

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

**SKAFOİD KAYNAMAMA TEDAVİSİNDE OTOLOG
KEMİK GREFTİ İLE PRONATOR KUADRATUS
VASKÜLARİZE PEDİKÜLLÜ KAS FLEBİ TEDAVİ
SONUÇLARININ RETROSPEKTİF OLARAK
KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

DR. MUSTAFA ABDULLAH ÖZDEMİR

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. HAYATİ DURMAZ

İSTANBUL-2018

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Skafoïd kaynamama tedavisinde cerrahi tedavinin gerekliliği açısından fikir birliği olsa da seçilecek cerrahi teknik açısından görüş birliği mevcut değildir. Pronator kuadratus vaskülarize pediküllü kas flebi tekniği 1983 yılında Braun tarafından tanımlanmış olup, günümüzde modifiye hali ile skafoïd kaynamama tedavisinde cerrahi seçenekler arasındadır. Literatürde Braun tekniği ile konvasiyonel greftleme tekniklerinin kıyaslandığı çalışma bulunmamaktadır. Biz alımamızda pronator kuadratus vaskülarize pediküllü kas flebi tekniği ile iliak kanattan alınan otolog kemik grefti tekniğinin fonksiyonel ve radyolojik sonuçlarını kıyaslayarak literatüre katkı sağlamayı amaçladık.

İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda asistanlık eğitimine baladığım ilk günden beri beni hep destekleyen asistan abilerime ve arkadaşlarıma, uzman abilerime, Ana bilim dalımızın tüm hemşire ve personeline ve her zaman örnek aldığım bir nceki Anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. nder Yazıcıoğlu'na teşekkür ederim.

Tez hazırlık süreci boyunca bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, arivlerini kullanmama izin veren, tez dışında da her konuda bana yardımcı olan, meslek hayatımın ve akademik hayatımda örnek alacağım değerli tez hocam ve Ana Bilim Dalı başkanımız Prof. Dr. Hayati Durmaz'a teşekkür ederim.

Asistanlık eğitimim süresince çok şey öğrendiğim Prof. Dr. Mehmet Açık, Prof. Dr. nder Kılıçoğlu, Prof. Dr. İrfan ztrk ve desteğini hiç esirgemeyen Doç. Dr. Turgut Akgl'e teşekkür ederim.

Tez sürecinde yanımda olarak yardımını esirgemeyen Doç. Dr. Ahmet Salduz'a ve desteklerinden dolayı Op. Dr. Ömer Ayık ve Dr. Alper kr Kendirci'ye teşekkür ederim.

Uzmanlık eğitimim süresince desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen Prof.Dr. Mehmet akmak, Prof. Dr. Yener Temelli, Prof. Dr. Cengiz en, Prof. Dr. Levent Eralp, Doç. Dr. Fuat Bilgili, Doç. Dr. Halil İbrahim Balcı, Doç. Dr. Ali Eren, Op. Dr. Gökhan Polat, Op. Dr. Ömer Naci Ergin'e sonsuz teşekkür ederim.

Hayatım boyunca bana destek olan ailem ile tanıdığım ilk günden itibaren hep yanımda olan hayat arkadaşım, eim, kızım İnci Su'yun annesi Sibel zdemir'e uzmanlık eğitimim boyunca bana gösterdiği sabır ve özveri için sonsuz teşekkür ederim...

Dr. Mustafa A. zdemir

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	v
TABLolar LİSTESİ.....	vii
RESİMLER LİSTESİ.....	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. SKAFOİD KEMİĞİN ANATOMİSİ.....	3
2.2. VASKÜLER ANATOMİ.....	5
2.3. LİGAMENTÖZ ANATOMİ.....	6
2.4. SKAFOİD KIRIKLARI VE BİYOMEKANİĞİ.....	9
2.5. SKAFOİD KIRIKLARI SINIFLANDIRMASI.....	11
2.6. SKAFOİD KIRIKLARINDA TEDAVİ	12
2.7. KAYNAMAMA	13
2.8. VASKÜLARİZE GREFTLEME	15
3. HASTA VE METOD.....	16
3.1. AMELİYAT SONRASI BAKIM	16
3.2. CERRAHİ TEKNİK	16
3.3. DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	18
3.3.1. Mayo Modifiye El Bilek Skorlama Sistemi	18
3.3.2. VAS Ağrı Skorlama (Vizüel Analog Skala).....	19
3.3.3. Kavrama Gücü (Grip strenght)	20
3.3.4. Çimdik Gücü (Key pinch strenght)	20

3.3.5. El Bileği Hareket Açıklığı	21
3.3.6. Skafolunat Açısı	21
3.3.7. Natrass Karpal Yükseklik İndeksi	21
3.3.8. İstatistiksel Analiz	22
3.4. Vakalarımızdan Örnekler	23
4. BULGULAR	25
5. TARTIŞMA.....	40
6. KISITLILIKLAR.....	49
7. ÇIKARIMLAR VE ÖNERİLER	50
8. ÖZGEÇMİŞ	51
9. KAYNAKLAR.....	52

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.	El bileği kemiklerinin AP planda görüntülenmesi.....	3
Şekil 2.	Sağ skafoidin üç boyutlu şematize edilmiş hali. Açık renkli alanlar eklem yüzeylerini göstermekte. Sol taraftan sağa doğru skafoidin; proksimal, ulnar, distal ve radialden görünümü izlenmekte.....	4
Şekil 3.	Skafoid kemiğin dört taraftan görünümü.....	4
Şekil 4.	Skafoidin distalden proksimale doğru kanlanması şematik görünümü (20)	5
Şekil 5.	Skafoidin beslenmesi	5
Şekil 6.	Proksimal ve distal bölgenin vasküler yapısı.....	6
Şekil 7.	El bileği dorsal ligamanlarının görünüşü.....	7
Şekil 8.	Palmar intrinsek el bileği ligamanlarının ve skafoid çevresi yapıların görünümü....	8
Şekil 9.	A- Skafoidin medial taraftan görünümü, B- Skafoidin dorsolateralden görünümü, skafokapitat ligaman (SC), radioskafokapitat ligaman (RSC), skafolunat interosseöz ligamanın; dorsal kısmı (SLId), membranöz kısmı (SLIm), palmar kısmı (SLIp), skafotrapeziotrapezoidal ligaman (STT), dorsal interkarpal ligaman (DIC) (23)	9
Şekil 10.	El bileği yük dağılımının üç boyutlu gösterimi	10
Şekil 11.	Skafoid kırıkları için Mayo sınıflaması	11
Şekil 12.	Skafoid kırıkları için Otto Ruse sınıflaması	11
Şekil 13.	Skafoid kırıkları Herbet sınıflaması.....	12
Şekil 14.	Kadavrada osteomuskuler greftin hazırlanışı ve transferi 1- Transfer edilecek pronator kuadratus 2- Radial arter 3- Brakioradialis kası 4- Ulnar arter 5- Ulnar sinir 6- Flexör karpi ulnaris kası	17
Şekil 15.	Vizüel Analog Skala	19
Şekil 16.	El bileği dinamometresi	20
Şekil 17.	Pinçmetre	20
Şekil 18.	Gonyometre	21
Şekil 19.	Skafolunat açısı (41).....	21

Şekil 20. Natrass indexinin ölçümü ($L1+L2/L1$)	22
Şekil 21. Tanı dağılımları D: Dominat Taraf ND: Non Dominat Taraf	26
Şekil 22. Ameliyat tekniği dağılımları	26
Şekil 23. Kırık Konfigurasyonu	27
Şekil 24. Kaynama Durumu	27
Şekil 25. VAS skorlarının dağılımları	30
Şekil 26. Skafolunat açısı ölçümleri	31
Şekil 27. Natrass karpal yükseklik indeksi ölçüm tablosu	32
Şekil 28. Kavrama Gücü (grip strenght) ölçümlerinin dağılımları	33
Şekil 29. Çimdik Gücü (key pinch strength) ölçümlerinin dağılımları	34
Şekil 30. Fleksiyon ölçümlerinin dağılımları	35
Şekil 31. Ekstansiyon (dorsifleksiyon) ölçümlerinin dağılımları	37
Şekil 32. Radial deviasyon ölçümlerinin dağılımları	38
Şekil 33. Ulnar deviasyon ölçümlerinin dağılımları	39

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Mayo Modifiye El Bileği Skorlama Sistemi.....	19
Tablo 2. Grupların tanımlayıcı özellikleri.....	25
Tablo 3. Ameliyat Tekniğine Göre Tanımlayıcı Özelliklerin Değerlendirmesi	28
Tablo 4. Ameliyat Tekniğine Göre Proksimal Bölge Kırıklarının Kaynama Özelliklerinin Değerlendirmesi.....	29
Tablo 5. Ameliyat Tekniğine Göre VAS Skorlarının Değerlendirmesi.....	29
Tablo 6. Ameliyat Tekniğine Göre Skafolunat Açığı Değerlendirmesi.....	31
Tablo 7. Ameliyat Tekniğine Göre Kavrama Gücü (grip strenght) Değerlendirmesi	33
Tablo 8. Ameliyat Tekniğine Göre Çimdik Gücü (key pinch strength) Ölçümlerinin Değerlendirmesi.....	34
Tablo 9. Ameliyat Tekniğine Göre Fleksiyon Ölçümlerinin Değerlendirmesi.....	35
Tablo 10. Ameliyat Tekniğine Göre Ekstansiyon Ölçümlerinin Değerlendirmesi.....	36
Tablo 11. Ameliyat Tekniğine Göre Radial Deviasyon Ölçümlerinin Değerlendirmesi.....	38
Tablo 12. Ameliyat Tekniğine Göre Ulnar Deviasyon Ölçümlerinin Değerlendirmesi	39

RESİMLER LİSTESİ

- Resim 1. a- Pronator Kuadratus distal radius yapışma yeri b- Psödoartroz sahasının kürete edilmesi c- Distal radiustan ayrılan pediküllü kas flebinin suture ile tespit edilerek transfere hazır hale getirilmesi..... 18
- Resim 2. a- Hastanın operasyon öncesi AP röntgeni b- Hastanın operasyon öncesi lateral röntgeni c-Hastanın T1 MR görüntüsü d- Hastanın T2 MR görüntüsü e-Hastanın operasyon sonrası 10. ay AP röntgeni f- Hastanın operasyon sonrası 10. ay lateral röntgeni 23
- Resim 3. a- Hastanın operasyon öncesi AP röntgeni b- Hastanın operasyon öncesi lateral röntgeni c-Hastanın T1 MR görüntüsü d- Hastanın T2 MR görüntüsü e-Hastanın operasyon sonrası 4.ay AP röntgeni f- Hastanın operasyon sonrası 4. ay lateral röntgeni 24

ÖZET

Amaç

Skafoid kaynamama vakalarında cerrahi tedavi gerekliliği açısından fikir birliği olsa da tedavi yöntemleri açısından farklılıklar vardır. Literatürde otolog kemik greftleri, vasküler greftler ve farklı fiksasyon yöntemleri kullanılarak başarılı sonuçlar bildiren çok sayıda yayın mevcuttur. Biz çalışmamızda retrospektif olarak vaskülarize pronator kuadratus pediküllü kas flebi ile tedavi edilen 15 hasta ile otolog kemik grefti (iliak kanattan alınan) kullanılarak tedavi edilen 24 hastanın fonksiyonel sonuçlarını, kaynama zamanını ve kaynama oranlarını karşılaştırmayı amaçladık. Literatürde hali hazırda bu iki tekniğin karşılaştırıldığı çalışma bulunmadığından, çalışmamızın bu anlamda literatüre katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

Hastalar ve Yöntem

2009-2017 yılları arasında İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda skafoid kaynamama tanısı ile opere edilmiş 50 hasta geriye dönük (retrospektif) incelendi. Daha önce el bileğinden operasyon öyküsü olan, el bileği instabilitesi olan, el bileğinde artroz bulguları olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Aynı cerrahi ekip tarafından opere edilmiş 16-40 yaş arası 39 hasta çalışmaya dahil edildi. Tüm hastalar erkekti. Hastaların %61,5'i (n=24) otolog kemik grefti tekniği kullanılarak, %38,5'i (n=15) pronator kuadratus kas flebi tekniği kullanılarak opere edilmişti. İşlem, olguların %46,2'sinde (n=18) dominant tarafa yapılmıştı. Kırık hattı hastaların %12,8'inde (n=5) distalde, %59,0'unda (n=23) orta hatta ve %28,2'sinde (n=11) ise proksimal bölgedeydi. Olguların %51,3'ünde (n=20) avasküler nekroz mevcuttu. Kırık ile ameliyat arasında geçen süre 11 ay ile 80 ay arasında değişmekte olup, ortalama $28,28 \pm 15,43$ aydı. Takip süresi ise 9 ay ile 9 yıl arasında değişmekteydi.

Bulgular

Tüm olguların %84,6'sında (n=33) kırık kaydadı, %15,4'ünde (n=6) kırık kaynamadı. Otolog kemik grefti ile opere edilen hasta grubunda 24 hastadan 19'unda kaynama elde edilirken (kaynama oranı yaklaşık %79), pronator kuadratus kas flebi tekniği ile opere edilen hasta grubunda 15 hastadan 14'ünde kaynama sağlanmıştır (kaynama oranı yaklaşık %93). Kaynama süreleri 8 ile 16 hafta arasında değişmekte olup, ortalama $12,48 \pm 1,62$ haftadır. Otolog kemik grefti ile opere edilen hasta grubunda ortalama kaynama süresi 12,79 hafta iken pronator kuadratus kas flebi tekniği ile opere edilen hasta grubunda ortalama kaynama süresi

12,07 haftaydı. Her iki grup arasında dominant taraf, kırık konfigürasyonu, avasküler nekroz varlığı ve yaş ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Kaynama durumu, kaynama süresi ve kırık ile ameliyat arasında geçen süreye göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Her iki grup arasında MAYO el bileği skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Her iki grup arasında ameliyat öncesi ($p=0,689$) ve ameliyat sonrası ($p=0,309$) VAS skorları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Gruplara göre ameliyat öncesi ($p=0,844$) ve ameliyat sonrası ($p=0,097$) skafolunat açılı ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). Gruplara göre ameliyat öncesi ($p=0,930$) ve ameliyat sonrası ($p=0,919$) Natrass karpal yükseklik indeksi ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). Her iki grup arasında çimdik gücü (key pinch strength) kavrama gücü (grip strenght) ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Her iki grup arasında ameliyat sonrası fleksiyon ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). Her iki grup arasında ulnar deviasyon ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). Avasküler nekrozu olan hastalarda ($n=20$) gruplara göre kaynama durumu istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). Proksimal bölge kırıklarında kaynama durumu ve kaynama sürelerine göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Otolog kemik grefti tekniği ile opere edilen hasta grubunda ameliyat sonrası ekstansiyon ölçümleri, pronator kuadratus kas flebi tekniği ile opere edilen hasta grubundan daha yüksek bulunmuştur ($p=0,011$; $p<0,05$). Otolog kemik grefti tekniği ile opere edilen hasta grubunda ameliyat sonrası radial deviasyon ölçümleri, pronator kuadratus kas flebi tekniği ile tedavi edilen hasta grubundan daha yüksek bulunmuştur ($p=0,003$; $p<0,01$).

Sonuç

Skafoid kaynamama tedavisinde; pronator kuadratus vaskülarize pediküllü greftleme tekniği nispeten daha kolay cerrahi teknik, daha az komplikasyon, yüksek kaynama oranları ve yüksek hasta memnuniyeti sayesinde avasküler nekrozu olan hastalarda, proksimal bölge kırıklarında ve diğer yöntemler ile başarı sağlanamayan olgularda tercih edilebilir.

ABSTRACT

Aim:

In the cases of scaphoid nonunion, although there is a consensus about the necessity of surgical treatment, different treatment modalities are available. In the literature, a large number of studies, which have reported favorable outcomes with autologous bone grafting, vascular grafting, and others, have been reported, are present. We aimed to compare the clinical outcomes of two surgical treatment techniques, the vascularized pronator quadratus pedicled muscle graft, and autologous bone graft in the management of scaphoid nonunions.

Patients and Methods:

50 patients who were diagnosed and treated due to scaphoid nonunions between 2009 and 2017 at the İstanbul University, İstanbul Faculty of Medicine were retrospectively reviewed. Patients who had a history of previous surgery with the wrist, wrist instability, or wrist osteoarthritis were excluded, a total of 39 patients operated by the same surgical team were enrolled in the present study. All the patients were male. Of 39 patients, 24 underwent the autologous bone graft, and 15 were operated using the vascularized pronator quadratus pedicled muscle graft. The time from the fracture to surgery ranged from 11 months to 80 months. The mean length of the follow-up was months with a range of 9 months to 108 months.

Results:

Of all the patients, 33 (%84,6) showed osseous union, 6 (%15,4) were complicated by nonunion. While the osseous union was obtained in 19 patients from the group of autologous bone grafting with the union rate of 79%, the osseous union was achieved in 14 patients from the group of the vascularized pronator quadratus pedicled muscle graft with the union rate of 93%. The mean time to union was $12,48 \pm 1,62$ months ranging from 8 to 16 weeks. The mean time to union was 12, 79 weeks in the group of autologous bone graft and 12,07 weeks in the group of the vascularized pronator quadratus pedicled muscle graft. Between two groups, the dominant side, fracture configuration, the presence of avascular necrosis, and the mean age were comparable. No significant difference was observed between two groups in terms of union rate, time to union, and time from the fracture to surgery ($p>0,05$). Furthermore, there was no statistically significant difference in terms of The Mayo wrist score, and VAS score ($p>0,05$). Similarly, scapholunate angle measurements and Nattrass carpal height showed no significant difference between two groups pre- and ameliyat sonrası (p>0,05). Between both

groups, no statistically significant differences were found in key pinch strength, postoperative flexion, and ulnar deviation measurements ($p>0,05$). Moreover, there was no significant difference in union status and time to union among proximal part fractures ($p>0,05$). Union rates show no statistical difference for patients with avascular necrosis (20) compared to other groups. **Postoperative extension degrees and radial deviation measurements are greater in the group of autologous bone graft than in the group of the vascularized pronator quadratus pedicled muscle graft ($p=0,011$; $p<0,05$ for extension measurement, $p=0,003$; $p<0,01$ for radial deviation).**

Conclusion

Vascularized pronator quadratus pedicled muscle grafting technique can be preferred for scaphoid nonunion treatment in avascular necrosis patients, in proximal scaphoid fractures and in cases which could not be treated successfully with other methods due to its relatively undemanding surgical technique, fewer complications, higher union rates and higher patients satisfaction.

1. GİRİŞ

Skafoid kemik kırıkları; el bileği kırıkları içerisinde radius distal uç kırıklarından sonra en sık görülen kırıklardandır (1). Karpal kemikler içerisinde ise en sık kırılan skafoid kemiktir. Karpal kemik kırıklarının yaklaşık %70'ini içerir (2). Erkeklerde 38/100000, kadınlarda 8/100000 yıllık insidansa sahiptir (3). Skafoid kemiğin, el bileğinde birçok eklemin yapısına katıldığından en önemli karpal kemik olduğu söylenebilir. Bu nedenle ihmal edilmiş skafoid kırıkları el bileği biyomekaniğinde bozulmaya yol açar.

Sıklıkla açık el üzerine düşme ya da el bileğinde dorsifleksiyona zorlayıcı travmalar sonrasında görülür. Hastalar anatomik enfiye çukurunda hissedilen ağrıdan yakınır. Düşük enerjili el bileği travması sonrasında gelen, kaymamış skafoid kırığı olan hastalarda kırık atlanabilir.

Tanı koymada öykü, fizik muayene ve görüntüleme teknikleri kullanılır. AP, lateral ve ulnar deviasyon pozisyonlarında el bileği grafileri çekilir. Ulnar deviasyonda çekilecek grafi, skafoid kemiği ekstansiyona zorlayarak anatomik yapının daha net görüntülenmesine yardımcı olur. Pronasyonda ve supinasyonda çekilecek el bileği grafileri ise sensitiviteyi artırır. Distal uç bel bölgesi, orta 1/3'lük kısım ve sulkus kırıklarının görüntülenmesinde en iyi görüntüyü, el bileği 45° pronasyondayken çekilen oblik grafi verir. El bileği 45° supinasyonda iken çekilecek oblik grafide ise dorsal kenar en iyi şekilde görüntülenir. Kesin tanı konulamayan olgularda BT (bilgisayarlı tomografi) ve MR (manyetik rezonans) tanıya yardımcıdır. Akut skafoid kırıklarında MR görüntülemesinde T1 sekansında düşük, T2 sekansında ise yüksek yoğunluk alınırken, kaynama yokluğunda ve avasküler nekrozu, progresif el bileği artrozu ve sakatlık gelişebilir.

