

FİBULA SEGMENTLERİNİN KIRILMA KUVVETİ ve RİJİDİTE AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI: KADAVRA ÇALIŞMASI

Sebat Karamürsel*, İlker Üşçetin*, Zühtü Demir*, İbrahim Tekdemir**,
Klinik Şefi Halil İbrahim Açar***, Klinik Şefi Selim Çelebioğlu****

* Ankara SSK Dışkapı Eğitim Hastanesi Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi Kliniği

** Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi AD

*** Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi AD

**** Ankara SSK Dışkapı Eğitim Hastanesi Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi Kliniği

ÖZET

Ağırlık taşıyan kemiklerin rekonstrüksiyonunda kontur restorasyonunu da sağlamak üzere şekil verilebilecek güçlü bir kemik segmentine ihtiyaç duyulur. Vaskülarize fibula kemik flebi, mandibula ve uzun kemik rekonstrüksiyonunda oldukça sık kullanılır ve bu ihtiyaçlara karşılık verir. Bu çalışmada formalin preserve kadavralardan alınan fibulalar proximal, orta ve distal olmak üzere eşit uzunlukta üç kısma bölünerek her bir parçanın kırılma kuvveti ve rijiditesi ayrı ayrı test edildi. Fibula orta kısımlarında kırılma kuvveti ve rijidite diğer kısımlardan daha yüksek bulundu ($p < 0.05$). Dinamik bir yük taşıyıcı kemik rekonstrüksiyonu için kullanılacak kemik fleplerinde statik özelliklerin de göz önünde bulundurulması gerektiğini düşünüyoruz.

Anahtar Kelime: Fibula, Rijidite

SUMMARY

Weight bearing bone reconstruction needs a strong segment of bone that can be reshaped for contour restoration. Fibula is one of the most commonly used bones for mandibula and long bone reconstructions. The fibular bones harvested from cadavers were divided into three equal segments and breaking strengths and rigidity of each segment were compared. The middle segments of the fibulae had higher breaking strength and rigidity than the proximal and distal segments ($p < 0.05$). We think static properties of bone flaps must be kept in mind while reconstructing a dynamic weight bearing bone.

Keywords: Fibula, Rigidity

GİRİŞ

Mikrocerrahi tekniğin gelişmesiyle birlikte mandibula ve uzun kemik rekonstrüksiyonlarında vaskülarize kemik aktarımları sıkça kullanılmaktadır. Son üç dekad boyunca çok çeşitli flep alternatifleri önerilmesine rağmen fibula flebi, mandibula ve uzun kemik rekonstrüksiyonunda etkinliği ve kullanılabilirliği gösterilmiştir^{1,2,3}. Mandibula ve tibia gibi güçlü kemiklerin rekonstrüksiyonu için zayıf ve kırılma bir kemik kullanılmaktansa güçlü bir kemikle rekonstrüksiyon yapmak daha avantajlıdır. Fibula oldukça güçlü bir kemik segmenti sağlayarak bu ihtiyaca cevap verir. Klinikte transfer edilen bir kemiğin yük bindikçe hipertrofiye uğradığını gözlemleriz. Transpoze edilen kemikler biyomekanik yüklenmeye hipertrofi ile cevap vermesine rağmen⁴ hipertrofiye uğrayan kemiğin ne kadar mukavim olacağını kestirmek zordur. Ağırlık taşıyan kemiklerin rekonstrüksiyonu için baştan güçlü bir kemikle

rekonstrüksiyon yapmak daha uygun olabilir. Biz bu çalışmamızda fibulanın hangi segmentinin en güçlü olduğunu mekanik testler yoluyla araştırdık.

MATERYAL VE METOD

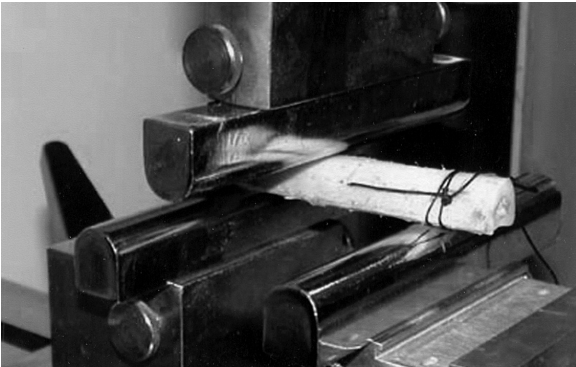
Çalışma Ankara Üniversitesi Anatomi Anabilim Dalında, biyomekanik analizler ise Türk Standartları Enstitüsünde gerçekleştirildi. Yaş ortalaması 62 olan 8 formalin preserve erkek kadavranın fibulaları bilateral bütün olarak çıkarıldı (toplam 16 adet). Beş cm distal ve 4 cm proximal segmentler kesilip atıldıktan sonrakalan fibulal kısımları proximal, orta ve distal olacak şekilde üç eşit parçaya bölündü (Şekil 1). Formalin preserve kemikler nemli tutuldukları sürece mekanik özelliklerini büyük ölçüde korurlar⁵, bizim çalışmamızda da saklama ve test aşamalarında spesimenler kavanozlar içinde saklanarak kurumaları engellendi.



