

TALAR OSTEOKONDRAL DEFEKTLERDE ŞEKİLLENDİRİLMİŞ METAL TALAR İMPLANT UYGULAMASI

Result of Partial Resurfacing Implant Osteochondral Lesion as a Treatment of The Talus

Murat ÇALBIYIK

ÖZET

Amaç: Osteokondral lezyonlar (OKL) posttravmatik veya gelişimsel olarak ortaya çıkabilen, eklem yüzeyindeki hiyalin kırıkdağın ve subkondral kemiğin hasarıdır. Primer tedavi talus osteokondral defektlerin artroskopik debrütmanı ve kemik iliği stimülasyonudur. Özellikle başarısız primertedaviden sonra, cerrahi bir sorun olmaya devam etmektedir.

Medialtalar çatının büyük lezyonlarının tedavisinde şekillendirilmiş artiküler implant(ŞAİ) (HemiCAP, Artrosurface) bir tedavi alternatifidir. Bu çalışmanın amacı, daha önce cerrahi tedavi ile başarısız olmuş medialtalar kubbenin OKL'ları için ŞAİ implantasyonundan sonra klinik sonuçları incelemektir.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmada OKL tanısı ile tedavi edilen artroskopik debrütman kemik iliği stimülasyonu sonucu başarısız olan veya 50 yaş üstü primer OKL lezyonu nedeni, Haziran 2011-Haziran 2015 tarihleri arasında tedavi edilen ve ŞAİ yapılan 7 si erkek ve 10 kadın olmak üzere toplam 17 hasta retrospektif olarak incelenmiştir. Hastalar preoperatif ve postoperatif olarak takiplerinde dinlenme ve yürüme sırasında VAS ağrı skoru, AOFAS skorlaması, radyolojik olarak implant gevşemesi, osteotomi hattında pseudoartroz, malunion ve osteoartrit gelişimi değerlendirildi.

Bulgular: Ortalama yaş 49.5±10.3(29-68) dir. Takip süresi 44.2±11.7(24-63) aydır. VAS ağrı skoru dinlenme sırasında preoperatif dönemde 1.4±1.2 (0-4) tespit edilmiş iken postoperatif birinci yıl sonunda 0.5±0.7 (0-2) yürüme sırasında ise preoperatif dönemde 6±1.4(3-8) 1 yıl sonunda 1±0.7(0-2) olarak tespit edildi. AOFAS preoperatif olarak değerlendirildiğinde 67.3±12.1(38-80) postoperatif 1 yılda 92.5±9.2(68-100) tespit edildi. Tüm hastalarda osteotomi hattında kaynama görüldü. 1 hastada yara yerinde yüzeysel enfeksiyon izlendi, 1 hastada ise osteotomi hattında kullanılan tespit vidasının uzunluğu nedeni ile erken dönemde implant çıkarılmış ve 1 hastada osteotomi hattında bioabsorbable vida tespit için kullanılmış ve stabiliteden dolayı grafideki konsolidasyon geç tespit edilmiş ve herhangi bir komplikasyon gelişmeden kaynama izlenmiştir. 1 hastanın takiplerinde tibial yüzeyde subkondral skleroz tespit edilmiştir.

Sonuç: Çalışmanın sonucu olarak metalik implantasyon tekniği medial çatı OKL tedavisinde başarılı bir cerrahi prosedürdür. Primer tedavinin başarısız olduğu durumlarda ve 50 yaş üstündeki vakalarda ayak bileği artrodezi, ayak bileği artroplasti cerrahi seçeneklerinden önce tercih edilebilecek bir cerrahi yöntemdir.

Anahtar Kelimeler: Talus; kırıkdağ; Talus kist; HemiCAP; Artikülerimplant

ABSTRACT

Objectives: Osteochondral lesions (OCL) are the damage of the hyaline cartilage and subchondral bone on the joint surface, which may develop posttraumatically or developmentally. Primary treatment is arthroscopic debridement of the talus osteochondral defects and bone marrow stimulation. Especially after the failure of the failed primer, surgery remains a problem.