Skafoid kemik, el bileği mekaniğinde önemli yere sahiptir. Bu sebeple skafoid kırıklarının tedavi edilmesi önem arz eder. Tedavi edilmemiş ya da yanlış tedavi edilmiş skafoid kırıklarında; kaynamama, proksimal bölgenin avasküler nekrozu, progresif el bileği artrozu ve sakatlık gelişebilir.

Skafoid kırıklarında kaynamama sık karşılaşılan bir problemdir. Bunun sebepleri arasında skafoid kemiğin zayıf vasküler yapısı, yüzey alanının birçok kemikle eklemleşmesi, kırık hattındaki yüksek gerilim sayılabilir. Bu problem özellikle proksimal uç yerleşimli

kırıklarda daha belirgindir. Çünkü bu kırıklarda zaten zayıf olan kan akımı bir de kesintiye uğramaktadır.

Skafoïd psödoartrozu; tanı konulamayan, tedavi edilmeyen ve konservatif tedaviye rağmen iyileşmeyen olgularda gelişir. Literatüre göre; kırık oluştuktan altı hafta sonra tanı konulan ya da sekiz hafta konservatif tedavi edilmesine rağmen röntgende kaynama bulgusu görülmeyen skafoïd kırığı olan hastalarda psödoartroz gelişme riski vardır (5). Yanlış kaynama ya da psödoartroz gelişme riskini en aza indirmek için cerrahi endikasyonlar; parçalı kırıklar, proksimal uç kırıkları, deplase kırıklar, hastanın uyumsuz olduğu kırıklar ve açısal olarak sorunlu kırıklar olarak bildirilmiştir (6, 7). Skafoïd psödoartrozu gelişme insidansı hastaların bir kısmının şikâyeti olmadan yaşamlarına devam etmeleri sebebiyle tam olarak bilinmemektedir.

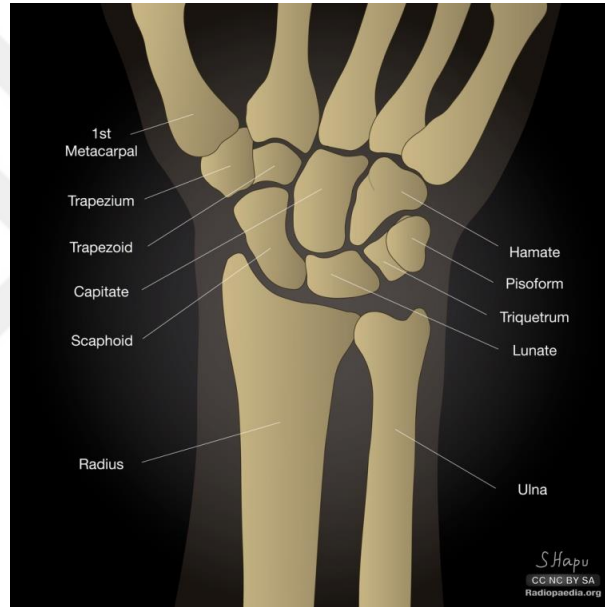
Literatürde skafoïd psödoartrozlarında non-vaskülarize greftlemenin %70 ile %90 arasında başarılı olduğu bildirilmiştir (8, 9). Yapılan bir meta-analiz çalışmasında avasküler nekroz varlığında kaynama oranlarının %47'ye kadar düştüğü bildirilmiştir (10). Vaskülarize kemik greftleri teoride iskemik kemikte revaskülarizasyonu sağlar. Biz çalışmamızda skafoïd psödoartroz tedavisinde pronator kuadratus pediküllü kas flebi tekniği kullanılarak yapılan vakalar ile iliak kanattan alınan otolog kemik grefti tekniği kullanılarak yapılan vakaların sonuçlarını karşılaştırmayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. SKAFOİD KEMİĞİN ANATOMİSİ

Kemiksel Anatomi

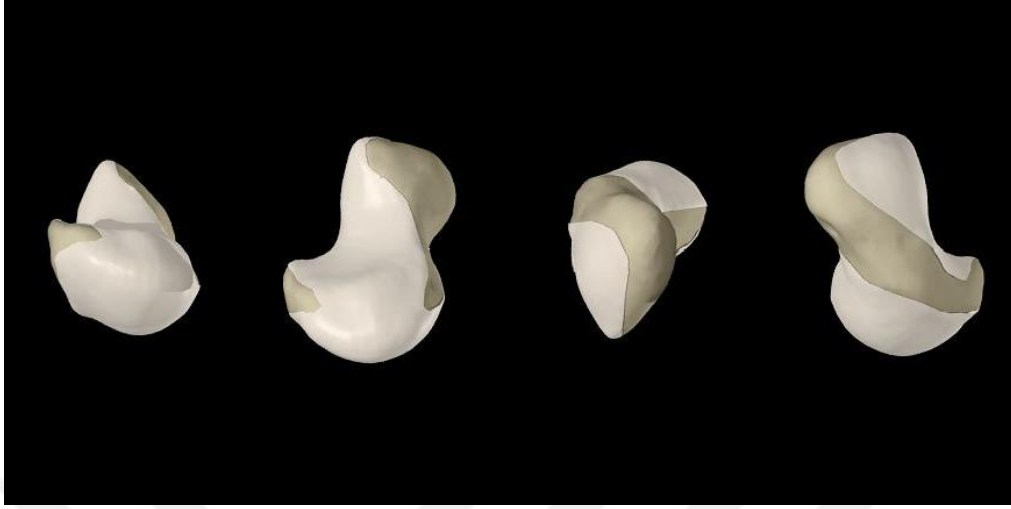
El bileği tek bir eklem gibi görünse de sekiz adet karpal kemiğin kendi aralarında, proksimal tarafta ön kol kemikleri ile distal kısımda ise metakarp bazisleri ile eklem yaptığı, ligamentöz yapıları da içeren kompleks bir eklemdir. Proksimal sıra karpal kemikler radial taraftan ulnar tarafa doğru; skafoid, lunatum, triquetrum ve pisiformeden oluşur. Distal sıra karpal kemikler ise radial taraftan ulnar tarafa doğru; trapezium, trapezoideum, kapitatum ve hamatumdan oluşur (Şekil 1).



Şekil 1. El bileği kemiklerinin AP planda görüntülenmesi

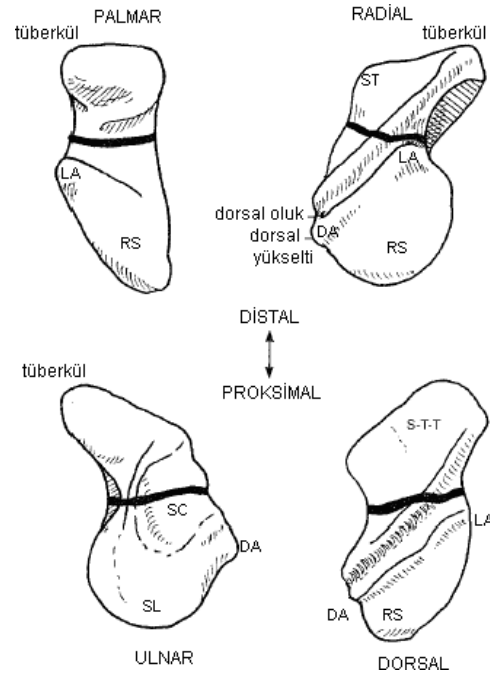
Proksimal sıra karpal kemikler içerisinde en büyük kemik skafoideumdur. Yunanca kayık anlamındaki “scaphe” kelimesinden gelir. Pichler, üç boyutlu tomografi kesitlerini kullanarak yaptığı çalışmada skafoidin ortalama uzunluğunu 26 mm, ortalama hacmini ise 3389.5 mm³ olarak bulmuştur. Kadınlarda bu değerler daha düşük olabilmektedir (11). Skafoid kemiği, eşsiz ve karmaşık yapısı sayesinde el bileği biyomekaniğinde kritik bir role sahiptir. Skafoid beş eklem yüzeyine sahiptir ve eklem yüzeylerinin %80’i kıkırdak doku ile kaplıdır (12) (Şekil 2). Proksimal ve distal karpal kemikleri birbirine bağlayan tek kemiktir. Düzensiz anatomisi ve yüksek oranda kıkırdak içeren yapısı sebebiyle yaralanmaları sonrası düşük iyileşme potansiyeline sahiptir. Skafoid ve çevresindeki ligamentöz yapılardaki hasar

iyileştirilmez ise kısa vadede el bileği işlevini ciddi ölçüde kısıtlayabilir; uzun vadede ise kalıcı sakatlık, şiddetli ağrı ve osteoartrit yol açabilir.



Şekil 2. Sağ skafoidin üç boyutlu şematize edilmiş hali. Açık renkli alanlar eklem yüzeylerini göstermekte. Sol taraftan sağa doğru skafoidin; proksimal, ulnar, distal ve radialden görünümü izlenmekte (14)

Skafoid kemiğin üzerindeki anatomik olarak önemli noktaları bilmek gerekir. Bunlar; tüberkül, bel, fleksör karpi tendonu oluğu, dorsal yükseltinin dorsal ve lateral apeksi, dorsal tünel ve skafokapitat interosseöz ligamanın origosudur (14) (Şekil 3).

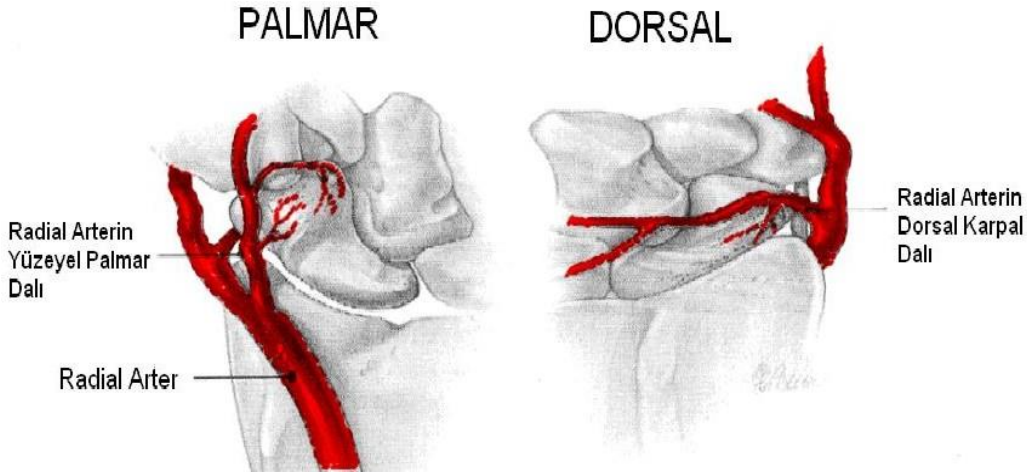


Koyu çizgi ile “anatomik bel” gösterilmiştir. ST: skafotrapezial eklem LA: dorsal yüksekliğin lateral apeksi DA: dorsal yüksekliğin dorsal apeksi RS: radioskafoid eklem STT: skafotrapeziotrapezoidal eklem SC: skafokapitat eklem SL: skafoulnar eklem (70)

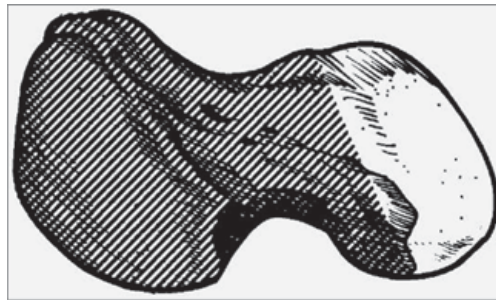
Şekil 3. Skafoid kemiğin dört taraftan görünümü

2.2. VASKÜLER ANATOMİ

Skafoid kemiğin kanlanma yapısı kırık iyileşmesinde kritik rol oynar. Ana beslenme radial arterin dorsal dalından olur. Dorsal bel bölgesinden kemiğe giriş yaptıktan sonra proksimale ve distale uzanır. Gelberman 1980 yılında yaptığı kadavra çalışmasında intraosseöz beslenmenin %70-80' inin, proksimal kutup beslenmesinin ise tamamının radial arterin dorsal dalından geldiğini göstermiştir (15). Kalan %20-30' luk kısım ise distal volar tüberkülden giriş yapan direk radial arterden veya palmar arteden gelen dallardır (16) (Şekil 4). Proksimal kutup beslenmesi, distal kutuptan retrograd endosteal olarak sağlanır. Bu beslenme bel bölgesi ve proksimal kutup kırıklarında kesintiye uğradığından bu bölge kırıklarında avasküler nekroz riski yüksektir(17) (Şekil 6).



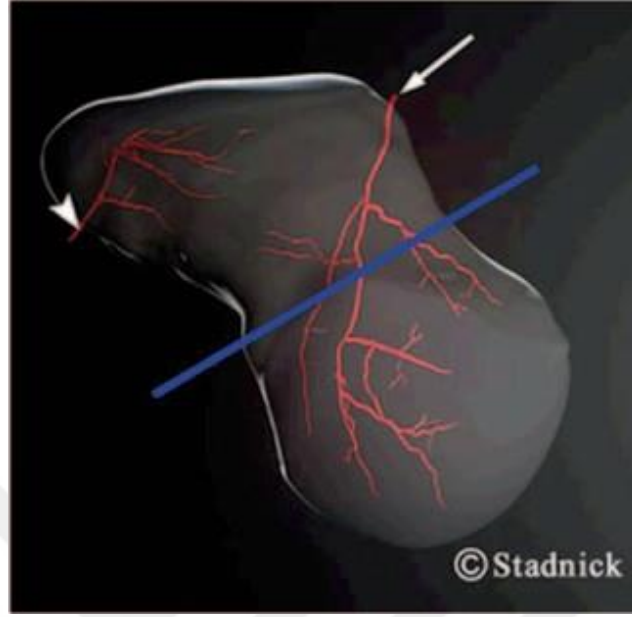
Şekil 4. Skafoidin distalden proksimale doğru kanlanmasının şematik görünümü (18)



Şekil 5. Skafoidin beslenmesi

Proksimal bölgenin %70-80'i dorsal radial daldan beslenir (gölgeli alan), distal %20-30'u ise radial arterin volar dalından ve az miktarda palmar arteden beslenir (açık renkli alan) (15)

Şekil 6 'da skafoidin proksimal ve distal bölgedeki vasküler yapısı gösterilmiştir. Skafoidin bel bölgesi kırıklarında vasküler yapıdaki devamlılık bozulabilmektedir.



Şekil 6. Proksimal ve distal bölgenin vasküler yapısı

Radial arterin dorsal dalı uzun ok ile palmar dalı kısa ok ile gösterilmiştir.

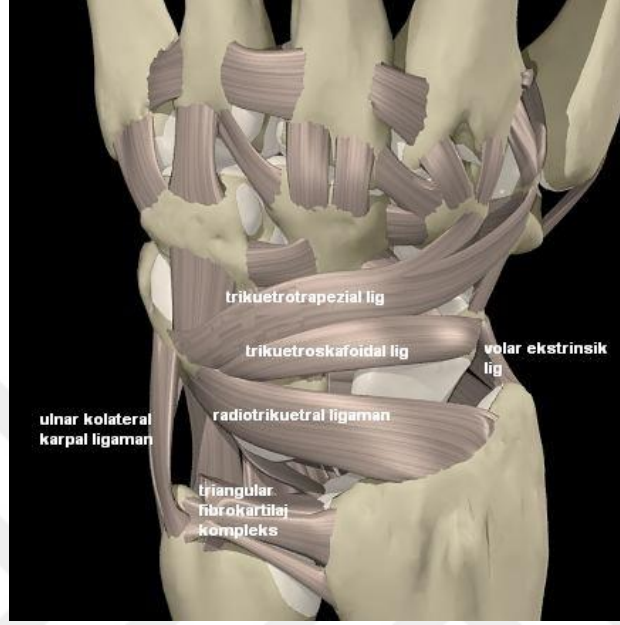
2.3. LİGAMENTÖZ ANATOMİ

Skafoide yapışan ligamentler el bileği biyomekaniğinde önemli yere sahiptir. El bileği ligamanlarını ekstrensek ve intrensek (interosseöz) olarak ikiye ayırabiliriz. İntrensek ligamanlar başlangıç ve sonlanma yerleri karpal kemikler üzerinde olan intrakapsüler ligamanlardır. Ekstrensek ligamanlar ise radioarpal, midkarpal yada her iki eklemi de içeren kapsüler ligamanlardır (19).

Eksternal retikulum ve ekstansör tendonlar kaldırıldığında dorsal ekstrensek ligamanlar görülebilir (18). Dorsal ligamanlar klinik olarak skafoidin stabilitesi ve karpal dizilimin korunmasından sorumludur.

Dorsal radiokarpal ligaman (radiotriquetral), radius distalindeki Lister tüberkülünden başlar ve oblik olarak ilerler. Direkt olarak skafoide yapışmaz. Derin dalları lunatumun dorsaldeki boynuzuna yapışır. Ligamanın yüzeysel dalları ise triquetrumun dorsoline yapışır (12, 19) (Şekil 7).

Dorsal interkarpal ligaman, triquetrumdan başlayarak skafoïd kemiğın dorsal yükseltisine, trapezoideuma ve trapeziuma yapışır. Bu ligamanın derin dalları lunotrikuetral interosseöz ligaman ile skafolunat ligamanların liflerine katılarak onları güçlendirir. Dorsal radiokarpal ligaman ile birlikte dorsal stabiliteyi sağlar (12, 19) (Şekil 7).



Şekil 7. El bileğı dorsal ligamanlarının görünüşü (13)

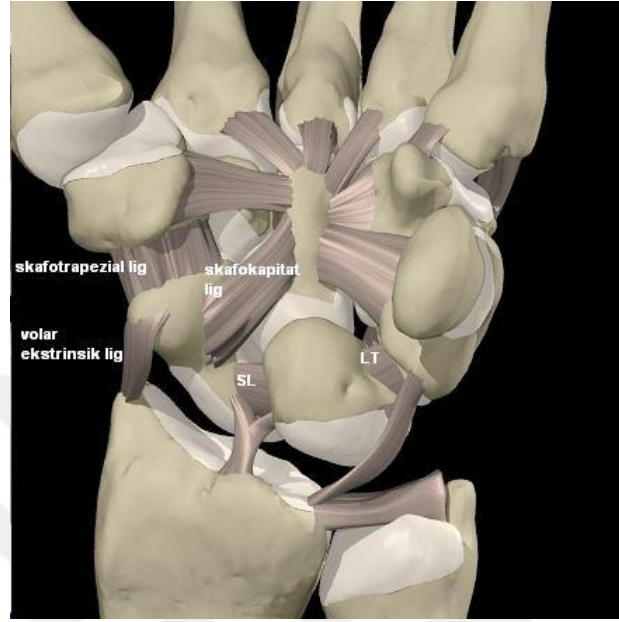
Palmar intrensek ligamanlar radioskafokapitat, uzun ve kısa radiolunat ligamanlar ve radioskafolunat ligamanlardır.(19)

Radioskafokapitat ligaman; geniş kapsüler ligamandır. Skafoïd kemiğın bel bölgesinin lateral palmar yüzü ile distal kutbun proksimal yüzüne ve kapitat kemiğın bel bölgesine yapışır (18). Bu bağın gücü yaklaşık olarak 100-150 newton kadardır. Ayrıca ulnokapitat bağ ile birleşerek deltoïd ligamanı (arkuat ligaman) oluşturur (12).

Radioskafolunat ligaman (Testut ligamanı); el bileğı stabilitesinde çok az rol alır. Histolojik değerlendirmelerde bu bağın organize kollajen demetlerinin olmadığı görülmüştür. Bu nedenle gerçek bir bağ olmadığı söylenmektedir (12). Asıl görevinin vasküler ve nöral yapıları taşımak olduğu sanılmaktadır.

Uzun radiolunat ligamanın orjini radiusun palmar dudağıdır. Skafoïd kemiğın proksimalinden geçerek lunatumun palmar dudağına yapışır. Poirier aralığı; radioskafokapitat ve uzun radiolunat ligaman arasındaki boşluktur. Bu alan perilunat çıkıkların oluşabileceğı zayıf noktadır(19).

