozun derecesi, hastanın tedaviden beklentisi ve hastalığın evresi göz önüne alınmaktadır [4]. Coughlin ve Shurnas halluks rijidusu EHA, klinik ve radyolojik bulgularına göre sınıflamışlardır [5]. Halluks rijidus tedavisinde erken dönemde plantar gevşetme, çeylectomi, dekompresyon osteotomileri; daha ileri evrelerde ise rezeksiyon interpozisyon artroplastileri, hemiarthroplastisi, total eklem artroplastisi ve artrodez teknikleri tariflenmiştir [6-8]. Rezeksiyon interpozisyon artroplastisi sedanter, yaşlı, düşük fonksiyonel kapasiteli hastalara önerilir. İleri dönem halluks rijidusta düşük aktiviteli hasta grubunda en başarılı tedavi artrodezdur. Ancak artrodezin dezavantajları; ayakkabı giymede zorluk, uzun iyileşme süresi, birinci sıra instabilitesi, parmakta kısalık ve transfer metatarsaljidir [7]. Artroplastisi ile eklem fonksiyonlarının korunması, stabilite, parmak uzunluğunun korunması gibi avantajlar elde edilmektedir. Diğer taraftan artroplastisi uygulamaları sonrası eklem sertliği, sinovit ve subluksasyon gibi komplikasyonlar da bildirilmiştir [8-10]. Bu çalışmada; konservatif tedaviden fayda görmeyen evre 3 ve 4 halluks rijidus tanılı hastalara uygulanan total artroplastinin erken dönem klinik sonuçları değerlendirilmiştir. Literatürde farklı materyallerle benzer çalışmalar bulunmaktadır ancak çalışmamız yerli üretim artroplastisi sonuçlarını bildiren ilk çalışma olma özelliğini taşımaktadır.

Gereç ve yöntem

2015-2016 yılları arasında evre 3 ve 4 halluks rijidus nedeni ile total eklem artroplastisi uygulanan 26 hasta tarandı. Ameliyat öncesi grafilerinde halluks valgus vb dizilim bozukluğu,

eklem patolojisi, çekiç parmak veya romatolojik hastalıklar gibi eşlik eden hastalıkları olan hastalar dışlanarak; en az 1 yıl takipli izole halluks rigidus tanılı 18 hasta geriye dönük olarak bu çalışmaya dahil edildi. Hastaların ağrı ve fonksiyonel skorları ile ameliyat öncesi ve sonrası grafileri değerlendirilmeye alındı. (Resim 1 ve 2)



Resim 1a. 58 yaş bayan hastanın ameliyat öncesi grafileri.



Resim 1b. 58 yaş bayan hastanın ameliyat sonrası grafileri.



Resim 2a. 62 yaş bayan hastanın ameliyat öncesi grafileri.



Resim 2b. 62 yaş bayan hastanın ameliyat sonrası grafileri.

Hastalara işlem öncesi cerrahi girişim hakkında detaylı bilgi verilerek ve bilgilendirilmiş onam belgeleri alınmıştır. Bu çalışma Helsinki Deklarasyonuna uygun şekilde gerçekleştirilmiştir. Yerli üretim olan EXEN (ALEDA Ankara/Türkiye) dört parçadan oluşan bir sistemdir. Falanks

