



Tibia plato kırıklarının İizarov tekniği ile tedavisinde iki değişik tel germe yönteminin biyomekanik karşılaştırması ve klinik sonuçları

Biomechanical comparison of two different wire stretching methods in the treatment of tibial plateau fractures with the Ilizarov technique and the related clinical results

Turgay Çavuşoğlu,¹ M. Hakan Özsoy,¹ V. Ercan Dinçel,¹
Alpaslan Şenköylü,² Abdurrahman Sakaoğulları¹

¹Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi 1. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Ankara, Türkiye;

²Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Amaç: Bu çalışmada İizarov tekniğinde kırık parçaların tespitinde kullanılan diverjan tel germe yöntemi biyomekanik olarak etkinlik yönünden klasik zeytinli tel tespit yöntemi ile karşılaştırıldı.

Hastalar ve yöntemler: 1999-2005 yılları arasında 34 hastanın (27 erkek 7 kadın; ort. yaş 48.4; dağılım 26-81) 36 tibia plato kırığı İizarov yöntemi ile tedavi edildi. Tüm olgularda diverjan tel germe yöntemi uygulandı. Hastalar kırık tipinden bağımsız olarak tolere edebildikleri en kısa sürede tam ağırlığa izin verilerek yürütüldü. Araştırmanın ikinci aşamasında tibia modelleri üzerinde İizarov tekniğinde interfragmanter kompresyon elde etmek için karşılıklı zeytinli tel yöntemi ile geliştirdiğimiz diverjan tel germe yöntemi biyomekanik olarak karşılaştırıldı.

Bulgular: Tüm olgular erken ameliyat sonrası dönemde tam yük verilerek yürütüldü. Kaynama süresi ortalama 14 haftaydı ve fiksatorler ortalama 19 haftada çıkarıldı. Hiçbir olguda derin enfeksiyon gözlenmedi. Kaynamama veya redüksiyon kaybı nedeni ile ikinci bir ameliyata gereksinim duyulmadı. Yirmi dört aylık izlem sonunda 12 olguda 2 mm'den fazla ayrılma tespit edildi. Ancak bu durum klinik olarak anlamlı bulunmadı. Diz hareket açıklığı 29 olguda 0-135 derece aralığında idi. Çalışmanın biyomekanik bölümünde ise, klasik zeytinli tel germe yöntemi ile diverjan tel germe yöntemi arasında yük altında interfragmanter kompresyonun korunabilmesi yönünde belirgin bir farklılık bulunmazken, interfragmanter kompresyonun homojen elde edilmesi bakımından diverjan tel germe yöntemi anlamlı olarak daha üstün bulundu.

Çıkarımlar: Diverjan tel germe tekniği ile birlikte uygulanan İizarov tespit tekniği hastaların erken, kısıtlanmasız hareketlenmesi ve eklem hareket açıklığının korunabilmesi yönünden etkili bir yöntemdir.

Anahtar sözcükler: Tibia plato kırıkları; İizarov yöntemi; interfragmanter kompresyon; diverjan tel germe yöntemi.

Objectives: In this study, the divergent wire stretching method used to fix the fractured pieces in the Ilizarov technique is biomechanically compared with the olive wire fixation method.

Patients and methods: Between 1999 and 2005, 36 tibial plateau fractures of 34 patients (27 males, 7 females; mean age 48.4; range 26 to 81 years) were treated with the Ilizarov technique. Divergent wire stretching technique was used in all cases. Patients were mobilized regardless of fracture type and with full load bearing in the shortest possible time after the operation. In the second stage of this study, in order to achieve interfragmentary compression, the reciprocal olive wire method was compared with the divergent wire stretching method developed by us on tibia models at the biomechanic laboratory.

Results: All cases were mobilized with full weight bearing at the early postoperative period. The fusion period was 14 weeks and fixators were removed at an average of 19 weeks. No deep infection was observed in any of the cases. No other surgical intervention was required for nonunion or reduction failure. More than 2 mm separation was detected in 12 cases during 24 weeks of observation. But this has not been considered to be clinically significant. In 29 cases, the knee range of motion was 0-135 degrees. In the biomechanical phase of the study, no distinct difference was observed between the classic olive wire stretching method and the divergent wire stretching method regarding the preservation of the interfragmentary compression under weight. The divergent wire stretching method was significantly superior in achieving an homogeneous interfragmentary compression.

Conclusion: The divergent wire stretching technique applied parallel to the Ilizarov fixation technique is an effective method for the early and unrestricted mobilization of the patients and the preservation of the range-of-motion of the joint.