Resurfacing articular implant (HemiCAP, Artrosurface) shaped in the treatment of large lesions of the medial talar roof is an alternative treatment. The purpose of this study was to examine the clinical results after HemiCAP implantation for the OCLs of the medialtalar dome, which had previously failed with surgical treatment.

Material and Methods: In this study, were retrospectively analyzed 17 patients who under went arthroscopic debridement bone marrow stimulation treated with OKL diagnosis, or who were treated between June 2011 and June 2015, and who were treated with a primary OCL lesion over 50 years of age and 7 men and 10 women. Patients were evaluated preoperatively and postoperatively during rest and walking on VAS pain score, AOFAS score, radiologically implant relaxation, pseudoarthrosis is of osteotomyline, malunion and osteoarthritis.

Department of Orthopedics and
Traumatology, Hitit University
Faculty of Medicine, Corum

Dr. Murat ÇALBIYIK, M.D.

İletişim:

Dr. Murat ÇALBIYIK, M.D.
Department of Orthopedics and
Traumatology, Hitit University,
Faculty of Medicine
Ulukavak Mah., Çiftlik CayiriCd. 45 A,
19040 Corum, Turkey
Tel: +90 532 7698962
e-mail:
drmuratcalbiyik@hotmail.com

Geliş tarihi/Received: 19.02.2018
Kabul tarihi/Accepted: 17.04.2018
DOI: 10.16919/bozoktip.396891

Bozok Tıp Derg 2018;8(3):76-82
Bozok Med J 2018;8(3):76-82

Results:The mean age was 49.5 ± 10.3 (29-68) years. The follow-up period was 44.2 ± 11.7 (24-63) months. The VAS pain score was found to be 1.4 ± 1.2 (0-4) in the preoperative period at rest, 0.5 ± 0.7 (0-2) at the end of the first postoperative period and during walking, 6 ± 1.4 (3-8) in the preoperative period and 1 ± 0.7 (0-2) at the end of 1 year were determined. AOFAS was 67.3 ± 12.1 (38-80) preoperatively and 92.5 ± 9.2 (68-100) at 1 year postoperatively. All patients had union on the osteo to myline. In one patient, a superficial infection was observed. In one patient, the implant was remove dearly due to the length of the fixation screw used in the osteo to myline. One patient was used to fix the bioabsorbable screw in the osteo to myline and due to the stabilization, consolidation on the graft was detected late and union was observed without any complication. Subchondral scleros is was detected on the tibial surface in 1 patient's follow-up.

Conclusion: As a result of the study, metallic implantation technique is a successful surgical procedure in medial roof OKL treatment. In cases where primary care is unsuccessful and over 50 years of age, ankle arthrodesis is a surgical procedure that may be prefer red before ankle arthroplasty surgery.

Keywords: Talus; Cartilaj; Talus bone cyst, HemiCAP; Resurfacing implant

GİRİŞ

Ayak bileği osteokondritisdissekans ile ilgili ilk yayın 1922 yılında yayınlanmıştır(1). Bu çalışmadan itibaren etyoloji ile ilgili çeşitli görüşler mevcuttur. Travma en önemli etyolojik faktör olarak bilinmektedir (2). Bununla beraber iskemi, idiopatik osteokondral ayak bileği lezyonlarıda görülür(3).%62 oranında OKL talusun medial çatsında görülür (4).Medial defektler genellikle derin ve kupa şeklindedir(5).Subkondral kemiğe doğru uzanır(4,6).