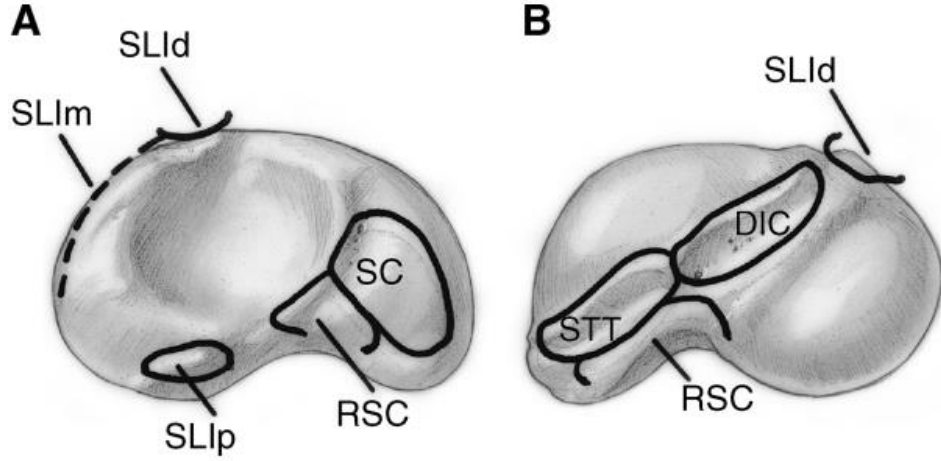
Kısa radiolunat ligaman; orjini lunat fossanın yanındaki radius dudağıdır ve lunatumun palmarına yapışır. Lifleri palmar lunotrikuetral ligaman, uzun radiolunat ligaman ve ulnolunat ligamanın lifleri ile kaynaşır. Lunat kemiğin en önemli stabilizatörüdür. Özellikle ekstansiyon zorlamalarında çıkığı önlemektedir (19)



Şekil 8. Palmar intrinsek el bileği ligamanlarının ve skafoid çevresi yapıların görünümü (13)

Skafoid kemik üzerinde bazı ligamentlerin yapışma yerleri mevcuttur (Şekil 9). Skafoide yapışan interosseöz ligamanlar;

- Skafolunat interosseöz ligaman; proksimal, palmar ve dorsal fibrokatilajöz membran olmak üzere üç kısımdan oluşur. Skafoid ve lunat kemikleri birbirine bağlayan kısa ve kalın liflerden oluşur. Dorsal lifleri skafolunat stabilitede anahtar rol oynar (19).
- Skafokapitat ligaman; skafoidin distal kutbunun palmar ve lateral non artiküler yüzüne yapışır.
- Skafotrapezial ligaman; skafoid distal kutbun lateral yüzüne yapışır.



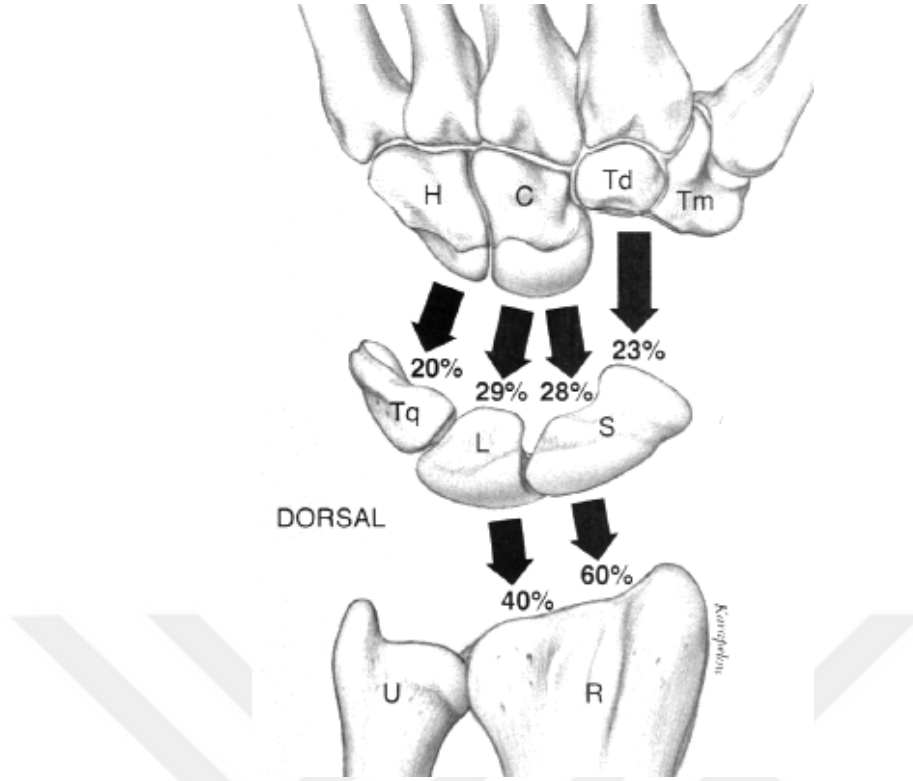
Şekil 9. A- Skafoidin medial taraftan görünümü, B- Skafoidin dorsolateralden görünümü, skafokapitat ligaman (SC), radioskafokapitat ligaman (RSC), skafolunat interosseöz ligamanın; dorsal kısmı (SLId), membranöz kısmı (SLIm), palmar kısmı (SLIp), skafotrapeziotrapezoidal ligaman (STT), dorsal interkarpal ligaman (DIC) (19)

2.4. SKAFOİD KIRIKLARI VE BİYOMEKANİĞİ

Skafoidin ve lunat kemiğin distal radiusla ayrı ayrı eklem yüzleri vardır. Skafoidin radiusla olan eklem temas yüzeyleri el bileği hareketine göre değişmektedir. El bileği ulnar deviasyonda iken skafoidin radiusla olan temas yüzeyi lunat kemiğin 1.47 katıdır.

Skafolunat temas alanı el bileği ulnar deviasyondan radial deviasyona doğru ve fleksiyondan ekstansiyona doğru gittikçe artar (12). Distal sıradan proksimal sıraya ve ardından radiusa yük aktarımı skafoid ve lunat üzerinden olur (12).

Kompleks “S” şeklinde bir yapıya benzeyen skafoid ile trapezium-trapezideum-kapitat arasındaki eklem skafokapitat ve skafolunat ligamanlardan destek alır. Bu destek sayesinde radial ekstansiyon ve ulnar fleksiyon hareketlerini gerçekleştirir (12).



Şekil 10. El bileği yük dağılımının üç boyutlu gösterimi (12)

El bileğinin fleksiyonu ve ekstansiyonu sırasında skafoïd kemiğın radiusa göre 68.5° lunat kemiğe göre 30° lik hareket açıklığı olduğu bulunmuştur (12).

El bileği ulnar ve radial deviasyon hareketi yaptığı sırada skafoïd kemikte hem fleksiyon- ekstansiyon hemde radial- ulnar deviasyon hareketi yapar. El bileği radial deviasyon yaptığı sırada skafoïd kemik radial tarafa döner ve palmar fleksiyon yapar. El bileği ulnar deviasyon yaptığı sırada ise skafoïd kemik ulnar tarafa döner ve aynı zamanda ekstansiyon hareketi yapar. Ulnar deviasyon sırasında çekilen grafilerde skafoïdin uzun aksı ölçülebilir.

Skafoïd kemik el bileğinin zorlayıcı dorsifleksiyonunda primer bloke edici kemiktir. El bileğinin ekstansiyon hareketi yaklaşık 85° dir. El bileği dorsofleksiyonun 95-100 ° olduğu zorlanmalarda skafoïd de palmar yöne doğru aşırı zorlanmasına rağmen proksimal kutup bağlar tarafından stabilize edilir. Bağlar tarafından daha az korunan distal kutba yük daha çok biner ve skafoïd kemik bel bölgesinde kırık oluşur. Bu durum klinik olarak açık el üzerine düşme sonrası kırık oluşma mekanizmasını açıklamaktadır (19).

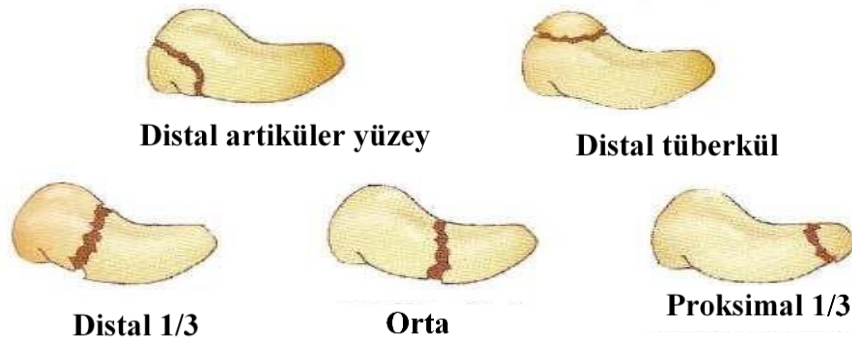
El bileği nötral pozisyonda ya da hafif fleksiyonda yumruk atıldığında ikinci metakarp üzerinden iletilen aksiyel yük skafoïd kemikte kırık oluşturabilir (19).

Kırık gelişen skafoïd kemikte tespit yapılmaz ise makaslayıcı, bükücü ve translasyonel yüklere maruz kalındığında distal kırık fragmanı fleksiyona gider. Proksimal kırık fragmanı ise sağlam skafolunat interosseöz bağın çekmesiyle lunat kemik ile birlikte ekstansiyona gelir. Bu patoloji dorsal interkalar segment instabilitesi (DISI) olarak bilinir. Sonuçta skafoïd kırık hattının dorsalinde açılanma ile “hörgüç” deformitesi gelişir (19).

2.5. SKAFOİD KIRIKLARI SINIFLANDIRMASI

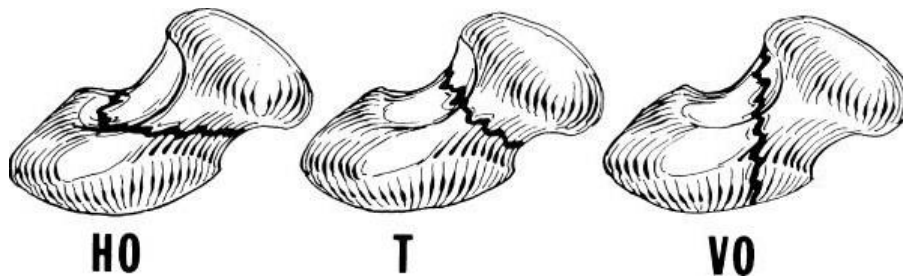
Skafoïd kırıklarının %70’i bel, %10-20’si distal kutup, %5’i tüberkül ve %5’i proksimal kutupta meydana gelir. Skafoïd kemik kırıkları; kırığın akut veya kronik oluşuna göre, kırık stabilitesine göre, kırık lokalizasyonuna göre ve kırık tipine göre sınıflandırılabilir (19).

Mayo sınıflaması kırık lokalizasyonuna göredir. 1/3 proksimal bölge, 1/3 orta bölge, 1/3 distal bölge, distal ve tüberküler intraartiküler bölge olarak sınıflanır (Şekil 11).



Şekil 11. Skafoïd kırıkları için Mayo sınıflaması (19)

Skafoïd kırıkları şekillerine göre Otto Ruse tarafından sınıflandırılmıştır. Bu sınıflamaya göre horizontal oblik ve transvers kırıklar iyi prognoza sahiptir. Vertikal oblik kırıklar ise daha fazla makaslama kuvvetine maruz kaldığından kötü prognoza sahiptir.

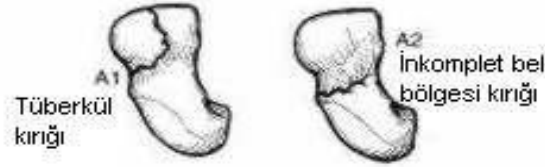


Şekil 12. Skafoïd kırıkları için Otto Ruse sınıflaması

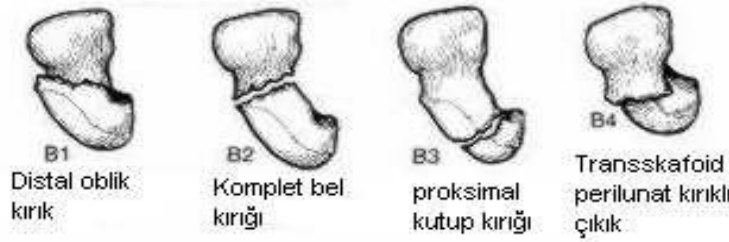
HO: Horizontal oblik T: Transvers VO: Vertikal oblik (19)

Herbert ve Fischer ise 1984 yılında skafoïd kırıklarının cerrahi tedavisini yaparken röntgen bulgularına göre sınıflama geliştirmişlerdir. Bu sınıflamada skafoïd kırığının anatomisi, stabilitesi ve yaralanma zamanı baz alınır (Şekil 13).

Tip A: Stabil Akut Kırıklar



Tip B: Anstabil Akut Kırıklar



Tip C: Kaynama gecikmesi



Tip D: Kaynamama



Şekil 13. Skafoïd kırıkları Herbet sınıflaması (19, 20)

2.6. SKAFOİD KIRIKLARINDA TEDAVİ

Akut gelişen skafoïd kırıklarının yaklaşık %25'inde röntgende bulgu olmayabilir. Proksimal kutup ve bel bölgesi kırıklarında dört haftadan uzun teşhis ve tedavi gecikmesi psödoartroz riskini artırır.

Açık el üzerine düşen ve enfiye çukurunda hassiyeti olan bir hastada röntgende kırık hattı görülme bile 10-14 günlük alçı tespitinden sonra muayene ve röntgen yenilenmelidir. Kırık hattı görünür hale gelen hastalarda deplasman miktarına göre konservatif ya da cerrahi

tedavi yapılır. 10-14 gün sonra çekilen röntgende kırık hattı görülüyor ama yapılan muayenede enfiye çukuru hassasiyeti devam ediyorsa MR tetkiki yapılmalıdır.

Proksimal kutup kırıkları deplasman olup olmadığına bakılmaksızın stabil olmayan kırıklar grubuna girer (21). Bu bölge kırıklarında tedavi düzgün yapılmış olsa bile kaynama oranları %66'dır (22). Bu bölge kırıklarında cerrahi daha iyi seçenektir.

Skafoid kırıklarında cerrahi tedavi endikasyonları; kırık hattında 1 mm'den fazla yer değiştirme, proksimal kutup kırıkları, parçalı kırıklar, alçıya uyumsuz hasta, meslek (elit sporcu), trans-skafoid perilunat yaralanma olarak sıralanabilir (21, 23, 24).

Cerrahi tedavide perkütan tespit seçenekler arasındadır. Perkütan tespit için kontraendikasyonlar ise şunlardır; skafoid kırığına eşlik eden karpal kemik kırıklı çıkıkları, açık kırıklar, psödoartrozlar, hörgüç deformitesi olan kırıklar ve parçalı kırıklardır.

2.7. KAYNAMAMA

Psödoartroz; kırığın kaynamasını sağlayan kallus oluşumunun yetersizliği sonucunda kırık uçları arasında sağlıklı fibröz doku oluşumu ve bu bölgede normalde olmayan hareketin oluşmasıdır. Bir kırığın kaynamadığını söyleyebilmek için genel kabul görmüş kriterler mevcut değildir. Amerikan Gıda Ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından 1988'de tanımlanan 'kırık oluşumundan en az dokuz ay geçmesine rağmen kaynama bulgularının olmaması' tanımında günümüzde geçerliliğini korumamaktadır. Birçok araştırmacı psödoartrozu 2-3 ay geçmesine rağmen kaynama olmaması şeklinde tanımlar.

Skafoid kırıklarında kaynamama; tedavi edilmeyen, yanlış tedavi edilen, tanı konulamayan veya konservatif tedavi edilmesine rağmen iyileşmeyen olgularda gelişir. Literatüre göre, kırık oluştuktan altı hafta sonra tanı konulan ya da sekiz hafta konservatif tedavi edilmesine rağmen röntgende kaynama bulgusu görülmeyen skafoid kırığı olan hastalarda psödoartroz gelişme riski vardır (5).

Skafoid psödoartrozu vakalarında cerrahi tedavi gerekliliği açısından fikir birliği olsa da, tedavi yöntemi açısından farklılıklar vardır. Literatüre göre otolog kemik greftleri, vasküler greftler ve farklı fiksasyon yöntemleri kullanılarak başarılı sonuçlar elde edilmiştir (25).

Kaynamama ileri derece dejeneratif değişikliklere yol açtığında ya da karpal kollaps (SNAC) geliştiğinde ek prosedürler uygulanabilir. Bunlar radial stiloidektomi, proksimal sıra karpektomi, interkarpal- radiokarpal artrodezler ve kırık fragman eksizyonudur.

Skafoid kaynamamasına bağlı ilerlemiş çökme (SNAC); kronik kaynama gecikmesi olan olgularda gelişen ilerleyici kollaps ve artroz ile karakterizedir. Dejeneratif değişiklikler ilk olarak radioskafoid eklemdede başlar ardından midkarpal ve pankarpal artroz gelişir. Lunat kemiğin proksimali ve kapitat kemik korunabilir. Cerrahi tedavide; radial stiloidektomi, proksimal sıra karpektomi ve füzyon vardır. SNAC radyolojik olarak sınıflanır.

SNAC radyolojik olarak evrelendirilmesi

Evre 1: Skafoid ve stiloidin radial tarafına lokalize artroz

Evre 2: Skafokapitat artroz

Evre 3: Periskafoid artroz

Psödoartroz bölgesinde deplasmanı olmayan ve dejeneratif değişikliklere yol açmayan olgular stabil olarak kabul edilir. Psödoartroz bölgesinde > 1 mm deplasmanı olan ve skafolunat açı > 70 derece olan olgular instabil olarak kabul edilir.

Skafoid psödoartrozları için Slade- Geissler sınıflama sistemi kullanılır. Bu sınıflamada süre ve el bileğindeki dejeneratif değişiklikler dikkate alınmıştır.

Slade-Geissler Sınıflama Sistemi

Tip 1: 4 haftayı geçmiş hastalar

Tip 2: Fibrotik kaynamama, minimal deplasman, skleroz artroz yok

Tip 3: <1 mm Skleroz, psödoartroz sahasında kemik kaybı

Tip 4: 1-5mm kistik formasyon, deformite yok

Tip 5: Hörgüç deformitesi

Tip 6: El bileğinde yaygın artroz

Skafoid psödoartrozu için kullanılan diğer bir sınıflama ise Alnot sınıflama sistemidir. Bu sistemde de el bileğinde artroz ve proksimal bölgede nekroz varlığı değerlendirmeye alınmıştır.

Alnot Sınıflama Sistemi

- 1: Basit, lineer psödoartroz
- 2A: Kemik kaybı olan stabil psödoartroz
- 2B: Kemik kaybı olan unstabil psödoartroz
- 3A: Radioskafoid artrit
- 3B: Radiokarpal artrit
- 4: Proksimal bölgede nekroz

2.8. VASKÜLARİZE GREFTLEME

1983 yılında Braun, skafoid kırıklarında pronator kuadratus pediküllü vaskülarize greftleme tekniğini kullandığını ve beş vakanın dördünde kaynama elde ettiğini bildirmiştir (26). 1993 yılında Papp aynı teknikle 26 hastada başarılı sonuçlar elde etmiştir (27).

Guimbertau ve Panconi non-vakülarize greftleme ile kaynama sağlanamayan sekiz hastada distal ulnadan aldıkları ulnar arter kaynaklı vaskülarize greft ile kaynama sağlamışlardır (28).

1993 yılında Zaidenberg ve ark. 1,2 intrakompartmental supraretinaküler arter vaskülarize greftleme tekniğini kullanarak 11 hastanın hepsinde kaynama sağlamıştır (29).

Biz çalışmamızda Braun'un skafoid kırıklarında pronator kuadratus pediküllü vaskülarize greftleme tekniğini kullanarak, non-vaskülarize greftleme tekniği ile opere edilen hastaların sonuçlarını kıyasladık.

3. HASTA VE METOD

Mevcut hipotezin sorgulanması amacıyla, tek merkeze ait hasta serisi kullanılarak, geriye dönük (retrospektif), gözleme dayalı tanımlayıcı bir çalışma tasarımı yapıldı.

2009- 2017 yılları arasında İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda skafoïd kaynamama tanısı ile opere edilmiş 16-40 yaş aralığında 50 hasta geriye dönük incelendi. Hastaların belirlenmesi amacıyla kliniğimizde özel olarak kullanılan tıbbi arşiv sistemi (Medical Archives Research Systems- MARS) kullanıldı. Çalışmanın yapılabilmesi için kürsü kurul başvurusu yapıldı ve kurulun onayı alındı. Daha önce el bileğinden operasyon öyküsü olan, el bileği instabilitesi olan, el bileğinde artroz bulguları olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Aynı cerrahi ekip tarafından opere edilmiş 39 hasta çalışmaya dahil edildi. Pronator kuadratus pediküllü kas flebi tekniği ile opere edilmiş 15 hasta ile iliak kanattan alınan otogreft kullanılarak tedavi edilmiş 24 hasta geriye dönük (retrospektif) incelendi.

3.1. AMELİYAT SONRASI BAKIM

Tüm hastalar supin pozisyonunda kol masasında turnike altında opere edilmiş. Opere olan tüm hastalara kliniğimizde 4 ile 6 hafta arasında atel uygulanmış. Atel çıkarıldıktan sonra tüm hastalara el bileği hareketi başlanmış. Hastaların takip süresi en az 8 ay, en çok 9 yıldır.