Key words: Tibia plateau fractures; Ilizarov method; interfragmentary compression; divergent wire stretching method.

Tibia plato kırıkları kemik, kırıkta ve yumuşak doku bileşenlerinin tutulumu nedeniyle prognoz açısından tedavisi zor olan, önemli eklem içi kırıklardır. Yaralanmış ekstremitenin bir bütün olarak ele alınması bakımından diğer tedavi yöntemlerinden ayrılan İlizarov tekniği tibia plato kırıkları içerisinde özel bir uygulama alanına sahiptir. Literatür^[1-7] incelendiğinde İlizarov yönteminin bu tür yaralanmalarda çeşitli endikasyonlar için de yaygın olarak uygulandığı görülmektedir. Bunlar çok parçalı tibia (Schatzker 5, 6), açık tipte meydana gelen, bağ yaralanmaları ile birlikte olan ve segmenter cisim kırıkları ile birlikte olan plato kırıkları şeklinde sıralanabilir. Tüm bu çalışmaların ortak noktası internal fiksasyonun uygun olmadığı açık tipteki yaralanmalarda veya yine internal fiksasyon yönteminin yeterli kemik doku tespitini sağlayamayacağı tipte meydana gelen yüksek enerjili yaralanmalarda diz eklemi tespit edilerek uygulanmalarıdır. Yani İlizarov cerrahisi bu konuda kurtarıcı bir yöntem olarak nitelenmektedir.^[3,8] Çünkü literatürde düşük enerji ile oluşan basit tibia plato kırığı olgularında uygulanmış İlizarov yöntemi ile ilgili çalışmalara rastlanmamaktadır. Halbuki İlizarov sisteminin mekanik avantajları ile bu tip hastaların ameliyat sonrası erken dönemde yaralanan ekstremitayı kısıtlamasız kullanabilmesine izin verilmesi mümkün olmaktadır.

Bu çalışmada amacımız, geliştirdiğimiz diverjan tel germe yönteminin, karşılıklı zeytinli tel germe yöntemi kadar rijit olduğunu mekanik olarak göstermek ve tüm tibia plato kırıklarında İlizarov yöntemini diverjan tel germe tekniği ile uygulayarak, yaralanmış ekstremitenin erken ve tam işlevsel geri kazanımının mümkün olup olmadığını klinik olarak değerlendirmektir.

HASTALAR VE YÖNTEMLER

1999-2005 yılları arasında 34 hastanın (27 erkek 7 kadın; ort. yaş 48.4; dağılım 26-81) 36 tibia plato kırığı tedavi edildi. Yaralanmaların 18'i trafik kazası, 15'i düşme ve biri de ateşli silah yaralanması sonucu oluşmuştu. Olguların ikisi tip I diğeri tip IIIA açık kırıktı. Diğer 34 olgu kapalı kırık olarak değerlendirildi. Schatzker sınıflamasına göre olguların 12'sinde tip 1, ikisinde tip 2, yedisinde tip 3, sekizinde tip 4, beşinde tip 5 ve ikisinde tip 6 tibia plato kırığı bulunuyordu (Tablo I).

On beş hastada açık redüksiyon, greftleme ve diverjan İlizarov uygulaması, 10 hastada açık

redüksiyon ve diverjan İlizarov uygulaması ve 11 hastada ise kapalı redüksiyon ve diverjan İlizarov uygulaması gerçekleştirildi. Hastalara tolere edebildikleri en kısa sürede kısıtlamasız eklem hareketi ve yük verildi. İlk 15 gün hastalara sadece antiseptik solüsyon ile çivi dibi temizliği yapılması öğretildi. Hiçbir çivi dibi pansuman ile kapatılmadı. On beşinci günden sonra hastaların korumasız olarak (ekstremitenin plastik torba içine alınması vb.) dış almasına izin verildi. Günlük çivi dibi debridmanı tedavi boyunca uygulandı. Hastalar ortalama 24 aylık (16 -41 ay) bir takip programında değerlendirildi.

Diverjan germe tekniği olarak belirtilen yöntem Şekil 1'de görülmektedir. İlizarov uygulaması içerisinde tibia plato kırıklarında eklem yüzeyinin tespiti interfragmanter kompresyon ile sağlanabilmektedir. Klasik yöntem ise zeytinli tellerin belirli bir vektörel doğrultuda karşılıklı olarak yerleştirilmesi şeklinde uygulanmaktadır. Interfragmanter kompresyon yükünün kırık hattında homojen dağıtılması tamamen bu doğrultunun kırık hattı çizgisine olan yönelimine bağlı olarak değişmektedir.