Klinik olarak ayak bileğinde yüklenmeye bağlı olarak ağrı ile beraber şişlik, eklem hareket açıklığında sınırlanma, synovit görülmektedir(2).Çoğu ,OKD'ler lokalizasyon, derinlik, boyut ve hastanın yaşı gibi parametrelere bağlı olarak iyileşmez ve ameliyat gerekli olur(7,8). Ağrı, kıkırdak lezyonundan kaynaklanmaz, büyük olasılıkla yürüme esnasında tekrar eden yüksek sıvı basıncından dolayı ortaya çıkar ve bu da kıkırdak defekti altındaki yüksek derecede innervasyona uğramış subkondral kemiğin uyarılması sonucu oluşur. Osteokondral kusurların doğal geçmişini anlamak ilerleyici eklem hasarını önlemeye yönelik stratejilerin geliştirilmesine yol açabilir.Fizik muayenede ayak bileğinde; yük verme sırasında ortaya çıkan derin ayak bileği ağrısı tespit edilir.Bu ağrının en muhtemel nedeni ilk olarak doksanlı yılların başlarında saptanan subkondral kemikteki sinir uçlarıdır(9).

OKL tedavisinde çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Çoğu merkezde standart primer tedavi atoskopik kemik iliği stimulusyonudur(10).Bu yöntemle %85 oranında başarı sağlanmaktadır(11).

Bazı hastalarda primer tedaviden sonra özellikle

egzersiz sırasında derin ayak bileği ağrısı mevcuttur. Primer tedavinin başarısız olduğu vakalarda osteokondral otograft transferi, otojenkansellöz kemik grefti ve otolog kondrositimplantasyonu alternatif tedavi yöntemleridir(12,13,14,15).

Bu tekniklerdeki başarı oranı sırası ile %87,%61,%76 dır(16).Bununla beraber bu cerrahi manuplasyonlarda cerrahi alan morbiditesi veya 2 aşamalı cerrahi manuplasyon gereklidir(16).Zengerink ve ark. başarısız OKL tedavisinde yetersiz iyileşme nedeni ile ayak bileği ağrısına neden olan eklem kıkırdağının değil subkondral kemiğin olduğunu bildirmişlerdir(2). Primer tedavide başarısız olan hastalarda eklemi koruyan şekillendirilmiş artiküler implant geliştirdiler. Tedavideki amaç ağrı ve şişliği ortadan kaldırmayı, şikayet öncesi aktiviteye dönmeyi ve kist formasyonunun gelişmesini önlemeyi hedeflemektedir.(17,18,19).

Bu çalışmada primer artroskopik kemik iliği stimulusyonu yapıp başarısız olan, 50 yaş üstü OKL nedeni ile talar ŞAİ yapılan hastaların orta dönem sonuçları analiz edilmiştir.

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada primer OKL lezyonu nedeni ile tedavi edilen ve başarısız olan hastalar ile; 50 yaş üzeri OKL nedeni ile primer tedavi olarak haziran 2011-haziran 2015 tarihleri arasında tedavi edilen ve ŞAİ yapılan 17 hasta retrospektif olarak çalışmaya alınmıştır. İnkluzyon kriterleri daha önce primer tedavi geçirmiş 1 yıldan fazla ayak bileğinde ağrı, şişlik ve sinovit olan vakalar , medial-lateral ≥ 12 mm fazla ve 17 mm den küçük defektler ile 50 yaş üstü olan hastalar değerlendirilmiştir. Eklüzyon kriterleri ise 18 yaş altı,

17 mm ve üzeri defekt olan vakalar, ayak bileğinde ek patolojiler olan ayak bileği osteoartrit Kelgren Lawrence grade>1 , tibial osteokondral defekt, alt ekstremitte dizilim bozukluğu, diabetes mellitus, enfeksiyon, metal allerjisi, ileri derece osteoporoz ve periferik arteriel okluzif hastalığı olan hastalar çalışma dışı bırakılmıştır. Bütün hastalar regional anestezi altında supine pozisyonunda turnike kullanılarak tek bir cerrah tarafından opere edilmiştir. ŞAİ implantasyonu üretici firmanın cerrahi prensiplerine göre yapılmıştır. Medial malleol üzerinden 7 cm lik körv insizyon ile girildi. Medial malleol uzun aksına 30-35 derece ile osteotomi yapıldı. Talar osteokondraldefekt temizlenerek ŞAİ eklem kırırdağından 0.5 mm daha distalde yerleştirildi ve malleol 2 adet vida ile tespit edildi (figure 1).