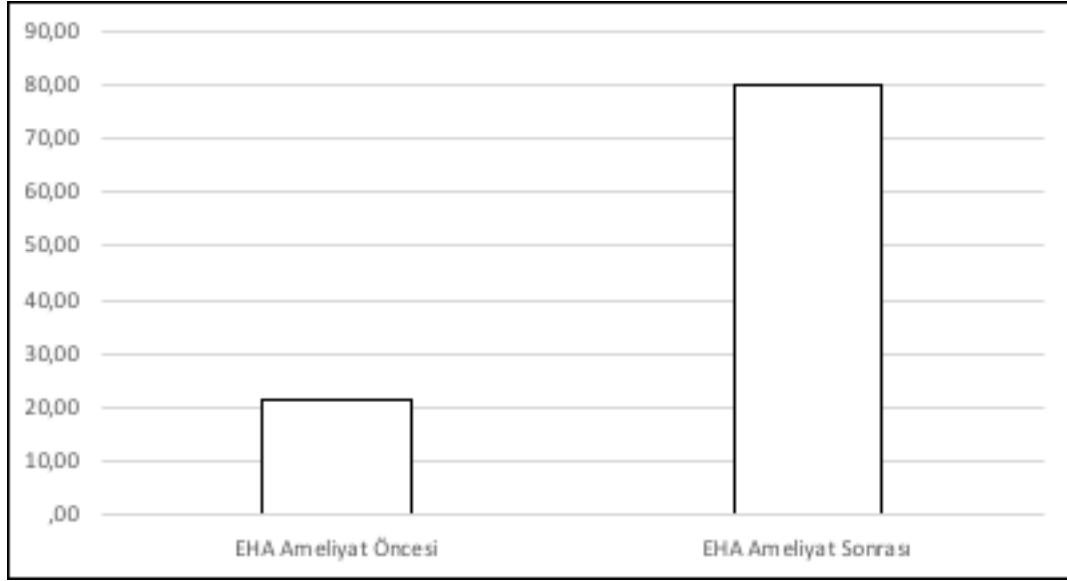
komponentine tespit edilen polietilen insert ve metatarsal komponente tespit edilen parlak kaplamalı parçadan oluşur (Resim 3)



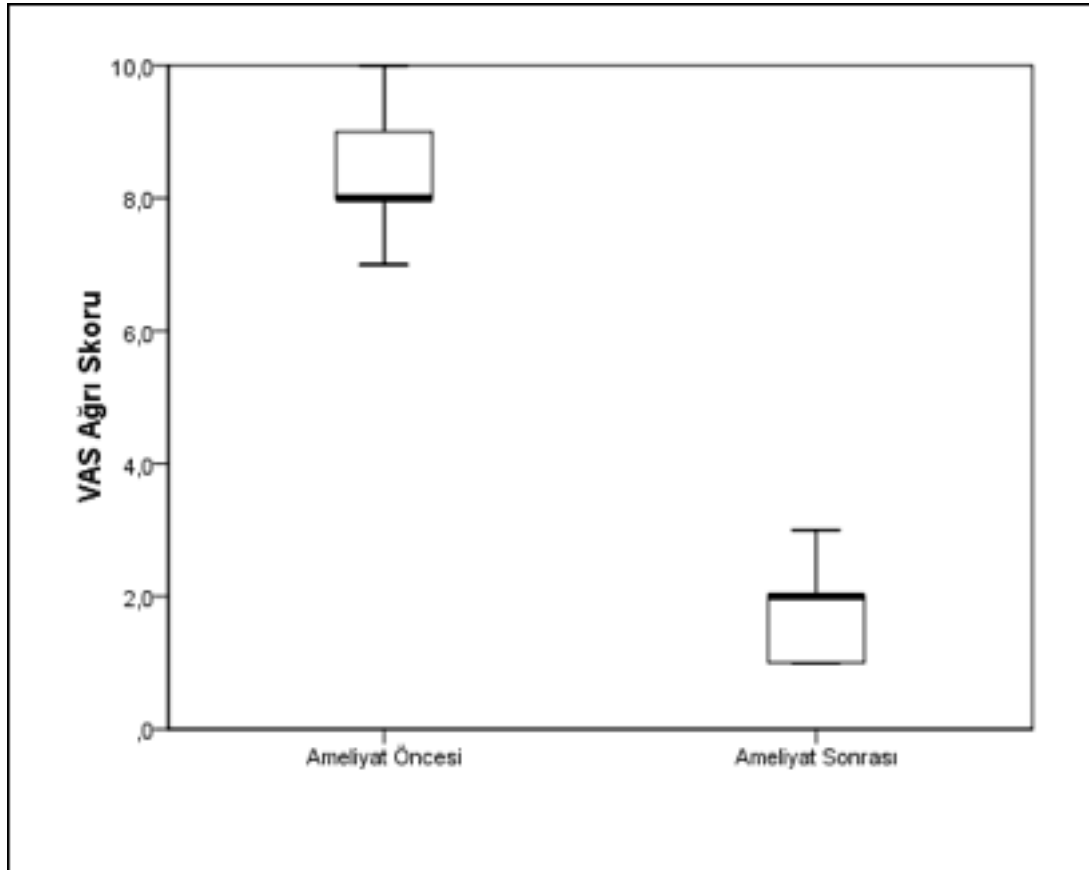
Resim 3. Yerli üretim EXEN/ ALEDA implantın komponentleri.