Şekil 1

Mekanik testler

Materyal test makinesinde (Zwick Z010, Uln, Almanya) (Şekil 2) üç nokta apex eğilme testi 60 mm yük aralık mesafesinde yapıldı. Fibula kısımları anterior kenarları üste gelecek şekilde yerleştirildi. Her spesimen için kuvvet deplasman eğrisi kaydedildi. Kırılma kuvveti ve rijidite bu eğrilerden hesaplandı. Kırılma kuvveti kemiğin kalıcı biçimde kırılıp şekil değiştirdiği, yani deplasman eğrisinin bariz olarak deviasyona uğradığı kuvvettir.



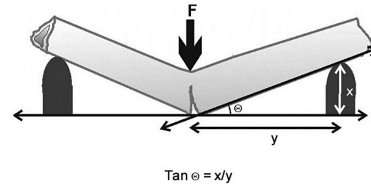
Şekil 2

Rijidite, yani "shear modülü", bir materyalin transvers deformasyonlara rezistansının ölçüsüdür. Rijidite şu denklemden hesaplanır⁶;

$$\text{Rijidite} = \frac{3FL / 2w d^2}{\tan \Theta}$$

F uygulanan kuvvet (newton), L destekler arası mesafe (mm), w specimen genişliği (mm) ve d ise kalınlığıdır (mm). Transvers deformasyon ise geometrideki değişimin ölçüsüdür, ve F kuvvetinin yarattığı Θ angulasyonunun trigonometric tanjantıdır (Şekil 3).

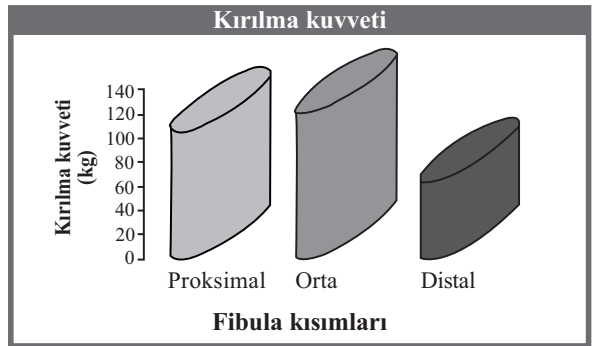
Elde edilen sonuçlar ANOVA testi ile değerlendirildi.



Şekil 3

SONUÇLAR

Kırılma kuvveti ve rijidite açısından fibula kısımları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı idi. Orta fibula segmentlerinde her iki değer de en yüksek idi (121,7 kg ve 2428,2 newton/mm²) (p<0.05) (Tablo 1-2, Grafik 1-2)

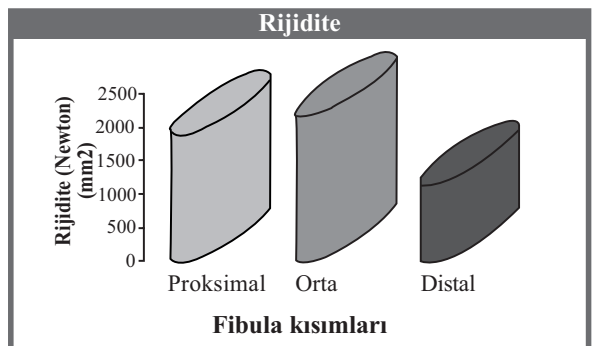


Grafik 1: Fibula kısımlarının kırılma kuvveti ortalamaları (kilogram)

	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
Proximal	64,1	177,5	106,4
Orta	54,3	27,9	121,7
Distal	18,4	126,8	64,4

p<0,05

Tablo 1: Fibula kısımlarının kırılma kuvveti ortalamaları (kilogram)

Grafik 2: Fibula kısımlarının ortalama rijidite değerleri (Newton/mm²)

	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
Proximal	454,2	3283,2	1706,8
Orta	436,2	5569,2	2428,2
Distal	211,3	1684,5	626,7

p<0,05

Tablo 2: Fibula kısımlarının ortalama rijidite değerleri (Newton/mm²)

TARTIŞMA

Vaskülarize kemik ile bir kemik defekti onarılırken orijinal kemiğin karakteristikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Mandibula ve uzun kemik rekonstrüksiyonunda güçlü ve uzun bir kemik segmentine ihtiyaç duyulur. Fibula ekstremitedeki ve mandibuladaki büyük defektlerin rekonstrüksiyonu için oldukça uygundur^{3,7,8,9}. Multipl osteotomilere izin verir, kesitsel uzunlukları homojendir⁹ ve osteointegre implantlar için uygundur. Fibula osteokütan felbinin proksimal, orta ve distal deri adasının perforatörleri ile ilgili çok sayıda yayın mevcuttur^{8,11,12}. Taylor¹³ proksimal, orta ve distal deri pedikülüne giden perforatörleri ayrıntılı olarak tanımlamıştır. Kemik segmentinin fibulanın hangi kısmından alınacağına sadece deri adasının güvenilirliği göz önünde bulundurulurken karar verilmemelidir. Fibulanın mukavemet gücünü de hesaba katmak gerekir. Biz bu çalışmamızda fibulanın hangi kısımlarının ne kadar mukavim olduğunu ortaya koymaya çalıştık. Literatürde buna benzer bir çalışmaya rastlamadık fakat bu konuya yakın olarak fibulanın kortikal kalınlığının segmentler halinde ölçülüp orta segmentte kortikal kalınlığın en yüksek bulunduğu bir çalışma mevcuttur¹⁴.