a) Malleol osteotomi için 30-35° açı planlamalı



b) Talar Hemicap implantasyonu



c) Malleol osteotomi hattı tespiti

Cerrahi sonrası 1 hafta alçı-atel uygulandı. 5 hafta yük verilmeyip, yürüme botu verildi. Radiografi sonrası konsolidasyon gelişen hastalara artan ağırlıkta yük verildi ve 3. ayda normal ayakkabı giymelerine izin verildi. Günde 2 defa 15 dakika ayak bileği egzersizleri verildi.

Hastalar preoperatif olarak MR ve ayak bileği grafileri alındı. Postoperatif kontrollerde grafi ile osteotomi hattı konsolidasyon, pseudoartroz, implant gevşemesi ve ayak bileğinde osteoartrit değişiklikler değerlendirildi. Hastalarda preoperatif ve postoperatif olarak dinlenme ve aktivite sırasında VAS ağrı skoru AOFAS skoru, yaş, taraf, cinsiyet, vücut kitle indeksi değerlendirildi. Postoperatif dönemde gelişen komplikasyonlar kayıt edildi.

Tüm istatistiksel analizler ve hesaplamalar SPSS (Version 22.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı ile yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler sürekli değişkenler için dağılım varsayımlarına göre ortalama±standart sapma, median (min-max) olarak sunuldu. Bağımlı iki grup (pre ve postoperatif) karşılaştırmaları için veri dağılımına göre parametrik olmayan Wilcoxon testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi için p<0.05 olarak belirlendi.

BULGULAR

Hasta özellikleri Tablo 1 de listelenmiştir.

		p
Cinsiyet		
Erkek	7(%41.2)	
Kadın	10(%58.8)	
Ortalama yaş±SD (range)	49.5±10.3(29-68)	
Vücut Kitle İndeksi kg/m ²	27.5±1.6(25-31)	
Takip süresi	44.2±11.7(24-63)	
AOFAS		
Preoperatif	67.3±12.1(38-80)	<0,01*
Postoperatif	92.5±9.2(68-100)	
VAS ağrı skoru dinlenme		
Preoperatif	1.4±1.2(0-4)	<0,01*
Postoperatif	0.5±0.7(0-2)	
VAS ağrı skoru yürüme		
Preoperatif	6±1.4(3-8)<0,01	<0,01*
Postoperatif	1±0.7(0-2)	

Wilcoxon testi *

7 hasta (%41.2) erkek ve 10 hasta(%58.8) kadın ve ortalama yaş 49.5 ± 10.3 (29-68) vücut kitle indeksi 27.5 ± 1.6 (25-31) kg/m^2 idi. Ortalama takip süresi 44.2 ± 11.7 (24-63) aydır. VAS ağrı skoru dinlenme sırasında 1.4 ± 1.2 (0-4) preoperatif dönemde tespit edilmiş iken postoperatif birinci yıl sonunda 0.5 ± 0.7 (0-2) (p,yürüme sırasında preoperatif dönemde ise 6 ± 1.4 (3-8) 1 yıl sonunda 1 ± 0.7 (0-2) ($p < 0.01$) olarak tespit edildi (figure 2). AOFAS preoperatif olarak değerlendirildiğinde 67.3 ± 12.1 (38-80) postoperatif 1 yılda 92.5 ± 9.2 (68-100) tespit edildi ($p < 0.01$)

Tüm hastalarda osteotomi hattında kaynama görüldü. 1 hastada yara yerinde yüzeysel enfeksiyon izlendi, 1 hastada ise osteotomi hattında kullanılan tespit vidasının uzunluğu nedeni ile erken dönemde implant çıkarılmış ve 1 hastada osteotomi hattında bioabsorbable vida ile tespit yapılmış ve stabiliteden dolayı grafideki konsolidasyon geç tespit edilmiş ve herhangi bir komplikasyon gelişmeden kaynama izlenmiştir. 1 hastanın takiplerinde tibia yüzeyde subkondral skleroz görüldü. Hiçbir hastada implant gevşemesi izlenmedi (figure 3-4).