Cerrahi uygulama

Turnike kontrolü altında elastik bandajla ekstremitenin venöz kanı boşaltıldıktan sonra cerrahi saha povidon iyotla boyandı, ekstremiten iobanlı drape ile örtüldü. Ekstensör hallusis longus tendonunun medialinden 1.metatarsophalangeal ekleme dorsal yaklaşımla cilt insizyonu yapıldı. Cilt altı dokular diseke edildi. Ekstensör tendon laterale doğru ekarte edildikten sonra kapsül açıldı ve 1.MTF eklem yüzüne ulaşıldı. Medial ve lateral kollateral ligamanlar korunarak implantasyonu sağlamak için 1.MTF ekleme mobilizasyon sağlandı. Eklem çevresindeki osteofitler temizlendi. Metatarsal ölçücü ile metatars başının uygun implant boyu ölçüldü. 2mm drill metatars uzun aksına paralel olacak şekilde medulladan gönderildi. Drill ile hole açıldı dorsal kesi bloku yerleştirildi. Metatars başı dorsal kesisi yapıldı daha sonra proksimal falanks sizer kullanılarak proksimal falanks ölçüldü ve uygun implant tespit edildi. Deneme implantlar ile deneme yapıldıktan sonra implantlar yerleştirildi. 1.MTF eklem ROM aralığı kontrol edildi ve irigasyon sonrası katlar anatomik planda kapatıldı. Dren kullanılmadı. Elastik bandaj ile ekstremiten sarıldı. Ameliyat sonrası ekstremiten elevasyonu ve soğuk uygulama yapıldı. Pasif ROM egzersizlerine ameliyat sonrası 1. günde başlandı. Üç hafta boyunca kısmi yük verdirilen hastalara 6 hafta sonunda tam yük verdirildi. Hastalarda cerrahi sonrası erken dönemde enfeksiyon, yara problemi ve geç dönemde implant yetmezliği gibi komplikasyonlar gözlenmedi. Sütürlerin alınmasının ardından hastaların tolere edebildikleri kadar ayakkabı giymelerine ve günlük aktivitelerine dönmelerine müsaade edildi.



Grafik 1. Eklem Hareket Açıklığı değerlendirilmesi.



Grafik 2. VAS Skorları ameliyat öncesi ve sonrası karşılaştırması.

Değerlendirme

AOFAS (The American Orthopedic Foot and Ankle Score) skorumda sisteminde 100 puan üzerinden ağrı (40 puan), (fonksiyon 50 puan) ve implant dizilimi (10 puan) (alignment) değerlendirilir. Çalışmada başka implantla kıyaslama yapılamayacağından dolayı implant dizilimi skorumda yapılmamıştır ve 90 puan üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Hasta dosyasından ameliyat öncesi eklem hareket açıklıkları ve ağrı değerlendirmesi ile AOFAS skorları elde edildi. Ameliyat sonrası en az 12. ayda AOFAS skorları aynı cerrah tarafından değerlendirildi. Ayrıca hastalardan ameliyat öncesi ve sonrası için ağrı değerlendirmesini görsel analog ağrı göstergesi (VAS) üzerinden yapıldı. EHA ölçümü gonyometri ile tek cerrah tarafından yapılmıştır.

İstatistiksel Yöntem

Değişkenlerin analizinde SPSS 22.0 (IBM, NY/ABD) programı kullanıldı. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi varyans homojenliği Levene testi ile değerlendirildi. Bağımsız iki grubun nicel verilere göre birbiri ile karşılaştırılmasında Independent-Samples T testi kullanıldı. Bağımlı nicel değişkenlerin iki tekrarlı ölçümlerinin birbiri ile karşılaştırılmasında parametrik testlerden Paired-Samples T testi Bootstrap sonuçlarıyla birlikte kullanılır iken parametrik olmayan testlerden Wilcoxon Signed Ranks Test ise Monte Carlo simülasyon sonuçları kullanılarak test edildi. Değişkenlerin birbiriyle olan korelasyonlarını incelemek için ise Pearson Correlation testi ve Spearman's rho testleri kullanılmıştır. Nicel değişkenler tablolarda ortalama±standart sapma, kategorik değişkenler ise n (%) olarak gösterildi. Değişkenler %95 güven düzeyinde incelenmiş olup, 0,05'ten küçük p değeri anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Olguların demografik verileri ve Coughlin ve Shurnas evrelemesine göre değerlendirmesi Tablo 1'de verilmiştir. Bu olguların 15'i (%83,3) kadın, 3'ü (%16,7) erkek hastaydı. Ortalama takip süresi 21,27 (en az 18-en çok 23) aydı. Yine olguların 11'inde sağ (%61,1) ve 7'sinde sol (%38,9) ayakta halluks rijidus mevcuttu. 6 hasta (%33,3) evre 3, 12 hasta (%66,7) evre 4 olarak sınıflandı. Hastaların yaş ortalaması 64,5 (en az 47-en çok 74) olarak saptandı. Eklem hareket açıklığı (EHA), VAS ağrı skoru ve AOFAS