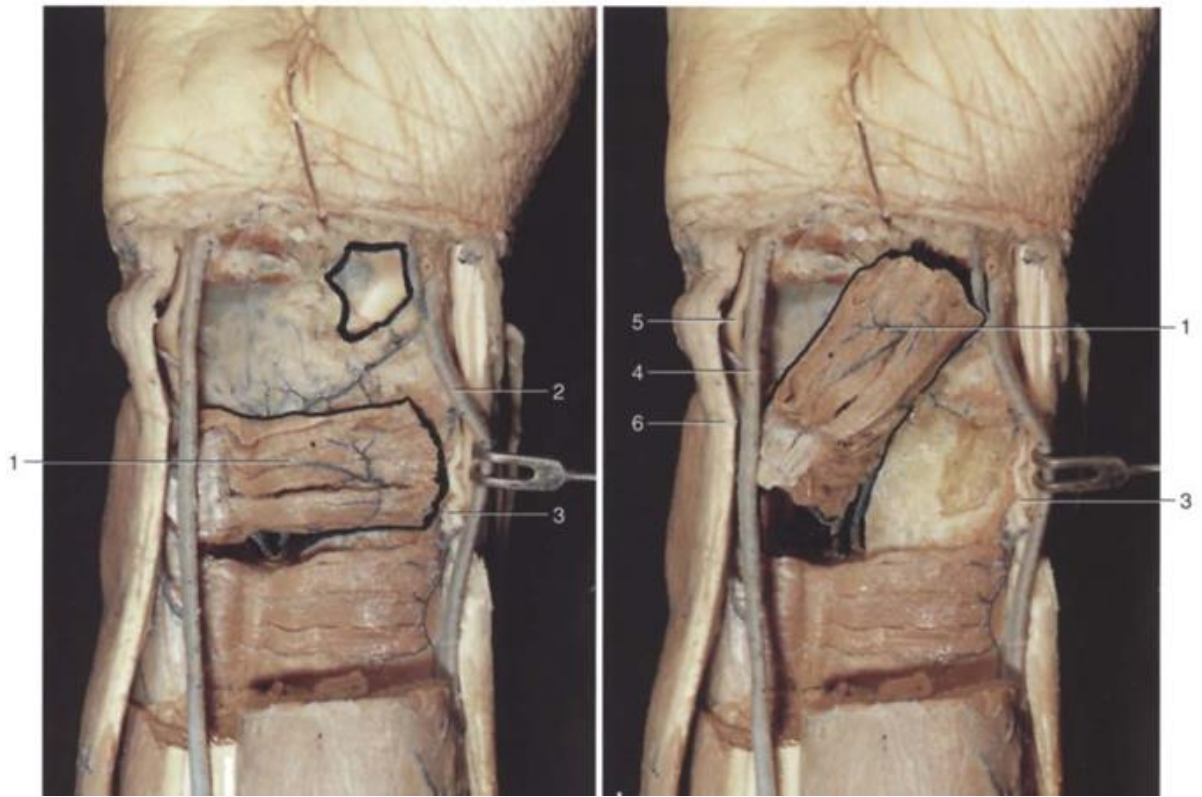
3.2. CERRAHİ TEKNİK

Pronator kuadratus kası distal ulnanın $\frac{1}{4}$ anterior yüzünden orjin alır, distal radiusun $\frac{1}{4}$ anterior yüzüne dörtgen şeklinde yapışır. Anterior interosseöz sinirden inerve olur (C8-T1). Anterior interosseöz arterden beslenir.

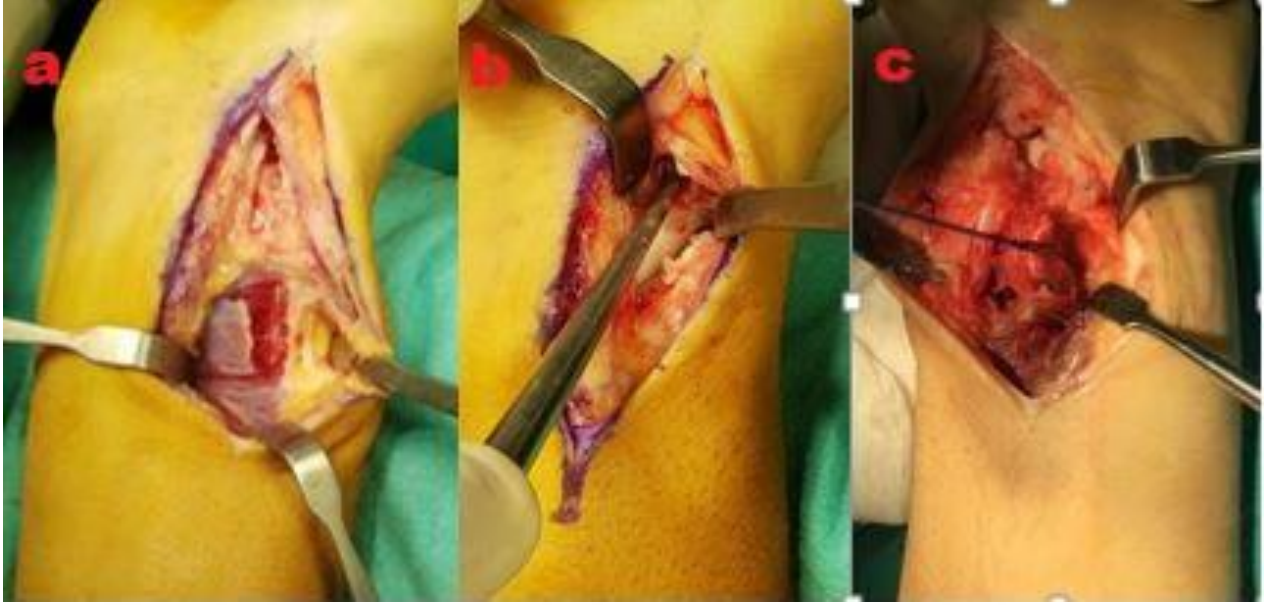
Hastalar supin pozisyonunda turnike altında kol masasında yatırıldı. Steril örtülüp boyandıktan sonra modifiye Henry insizyonu ile FCR (fleksör karpi radialis) tendonun hemen radialinden longitudinal cilt insizyonu yapıldı. İnsizyon distalde skafoïd tüberkülüne kadar uzatıldı. FCR ve radial arterin palmar dalı radiale ekarte edildi. Pronator kuadratus kası ve el bileği kapsülü ortaya kondu. Kapsül geçilerek skafoïd kırık hattına ulaşıldı. Kırık fragmanları ortaya kondu. Kırık hattı küretlendi. Ardından proksimal / distal fragman drillenerek greft için zemin hazırlandı. Daha sonra pronator kuadratus kası radial yapışma yerinden yaklaşık 0.5 x 1 cm (hastalar arasında farklılık gösterebilir) boyutlarında pediküllü greft serbestleştirildi. Ardından pronator kuadratus kası ulnar yapışma yerinden ikinci cilt insizyonu yapıldı. Cilt, cilt altı katlar geçildi. Kas yapışma yerinden serbestleştirildi. Ardından pronator kuadratus kası

pedikülü ile beraber skafoïd kemik içinde hazırlanan alana transfer edildi (Şekil 14). Başsız kanüle vida yardımı ile tespiti yapıldı. Turnike açılarak kanlanma görüldü ve işleme son verildi.

Braun 1983 yılında ilk defa bu yöntemi kullandığında pronator kuadratus kasının ulnar yapışma yerinden gevşetme yapmıyordu. Chacha 1984 yılında tekniği modifiye ederek pronator kuadratusu ulnar yapışma yerinden ikinci bir insizyon kullanarak gevşetti. Bu modifikasyon ile kas flebinin boyu uzatılarak transferi daha kolay hale getirildi. Kliniğimizde Chacha tarafından modifiye edilmiş teknik uygulanmaktadır. Bunun haricinde tekniğin orjinalinden farklı olarak kliniğimizde yapılan vakalarda, distal radiustan alınan greft, kas flebine emilebilir suture ile dikilerek pediküllü kas flebinin transferi kolaylaştırılmıştır.



Şekil 14. Kadavrada osteomuskuler greftin hazırlanışı ve transferi 1- Transfer edilecek pronator kuadratus 2- Radial arter 3- Brakioradialis kası 4- Ulnar arter 5- Ulnar sinir 6- Flexör karpi ulnaris kası (36)



Resim 1. a- Pronator Kuadratus distal radius yapışma yeri b- Psödoartroz sahasının kürete edilmesi c- Distal radiustan ayrılan pediküllü kas flebinin suture ile tespit edilerek transfere hazır hale getirilmesi

3.3. DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ

Fonksiyonel değerlendirme için aşağıdaki parametreler kullanıldı.

3.3.1. Mayo Modifiye El Bilek Skorlama Sistemi

Hasta memnuniyeti ve klinik sonuçlar Mayo Modifiye El Bilek Skorlama Sistemi ile değerlendirildi (Tablo 1).

Tablo 1. Mayo Modifiye El Bileği Skorlama Sistemi

Kategori	Puan	Bulgular
Ağrı (25 puan)	25	Ağrı yok
	20	Zorlayıcı aktivitede hafif ağrı
	20	Sadece hava değişikliklerinde ağrı
	15	Zorlayıcı aktivitede orta derecede ağrı
	10	Günlük aktivitede hafif ağrı
	5	Günlük aktivitede orta derecede ağrı
	0	İstirahatte ağrı
Memnuniyet (25 puan)	25	Çok memnun
	20	Orta derecede memnun
	10	Memnun değil, fakat çalışabiliyor
	0	Memnun değil, çalışmıyor
Hareket genliği (25 puan)	25	Normal hareketin %100'ünü yapabiliyor
	15	% 75 – 90
	10	% 50 – 74
	5	% 25 – 29
	0	% 0 - 24
Kavrama gücü (25 puan)	25	Normal kavramanın %100'ünü yapabiliyor
	15	% 75 – 90
	10	% 50 – 74
	5	% 25 – 29
	0	% 0 - 24
Sonuç değerlendirme	Mükemmel	90 – 100 puan
	İyi	80 – 89 puan
	Orta	65 – 79 puan
	Kötü	65'den az

3.3.2. VAS Ağrı Skorlama (Vizüel Analog Skala)

Hastaların operasyon öncesi ve sonrası ağrı durumu değerlendirmek için VAS ağrı skorlama sistemi kullanıldı. Hiç ağrı olmaması 0 (sıfır), en dayanılmaz ağrı 10 (on) olarak kabul edildi. Hastalardan çektikleri ağrının şiddetini 0- 10 arasında bir sayı olarak belirtmeleri istendi.

**Şekil 15. Vizüel Analog Skala**

3.3.3. Kavrama Gücü (Grip strength)

Kavrama gücü tespitinde standart Jamar hidrolik el bileği dinamometresi kullanıldı. Bu alet ile kavrama gücü kilogram ya da pound cinsinden ölçülebilmektedir. Bu dinamometre kavrama gücünün ölçümünde en yaygın kullanılan ve en çok önerilen ölçüm aletidir. Bizim ölçümlerimiz kilogram cinsindendir. Hastalara üç ölçüm yapılarak ortalama değerleri alındı.



Şekil 16. El bileği dinamometresi (30, 31)

3.3.4. Çimdik Gücü (Key pinch strength)

Çimdik gücü ölçümünde kalibrasyonu yapılmış pinçmetre kullanıldı. Ölçüm değerleri kilogram cinsindendir. Bu alet çimdik gücü kilogram ya da pound cinsinden ölçülebilmektedir. Hastalara üç ölçüm yapılarak ortalama değerleri alındı.



Şekil 17. Pinçmetre

3.3.5. El Bileği Hareket Açıklığı

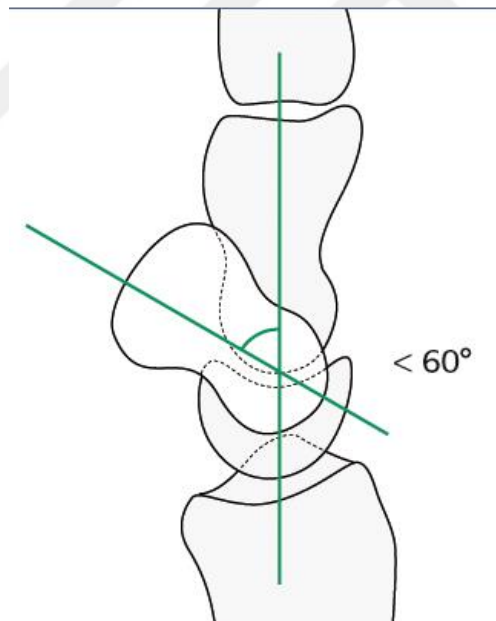
Hastaların bilateral eklem hareket açıklığı gonyometre yardımı ile ölçülerek tespit edildi.



Şekil 18. Gonyometre

3.3.6. Skafolunat Açı

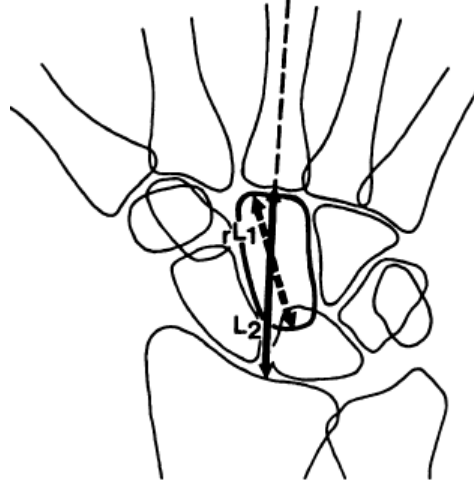
Lateral grafide skafoïd kemiğin uzun aksı ile lunatumun konveks yüzeyi ile yaptığı açıdır. Normal değeri 30-60 derece arasındadır.



Şekil 19. Skafolunat açısı (aofoundation.org'dan alıntıdır.)

3.3.7. Natrass Karpal Yükseklik İndeksi

1994 yılında Natrass tarafından tarif edilmiştir. Karpal kollapsın değerlendirilmesinde kullanılır. Kapitat kemiğin uzun aksının, radyokarpal eklem ile 3. metakarp- kapitat eklemi arasındaki uzunluğa bölünmesi ile elde edilir. Normal değeri 1,50 ile 1,60 arasındadır



Şekil 20. Natrass indexinin ölçümü $\frac{L1+L2}{L1}$ (32)

3.3.8. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 (Kaysville, Utah, USA) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotların (Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Frekans, Oran, Minimum, Maksimum) yanı sıra; niceliksel verilerin karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren değişkenlerin iki grup karşılaştırmalarında Student T Test, normal dağılım göstermeyen değişkenlerin iki grup karşılaştırmalarında Mann Whitney U Testi kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen değişkenlerin grup içi karşılaştırmalarında ise Wilcoxon Signed Ranks Testi kullanıldı. Niteliksel verilerin karşılaştırılmasında Pearson Ki-Kare Testi, Fisher- Freeman-Halton Testi ve Fisher's Exact Test kullanıldı. Anlamlılık $p<0,05$ düzeyinde değerlendirildi.

3.4. Vakalarımızdan Örnekler

Olgu 1: 25 yaşında avasküler nekrozu olan pronator kuadratus kas flebi tekniği ile opere edilen erkek hasta



Resim 2. a- Hastanın operasyon öncesi AP röntgeni b- Hastanın operasyon öncesi lateral röntgeni c-Hastanın T1 MR görüntüsü d- Hastanın T2 MR görüntüsü e- Hastanın operasyon sonrası 10. ay AP röntgeni f- Hastanın operasyon sonrası 10. ay lateral röntgeni

Olgu 2: 30 yaşında avasküler nekrozu nekrozu pronator kuadratus kas flebi tekniği ile opere edilen erkek hasta



Resim 3. a- Hastanın operasyon öncesi AP röntgeni b- Hastanın operasyon öncesi lateral röntgeni c-Hastanın T1 MR görüntüsü d- Hastanın T2 MR görüntüsü e- Hastanın operasyon sonrası 4.ay AP röntgeni f- Hastanın operasyon sonrası 4. ay lateral röntgeni

4. BULGULAR

Çalışma 39 hasta ile gerçekleştirildi. Otolog (iliak kanat) kemik grefti yapılan grupta 24 hasta, pronator kuadratus kas flebi yapılan grupta 15 hasta vardı. Ortalama yaş 26,82 idi. Avasküler nekrozu olan her iki grupta toplam 19 hasta vardı. 5 distal bölge kırığı, 23 orta bölge ve 11 proksimal bölge kırığı mevcuttu. Ortalama kaynama süresi 12.48 hafta idi. Otolog kemik grefti yapılan grupta ortalama kaynama süresi 12,79 hafta, pronator kudratus kemik flebi yapılan grupta 12,07 hafta idi. Otolog kemik grefti tekniği ile ameliyat edilen grupta 24 hastanın 12 tanesinde, pronator kuadratus kas flebi tekniği ile ameliyat edilen grupta 15 hastanın 8' inde avasküler nekroz vardı.

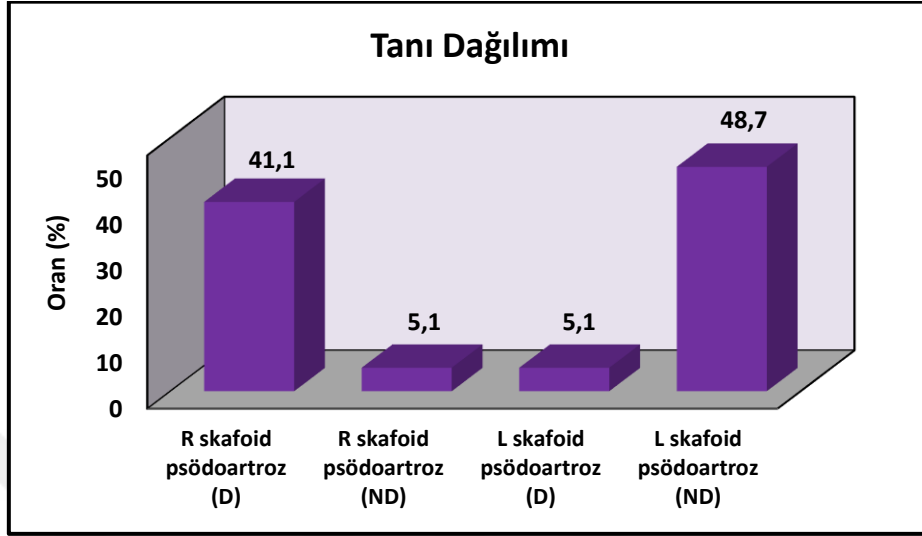
Toplam 33 (%84.6) hastada kaynama elde edildi. Otolog kemik grefti ile opere edilen grupta 5 (%20.4) hastada, diğer grupta 1 (%6,7) hastada kaynama gerçekleşmedi. Kırık ile ameliyat arası süre ortalama 28,28 (11-80) ay idi.

Tablo 2. Grupların tanımlayıcı özellikleri

Tanımlayıcı Özellikler		n (%)
Yaş	Min-Mak (Medyan)	16-40 (27)
	Ort±Ss	26,82±6,87
Tanı	R skafoïd psödoartroz (D)	16 (41,1)
	R skafoïd psödoartroz (ND)	2 (5,1)
	L skafoïd psödoartroz (D)	2 (5,1)
	L skafoïd psödoartroz (ND)	19 (48,7)
Ameliyat tekniği	Otolog kemik grefti	24 (61,5)
	Pronator kuadratus kas flebi	15 (38,5)
Dominant taraf	Hayır	21 (53,8)
	Evet	18 (46,2)
Kırık konfigürasyonu	Distal	5 (12,8)
	Orta	23 (59,0)
	Proksimal	11 (28,2)
Avasküler nekroz	Yok	19 (48,7)
	Var	20 (51,3)
Kaynama durumu	Yok	6 (15,4)
	Var	33 (84,6)
Kaynama süresi (hafta) (n=33)	Min-Mak (Medyan)	8-16 (13)
	Ort±Ss	12,48±1,62
Kırık ile ameliyat arası geçen süre (ay)	Min-Mak (Medyan)	11-80 (24)
	Ort±Ss	28,28±15,43
MAYO el bileği skorları	Min-Mak (Medyan)	60-93 (81)
	Ort±Ss	80,08±7,47

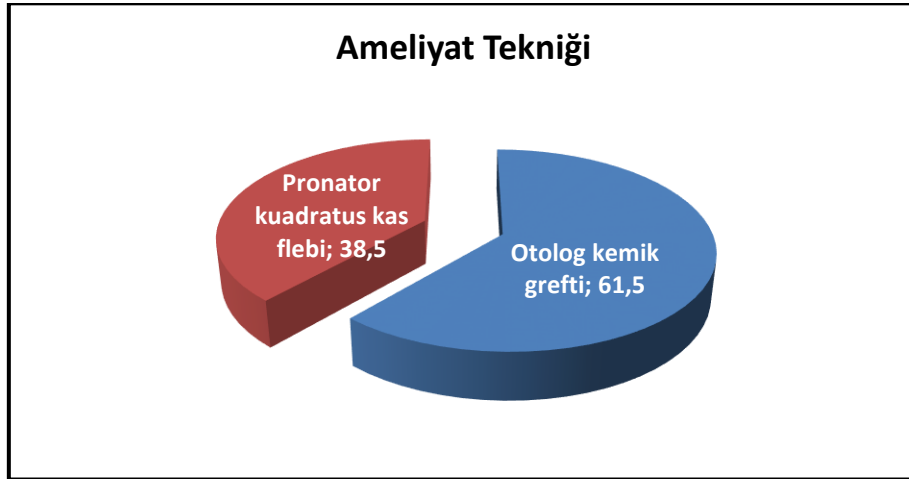
D: Dominat Taraf ND: Non Dominat Taraf

Hastaların %41,1'ine (n=16) R skafoit psödoartroz (D), %5,1'ine (n=2) R skafoit psödoartroz (ND), %5,1'ine (n=2) L skafoit psödoartroz (D) ve %48,7'sine (n=19) L skafoit psödoartroz (ND) tanısı konmuştur.