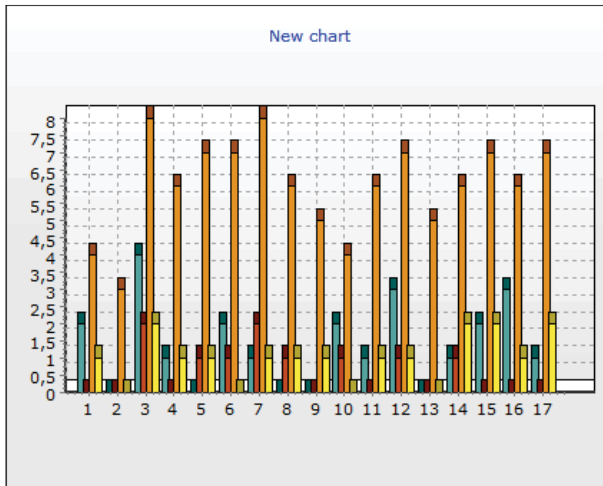


Figure 2- Hastaların preop ve postop VAS ağrı istirahat ve yürüme esnasındaki sonuçları

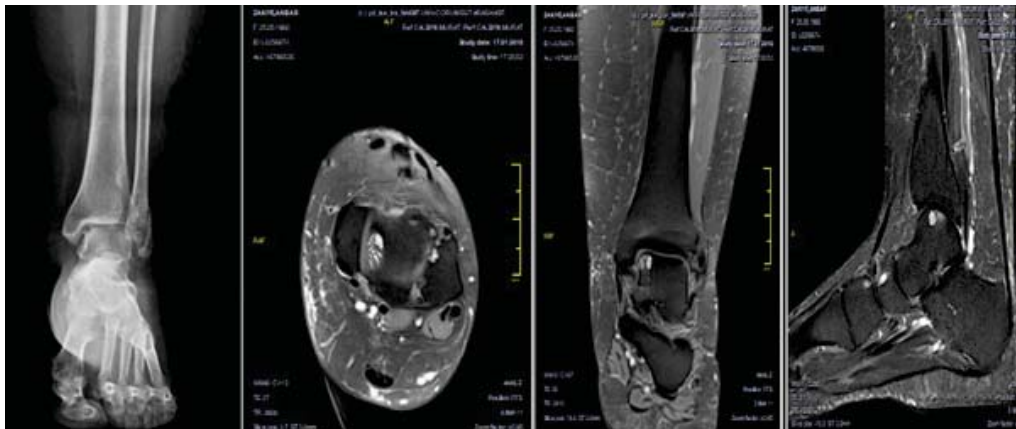


Figure 3

- X-Ray ayak bileği AP grafi
- Ayak bileği T2 MR talar çatıda kistik lezyon ön-arka kist boyutu 14 mm Medial Lateral 8 mm
- Koronal düzlemde T2 talar çatıda kistik lezyon derinlik 8 mm
- Sagittal düzlemde T2 görüntüsü



Figure 4 –X-Ray AP ve Lateral postoperatif grafi

TARTIŞMA

Talar OKL tedavisinde ŞAİ tedavide kullanılması ve sonuçları ile ilgili literatürde az sayıda yayın vardır. Bu implantın OKL tedavisindeki endikasyonları henüz tam olarak bilinmemektedir. Literatürde endikasyonları olarak 12mm den büyük, primer tedavinin başarısız olduğu ve 1 yıldır süregelen ağrısı olan ve 18 yaş üstü olan vakalardır(20). 12 mm üstü ve 17 mm altında defektler uygulanmış olup 17 mm üstü defektlerde uygulandığında aradaki fark fibröz kartilaj ile dolmaktadır.(20).