skorlarının değerlendirmesi Tablo 2'de verilmiştir. EHA'nın ameliyat öncesi ortalaması (21,39±8,19) (15-45); ameliyat sonrası ortalamasından (80,00±6,42) (65-90) daha düşük olup bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,001$). VAS ağrı skorunun ameliyat öncesi medyanı 8 (7-10) ameliyat sonrası medyan değerinden 2 (1-3) daha yüksek olup bu fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0,001$). AOFAS skorlarının ameliyat öncesi ortalaması (27,22±2,49) (24-32); ameliyat sonrası ortalamasından (77,78±8,47) (65-88) istatistiksel olarak daha düşük bulundu ($p=0,001$) (Tablo 2).

Yaş değişkeninin EHA, VAS ağrı skoru ve AOFAS değişkenlerinin ameliyat öncesi ve sonrası değerleri farkı ve takip süresi ile arasında anlamlı bir ilişki yoktu ($p>0,05$) (Tablo 3).

Tartışma

Bu çalışmada yerli üretim artroplastisi implantlarıyla halluks rijidus tedavisinin eklem hareket açıklıkları, VAS, ve AOFAS skorları yönünden başarılı bir yöntem olduğu ortaya konmuştur. Çalışmamızdaki hastaların ilk ve son kontrolleri arasında ağrıda anlamlı derecede azalma ve fonksiyonel düzelme gözlenmiş ve en az bir yıllık takiplerinde komplikasyona rastlanmamıştır.

Halluks rijidus tedavisinde hastaların en büyük beklentisi ağrının azalması ve rahat mobilizasyondur [11]. Biz de çalışmamızda VAS skorlarında anlamlı bir azalma saptadık. Halluks rijidus da bir diğer cerrahi yöntem olan; eklem hareketini ortadan kaldırarak ağrısız bir metatarso-falangeal eklem elde edildiği artrodez sonrasında da literatürde iyi sonuçlar bildirilmiştir [12-15]. Raikin ve ark. hemiarthroplastisi ile artrodezi karşılaştırdığı çalışmasında ağrı skoru ve memnuniyet açısından artrodezi üstün bulmuşlardır [12]. Artrodezi altın standart olarak tanımlayan bir diğer çalışmada ameliyat sonrası yük verme ile %91,1 kaynama bildirilmiştir. Kumar ve ark. yaptıkları çalışmada artrodezli hastalarda %100 başarıdan bahsetmişlerdir [15]. Ancak artrodezin; kaynamama, kaynama gecikmesi, metatarsalji, tarsometatarsal dejeneratif artrit, parmakta kısalık benzeri olumsuz sonuçları olabilmektedir. İlerlemiş halluks rijidusu olan ve günlük hayatta aktif hasta gurubu artrodez fikrine yeterince istekli görünmezler çünkü artrodez günlük aktiviteyi ve yürüyüşü kısıtladığından dolayı hasta için her zaman uyumlu değildir [16].

Tablo 1. Çalışmamızdaki hastaların demografik verileri ile işlem öncesi ve sonrası halluks rijidus evresi, ROM, VAS ve AOFAS değerleri.