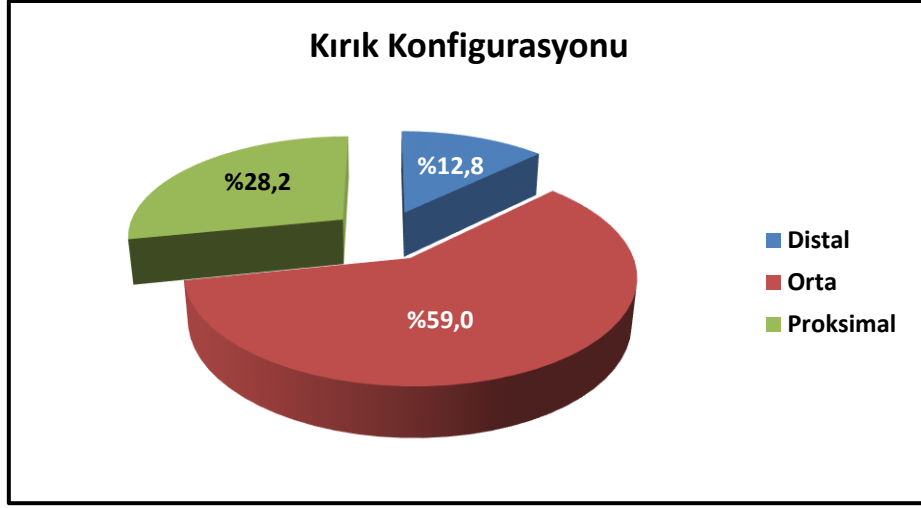
Şekil 21. Tanı dağılımları D: Dominat Taraf ND: Non Dominat Taraf

Hastaların %61,5'i (n=24) otolog kemik grefti, %38,5'i (n=15) pronator kuadratus kas flebi tekniği ile opere edilmiştir. İşlem, olguların %46,2'sinin (n=18) dominant eline yapılmıştır.



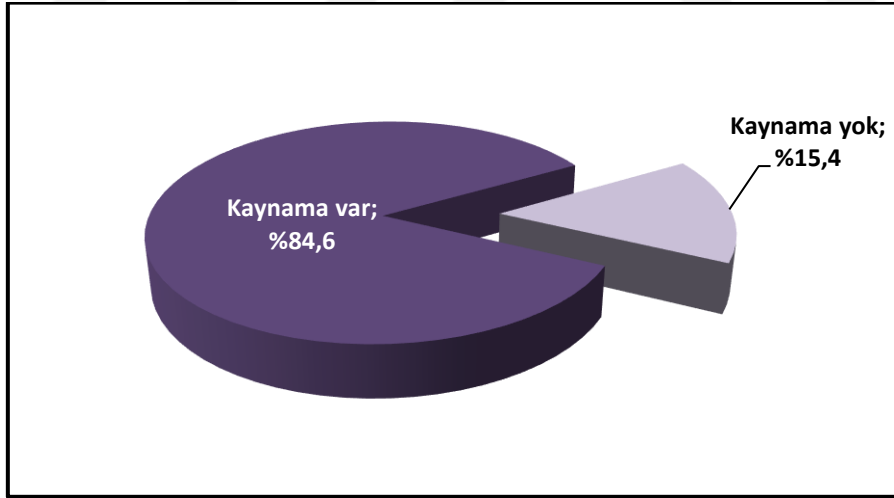
Şekil 22. Ameliyat tekniği dağılımları

Kırık hattı hastaların %12,8'inde (n=5) distal, %59,0'unda (n=23) orta ve %28,2'sinde (n=11) proksimal bölgededir. Olguların %51,3'ünde (n=20) avasküler nekroz saptanmıştır.



Şekil 23. Kırık Konfigurasyonu

Olguların %84,6'sında (n=33) kırık kaynarken, %15,4'ünde (n=6) kırık kaynamamıştır. Kaynama süreleri 8 ile 16 hafta arasında değişmekte olup, ortalama $12,48 \pm 1,62$ haftadır. Kırık ile ameliyat arasında geçen süre 11 ile 80 ay arasında değişmekte olup, ortalama $28,28 \pm 15,43$ aydır.



Şekil 24. Kaynama Durumu

Tablo 3. Ameliyat Tekniğine Göre Tanımlayıcı Özelliklerin Değerlendirmesi

		Ameliyat tekniği		p
		Otolog kemik grefti grubu (n=24)	Pronator kuadratus kas flebi grubu (n=15)	
Yaş (yıl)	Min-Mak (Medyan) Ort±Ss	16-40 (29,5) 28,33±7,02	16-36 (24) 24,40±6,09	^a 0,082
Tanı; n (%)	R skafoid psödoartroz (D)	11 (45,8)	5 (33,3)	^c 0,937
	R skafoid psödoartroz (ND)	1 (4,2)	1 (6,7)	
	L skafoid psödoartroz (D)	1 (4,2)	1 (6,7)	
	L skafoid psödoartroz (ND)	11 (45,8)	8 (53,3)	
Dominant taraf; n (%)	Hayır	12 (50,0)	9 (60,0)	^d 0,542
	Evet	12 (50,0)	6 (40,0)	
Kırık konfigürasyonu; n (%)	Distal	4 (16,7)	1 (6,7)	^c 0,800
	Orta	14 (58,3)	9 (60,0)	
	Proksimal	6 (25,0)	5 (33,3)	
Avasküler nekroz; n (%)	Yok	12 (50,0)	7 (46,7)	^d 0,839
	Var	12 (50,0)	8 (53,3)	
Kaynama durumu; n (%)	Yok	5 (20,8)	1 (6,7)	^e 0,376
	Var	19 (79,2)	14 (93,3)	
Avasküler nekrozu olan hastalarda kaynama durumu; n (%) (n=20)	Yok	4 (33,3)	1 (12,5)	^e 0,603
	Var	8 (66,7)	7 (87,5)	
Kaynama süresi (hafta) (n=33)	Min-Mak (Medyan)	10-16 (13)	8-14 (12,5)	^a 0,214
	Ort±Ss	12,79±1,47	12,07±1,77	
Kırık ile ameliyat arası geçen süre (ay)	Min-Mak (Medyan)	11-80 (26)	12-60 (24)	^b 0,434
	Ort±Ss	30,42±17,36	24,87±11,43	
MAYO el bileği skorları	Min-Mak (Medyan)	68-93 (80,5)	60-92 (82)	^a 0,578
	Ort±Ss	79,54±7,63	80,93±7,40	

^aStuden t Test, ^bMann Whitney U Test, ^cFisher Freeman Halton Test, ^dPearson Chi-Square Test, ^eFisher's Exact Test

Her iki grup arasında yaş ortalamaları, dominant taraf, kırık konfigürasyonu ve avasküler nekroz varlığına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05).

Avasküler nekrozu olan hastalarda (n=20) gruplara göre kaynama durumu istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05).

Kaynama durumu, kaynama süresi ve kırık ile ameliyat arasında geçen süreye göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05).

Her iki grup arasında MAYO el bileği skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05).

Proksimal bölge kırıklarında kaynama durumu ve kaynama sürelerine göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4. Ameliyat Tekniğine Göre Proksimal Bölge Kırıklarının Kaynama Özelliklerinin Değerlendirmesi

Proksimal bölge kırıkları (n=11)		Ameliyat tekniği		^b p
		Otolog kemik grefti grubu (n=6)	Pronator kuadratus kas flebi grubu (n=5)	
Kaynama durumu; n (%)	Yok	1 (16,7)	1 (20,0)	^e 1,000
	Var	5 (83,3)	4 (80,0)	
Kaynama süresi (hafta) (n=9)	Min-Mak (Medyan)	12-14 (13)	10-13 (12)	^b 0,193
	Ort±Ss	12,80±0,84	11,75±1,26	

^bMann Whitney U Test $p<0,01$

Gruplara göre ameliyat öncesi ($p=0,689$) ve ameliyat sonrası ($p=0,309$) VAS skorları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Otolog kemik grefti grubunda; ameliyat öncesi VAS skorlarına göre ameliyat sonrası VAS skorlarındaki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Pronator kuadratus kas flebi grubunda; ameliyat öncesi VAS skorlarına göre ameliyat sonrası VAS skorlarındaki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Tablo 5. Ameliyat Tekniğine Göre VAS Skorlarının Değerlendirmesi

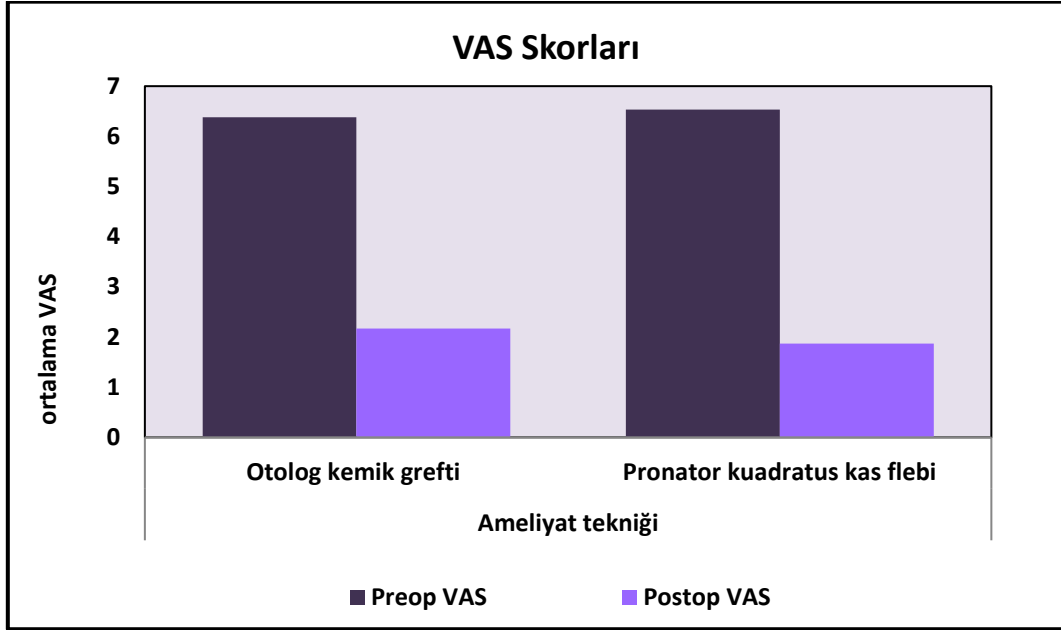
VAS Skorları		Ameliyat tekniği		^b p
		Otolog kemik grefti grubu (n=24)	Pronator kuadratus kas flebi grubu (n=15)	
Ameliyat öncesi VAS	Min-Mak (Medyan)	4-8 (6,5)	6-7 (7)	0,689
	Ort±Ss	6,38±0,88	6,53±0,52	
Ameliyat sonrası VAS	Min-Mak (Medyan)	1-4 (2)	1-3 (2)	0,309
	Ort±Ss	2,17±0,87	1,87±0,64	
^f p		0,001**	0,001**	
Değişim (Ameliyat sonrası- Ameliyat öncesi)	Min/Mak (Medyan)	-5/-3 (-4)	-6/-4 (-4)	0,149
	Ort±Ss	-4,21±0,72	-4,67±0,82	

^bMann Whitney U Test

^fWilcoxon Signed Ranks Test

** $p<0,01$

Ameliyat öncesi VAS skorlarına göre ameliyat sonrası VAS skorlarındaki değişimler bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p=0,149$; $p>0,05$).



Şekil 25. VAS skorlarının dağılımları

Gruplara göre ameliyat öncesi ($p=0,844$) ve ameliyat sonrası ($p=0,097$) skafolunat açılı ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

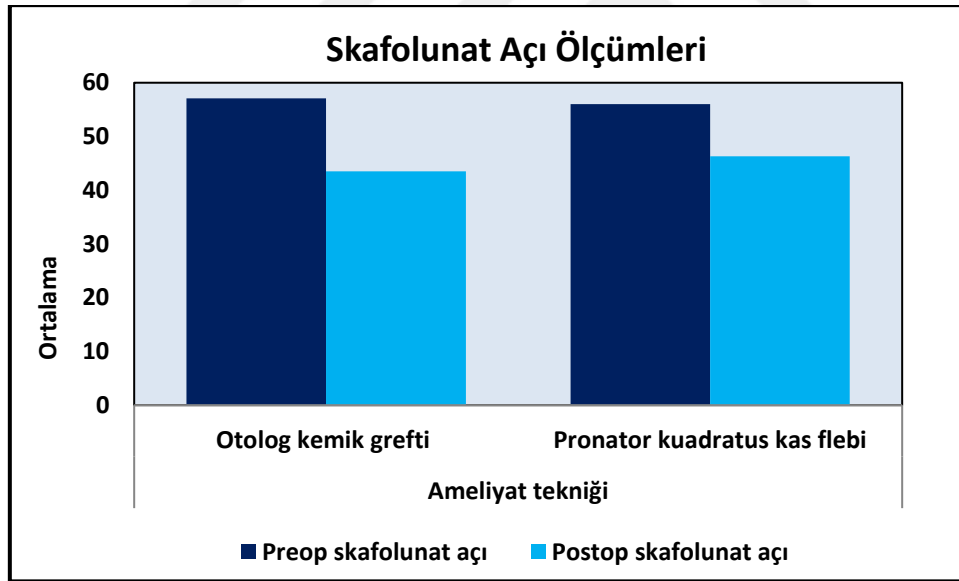
Otolog kemik grefti grubunda; ameliyat öncesi değerlere göre ameliyat sonrası skafolunat açılı ölçümlerindeki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Pronator kuadratus kas flebi grubunda; ameliyat öncesi değerlere göre ameliyat sonrası skafolunat açılı ölçümlerindeki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Ameliyat öncesi değerlere göre ameliyat sonrası skafolunat açılı ölçümlerindeki değişimler bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p=0,163$; $p>0,05$).

Tablo 6. Ameliyat Tekniğine Göre Skafolunat Açı Değerlendirmesi

Skafolunat Açısı		Ameliyat tekniği		^b p
		Otolog kemik grefti grubu (n=24)	Pronator kuadratus kas flebi grubu (n=15)	
Ameliyat öncesi skafolunat açısı	Min-Mak (Medyan)	40-70 (60)	35-70 (60)	0,844
	Ort±Ss	57,08±7,36	56,00±9,67	
Ameliyat sonrası skafolunat açısı	Min-Mak (Medyan)	35-60 (40)	30-60 (50)	0,097
	Ort±Ss	43,50±7,51	46,33±6,94	
^f p		0,001**	0,001**	
Değişim	Min/Mak (Medyan)	-30/0 (-15)	-20/0 (-10)	0,163
(Ameliyat sonrası- Ameliyat öncesi)	Ort±Ss	-13,58±8,35	-9,67±5,16	
^b Mann Whitney U Test		^f Wilcoxon Signed Ranks Test		**p<0,01

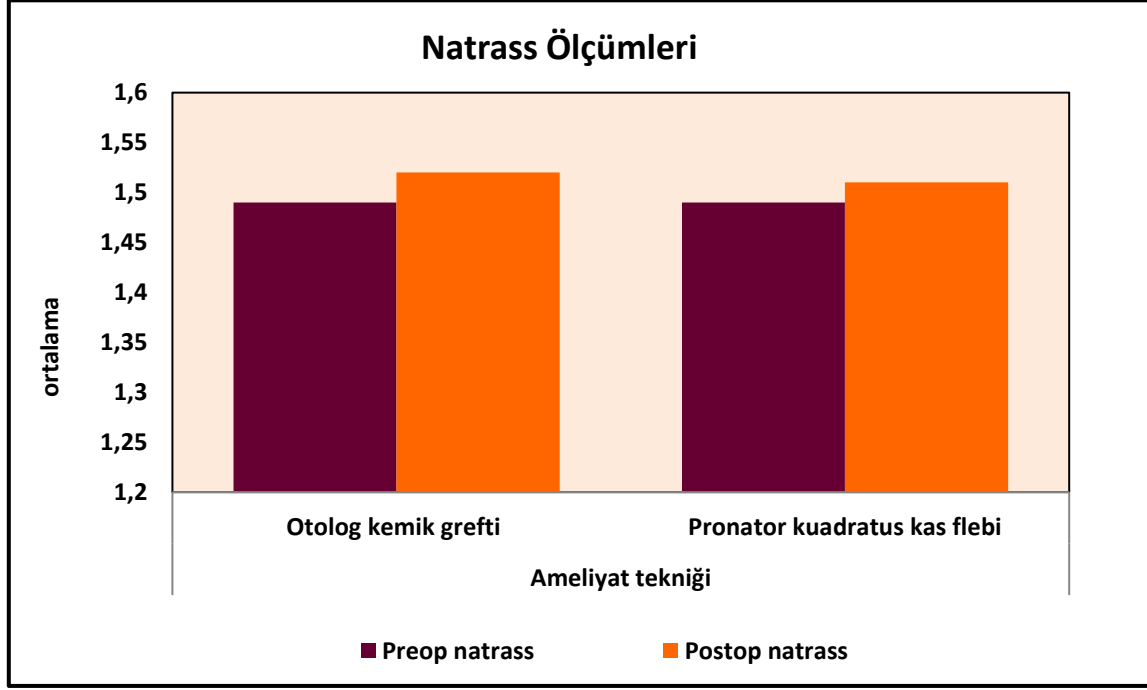
**Şekil 26. Skafolunat açısı ölçümleri**

Gruplara göre ameliyat öncesi (p=0,930) ve ameliyat sonrası (p=0,919) Natrass karpal yükseklik indeksi ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05).

Otolog kemik grefti grubunda; ameliyat öncesi Natrass ölçümlerine göre ameliyat sonrası Natrass ölçümlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,001; p<0,01).

Pronator kuadratus kas flebi grubunda; ameliyat öncesi Natrass ölçümlerine göre ameliyat sonrası Natrass ölçümlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,010$; $p<0,05$).

Ameliyat öncesi değerlere göre ameliyat sonrası Natrass ölçümlerindeki değişimler bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p=0,318$; $p>0,05$).



Şekil 27. Natrass karpal yükseklik indeksi ölçüm tablosu

Gruplara göre sağlam taraf ($p=0,128$) ve hasta taraf ($p=0,115$) Kavrama Gücü (grip strenght) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Otolog kemik grefti grubunda; sağlam taraf kavrama gücü ölçümlerine göre hasta taraf ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Pronator kuadratus kas flebi grubunda; sağlam taraf grip kavrama gücü ölçümlerine göre hasta taraf ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p=0,002$; $p<0,01$).

Sağlam taraf ve hasta taraf kavrama gücü ölçümleri arasındaki farklar bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p=0,265$; $p>0,05$).