Segmental bir kemik flebinde en önemli biyomekanik ölçü eğilmeye karşı gösterdiği mukavemettir¹⁵. Bizim çalışmamızda da bu ölçümler üzerinde durulmuştur. Uzun kemik rekonstrüksiyonunda in vivo yüklenme aksiyel olmasına karşılık uzun kemiğin eğilme kuvveti (ör. tibia) veya eğilme momentlerine karşı rezistansı direkt olarak stress kırıkları ile ilgilidir¹⁶. Vaskülarize fibula grefti ile uzun kemik rekonstrüksiyonu yapılan 57 olgulu bir seride, 13 vakada stress kırığı meydana gelmiştir². Ağır yük taşıyan uzun kemik rekonstrüksiyonu yaparken (ör. tibia), ince bir kemik transpose ederek hipertrofiye uğrayıp güçlenmesini beklemektense, en baştan kalın ve güçlü bir kemik ile rekonstrüksiyon gerçekleştirmek daha mantıklıdır. Ağırlık taşıyıcı kemik rekonstrüksiyonu planlarken, cerrah kemik flebinin mekanik özelliklerini de göz önünde bulundurmalıdır.

Sebat KARAMÜRSEL

Kenedy Caddesi Arzum Apt No: 111/23

Gaziosmanpaşa 06700 Ankara

KAYNAKLAR

1. Wei F.C., Seah C.S., Tsai Y.C., Liu S.J., Tsai M.S. Fibula osteoseptocutaneous flap for reconstruction of composite mandibular defects. *Plast Reconstr Surg* 93:294, 1994
2. Arai K., Toh S., Tsubo K., Nishikawa S., Narito S., Miura H. Complications of vascularized fibula graft for reconstruction of long bones *Plast Reconstr Surg* 109: 2301, 2002
3. Yajima H., Tamai S., Mizumoto S., Inada Y. Vascularized fibular grafts in the treatment of osteomyelitis and infected nonunion. *Clin Orthop* 293: 256, 1993
4. Falder S., Sinclair J.S., Rogers C.A., Townsend P.L. Long-term behavior of the free vascularized fibula following reconstruction of large bony defect. *Br J Plast Surg* 56: 571, 2003
5. Mason S.M., Fyfe I.S. Comparison of rigidity of whole tubular bones *J Biomech* 12: 367, 1979
6. Prevel C.D., Katona K., Eppley B.L., Moore K., McCarty M., Ge J. A biomechanical analysis of the stability of titanium bone fixation systems in proximal phalangeal fractures. *Ann Plast Surg* 37: 473, 1996
7. Taylor G.I. The current status of free vascularized bone grafts *Clin Plast Surg* 10: 185, 1983
8. Wei F.C., Chen H.C., Chuang C.C., Noordhoff M.S. Fibular osteoseptocutaneous flap: Anatomic study and clinical application *Plast Reconstr Surg* 78: 191, 1986
9. Yoshimura M., Shimamura K., Iwai Y., Yamuchi S., Ueno T. Free vascularized fibular transplant: A new method for monitoring circulation of the grafted fibula. *J Bone Joint Surg (A)* 65: 1295, 1983
10. Hidalgo D.A., Fibula free flap: A new method of mandible reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 84: 71, 1989
11. Winters H.A.H., Jongh G.J. Reliability of the proximal skin paddle of the osteocutaneous free fibula flap: A prospective clinical study. *Plast Reconstr Surg* 103: 846, 1999
12. Schusterman M.A., Reece G.P., Miller M.J., Harris S. The osteocutaneous free fibula flap: Is the skin paddle reliable? *Plast Reconstr Surg* 90: 787, 1992
13. Taylor G.I., Pan W.R. Angiosomes of the leg: Anatomic study and clinical implications. *Plast Reconstr Surg* 102: 599, 1998
14. Frodel J.L., Funk G.F., Capper D.T., Fridrich K.L., Blumer J.R., Haller J.R., Hoffman H.T. Osseointegrated implants: A comparative study of bone thickness in four vascularized bone flaps. *Plast Reconstr Surg* 92: 449, 1993
15. Davy D.T. Biomechanical issues in bone transplantation. *Orthop Clin North Am* 30: 533, 1999
16. Milgram C., Giladi M., Simkin A., Rand N., Kedem R., Kashtan H., Stein M., Goman M. The area moment of inertia of the tibia: a risk factor for stress fractures. *J Biomech* 22: 1243, 1989