Hasta no	cinsiyet	yaş	taraf	evre	ROM		VAS		AOFAS Hallux-First Ray Scale Score	komplikasyon	Takip (ay)	
					Önce	Sonra	Önce	Sonra	Önce			Sonra
1	K	61	R	3	20	75	9	1	27	85	Yok	20
2	K	73	L	4	25	75	8	2	24	75	Yok	21
3	K	72	R	4	20	85	10	2	24	78	Yok	22
4	E	61	L	4	15	80	9	1	24	88	Yok	19
5	K	58	L	3	45	90	8	2	26	85	Yok	20
6	K	62	R	3	20	85	7	1	24	88	Yok	19
7	K	47	R	4	20	85	8	3	28	65	Yok	23
8	K	52	L	4	25	75	9	2	30	66	Yok	23
9	K	62	L	4	20	80	8	2	32	77	Yok	23
10	K	61	R	4	15	70	9	1	29	88	Yok	23
11	K	65	R	4	25	75	8	2	30	66	Yok	22
12	K	72	L	3	20	80	8	1	27	69	Yok	22
13	K	72	R	3	20	85	7	1	26	75	Yok	22
14	K	73	R	4	20	85	8	2	30	66	Yok	21
15	K	74	L	4	25	65	9	3	28	88	Yok	20
16	K	66	R	4	20	85	9	2	27	85	Yok	23
17	E	65	R	3	20	85	7	1	27	85	Yok	20
18	K	65	R	4	20	80	8	2	28	66	Yok	20

Tablo 2. EHA, VAS ve AOFAS skorlarının ameliyat öncesi ve sonrasında değerlendirilmesi.

	Ameliyat Öncesi	Ameliyat Sonrası	Fark (Ö-S)	P Değeri
	Ortalama±SS.	Ortalama±SS.	Ortalama±SS.	
EHA	21,39±8,19	80,00±6,42	-58,61±9,82	0,001
AOFAS	27,22±2,49	77,78±8,47	-50,56±8,72	0,001
	Median (Min./Max.)	Median (Min./Max.)	Median (Min./Max.)	
VAS	8 (7/10)	2 (1/3)	6 (5/8)	<0,001

Paired T Test (Bootstrap)-Wilcoxon Signed Ranks Test(monte Carlo)-SS.:Standart Sapma-Min.:Minimum-Max.:Maximum

Tablo 3. Yaşın; EHA, VAS ağrı skoru ve AOFAS ile ilişkisi.

	r	p
Yaş-EHA Fark(Ö-S)	-0,147	0,559
Yaş-VAS Fark(Ö-S)	0,377	0,123
Yaş-AOFAS Fark(Ö-S)	-0,331	0,180
Yaş-Takip Süresi Ay	0,273	0,273
EHA Fark(Ö-S)-VAS Fark(Ö-S)	-0,457	0,057
EHA Fark(Ö-S)-AOFAS Fark(Ö-S)	-0,146	0,563
EHA Fark(Ö-S)-Takip Süresi Ay	-0,365	0,136
VAS Fark(Ö-S)-AOFAS Fark(Ö-S)	-0,030	0,905
VAS Fark(Ö-S)-Takip Süresi Ay	0,303	0,222
AOFAS Fark(Ö-S)-Takip Süresi Ay	-0,074	0,770

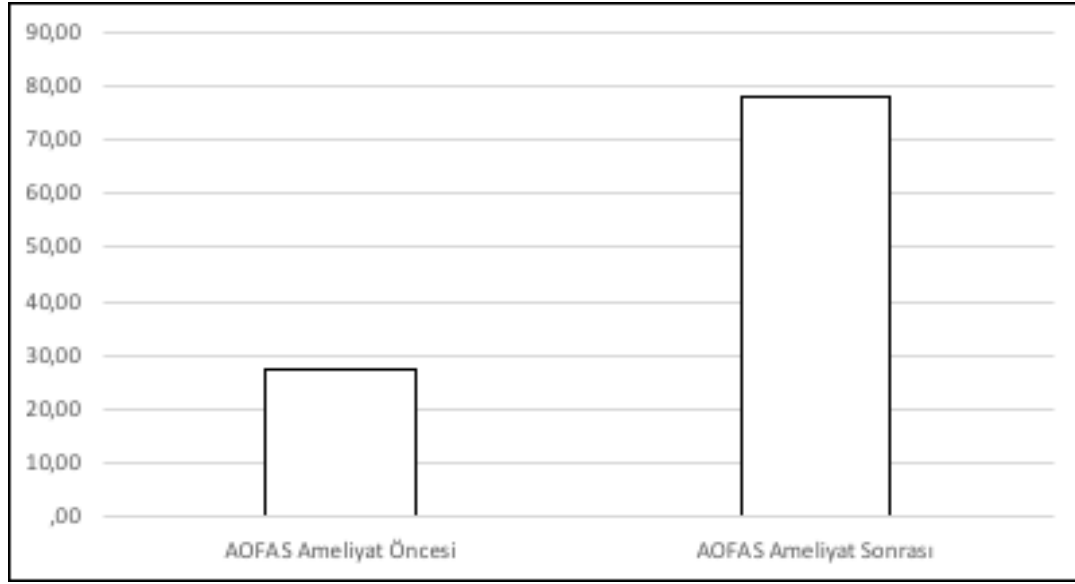
Spearman's rho Test, Pearson Correlation Test-r: Korelasyon Katsayısı