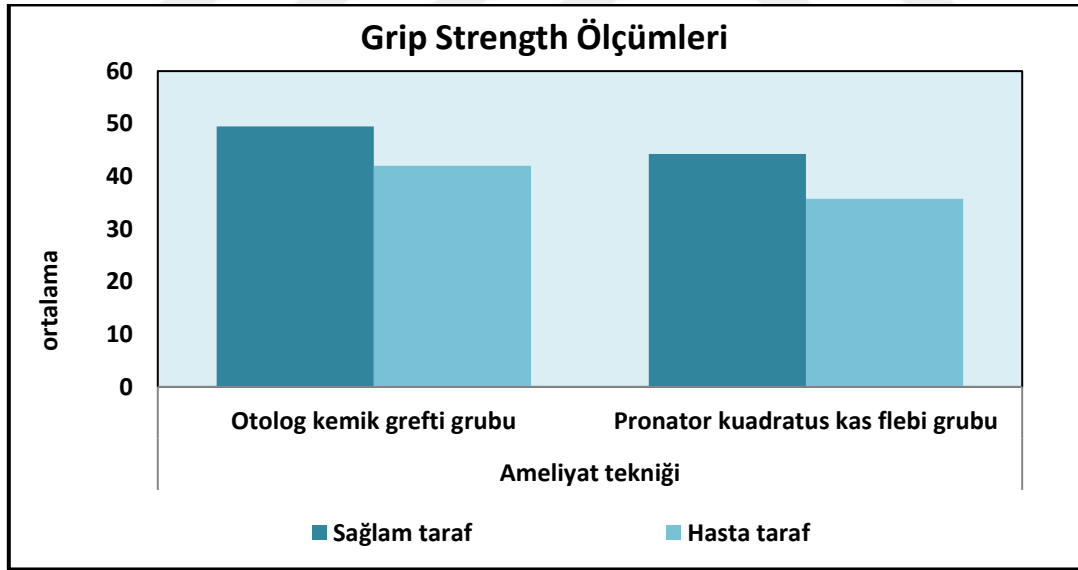
Tablo 7. Ameliyat Tekniğine Göre Kavrama Gücü (grip strenght) Değerlendirmesi

Kavrama Gücü		Ameliyat tekniği		^b p
		Otolog kemik grefti grubu (n=24)	Pronator kuadratus kas flebi grubu (n=15)	
Sağlam taraf	Min-Mak (Medyan)	28-70 (50)	25-65 (44)	0,128
	Ort±Ss	49,50±10,34	44,27±9,22	
Hasta taraf	Min-Mak (Medyan)	22-58 (42)	12-53 (35)	0,115
	Ort±Ss	42,00±9,89	35,73±12,06	
^f p		0,001**	0,002**	
Fark (Sağlam-Hasta)	Min/Mak (Medyan)	-1/22 (6)	-5/16 (10)	0,265
	Ort±Ss	7,50±5,44	8,53±5,97	

^bMann Whitney U Test

^fWilcoxon Signed Ranks Test

**p<0,01



Şekil 28. Kavrama Gücü (grip strenght) ölçümlerinin dağılımları

Gruplara göre sağlam taraf (p=0,816) ve hasta taraf (p=0,873) Çimdik Gücü (key pinch strength) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05).

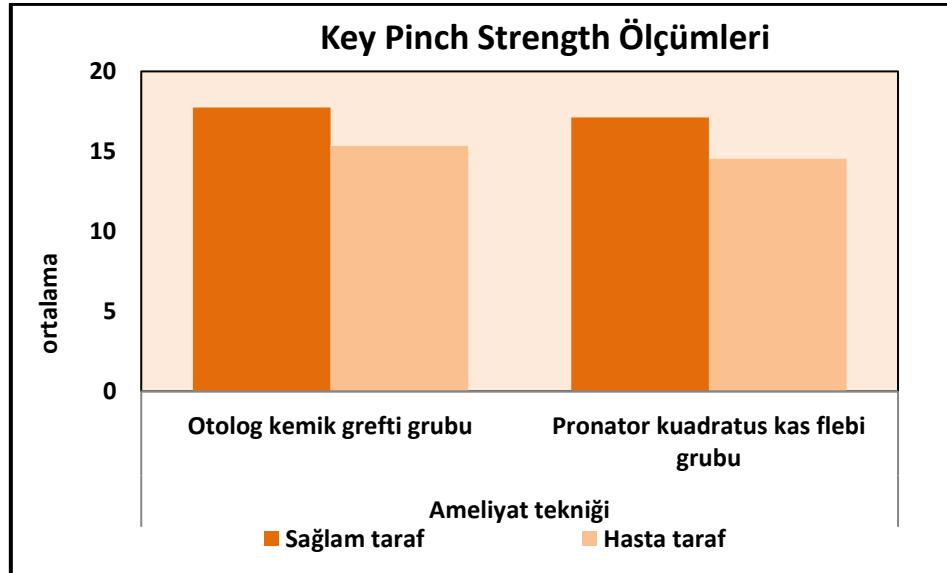
Otolog kemik grefti grubunda; sağlam taraf çimdik gücü ölçümlerine göre hasta taraf ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (p=0,001; p<0,01).

Pronator kuadratus kas flebi grubunda; sağlam taraf çimdik gücü ölçümlerine göre hasta taraf ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Sağlam taraf ve hasta taraf çimdik gücü ölçümleri arasındaki farklar bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p=0,916$; $p>0,05$).

Tablo 8. Ameliyat Tekniğine Göre imdik Gücü (key pinch strength) lmlerinin Değerlendirmesi

imdik Gücü		Ameliyat tekniği		^b p
		Otolog kemik grefti grubu (n=24)	Pronator kuadratus kas flebi grubu (n=15)	
Sağlam taraf	Min-Mak (Medyan)	11-27 (16,5)	14-22 (17)	0,816
	Ort±Ss	17,75±4,36	17,13±1,92	
Hasta taraf	Min-Mak (Medyan)	11-23 (14)	11-20 (15)	0,873
	Ort±Ss	15,33±3,77	14,53±2,56	
	^f p	0,001**	0,001**	
Fark (Sağlam-Hasta)	Min-Mak (Medyan)	0-5 (2)	0-6 (2)	0,916
	Ort±Ss	2,42±1,38	2,60±1,59	
^b Mann Whitney U Test		^f Wilcoxon Signed Ranks Test		**p<0,01



şekil 29. imdik Gücü (key pinch strength) lmlerinin dağlımları

Gruplara göre sağlam taraf ($p=0,058$) ve hasta taraf ($p=0,914$) fleksiyon ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Otolog kemik grefti grubunda; hasta taraf fleksiyon değerleri sağlam taraf fleksiyon değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Pronator kuadratus kas flebi grubunda; hasta taraf fleksiyon değerleri sağlam taraf fleksiyon değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Sağlam taraf ve hasta taraf fleksiyon ölçümleri arasındaki farklar bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p=0,323$; $p>0,05$).

Tablo 9. Ameliyat Tekniğine Göre Fleksiyon Ölçümlerinin Değerlendirmesi

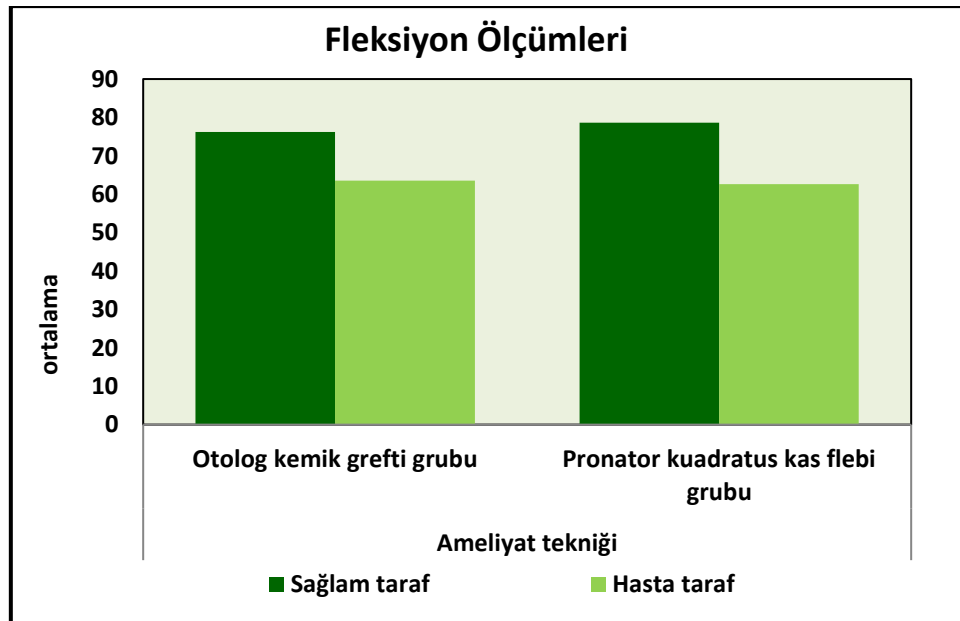
Fleksiyon Ölçümleri		Ameliyat tekniği		^b p
		Otolog kemik grefti grubu (n=24)	Pronator kuadratus kas flebi grubu (n=15)	
Sağlam taraf	Min-Mak (Medyan)	70-80 (80)	70-80 (80)	0,058
	Ort±Ss	76,25±4,48	78,67±3,52	
Hasta taraf	Min-Mak (Medyan)	40-80 (60)	40-70 (70)	0,914
	Ort±Ss	63,54±8,66	62,67±9,61	
^f p		0,001**	0,001**	
Fark (Sağlam-Hasta)	Min-Mak (Medyan)	0-30 (10)	0-40 (10)	0,323
	Ort±Ss	12,71±7,37	16,00±9,86	

^bMann Whitney U Test

^fWilcoxon Signed Ranks Test

* $p<0,05$

** $p<0,01$



Şekil 30. Fleksiyon ölçümlerinin dağılımları

Gruplara göre sağlam taraf ekstansiyon ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermezken ($p=0,298$; $p>0,05$); otolog kemik grefti grubu hasta taraf ekstansiyon ölçümleri, pronator kuadratus kas flebi grubundan yüksek bulunmuştur ($p=0,011$; $p<0,05$).

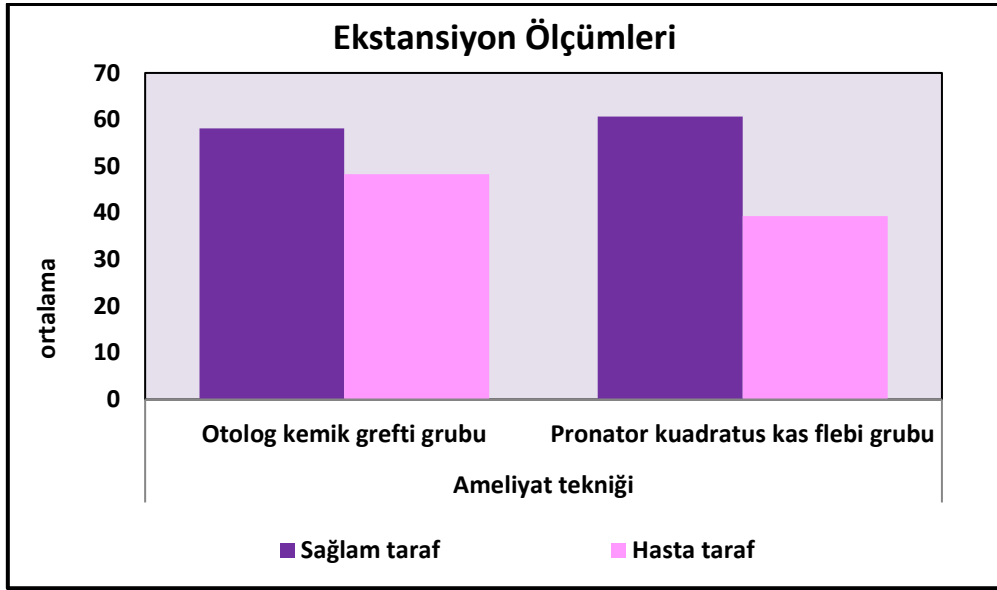
Otolog kemik grefti grubunda; sağlam taraf ekstansiyon ölçümlerine göre hasta taraf ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Pronator kuadratus kas flebi grubunda; sağlam taraf ekstansiyon ölçümlerine göre hasta taraf ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Sağlam taraf ve hasta taraf ekstansiyon ölçümleri arasındaki farklar bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış olup ($p=0,011$; $p<0,05$); pronator kuadratus kas flebi grubundaki hareket kaybı, otolog kemik grefti grubundan yüksek bulunmuştur.

Tablo 10. Ameliyat Tekniğine Göre Ekstansiyon Ölçümlerinin Değerlendirmesi

<i>Ekstansiyon Ölçümleri</i>		Ameliyat tekniği		^b <i>p</i>
		Otolog kemik grefti grubu (n=24)	Pronator kuadratus kas flebi grubu (n=15)	
Sağlam taraf	<i>Min-Mak (Medyan)</i>	45-80 (60)	50-70 (60)	0,298
	<i>Ort±Ss</i>	58,13±8,32	60,67±5,63	
Hasta taraf	<i>Min-Mak (Medyan)</i>	30-60 (50)	20-50 (40)	0,011*
	<i>Ort±Ss</i>	48,33±9,05	39,33±9,98	
^f <i>p</i>		0,001**	0,001**	
Fark (Sağlam-Hasta)	<i>Min/Mak (Medyan)</i>	-15/30 (10)	0/40 (20)	0,011*
	<i>Ort±Ss</i>	9,79±10,48	21,33±12,88	
^b Mann Whitney U Test		^f Wilcoxon Signed Ranks Test	* $p<0,05$	** $p<0,01$



Şekil 31. Ekstansiyon (dorsifleksiyon) ölçümlerinin dağılımları

Gruplara göre sağlam taraf radial deviasyon ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermezken ($p=0,960$; $p>0,05$); otolog kemik grefti grubu hasta taraf radial deviasyon ölçümleri, pronator kuadratus kas flebi grubundan yüksek bulunmuştur ($p=0,003$; $p<0,01$).

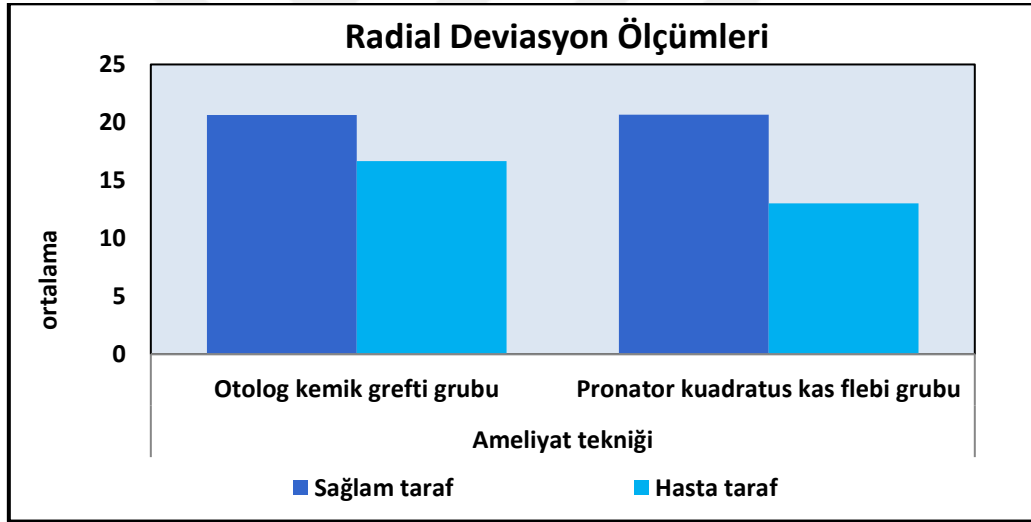
Otolog kemik grefti grubunda; sağlam taraf radial deviasyon ölçümlerine göre hasta taraf ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Pronator kuadratus kas flebi grubunda; sağlam taraf radial deviasyon ölçümlerine göre hasta taraf ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Sağlam taraf ve hasta taraf radial deviasyon ölçümleri arasındaki farklar bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış olup ($p=0,017$; $p<0,05$); pronator kuadratus kas flebi grubundaki hareket kaybı, otolog kemik grefti grubundan yüksek bulunmuştur.

Tablo 11. Ameliyat Tekniğine Göre Radial Deviasyon Ölçümlerinin Değerlendirmesi

<i>Radial Deviasyon Ölçümleri</i>		Ameliyat tekniği		<i>^bp</i>
		Otolog kemik grefti grubu (n=24)	Pronator kuadratus kas flebi grubu (n=15)	
Sağlam taraf	<i>Min-Mak (Medyan)</i>	15-25 (20)	15-25 (20)	0,960
	<i>Ort±Ss</i>	20,63±3,06	20,67±3,20	
Hasta taraf	<i>Min-Mak (Medyan)</i>	10-20 (15)	10-20 (15)	0,003**
	<i>Ort±Ss</i>	16,67±3,51	13,00±3,16	
<i>^fp</i>		0,001**	0,001**	
Fark (Sağlam-Hasta)	<i>Min-Mak (Medyan)</i>	0-10 (5)	0-15 (5)	0,017*
	<i>Ort±Ss</i>	3,96±3,29	7,67±4,95	

**Şekil 32. Radial deviasyon ölçümlerinin dağılımları**

Gruplara göre sağlam taraf ($p=0,065$) ve hasta taraf ($p=0,404$) ulnar deviasyon ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

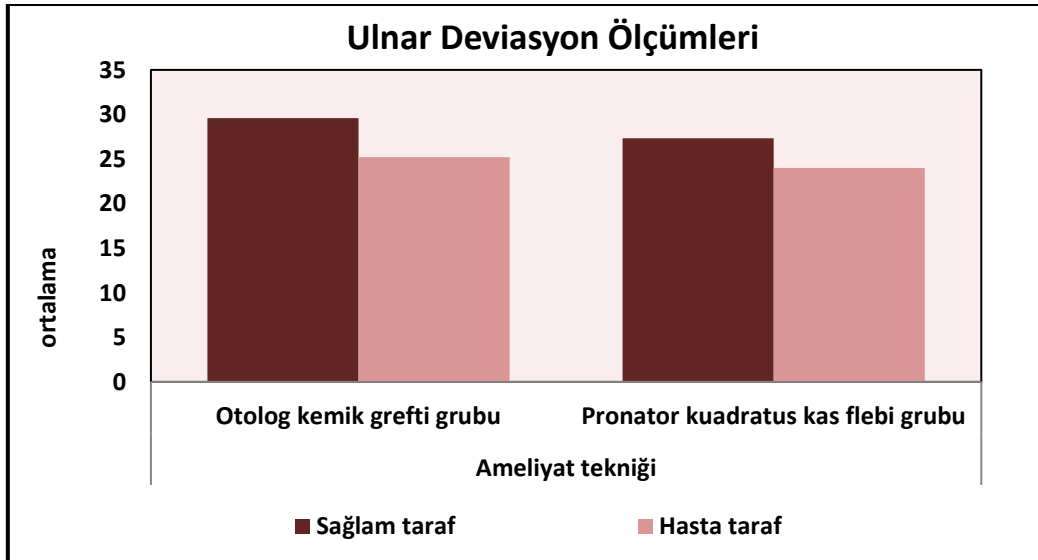
Otolog kemik grefti grubunda; sağlam taraf ulnar deviasyon ölçümlerine göre hasta taraf ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Pronator kuadratus kas flebi grubunda; sağlam taraf ulnar deviasyon ölçümleri ile hasta taraf ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p=0,059$; $p>0,05$).

Sağlam taraf ve hasta taraf ulnar deviasyon ölçümleri arasındaki farklar bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p=0,573$; $p>0,05$).

Tablo 12. Ameliyat Tekniğine Göre Ulnar Deviasyon Ölçümlerinin Değerlendirmesi

Ulnar Deviasyon Ölçümleri		Ameliyat tekniği		^b p
		Otolog kemik grefti grubu (n=24)	Pronator kuadratus kas flebi grubu (n=15)	
Sağlam taraf	Min-Mak (Medyan)	25-35 (30)	20-30 (30)	0,065
	Ort±Ss	29,58±2,04	27,33±4,17	
Hasta taraf	Min-Mak (Medyan)	20-30 (25)	15-30 (20)	0,404
	Ort±Ss	25,21±2,32	24,00±5,41	
^f p		0,001**	0,059	
Fark (Sağlam-Hasta)	Min/Mak (Medyan)	0/10 (5)	-10/10 (5)	0,573
	Ort±Ss	4,38±3,06	3,33±5,56	



Şekil 33. Ulnar deviasyon ölçümlerinin dağılımları

5. TARTIŞMA

Tedavi edilmemiş skafoïd psödoartrozu vakalarında ilerleyici dejeneratif artrit ve karpal kollaps (SNAC) gelişebileceğinden, psödoartroz tedavisi önem arz eder. Skafoïd kaynamama vakalarında cerrahi tedavi gerekliliğı açısından fikir birliğı olsa da tedavi yöntemleri açısından farklılıklar vardır. Literatürde otolog kemik greftleri, vasküler greftler ve farklı fiksasyon yöntemleri kullanılarak başarılı sonuçlar bildiren çok sayıda yayın mevcuttur.

Akut gelişen skafoïd kırıklarında hangi durumlarda cerrahi tedavi yapılması gerektiğı tartışma konusudur. Dias ve ark. 2005 yılında yaptıkları randomize kontrollü çalışmada, 88 skafoïd kırığı olan hastada akut açık fiksasyon ile alçı tedavisinin sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Sadece sekizinci haftada, el bileğı hareket açıklığı, kavrama gücü ve hasta memnuniyetinde cerrahi tedavi yapılan grupta üstünlük sağlanmıştır. Bu üstünlüğün geçici olduğunu, sadece erken dönemde farklılık oluşturduğunu saptamışlardır. En iyi tedavi yönteminin el bileğinin, altı ile sekiz hafta arası alçı ile immobilize edilmesi, sonrasında çekilen grafilerde hala kırık hattında deplasman görülürse cerrahi tedaviye geçilmesi olduğunu belirtmişlerdir. Bu şekilde %95 kaynama elde ettiklerini belirtmişlerdir (33). Dias ve ark. aynı çalışmanın 2008 yılında 93 aylık sonuçlarını yayınlamışlardır. Konservatif tedavi edilen grupla açık cerrahi yapılan gruplar arasında radyolojik ve klinik olarak anlamlı farklılık saptanmadığını bildirmişlerdir (34).