Biz çalışmamızda 18 yaş üstü, primer tedaviye rağmen başarısız olduğu ve 1 yıldır şikayetleri devam eden hastalar ile, 50 yaş üstü OKL tanısı alan hastalarda primer olarak uygulanmıştır. Artroskopik mikrofraktür 12 mm 'den büyük 17 mm 'den küçük vakalarda uygundur.(21). Van Bergen ark. serisinde preoperatif ve postoperatif ağrı sınırlarındaki istirahat ve yürüme sırasında değişimler $p<001$ anlamlıdır. Buda implantın etkinliği defekti kapsamayı ve defektin doldurulma mekanizmasına bağlıdır(23). Subkondral kemiğe doğru artmış eklem içi basıncı progressif subkondral kistin oluşmasına ve ağrıya sebep olur(23). Bu patolojik süreç defektin implant ile doldurularak ve defekt örtünmesi

sağlanarak önlenildiği düşünülmektedir(23).

Serimizde preoperatif dönemde istirahat VAS ağrı skoru dinlenme sırasında $1.4\pm 1.2(0-4)$ tespit edilmiş iken postoperatif birinci yıl sonunda $0.5\pm 0.7(0-2)$ ($p<0.01$); yürüme sırasında preoperatif dönemde $6\pm 1.4(3-8)$ ve 1 yıl sonunda $1\pm 0.7(0-2)$ ($p<0.01$) olarak tespit edildi. ŞAİ ile tespit yapıldıktan sonra ağrı skorlarında anlamlı bir değişim izlenmiştir.

Yük verme sırasında talarkartilaj dejenere olmaktadır. Wan ve ark(22) kartilaj deformasyon ölçümlerinde $\%34.5\pm\%7.3$ tam yük verildiğinde kartilaj deforme olmaktadır. Medial talar çatlak kartilaj kalınlığı 1.42 ± 0.31 mm dir. ŞAİ doğru şekilde implante edildiğinde, aşırı temas basınçlarından kaçınılmaktadır(17).

1 vakada implant kırık yüzeyde aynı düzeyde tespit edilmiş ve bu vakada tibial subkondral skleroz gelişmiştir. İmplantın protrüzyonu yüklenme sırasında karşı eklem kartilajından hasara neden olabilir. Cerrahi sırasında implant 0.5 mm kadar eklem kırıkdağından daha distalde yerleştirilmelidir. Bu vakalarda osteoartrit gelişimi daha düşüktür(17).

İmplantın yetersiz destekten dolayı veya yanlış cerrahi

uygulamadan dolayı daderin yerleştirilmesi de çevre kartilajın kollapsına neden olabilir.Yük verildiğinde talar kartilajdaki basınç %35'e ulaşır(24, 25).

Massif OKL allogreft , ayak bileği protezi veya artrodez ile tedavi edilir. Allogreft fokal defektlerde greftlerin canlılık yada stabilite kaybından dolayı önerilmemektedir(26).Rekürrent OKL tedavisinde, ayak bileği artrodezi veya artroplastisi definitif tedavidir. Genç ve aktif hastalarda önerilmemektedir. ŞAI yetmezliğinden sonra ayak bileği total artroplastisi veya artrodezi uygulanabilir.

Literatürdeki her iki kohort çalışmasında intraoperatif komplikasyon, implant gevşemesi veya pseudoartroz tespit edilmemiştir. Progressif dejeneratif değişiklikler Ettinger ve ark. çalışmasında 10 hastanın 6'sında (%60) VAN Bergen ve ark. çalışmasında 20 hastanın 2' sinde (%10) ayak bileği osteoartrit geliştiği yayınlanmıştır (23).