Çalışmamızda hem literatürdeki artrodez sonrası bildirilen düzeylerde ağrıda anlamlı bir azalma saptanmış; hem de total eklem artroplastisi ile metatarsofalangeal eklem hareketi korunmuştur.

İlerlemiş halluks rijidusun tedavisinde bir diğer tedavi alternatifi keller rezeksiyon artroplastisidir. Bu yöntemle uzun dönem takip sonunda %87 başarılı sonuç bildiren çalışmalar mevcuttur [17, 18]. Transfer metatarsalji ve falankstaki aşırı kısalma bu cerrahide hasta memnuniyetini azaltan etmenlerdir [19]. Uyguladığımız artroplastisi yöntemiyle ise falanks boyunda herhangi bir değişiklik olmamaktadır. Çalışmamızdaki 18 hastanın hiçbirisi transfer metatarsalji şikayetleri tariflememiştir.

Artrodez yöntemlerinin tümünde ağrıyı ortadan kaldırmak için metatarsofalangeal

eklemdeki hareket feda edilmektedir. Buna karşın çalışmamızda uygulanan eklem artroplastisi sonrası eklem sabitlenmesinin aksine hareket açıklığının da anlamlı şekilde artırılabilirdiği izlendi. Metatarsofalangeal eklem ağrısız ve stabil biçimde hareketine olanak sağlayabilecek ideal implantın arayışında günümüze kadar; silikon, kobalt krom, titanium implantlar denenmiştir [20]. Seramik implantların erken dönem iyi klinik sonuçları olsa da uzun dönem takipte yüksek revizyon cerrahisi bildirilmiştir [21-23]. Hemiartroplastisi uzun süre kullanılmış bir yöntemdir ancak implant yetmezliği bu implantların yaygın bir sorunudur [24]. Metal veya silikon komponentli yüzey yenileme (resurfacing) artroplastileri ilk önce osteokondral defektlerin tedavisi için geliştirildi ve daha sonra ilerlemiş halluks rijidus tedavisinde kullanılmıştır. Her ne kadar total eklem artroplastisine oranla daha az



Grafik 3. AOFAS Skorları ameliyat öncesi ve sonrası karşılaştırması.

kemik defekti oluşturarak halluks rijidusu tedavi etse de uzun dönemde gevşeme, eklemde sertlik, osteoliz, silikon sinoviti, yumuşak doku reaksiyonu benzeri kötü sonuçlar yayınlanmıştır [25]. Çalışmamızda kullanılan titanyum alaşım ve polietilenden oluşan implantlar ile en az bir yıllık takip sonunda implant yetmezliği izlenmemiş ve hiçbir implant revizyon cerrahisine gitmemiştir.

Cook ve arkadaşlarının yayınladığı meta-analizde eklem artroplastisinin olumlu klinik sonuçlar verdiği bildirilmiştir [26]. Artroplastinin ilk kullanılmaya başladığı yıllarda yetmezlik (loosening) bildirilen birçok yayın literatürde mevcuttur. Seramik implantlar ile artroplasti sonuçlarının incelendiği bir çalışmada iyi klinik sonuçların yanında 18 aylık takip sonrası radyografik olarak belirgin gevşeme bulguları saptanmıştır [27]. Gibson ve ark. yaptıkları çalışmada artroplasti sonrası implant yetmezliklerinden dolayı artrodez sonuçlarını daha başarılı bulmuşlardır [28]. Bir diğer çalışmada total eklem artroplastisi, yüzey yenileme artroplastisi ve artrodez karşılaştırılmış. Her üç tedavide de VAS skoru belirgin azalmış olmasına karşın yalnızca total artroplasti ve yüzey yenileme artroplastisinde AOFAS skorlarında belirgin düzelme gözlemlenmiştir. Bu yönüyle ileri evre halluks rigidus tedavisinde artroplasti güvenilir bir tedavi olarak nitelenmiştir [29]. Biz bu çalışmada press-fit olarak uygulanan parlak kaplama yüzeyli total başparmak artroplastinin erken dönem klinik sonuçlarını sunduk. Çalışma sonunda bu implantla tedavinin eklem hareket açıklıkları,