Biz bu vektörel doğrultunun yarattığı bağımlılıktan kurtulmak için farklı bir tel germe yöntemi geliştirdik. Burada en proksimal halka düzleminde (eklem yüzeyini ilgilendiren kırıkların tespit edildiği halka) iki adet düz tel (zeytinsiz) birbirleri ile yaklaşık 60 derece açı oluşturacak şekilde yerleştirilmekte ve tel uçları yaklaşık 5-10 derece dış bükey eğim oluşturacak şekilde eğilerek halka deliklerine tespit edilmektedir. Daha sonra herhangi bir yönden gerilmektedir. Burada önemli olan; tellerin birbiri ile kesişme noktasının, izdüşüm olarak kırık parçaların plato yüzeyinde toplanması istenilen noktaya odaklanmasıdır. Bu şekilde kırık parçalar çok eksenli olarak merkezlenmiş olmaktadır. Aynı zamanda tüm kırık parçalar üzerine dinamik bir interfragmanter kompresyon etkisi yaratılmaktadır.

Bu etkinin ortaya konulabilmesi için biyomekanik olarak klasik karşılıklı zeytinli tel germe yöntemi ile diverjan germe yöntemi altışar adet kestamit (POLIKES® PA6 G, Polimersan Ltd. Şti., Türkiye) tibia modeli üzerinde çeşitli biyomekanik prensiplerle incelendi. Kestamit modeller tibiayı taklit edecek şekilde, üst yüzey çapı 12 cm olan 30 cm yüksekliğinde koni olarak hazırlandı. Üst yüzeyin

TABLO I
Hasta dökümü

No	Cinsiyet/ Yaş	Etyoloji	Kırık şekli	Kırık tipi (Schatzker)	Ameliyat	İlizarov segment
1	E/51	Trafik kazası	Kapalı	Tip 3	Açık red+greftleme+diverjan İlizarov	Uzun
2	E/59	Trafik kazası	Kapalı	Tip 4	Kapalı red+diverjan İlizarov	Kısa
3	E/38	Trafik kazası	Kapalı	Tip 2	Açık red+greftleme+diverjan İlizarov	Kısa
4	E/41	Düşme	Kapalı	Tip 1	Kapalı red+diverjan İlizarov	Kısa
5	E/30	Trafik kazası	Kapalı	Tip 5	Açık red+greftleme+diverjan İlizarov	Uzun
6	E/72	Düşme	Kapalı	Tip 3	Açık red+greftleme+diverjan İlizarov	Uzun
7	K/54	Düşme	Kapalı	Tip 3	Açık red+greftleme+diverjan İlizarov	Kısa
8	E/81	Düşme	Kapalı	Tip 3	Açık red+greftleme+diverjan İlizarov	Uzun
9	E/20	Trafik kazası	Açık	Tip 4	Açık red+diverjan İlizarov	Uzun
10	E/36	Düşme	Kapalı	Tip 1	Kapalı red+diverjan İlizarov	Kısa
11	E/36	Trafik kazası	Kapalı	Tip 1	Açık red+diverjan İlizarov	Kısa
12	E/48	Düşme	Kapalı	Tip 4	Kapalı red+diverjan İlizarov	Uzun
13	K/38	Trafik kazası	Kapalı	Tip 6	Açık red+greftleme+diverjan İlizarov	Uzun
14	E/42	Düşme	Kapalı	Tip 3	Açık red+greftleme+diverjan İlizarov	Uzun
15	K/39	Düşme	Kapalı	Tip 1	Kapalı red+diverjan İlizarov	Kısa
16	K/47	Düşme	Kapalı	Tip 1	Kapalı red+diverjan İlizarov	Kısa
17	E/28	Trafik kazası	Kapalı	Tip 4	Açık red+diverjan İlizarov	Kısa
18	E/26	Düşme	Kapalı	Tip 1	Kapalı red+diverjan İlizarov	Kısa
19	E/47	Ateşli silah yar.	Açık	Tip 4	Açık red+diverjan İlizarov	Uzun
20	E/52	Düşme	Kapalı	Tip 1	Açık red+diverjan İlizarov	Kısa
21	E/64	Düşme	Kapalı	Tip 3	Açık red+greftleme+diverjan İlizarov	Uzun
22	E/71	Düşme	Kapalı	Tip 3	Açık red+greftleme+diverjan İlizarov	Uzun
23	E/58	Düşme	Kapalı	Tip 1	Kapalı red+diverjan İlizarov	Kısa
24	E/29	Trafik kazası	Kapalı	Tip 1	Açık red+diverjan İlizarov	Kısa
25	E/58	Trafik kazası	Kapalı	Tip 2	Açık red+greftleme+diverjan İlizarov	Uzun
26	K/53	Trafik kazası	Kapalı	Tip 4	Açık red+diverjan İlizarov	Uzun
27	E/31	Trafik kazası	Kapalı	Tip 1	Açık red+diverjan İlizarov	Kısa
28	E/40	Trafik kazası	Kapalı	Tip 1	Açık red+diverjan İlizarov	Kısa
29	E/72	Trafik kazası	Kapalı	Tip 5	Açık red+greftleme+diverjan İlizarov	Uzun
30	E/49	Trafik kazası	Kapalı	Tip 4	Açık red+diverjan İlizarov	Uzun
31	K/38	Trafik kazası	Kapalı	Tip 1	Kapalı red+diverjan İlizarov	Kısa
32	E/64	Düşme	Kapalı	Tip 5	Açık red+greftleme+diverjan İlizarov	Uzun
33 İki taraflı	K/72	Trafik kazası	Kapalı	Sağ tip 5 Sol tip 6	Kapalı red+diverjan İlizarov	Uzun
34 İki taraflı	E/60	Trafik kazası	Kapalı	Sağ tip 4 Sol tip 5	Açık red+greftleme+diverjan İlizarov	Uzun