Bizim serimizde Vücut kitle indeksi 30 ve altı bulunmuştur. Ettinger ve arkadaşlarının artrodeze giden fonksiyonel skorları kötü olan 2 hastanın vücut kitle indeksi 36 ve 44 dür. vanBergen ve ark. serilerinde AOFAS skoru preoperatif 62(46-72) olup postoperatif 1 yılda 87(75-95) olup p<0.01 anlamlı bir değişim olduğu yayınlanmıştır.(23)

Bizim serimizde AOFAS skoru preoperatif olarak değerlendirildiğinde 67.3±12.1(38-80) postoperatif 1 yılda 92.5±9.2(68-100) tespit edildi(p<0.01). Fonksiyonel olarak anlamlı birdeğişim izlenmiştir.

ŞAI 50 yaş üstü vakalarda Kelligran Tıp 2-3 vakalarda primer tedavi olarak artroplastisi veya artrodez alternatifleri olarak tercih edilebilir.

Bizim çalışmamızda bazı limitasyonlar vardır. Az vaka serisi olması retrospektif bir çalışma olması ve vaka yaş dağılımının geniş olması ve primer tedavi olarak 50 yaş üstü vakalarda ve sekonder tedavi ise 18-49 yaş arasındaki vakalarda uygulanması nedeni ile dağılım homojen değildir.

Sonuç olarak Hemicap implantasyonu başarısız primer tedaviden sonra veya 50 yaş üstü vakalarda primer tedavi olarak artroplastisi veya ayak bileği artrodezi önlemek açısından seçilmiş vakalarda uygulanabilir.

Talar çatıdaki implant karşısındaki kartilaj incelmeleri komşu alandaki kartilaj deformasyonu ölçülmesi ve metal kartilaj yüzey etkileşimi değerlendirilmelidir. Cerrahi komplikasyonu azaltmak ve uygun malleoler osteotomi ve implant yerleştirilmesi nedeni ile deneyimli ayak ve ayak bileği cerrahı tarafından uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Kappis, M. (Weitere Beitrage zur Traumatisch-mechanischen Entstehung der "Spontanen" Knorpelablösungen (sog. Osteochondritis dissecans). Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, 1922; 171:13-29. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02812921>
2. van Dijk CN, Reilingh ML, Zengerink M, van Bergen CJ. Osteochondral defects in the ankle: why painful? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2010;18:570-80. doi: 10.1007/s00167-010-1064-x.
3. Schachter AK, Chen AL, Reddy PD, et al. Osteochondrallesions of the talus. J Am Acad Orthop Surg. 2005;13:152-8.
4. Elias I, Zoga AC, Morrison WB, Besser MP, Schweitzer ME, Raikin SM. Osteochondral lesions of the talus: localization and morphologic data from 424 patients using a novel anatomical grid scheme. Foot Ankle Int. 2007;28:154-6.
5. Canale ST, Belding RH. Osteochondrallesions of the talus. J Bone Joint Surg Am. 1980;62:97-102.
6. Berndt AL, Harty M. Transchondralfractures (osteochondritis dissecans) of the talus. J Bone Joint Surg Am 41:988-1020, 959.
7. Giannini S, Buda R, Faldini C, Vannini F, Bevoni R, Grandi G, Grigolo B, Berti L. Surgical treatment of osteochondrallesions of the talus in young active patients. J Bone Joint Surg Am 2005;87(2):28-41.
8. Kono M, Takao M, Naito K, Uchio Y, Ochi M. Retrograde drilling for osteochondral lesions of the talus. Am J Sports Med 2006;34:1450-6.
9. Mach DB, Rogers SD, Sabino MC, Luger NM, Schwei MJ, Pomonis JD et al. Origins of skeletal pain: sensory and sympathetic innervation of the mouse femur. Neuroscience 2002; 113:155-66
10. Hannon CP, Smyth NA, Murawski CD, Savage-Elliott I, Deyer TW, Calder JD, Kennedy JG. Osteochondrallesions of the talus: aspects of current management. Br Bone Joint J 2014; 96:164-71.
11. van Bergen CJ, Kox LS, Maas M, Siersevelt IN, Kerkhoffs GM, van Dijk CN. Arthroscopic treatment of osteochondral defects of the talus: outcomes at eight to twenty years of follow-up. J Bone Joint Surg Am 2013;95:519-25.
12. Baums MH, Heidrich G, Schultz W, et al. Autologous chondrocyte transplantation for treating cartilage defects of the talus. J Bone Joint Surg Am. 2006;88:303-8.
13. Gautier E, Kolker D, Jakob RP. Treatment of cartilage defects of the talus by autologous osteochondral grafts. J Bone Joint Surg Br. 2002;84:237-44.
14. Hangody L, Kish G, Modis L, et al. Mosaicplasty for the treatment of osteochondritis dissecans of the talus: two to seven year results in 36 patients. Foot Ankle Int. 2001;22:552-8.
15. van Bergen CJ, de Leeuw PA, van Dijk CN. Treatment of osteochondral defects of the talus. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar

Mot. 2008 ; 94(8):398-408. doi: 10.1016/j.rco.2008.09.003

16. Zengerink M, Struijs PA, Tol JL, et al. Treatment of osteochondral lesions of the talus: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18:238–46.

17. vanBergen CJ, Zengerink M, Blankevoort L, vanSterkenburg MN, vanOlderijk J, vanDijk CN. Novel metallic implantation technique for osteochondral defects of the medial talar dome: a cadaver study. 2010; *Acta Orthop* 81:495–502.

18. Anderson DD, Tochigi Y, Rudert MJ, Vaseenon T, Brown TD, Amendola A. Effect of implantation accuracy on ankle contact mechanics with a metallic focal resurfacing implant. *J Bone Joint Surg Am* 2010; 92:1490–500.

19. vanBergen C, Reilingh ML, vanDijk CN. Novel metal implantation technique for secondary osteochondral defects of the medial-talar dome: 1-year results of a prospective study. *Fuss Sprunggelenk* , 2012; 10:130–7.

20. Christiaan J. A. van Bergen • Mikel L. Reilingh • C. Niek van Dijk 5 Tertiary osteochondral defect of the talus treated by a novel contoured metal implant *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011; 19:999–1003 DOI 10.1007/s00167-011-1465.

21. Chuckpaiwong B, Berkson EM, Theodore GH Microfracture for osteochondral lesions of the ankle: outcome analysis and outcome predictors of 105 cases. *Arthroscopy* 2008; 24:106–12 .

22. Wan L, de Asla RJ, Rubash HE, Li G In vivo articular contact deformation of human ankle joint under full body weight. *J Orthop Res* 2008; 26:1081–8.

23. van Bergen CJ, van Eekeren IC, Reilingh ML, Siersevelt IN, van Dijk CN. Treatment of osteochondral defects of the talus with a metal resurfacing inlay implant after failed previous surgery: a prospective study. *Bone Joint J.* 2013;95:1650–5. doi: 10.1302/0301-620X.95B12.32455

24. Loening AM, James IE, Levenston ME, Badger AM, Frank EH, Kurz B, Nuttall ME, Hung HH, Blake SM, Grodzinsky AJ, Lark MW, Injurious mechanical compression of bovine articular cartilage induces chondrocyte apoptosis. *Arc Biomech Biophys* 2000;381(2)205-12.

25. Milentijevic D, Torzilli PA. Influence of stress rate on water loss, matrix deformation and chondrocyte viability in impacted articular cartilage. *J Biomech* 2005; 38(3):493-502.

26. Haene R, Qamirani E, Story RA, Pinsker E, Daniels TR. Intermediate outcomes of fresh talar osteochondral allografts for treatment of large osteochondral lesions of the talus. *J Bone Joint Surg [Am]* 2012;94:1105–10.