Skafoïd psödoartrozu tanısı alan hastaların prognozu ve insidansı semptomsuz hastaların varlığından dolayı tam olarak bilinmemektedir. Semptomu olan olguların tedavi edilse bile el bileğinde kollapsa ve artroza neden olabileceğini bildiren yayınlar mevcuttur (35, 36). Semptomu olan olgularda kalıcı sakatlıkları önlemek için doğru seçilmiş tedavi büyük önem arz eder. Skafoïd psödoartrozu tedavisinin temelini avasküler dokuların uzaklaştırılması, greftleme ve fiksasyon oluşturur.

El bileğinde avasküler nekroz en sık skafoïd kemikte görülür. Skafoïd kemiğın retrograd beslenme yapısından dolayı da sıklıkla proksimal bölge kırıklarında görülür. Besleyici damardan yeterince kan gelmemesi sonucu avasküler nekroz gelişir. Sıklıkla geri dönüşümsüz bir olaydır. Çoğunlukla grafide bulgu vermez. Altın standart tanı koyma aracı manyetik rezonans görüntülemedir. Manyetik rezonans görüntülemelerde T1 ve T2 sekanslarda düşük sinyal aktivitesi görülmesi tanıda anlamlıdır. Cerezal ve arkadaşlarına göre kontrastlı görüntülerde sinyal artışı olmaması avasküler nekroz açısından anlamlı bulunmuştur (37). Fox ve ark. yağ baskılı T2 ve STIR sekanslarında artmış sinyal aktivitesinin kemiğın canlılığını

değerlendirmede anlamlı olmadığını, T1 sekansındaki düşük sinyalin tanı koymada daha değerli olduğunu söylemişlerdir (38). Kliniğimizde skafoïd avasküler nekroz tanısı hastaların ameliyat öncesi çekilen MRG bulgularına göre ve ameliyat sırasında kürete edilen psödoartroz sahasında kanama olup olmamasına göre konuldu.

Skafoïd psödoartroz tedavisinde çok çeşitli cerrahi seçenekler mevcuttur. Hangi cerrahi tekniğin hangi durumda tercih edileceği konusunda ortak görüş mevcut değildir. Literatürde konvansiyonel greftleme yöntemleri ile %70-90 arasında başarı sağlandığına yönelik çalışmalar mevcuttur (9). Yapılan başka bir meta-analiz çalışmasında avasküler nekroz varlığında kaynama oranının %47'ye kadar düştüğü belirtilmiştir (11). Aynı meta-analiz çalışmasında vaskülarize greftleme tekniği kullanıldığında kaynama oranlarının %88'lere kadar çıktığı belirtilmiştir. Başka bir sistematik derlemede avasküler nekroz dikkate alınmadan ve teknik belirtilmeksizin vaskülarize greftleme ile %91'lere ulaşan kaynama oranları bildirilmiştir (9).

Skafoïd psödoartrozu cerrahi tedavisinde prognozu etkileyen faktörleri Inoue ve arkadaşları;

- proksimal fragmanın vaskülaritesi,
- fragmanın instabilitesi,
- cerrahide gecikme
- proksimal bölgede kırık varlığı şeklinde sıralamışlardır (39).

Proksimal kutup kırıkları skafoïd kemiğin beslenme şekline dolaylı kaynamama oranları en yüksek kırıklardır. Proksimal bölge kırıklarında konvansiyonel greftleme tekniği ile %64 ile %74 arasında kaynama oranı bildiren çalışmalar mevcuttur (41, 42).

Son yıllarda skafoïd kemiğin kaynamama ve gecikmiş kaynama olgularında greftleme yapılmaksızın sadece perkütan vida tespiti ile başarılı sonuçlar alındığı bildiren çalışmalar mevcuttur. Capo ve ark. skafoïd kaynamaması olan 12 olgudan 11'inde (%92) sadece perkütan vida tespiti ile kaynama elde etmişlerdir (42). Saint-Cyr ve ark. bu tekniği psödoartroz sahasında çökme ve kistik değişikliklerin olmadığı hastalar ile proksimal bölgede avasküler nekrozu olmayan hastalarda önermişlerdir (43, 44). Ayrıca Yip ve ark. açık cerrahi sırasında özellikle volar girişimde, önemli karpal bağların kesilmesi sonucu ve skafotrapezial eklemden oluşabilecek hasar neticesinde, el bileğinde artroz gelişmesinin ameliyat sonrası gelişen hareket kısıtlılığının sebebi olabileceğini belirtmişlerdir (45).

Taleb ve ark. da 2015 yılında skafoïd psödoartroz tedavisinde perkütan tespit yönteminin sonuçlarını yayınladıkları çalışmalarında; Alnot sınıflamasına göre evre 2A ve 2B olan hastaları çalışmaya almışlar ve 38 hastanın 31 tanesinde klinik ve radyolojik olarak başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Evre 2A olan hastaların yaklaşık %87'sinde evre 2B olan hastaların yaklaşık %77'sinde kaynama elde etmişlerdir (46). Taleb ve arkadaşlarına göre evre 2A skafoïd psödoartrozlarının tedavisinde greft kullanılmadan perkütan tespit yeterlidir. Evre 2B hastaların tedavisinde ise perkütan tespiti ek olarak artroskopik olarak greftonaj önermektedirler. Açık cerrahi prosedürlerin perkütan tespit ile tedavi edilen, ama kaynamayan hastalarda tercih edilmesi gerektiğini belirtirler de güncel literatürde perkütan tespit ile ilgili çok fazla çalışma bulunmamaktadır.

Literatürde çok çeşitli greftleme yöntemlerinden bahsedilmiştir. Fisk; radial kama grefti kullanarak transfiksasyon tekniği ve K teli ile tespit yaparak kaynama sağladığını bildirmiştir (47). Stark ve ark. iliak kanattan alınan kemik grefti ve K teli ile %97 kaynama sağladıklarını bildirmişlerdir (48).

Akgül ve arkadaşları iliak kanattan aldıkları otolog kemik grefti ile ortalama 9,5 haftada 24 hastanın 22'sinde kaynama elde etmişlerdir. Proksimal bölge yerleşimli kırıklarda başarı sağlayamamışlardır (49).

Literatürde fiksasyon şeklinin kaynamaya etkisini araştıran bir çalışmada K teli tespiti ile rijid vida tespiti karşılaştırılmış ve rijid vida ile tespitin K teli ile tespiti göre kaynamaya ve kaynama zamanına olumlu etkisi gösterilmiştir (50). Literatürde Herbert vidası kullanılarak yüksek başarı bildiren çalışmalar olmakla birlikte, son yapılan biyomekanik çalışmalar standart kanüllü kompresyon vidaların biyomekanik olarak Herbert vidalarından daha üstün olduğunu göstermiştir (19, 50). Kliniğimizde her iki grup hastalar için de başsız kanüle kompresyon vidası ile rijid tespit uygulanmıştır.

Hong ve ark. 2009 yılında yayınladıkları çalışmalarında, skafoïd psödoartroz tedavisinde tespit için emilebilir vida kullanmışlardır. Ortalama takip süresi 25 ay olan 18 hasta çalışmaya alınmış ve ortalama 13 haftada 17 hastada kaynama elde edilmiştir (51). Akmaz ve ark. 2004 yılında emilebilir vida ile tespit yaparak tedavi ettikleri 12 skafoïd psödoartrozu olan hastanın 11 tanesinde başarılı sonuç elde etmişlerdir (52). Her iki çalışmada skafoïd psödoartroz tedavisinde de emilebilir vida kullanımının stabil tespit sağlayarak iyileşmeye katkı sağlandığı söylene de literatürde bunu destekleyen güncel çalışmalar mevcut değildir.

Vaskülarize greftleme tekniği teorik olarak kaynama oranlarını artırır ve kaynama sürelerini iyileştirir. Buna ek olarak iskemik kemikte revaskülarizasyonu sağlar. 1979 yılında Hori ve arkadaşları yaptıkları bir hayvan deneyinde, sağlam kemik, izole kemik fragmanı, nekrotik kemik ve kemik fragmanı içine bir arter ve bir ven transfer ettikleri çalışmalarında; nekrotik kemik nekrotik kalsa da yeni damar oluşumu meydana geldiğini gözlemişlerdir. Aynı tekniği dokuz Kienböck hastasına ve bir skafoïd kaynamama hastasına uygulamışlar ve skafoïd kemikte 3. ayda kaynama elde etmişlerdir (53).

Vaskülarize greftleme tekniğinin özellikle proksimal kısımda avasküler nekrozun olduğu ya da non vaskülarize greftleme ile başarısız olunan olgularda kurtarma girişimi olarak öne çıktığını belirten yayınlar da mevcuttur (39).

Literatürde vaskülarize greftleme tekniği kullanılarak yüksek başarı elde edilen çalışmalar mevcuttur.

Fernandez ve Eggli, avasküler nekrozu olan 11 skafoïd kaynamama hastasına ileumdan aldıkları kemik grefte, dorsal indeks arteri implante ettikleri teknik ile on hastada ortalama on haftada kaynama sağladıklarını belirtmişlerdir (54).

Boyer 1998 yılında distal radiustan gelen vaskülarize dorsal interpozisyon greftleme tekniği kullanarak on proksimal kutup kırığı olan hastada %60 kaynama elde etmiştir (55).

Zaidenberg 1,2 interkompartmantal supraretinaküler arter saplı vaskülarize greftleme tekniği kullanarak 1991 yılında yaptığı çalışmada 11 hastada ortalama 6,2 haftada % 100 kaynama sağlamıştır (29).

Birçok çalışmada Zaidenberg tekniği ile yüksek kaynama oranları bildirilmişse de 2002'de Straw ve arkadaşları bu tekniği kullanarak yaptıkları çalışmada 22 hastada % 27 kaynama elde etmişlerdir. Avasküler nekroz varlığını ve kırık hattının proksimal bölgeye yakın olmasını kaynamamadaki en büyük etken olarak göstermişler ve bu hastalarda Zaidenberg tekniğinin uygun olmadığı sonucuna varmışlardır (56).

Chang, Zaidenberg tekniğini kullanarak yaptığı çalışmada; 50 hastalık seride ortalama 15,6 haftada % 68 kaynama elde etmiştir. Bu çalışma vaskülarize greftleme tekniği kullanılarak yapılan en geniş serilerden biri olması sebebiyle önemlidir. Chang bu çalışmasında tedavideki başarısızlığı birçok etmene bağlamıştır. Kadın cinsiyet olması, sigara öyküsü, avasküler nekroz varlığı ve proksimal bölge kırıkları tedavideki başarısızlığı belirleyen en önemli sebepler olarak sıralanmıştır (57). Bizim çalışmamızda da en yüksek başarısızlık avasküler nekrozu olan hastalarda gerçekleşti.

Kumta ve arkadaşları 2017 yılında yayınladıkları çalışmalarında skafoid psödoartroz tedavisinde medial femoral kondilden aldıkları vaskülarize kortikoperiosteal greft ile 11 hastanın tamamında ortalama 12 haftada kaynama elde etmişler. Bir hasta haricinde hareket kısıtlılığı görülmemiştir (58). Bazı hastalarda donör sahada gelişen parestezi dışında komplikasyon görülmemiştir. Literatürde bu tekniğin kullanıldığı başka çalışmalarda mevcut olmasına rağmen uzun dönem sonuçları ile ilgili çok fazla yayın mevcut değildir (59, 60).

Braun 1983 yılında pronator kuadratus pediküllü vaskülarize kas flebi tekniğini skafoid psödoartroz tedavisinde uygulamış ve beş hastanın dördünde kaynama elde etmiştir (26). Chacha 1984 yılında bu tekniği iki hastada kullanmıştır. Graft transferi sırasında kas flebinin kısa kalması ve kas kontraksiyonlarının redüksiyonu bozması, tekniğin modifikasyonunu gerekli kılmış ve Chacha flebin boyunu uzatmak ve kontraksiyonları azaltmak için ulnar taraftan yapılan ikinci bir insizyonla pronator kuadratusu ulnar yapışma yerinden gevşeterek tekniği modifiye etmiştir (61). Bizim klinik tecrübelerimize göre de tekniğin en zor taraflarından biri pediküllü kas flebinin yeterli uzunluğunun sağlanması ve devamlılığı bozulmadan psödoartroz sahasına transferidir. Kliniğimizde yapılan vakalarda pronator kuadratus kası radial yapışma yerinden kaldırıldıktan sonra pedikül, kas flebine emilebilir suture ile dikilerek transfer sırasında devamlılığının bozulması önlenmiştir.

Lee ve ark. 1997 yılında yayınladığı kadavra çalışmasında pronator kuadratusun vasküler yapısına ışık tutmuştur. 25 adet kadavrada vasküler yapıya renkli lateks enjekte edilmiş. Pronator kuadratusun anterior interosseöz arterden beslendiğini göstermişler. Aynı zamanda anterior interosseöz arter ile ulnar ve radial arterler arasında zengin anastomozlar olduğunu tespit etmişlerdir. Zengin anastomozlar sayesinde distal radiusa pronator kuadratus yapışma yerinden alınan kortikokansellöz kas flebinin anterior interosseöz arterin dalından beslendiğini kadavra çalışmasında göstermişlerdir. Vaskülarize edilmiş böyle bir kemik greftinin skafoid kaynamamalarında ve Kienböck hastalığının tedavisinde faydalı olacağı sonucuna varmışlardır (62). Esasında bu kadavra çalışması ilk defa Braun tarafından geliştirilen tekniğin dayandığı noktaya ışık tutmaktadır.

Noaman ve arkadaşları (63) 2011 yılında pronator kuadratus pediküllü kas flebi tekniği kullanarak 45 hastanın 43'ünde yaklaşık 14 haftada kaynama elde etmişlerdir. Hareket açıklığını ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası sağlam ekstremiteler ile karşılaştırmışlar ve tüm hareket açıklıklarında iyi sonuç elde etmişlerdir. Dorsal fleksiyon ameliyat öncesi sağlam tarafın % 69'u iken ameliyat sonrası sağlam tarafın % 80'i olmuştur. Palmar fleksiyon ameliyat öncesi sağlam tarafın % 66'sı iken ameliyat sonrası % 80'i olmuştur. Aynı şekilde radial

deviasyon % 45'den % 70'e, ulnar deviasyon ise % 67'den % 84'e çıkmış ve kavrama gücü ise % 82'den % 90'a çıkmıştır.

Yaptığımız çalışmada otolog kemik grefti yapılan grupta kavrama gücü değerleri sağlam taraf ekstremitenin yaklaşık % 85'i, pronator kuadratus kas flebi yapılan grupta sağlam taraf ekstremitenin yaklaşık % 79'u olarak bulundu. Her iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı.

Kavrama gücüne (griph strength) Jamar'ın el bileği dinamometresi ile bakıldı. Kavrama gücü cinsiyet, yaş, ırk, meslek gibi faktörlerden etkilenmektedir. Kamarul ve ark. yaptığı bir çalışmada tüm yaş gruplarında erkek kavrama gücü kadınlardan ortalama 1.75 kat daha fazla bulunmuş ve yine aynı çalışmada hastanın dominant tarafı ile dominant olmayan tarafı arasında yaklaşık % 10'luk fark olabileceği belirtilmiştir (64). Kavrama gücü hastanın geçirdiği cerrahi operasyonlardan da etkilenmektedir. Beumer'in yaptığı çalışmada distal radius kırığı geçiren hastalarda kavrama gücünde yaklaşık % 50 oranında kayıp olabileceğini gösterilmiştir (65).

Biz retrospektif çalışmamızda hastaların sadece ameliyat sonrası değerlerini sağlam taraf ekstremita ile karşılaştırma fırsatı bulabildik. Bizim sonuçlarımıza göre pronator kuadratus kas flebi yapılan grupta, ameliyat sonrası sağlam tarafa kıyasla hastaların dorsal fleksiyon, radial deviasyon ve kavrama gücünde Noaman ve arkadaşlarının sonuçlarından daha kötü sonuçlar elde ettik. Palmar fleksiyon ve radial deviasyonda sonuçlarımız Noaman'ın sonuçları ile uyumludur.

Kaynama süremiz otolog kemik grefti yapılan grupta 12,7 hafta iken pronator kuadratus kas flebi yapılan grupta 12,1 hafta idi. Kaynama süremiz her iki grupta da Noaman'ın elde ettiği süreden daha iyidir. Pronator kuadratus kas flebi yapılan grupta bulunan hastaların % 40'ı dominant tarafından opere olmuştu. Noaman'ın çalışmasında bu oran yaklaşık % 70 idi. Kavrama gücünde daha kötü sonuç elde etmiş olmamızda bu farklılığın etkisi olabilir.

Obada, 2015 yılında yayınladığı makelesinde Braun tekniğini kullanarak altı skafoid psödoartrozu hastasında klinik ve radyolojik olarak başarılı sonuçlar elde etmiştir. Bu hastaların dördünde tespit için Herbert vidası kullanırken iki hastada K teli kullanmış ve ortalama 9,8 haftada kaynama elde ettiği hastalar 17 ayda işlerine dönmüşlerdir (66).

Kawai ve Yamamoto, 1988 yılında Braun tekniğini kullanarak sekiz vakada başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Hastaların hepsinde daha az invaziv olduğu tespit için K teli kullanmışlar ve bu hastaların iki tanesinde ameliyat öncesi dorsal interkalar instabilitesi mevcut

olup, ameliyat sonrası düzelme tespit edilmiştir. Tüm vakalar ortalama 8,5 haftada kaynamıştır (67).

Lee SK ve ark. 2008- 2011 yılları arasında pronator kuadratus kas flebi tekniğini kullanarak ortalama yaş aralığı 15- 32 arası olan 27 hastayı opere etmiştir. Çalışmaya alınan 20 hasta erkek, yedi tanesi ise kadın hasta olup tüm hastalarda ortalama 11,5 haftada kaynama görülmüştür. Ameliyat öncesi altı hastada var olan kambur deformitesi ameliyat sonrası düzelmiştir. Klinik olarak Mayo el bilek skor ortalamasını 92 olarak bulmuşlardır. Eklem hareket açıklıklarında fleksiyon ve radial deviasyonu sağlam tarafın % 84'ü, ekstansiyonu (dorsifleksiyon) % 81'i, ulnar deviasyonu ise % 91'i olarak bulmuşlardır. Kavrama gücü; dominant tarafı opere edilen hastalarda sağlam tarafın % 91'i, dominant olmayan tarafın opere edildiği hastalarda % 82 olarak bulunmuştur. Çalışmamızda ortalama kaynama süremiz her iki grupta da Lee SK'nın sonuçları ile uyumludur. Dorsal fleksiyon ve radial deviasyon otolog kemik grefti yapılan grupta Lee SK'nın sonuçları ile benzer olsa da; pronator kuadratus kas flebi yapılan grupta Lee SK'nın sonuçlarından bir miktar daha düşüktür. Kavrama gücü otolog kemik grefti yapılan grupta sağlam tarafın yaklaşık % 85'i, diğer grupta ise sağlam tarafın yaklaşık % 80'i kadardı. Kavrama gücü sonuçlarımızın da Lee SK'nın sonuçlarına benzer olduğunu söyleyebiliriz. Lee SK bu çalışmasında tespit için başsız kompresyon vidası kullanmıştır. Seçilen tüm hastalarda kırık skafoidin bel bölgesinde olup proksimal bölge kırıkları çalışmaya dahil edilmemiştir. Nispeten bizim çalışmamıza göre daha yüksek kaynama ve daha iyi eklem hareket açıklığı elde edilmiş olmasını buna bağlayabiliriz.

Braun tekniğinin kullanıldığı Kumar ve arkadaşlarına ait 2017 yılında yayınladıkları literatürdeki diğer çalışmalarında 17 hastada ortalama 9,8 haftada % 100 kaynama elde etmişlerdir. Hastaların eklem hareket açıklıkları ve kavrama gücü ameliyat öncesi değerlere göre düzelme göstermiştir. Çalışmamızda kaynama; AP, lateral ve ulnar deviasyonda çekilen direk grafide, fraktür hattında radyolusen alan görülmemesi ve kırık hattını geçen trabekülasyon varlığı ile değerlendirildi (69).