VAS, AOFAS skorları ve hasta memnuniyeti açısından başarılı olduğunu gösterdik. Bu çalışmada AOFAS skorlama sistemine göre hastaların ilk ve son kontrollerinde ağrıda anlamlı derecede azalma ve fonksiyonel düzelme gözlenmiş ve komplikasyona rastlanmamıştır.

Bizim çalışmamızın kısıtlılıklarından birincisi, karşılaştırmalı tedavi grubu olmamasıdır. Cerrahi alternatifler hastalara sunulduğunda; eklem hareketindeki kısıtlanma nedeniyle hastalar artrodeze isteksiz bulunmuşlardır. Diğer kısıtlılık ise uzun dönem takip sonuçları olmamasıdır. Farklı implantların uygulandığı, prospektif geniş hasta serilerini içeren uzun dönem karşılaştırmalı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak yerli başparmak artroplastisi EXEN sistemi ile tedavi edilen ileri evre halluks rijidus hastalarının klinik sonuçlarında erken dönem anlamlı iyileşme olduğu görüldü. İleri evre halluks rijidus hastaları için total eklem artroplastisi tatmin edici ağrı ve fonksiyonel sonuçlar sağlayan bir tedavi seçeneğidir.

Çıkar İlişkisi: Yazarlar çıkar ilişkisi olmadığını beyan eder.

Kaynaklar

1. Ibrahim T, Beiri A, Azzabi M, Best AJ, Taylor GJ, Menon DK. Reliability and validity of the subjective component of the American Orthopedic Foot and Ankle Society clinical rating scales. J Foot Ankle Surg 2007;46:65-74. <https://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2006.12.002>

2. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int* 1994;15:349-353. <https://dx.doi.org/10.1177/107110079401500701>
3. Coughlin MJ, Shurnas PS. Hallux rigidus: demographics, etiology, and radiographic assessment. *Foot Ankle Int* 2003;24:731-743. <https://dx.doi.org/10.1177/107110070302401002>
4. Valentini R, De Fabrizio G, Piovan G. First metatarsophalangeal joint replacement with total arthroplasty in the surgical treatment of the hallux rigidus. *Acta Biomed* 2014;85:113-117.
5. Coughlin MJ, Shurnas PS. Hallux rigidus. Grading and long-term results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85:2072-2088.
6. Hasselman CT, Shields N. Resurfacing of the first metatarsal head in the treatment of hallux rigidus. *Tech Foot Ankle Surg* 2008;7:31-40. <https://dx.doi.org/10.1097/BTF.0b013e318165c356>
7. Kennedy JG, Chow FY, Dines J, Gardner M, Bohne WH. Outcomes after interpositional arthroplasty for treatment of hallux rigidus. *Clin Orthop Relat Res* 2006;445:210-215. <https://dx.doi.org/10.1097/01.blo.0000201166.82690.23>
8. Fitzgerald JA, Wilkinson JM. Arthrodesis of the metatarsophalangeal joint of the great toe. *Clin Orthop Relat Res* 1981;157:70-77.
9. Yetkin H, Kanatlı U, Songür M. Current treatment methods in hallux rigidus. *TOTBID Dergisi* 2006;6:95-100.
10. Yee G, Lau J. Current concepts review: Hallux rigidus. *Foot Ankle Int* 2008;29:637-646. <https://dx.doi.org/10.3113/FAI.2008.0637>
11. Lundeberg T, Lund I, Dahlin L, et al. Reliability and responsiveness of three different pain assessments. *J Rehabil Med* 2001;33:279-283.
12. Raikin SM, Ahmad J, Pour AE, Abidi N. Comparison of arthrodesis and metallic hemiarthroplasty of the hallux metatarsophalangeal joint. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:1979-1985. <https://dx.doi.org/10.2106/JBJS.F.01385>
13. Berlet GC, Hyer CF, Glover JP. A retrospective review of immediate weightbearing after first metatarsophalangeal joint arthrodesis. *Foot Ankle Spec* 2008;1:24-28. <https://dx.doi.org/10.1177/1938640007311920>
14. Hyer CF, Glover JP, Berlet GC, Lee TH. Cost comparison of crossed screws versus dorsal plate construct for first metatarsophalangeal joint arthrodesis. *J Foot Ankle Surg* 2008;47:13-18. <https://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2007.08.016>
15. Kumar S, Pradhan R, Rosenfeld PF. First metatarsophalangeal arthrodesis using a dorsal plate and a compression screw. *Foot Ankle Int* 2010;31:797-801. <https://dx.doi.org/10.3113/FAI.2010.0797>
16. Ter Keurs EW, Wassink S, Burger BJ, Hubach PC. First metatarsophalangeal joint replacement: Long-term results of a double stemmed flexible silicone prosthesis. *Foot Ankle Surg* 2011;17:224-227. <https://dx.doi.org/10.1016/j.fas.2010.08.001>
17. Vallier GT, Peterson SA, LaGrone MO. The Keller resection arthroplasty: A 13- year experience. *Foot Ankle Int* 1991;11:187-194.
18. Hamilton WG, O'Malley MJ, Thompson FM, Kovatis PE. Capsular interposition arthroplasty for severe hallux rigidus. *Foot Ankle Int* 1997;18:68-70.
19. Akkurt MO, Şeşen H, Özdemir M, Çatma MF, Demirkale İ. Reduced postoperative functional length ratio influences patient satisfaction in first metatarsophalangeal joint replacement. *J Foot Ankle Surg* 2016;55:743-747. <https://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2016.02.007>
20. Meriç G, Erduran M, Atik A, Köse Ö, Ulusal AE, Akseki D. Short-term clinical outcomes after first metatarsal head resurfacing hemiarthroplasty for late stage hallux rigidus. *J Foot Ankle Surg* 2015;54:173-178. <https://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2014.10.016>
21. Duncan NS, Farrar NG, Rajan RA. Early results of first metatarsophalangeal joint replacement using the ToeFit-Plus™ prosthesis. *J Foot Ankle Surg* 2014;53:265-268. <https://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2014.01.008>
22. Redfern DJ, Coleridge SD, Bendall SP. Early failure of the Moje screw-fit ceramic metatarsophalangeal joint replacement. *Foot* 2003;13:204-208. <https://dx.doi.org/10.1016/j.foot.2003.07.001>
23. Nagy MT, Walker CR, Sirikonda SP. Second-generation ceramic first metatarsophalangeal joint replacement for hallux rigidus. *Foot Ankle Int* 2014;35:690-698. <https://dx.doi.org/10.1177/1071100714536539>
24. Erdil M, Bilsel K, Imren Y, et al. Metatarsal head resurfacing hemiarthroplasty in the treatment of advanced stage hallux rigidus: outcomes in the short-term. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2012;46:281-285.
25. Titchener AG, Duncan NS, Rajan RA. Outcome following first metatarsophalangeal joint replacement using TOEFIT-PLUS™: A mid-term alert. *Foot Ankle Surg* 2015;21:119-124. <https://dx.doi.org/10.1016/j.fas.2014.10.005>
26. Cook E, Cook J, Rosenblum B, Landsman A, Giurini J, Basile P. Meta-analysis of first metatarsophalangeal joint implant arthroplasty. *J Foot Ankle Surg* 2009;48:180-190. <https://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2008.10.009>
27. Chee YH, Clement N, Ahmed I, Thomson CE, Gibson JN. Functional outcomes following ceramic total joint replacement for hallux rigidus. *Foot Ankle Surg* 2011;17:8-12. <https://dx.doi.org/10.1016/j.fas.2009.11.005>

28. Gibson JN, Thomson CE. Arthrodesis or total replacement arthroplasty for hallux rigidus: a randomized controlled trial. *Foot Ankle Int* 2005;26:680-690. <https://dx.doi.org/10.1177/107110070502600904>
29. Erdil M, Elmadađ NM, Polat G, et al. Comparison of arthrodesis, resurfacing hemiarthroplasty, and total joint replacement in the treatment of advanced hallux rigidus. *J Foot Ankle Surg* 2013;52:588-593. <https://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2013.03.014>