Yaptığımız çalışmada her iki grupta toplam 44 hastada, 38 (% 84.6) kaynama elde ettik. Otolog kemik grefti yapılan hasta grubunda; 24 hastanın 19 tanesinde (% 79,2), pronator kuadratus kas flebi yapılan grupta; 15 hastanın 14 tansinde (% 93,3) kaynama elde ettik. Otolog kemik grefti yapılan grupta kaynamayan beş hastanın dördünde avasküler nekroz mevcuttu. Bir hastada ise kırık proksimal bölge yerleşimliydi. Otolog kemik grefti yapılan grupta 12 avasküler nekrozu olan hastadan sekiz tanesinde (%75) kaynama gerçekleşti. Pronator kuadratus kas flebi yapılan grupta sekiz avasküler nekrozu olan hastanın yedi

tanesinde (%87,5) kaynama oldu. **Oran olarak pronator kuadratus kas flebi ile opere edilen grupta hem avasküler nekrozu olan hastalar içinde hem de toplam hasta sayısı içerisinde daha yüksek kaynama olmasına rağmen istatistiksel farklılık saptanmadı.** Biz bu durumu hasta sayısının az olmasına bağladık. Daha yüksek hasta sayısına sahip çalışmalar yapılabilirse iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilebilir.

Pronator kuadratus kas flebi yapılan grupta ekstansiyon (dorsifleksiyon) ve radial deviasyon, otolog kemik grefti yapılan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı oranda düşük bulundu. Pronator kuadratus kas flebi yapılan grupta flebin hazırlanışı sırasında yumuşak dokunun daha fazla diseke edilmesi, ameliyat sonrası gelişen hareket kısıtlılığının sebeplerinden olabilir.

Kırık ile ameliyat arası süre ortalama 28,28 (11-80) ay idi. Bekleme süresi fazla olan hastalarda kaynama süresinde bir miktar gecikme olsada istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulamadık.

Klinik değerlendirmede MAYO el bilek skorum sistemi kullanıldı. Otolog kemik grefti yapılan grupta ortalama 79,54 olurken, diğer grupta 80,93 olarak bulunmuştur. Her iki grup arasında farklılık bulunmamıştır. Hasta memnuniyeti açısından benzer sonuçlar elde edildiği söylenebilir.

Çimdik gücü (key pinch strength) değerlerinde çalışmamızdaki her iki grupta, grup içi ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası değerler arasında ve her iki grup ayrı ayrı değerlendirildiğinde istatistiksel olarak farklılık gözlenmedi. Braun tekniğini kullanarak yayınlanan çalışmalarda çimdik gücüne bakılmadığından değerlerimizi literatür ile kıyaslama fırsatı bulamadık.

Literatürdeki diğer çalışmalarda olduğu gibi bizim çalışmamızda da en büyük eksikliklerden biri vaka sayısının az olması idi. Gruplar arasında bazı değerlerde oran olarak farklılık saptansa da vaka sayısının yetersizliği sebebiyle istatistiksel olarak farklılık saptayamadık.

Pronator kuadratus kas flebi tekniğinin en büyük dezavantajı ameliyat sonrası el bileğinde ekstansiyon ve radial deviasyon kısıtlılığı gelişmesidir. Tekniğin avantajları ve dezavantajlarını tablo halinde özetleyecek olursak;

Cerrahi Avantaj	Cerrahi Dezavantaj
Greft beslenmesi iyi	Daha fazla cerrahi diseksiyon
Yeterli greft dokusu mevcut	Volar kapsülün açılması
Donör saha morbiditesi az	Flebin transferinde zorluk

Ameliyat sonrası Avantaj	Ameliyat sonrası Dezavantaj
Yüksek kaynama oranı	El bileği ekstansiyon ve radial deviasyon kaybı
Ağrı azalması	Kavrama güç kaybı
Erken işe dönüş	Çimdik güç kaybı

Çalışmamız skafoid psödoartroz tedavisini konu alan diğer çalışmalardan farklı olarak pronator kuadratus kas flebi tekniğinin kullanıldığı az sayıdaki sonuç bildiren çalışmalardandır. Çalışmamız dışındaki yayınlarda sadece klinik sonuçlar bildirilmiş iken bizim çalışmamızda otolog kemik grefti kullanılan olgular karşısındaki üstünlüğü de karşılaştırılmalı olarak araştırılmıştır. Her ne kadar çalışmamızda hasta sayısının azlığı istatistiksel incelemelerde yetersizlik yaratsa da psödoartroz hastalarının cerrahiye uygun zamanda tanı konulmasının zorluğundan kaynaklı olarak literatürde de hasta sayıları belirgin olarak azdır. Daha geniş kapsamlı yüksek hasta sayılarına sahip çok merkezli çalışmalarda istatistiksel verilerde değişiklik olabilmesi muhtemeldir.

6. KISITLILIKLAR

Çalışmamızda her iki gruptaki hastalar aynı cerrahi ekip tarafından opere edildi. Dolayısı ile cerrahi tecrübenin klinik ve radyolojik sonuçlara olan etkilerini ölçemedik.

Çalışmamız retrospektif olarak yapıldı. Dolayısı ile hastaların ameliyat öncesi klinik bilgileri değerlendirilmedi. Ameliyat sonrası eklem hareket açıklıklarının, kavrama ve çimdik gücünün ameliyat öncesi değerler ile kıyaslaması mevcut değil. Prospektif randomize kontrollü çalışma yapılabilirse daha ayrıntılı veriler elde edilebilir.

Çalışmamızdaki diğer eksiklik ise vaka sayısının azlığıdır. Daha yüksek sayıdaki vaka serilerinde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilebilir.



7. ÇIKARIMLAR VE ÖNERİLER

-Skafoïd psödoartrozunda cerrahi tedavi gerekliliği açısından fikir birliği olsa da seçilecek teknik açısından çeşitlilik mevcuttur. Non vaskülarize greftleme; nispeten kolay cerrahi teknik, yüksek kaynama oranları ve yüksek hasta memnuniyeti sebebiyle hala en sık tercih edilen cerrahi yöntemdir.

-Avasküler nekrozun gelişmediği hasta grubunda greftleme yapılmadan perkütan tespit öneren çalışmalar olsa da literatürde sayıları fazla değildir.

-Vaskülarize greftleme; sıklıkla diğer yöntemler ile başarı sağlanamayan olgularda, avasküler nekroz varlığında ve proksimal bölge kırıklarında tercih edilmelidir.

-Literatürde çok çeşitli vaskülarize greftleme tekniğinden bahsedilmektedir. Her tekniğin kendine göre avantajları ve dezavantajları mevcuttur. Tekniğin başarısını etkileyen en önemli etkenlerden biri doğru hasta seçimidir.

-Skafoïd kaynamama tedavisinde; pronator kuadratus vaskülarize pediküllü greftleme tekniği nispeten daha kolay cerrahi teknik, daha az komplikasyon, yüksek kaynama oranları ve yüksek hasta memnuniyeti sayesinde avasküler nekrozu olan hastalarda , proksimal bölge kırıklarında ve diğer yöntemler ile başarı sağlanamayan olgularda tercih edilebilir.

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı, Soyadı : Mustafa Abdullah Özdemir
Doğum Tarihi ve Yeri : 3 Ekim 1984 Kahramanmaraş
Medeni Durumu : Evli
Yabancı Dil : İngilizce
Mail adresi : drmustafaozdemir46@gmail.com
Telefon : 0505 783 89 19

Eğitim

İlköğretim : 1991-1996 Arslanbey İlköğretim okulu, K.Maraş
1996-2000 Çukurova Elektrik Anadolu Lisesi, K.Maraş
Lise : 2000-2003 Süleyman Demirel Fen Lisesi K.Maraş
Yükseköğretim : 2005-2011 Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi, Elazığ
Tıpta Uzmanlık Eğitimi : 2013-Günümüz İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İstanbul

9. KAYNAKLAR

1. Zach A, Jung M. Skaphoidchirurgie. Orthopade. 2014;43(9).
2. Sendher R, Ladd AL. The Scaphoid. Orthop Clin North Am. 2013 Jan;44(1):107-20
3. Larsen CF, Brøndum V, Skov O. Epidemiology of scaphoid fractures in Odense, Denmark. *Acta Orthop*. 1992;63(2):216–8.
4. Mallee W, Doornberg JN, Ring D, Van Dijk CN, Maas M, Goslings JC. Comparison of CT and MRI for diagnosis of suspected scaphoid fractures. *J Bone Jt Surg* . 2011;93(1):20–8.
5. Trumble TE, Salas P, Barthel T, Robert III KQ. Management of scaphoid nonunions. *J Am Acad Orthop Surg*. 2003;11(6):380–91.
6. Amadio PC, Berquist TH, Smith DK, Ilstrup DM, Cooney WP, Linscheid RL. Scaphoid malunion. *J Hand Surg Am*. 1989;14(4):679–87.
7. Bain GI, Bennett JD, Richards RS, Slethaug GP, Roth JH. Longitudinal computed tomography of the scaphoid: a new technique. *Skeletal Radiol*. 1995;24(4):271–3.
8. Cooney WP, Dobyns JH, Linscheid RL. Nonunion of the scaphoid: analysis of the results from bone grafting. *J Hand Surg Am*. 1980;5(4):343–54.
9. Munk B, Larsen CF. Bone grafting the scaphoid nonunion: A systematic review of 147 publications including 5 246 cases of scaphoid nonunion. Acta Orthop Scand. 2004 Oct;75(5):618-29
10. Merrell GA, Wolfe SW, Slade JF. Treatment of scaphoid nonunions: quantitative meta-analysis of the literature. *J Hand Surg Am*. 2002;27(4):685–91.
11. Pichler W, Windisch G, Schaffler G, Heidari N, Dorr K, Grechenig W. Computer-assisted 3-dimensional anthropometry of the scaphoid. *Orthopedics*. 2010;33(2).
12. Patterson RM, Moritomo H, Yamaguchi S, Mitsuyasu H, Shah M, Buford WL, et al. Scaphoid anatomy and mechanics: update and review. *Oper Tech Orthop*. 2003;13(1):2–10.
13. Pictures P. Primal 3D Interactive Series. Primal Pict Ltd, London. 2003;

14. Niederwanger C, Widmann G, Knoflach M, Schullian P, Hoermann R, Bale R. Kirschner wire placement in scaphoid bones using intraoperative CT-guided stereotaxy. *Minim Invasive Ther Allied Technol.* 2013;22(3):165–70.
15. Gelberman RH, Menon J. The vascularity of the scaphoid bone. *J Hand Surg Am.* 1980;5(5):508–13.
16. Freedman DM, Botte MJ, Gelberman RH. Vascularity of the Carpus. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;383:47–59.
17. Slade III JF, Dodds SD. Minimally invasive management of scaphoid nonunions. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;445:108–19.
18. Dunn JA, Sinnott KA, Rothwell AG, Mohammed KD, Simcock JW. Tendon transfer surgery for people with tetraplegia: an overview. *Arch Phys Med Rehabil.* 2016;97(6):S75–80.
19. Bozentka DJ. Scapholunate instability. *Univ Penn Orthop J.* 1999;12:27–32.
20. Öztürk K. Skafoïd kırıkları. *TOTBİD Dergisi* 2014; 12:147–158.
21. Cooney 3rd WP. Scaphoid fractures: current treatments and techniques. *Instr Course Lect.* 2003;52:197.
22. Barton NJ. Twenty questions about scaphoid fractures. *J Hand Surg Am.* 1992;17(3):289–310.
23. Kawamura K, Chung KC. Treatment of scaphoid fractures and nonunions. *J Hand Surg Am.* 2008;33(6):988–97.
24. Slade JF, Grauer JN, Mahoney JD. Arthroscopic reduction and percutaneous fixation of scaphoid fractures with a novel dorsal technique. *Orthop Clin.* 2001;32(2):247–61.
25. Jones Jr DB, Bürger H, Bishop AT, Shin AY. Treatment of scaphoid waist nonunions with an avascular proximal pole and carpal collapse: a comparison of two vascularized bone grafts. *JBJS.* 2008;90(12):2616–25.
26. Braun RM. Proximal pedicle bone grafting in the forearm and proximal carpal row. *Orthop Trans.* 1983;7:35.
27. Papp C, Maurer H, Ausserlechner M, Wood D. Reconstruction of pseudarthrosis of the scaphoid bone utilizing an osteomuscular pronator quadratus transposition flap. *Eur J Plast Surg.* 1993;16(6):257–62.

28. Guimberteau JC, Panconi B. Recalcitrant non-union of the scaphoid treated with a vascularized bone graft based on the ulnar artery. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72(1):88–97.
29. Zaidenberg C, Siebert JW, Angrigiani C. A new vascularized bone graft for scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am.* 1991;16(3):474–8.
30. Richards L, Palmiter-Thomas P. Grip strength measurement: a critical review of tools, methods, and clinical utility. *Crit Rev Phys Rehabil Med.* 1996;8(1–2).
31. Mathiowetz V, Canditate P. Reliability and validity of grip and pinch strength measurements. *Crit Rev Phys Rehabil Med.* 1991;2(4):201–2.
32. Nattrass GR, King GJW, McMurtry RY, Brant RF. An alternative method for determination of the carpal height ratio. *JBJS.* 1994;76(1):88–94.
33. Dias JJ, Wildin CJ, Bhowal B, Thompson JR. Should acute scaphoid fractures be fixed?: a randomized controlled trial. *JBJS.* 2005;87(10):2160–8.
34. Dias JJ, Dhukaram V, Abhinav A, Bhowal B, Wildin CJ. Clinical and radiological outcome of cast immobilisation versus surgical treatment of acute scaphoid fractures at a mean follow-up of 93 months. *J Bone Joint Surg Br.* 2008;90(7):899–905.
35. Carlsen BT, Shin AY. Wrist instability. *Scand J Surg.* 2008;97(4):324–32.
36. Duppe H, Johnell O, Lundborg G, Karlsson M, Redlund-Johnell I. Long-term results of fracture of the scaphoid. A follow-up study of more than thirty years. *JBJS.* 1994;76(2):249–52.
37. Cerezal L, Abascal F, Canga A, García-Valtuille R, Bustamante M, Piñal F del. Usefulness of gadolinium-enhanced MR imaging in the evaluation of the vascularity of scaphoid nonunions. *Am J Roentgenol.* 2000;174(1):141–9.
38. Fox MG, Gaskin CM, Chhabra AB, Anderson MW. Assessment of scaphoid viability with MRI: a reassessment of findings on unenhanced MR images. *Am J Roentgenol.* 2010;195(4):281–6.
39. Inoue G, Shionoya K, Kuwahata Y. Herbert screw fixation for scaphoid nonunions. An analysis of factors influencing outcome. *Clin Orthop Relat Res.* 1997;(343):99–106.
40. Krimmer H. Management of acute fractures and nonunions of the proximal pole of the scaphoid. *J Hand Surg Am.* 2002;27(3):245–8.

41. Cooney III WP, Dobyns JH, Linscheid RL. Nonunion of the scaphoid: analysis of the results from bone grafting. *J Hand Surg Am.* 1980;5(4):343–54.
42. Capo JT, Shamian B, Rizzo M. Percutaneous screw fixation without bone grafting of scaphoid non-union. *Isr Med Assoc J.* 2012 Dec;14(12):729-32.
43. Saint-Cyr M, Oni G, Wong C, Sen MK, LaJoie AS, Gupta A. Dorsal percutaneous cannulated screw fixation for delayed union and nonunion of the scaphoid. *Plast Reconstr Surg.* 2011;128(2):467–73.
44. Mahmoud M, Koptan W. Percutaneous screw fixation without bone grafting for established scaphoid nonunion with substantial bone loss. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93(7):932–6.
45. Yip HSF, Wu WC, Chang Ryp, So TYC. Percutaneous cannulated screw fixation of acute scaphoid waist fracture. *J Hand Surg Am.* 2002;27(1):42–6.
46. Taleb C, Bodin F, Collon S, Gay A, Facca S, Liverneaux P. Retrograde percutaneous screw fixation for scaphoid type II non-union in Schernberg zones 2 to 4: a series of 38 cases. *Chir Main.* 2015;34(1):32–8.
47. Fisk GR. An overview of injuries of the wrist. *Clin Orthop Relat Res.* 1980;(149):137–44.
48. Stark HH, Rickard TA, Zemel NP, Ashworth CR. Treatment of ununited fractures of the scaphoid by iliac bone grafts and Kirschner-wire fixation. *J Bone Jt Surg Am.* 1988;70(7):982–91.
49. Özdemir G, Çiçekli Ö, Akgül T, Zehir S, Yücel F, Eşkin D. Skafoid psödoartroz tedavisinde otolog kemik grefti ve titanyum başsız kanüllü kompresyon vidası kombinasyonu uygulama sonuçları. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2014;20(3):199–204.
50. Chang MA1, Bishop AT, Moran SL, Shin AY. The Outcomes and Complications of 1 2-Intercompartmental Suprare tinacular Artery Pedicled Vascularized Bone Grafting of Scaphoid Nonunions, *J Hand Surg Am.* 2006 Mar;31(3):387-96.
51. Hong JY, Kang LQ, Ding ZQ, Guo LX, Lin B, Guo ZM. Application of absorbable screw in treatment of scaphoid fracture by retrograde internal fixation. *China J Orthop Traumatol.* 2009;22(11):822–3.
52. Akmaz I, Kiral A, Pehlivan O, Mahirogulları M, Solakoglu C, Rodop O. Biodegradable implants in the treatment of scaphoid nonunions. *Int Orthop.* 2004;28(5):261–6.

53. Hori Y, Tamai S, Okuda H, Sakamoto H, Takita T, Masuhara K. Blood vessel transplantation to bone. *J Hand Surg Am.* 1979;4(1):23–33.
54. Fernandez DL, Eggli S. Non-union of the scaphoid. Revascularization of the proximal pole with implantation of a vascular bundle and bone-grafting. *JBJS.* 1995;77(6):883–93.
55. Boyer MI, Von Schroeder HP, Axelrod TS. Scaphoid nonunion with avascular necrosis of the proximal pole: treatment with a vascularized bone graft from the dorsum of the distal radius. *J Hand Surg Am.* 1998;23(5):686–90.
56. Straw RG, Davis TRC, Dias JJ. Scaphoid nonunion: treatment with a pedicled vascularized bone graft based on the 1, 2 intercompartmental supraretinacular branch of the radial artery. *J Hand Surg Am.* 2002;27(5):413–6.
57. Chang MA, Bishop AT, Moran SL, Shin AY. The outcomes and complications of 1, 2-intercompartmental supraretinacular artery pedicled vascularized bone grafting of scaphoid nonunions. *J Hand Surg Am.* 2006;31(3):387–96.
58. Kumta S, Warriar S, Jain L, Ummal R, Menezes M, Purohit S. Medial femoral condyle vascularised corticoperiosteal graft: A suitable choice for scaphoid non-union. *Indian J Plast Surg.* 2017;50(2):138.
59. Jones Jr DB, Moran SL, Bishop AT, Shin AY. Free-vascularized medial femoral condyle bone transfer in the treatment of scaphoid nonunions. *Plast Reconstr Surg.* 2010;125(4):1176–84.
60. Bürger HK, Windhofer C, Gaggli AJ, Higgins JP. Vascularized medial femoral trochlea osteocartilaginous flap reconstruction of proximal pole scaphoid nonunions. *J Hand Surg Am.* 2013;38(4):690–700.
61. Chacha PB. Vascularised pedicular bone grafts. In: *Bone Grafts And Bone Substitutes: Basic Science and Clinical Applications.* World Scientific; 2005. p. 71–93.
62. Lee JC, Lim J, Chacha PB. The anatomical basis of the vascularized pronator quadratus pedicled bone graft. *J Hand Surg Am.* 1997;22(5):644–6.
63. Noaman HH, Shiha AE. Functional outcomes of nonunion scaphoid fracture treated by pronator quadratus pedicled bone graft. *Ann Plast Surg.* 2011;66(1):47–52.
64. Kamarul T, Ahmad TS, Loh WYC. Hand grip strength in the adult Malaysian population. *J Orthop Surg.* 2006;14(2):172–7.

65. Beumer A, Lindau TR. Grip strength ratio: a grip strength measurement that correlates well with DASH score in different hand/wrist conditions. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014;15(1):336.
66. Obada B, Serban RO, Badauta M, Obada AT, Costea D. Treatment of nonunion of the scaphoid with pronator quadratus pedicled bone graft. *J Orthop Trauma Surg Relat Res.* 2015;10(1).
67. Kawai H, Yamamoto K. Pronator quadratus pedicled bone graft for old scaphoid fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 1988;70(5):829–31.
68. Lee SK, Park JS, Choy WS. Scaphoid fracture nonunion treated with pronator quadratus pedicled vascularized bone graft and headless compression screw. *Ann Plast Surg.* 2015;74(6):665–71.
69. Rajagopalan BM, Squire DS, Samuels LO. Results of Herbert-screw fixation with bone-grafting for the treatment of nonunion of the scaphoid. *JBJS.* 1999;81(1):48–52.
70. Compson JP. The anatomy of acute scaphoid fractures. *J Bone Jt Surg Br.* 1998;80(2):218–24.