1/3'lük bir kısmı deneğin uzun eksenine ile 45 derecelik bir açı oluşturacak şekilde kesildi. Böylece Schatzker tip 1 tibia plato kırığı örneklendi. Daha sonra kırık hattı orta noktasına 1 cm çapında ve 1.8 cm kalınlığında bir adet yük ölçer (Miniature Compressyon Load cells LM-A-500, Kyowa Corp., Japan) 1 cm lik bir yuvaya yerleştirildi. Böylece kırık hattında yaklaşık 0.8 cm'lik bir yükselti sağlandı. Ayrıca denekler üzerinde aksiyel yük oluşturacak bir baskı düzeneği ve buna bağlı aksiyel

yükü ölçebilecek ikinci bir yük ölçer (Miniature Compressyon Loadcells LM-10 K, Kyowa Corp., Japan) yerleştirildi.

Birinci gruptaki altı modelde interfragmanter kompresyon sağlamak için karşılıklı yerleştirilen zeytinli tel düzeneği içeren iki halka düzlemli İlizarov sistemi kuruldu. İkinci gruptaki altı modelde ise interfragmanter kompresyonu sağlamak için diverjan germe düzeneği içeren iki

halka düzlemlerle İlizarov sistemi yerleştirildi. Her düzlemde kırık hattının iç (A köşesi) ve dış (B köşesi) köşelerindeki açıklıklar elektronik kumpas (GEFRAN® Rectilinear Displacement Transducer-PA1, GEFRAN S.p.A., Italy) ile milimetre cinsinden kaydedildi. Daha sonra tellere ortalama 800 N (Newton) germe kuvveti uygulandı ve Grefan ölçümleri tekrarlandı. Aksiyel yönde de önce 200 N daha sonra 1500 N baskı kuvveti uygulandı. Bu iki basamakta da Grefan ölçümleri, A ve B köşe değerleri için ayrı ayrı kaydedildi. Her modelde tüm işlemler 10 kez tekrarlandı. Her 10 tekrarın değer ortalaması bir uygulama sonucu olarak kaydedildi. Veri toplamak amacıyla genel amaçlı veri toplama donanımı (Al8a-CODABUS, TDG Bilimsel Ölçme Test Sistemleri Ltd. Şti., Türkiye) (10x12 denek=120 deney) kullanıldı. Elde edilen veriler Mann-Whitney-U yöntemi ile istatistiksel olarak değerlendirildi.

Kayıt altına alınan ölçümler;

1) Teller gerilmeden A ve B köşe noktalarındaki kırık hattı mesafe ölçümü (aksiyel yüklenme yok, interfragmanter kompresyon yok).

2) Teller gerildikten sonra A ve B köşe noktalarındaki kırık hattı mesafe ölçümü (aksiyel yüklenme yok, interfragmanter kompresyon var. N olarak kaydedildi).

3) Ortalama 200 N'lik aksiyel yüklenme altında A ve B köşe noktalarındaki kırık hattı mesafe ölçümü (aksiyel yüklenme var; ortalama 200 N, interfragmanter kompresyon var. N olarak kaydedildi).

4) Ortalama 1500 N'lik aksiyel yüklenme altında A ve B köşe noktalarındaki kırık hattı mesafe ölçümü (aksiyel yüklenme var; ortalama 1500N, interfragmanter kompresyon var. N olarak kaydedildi).

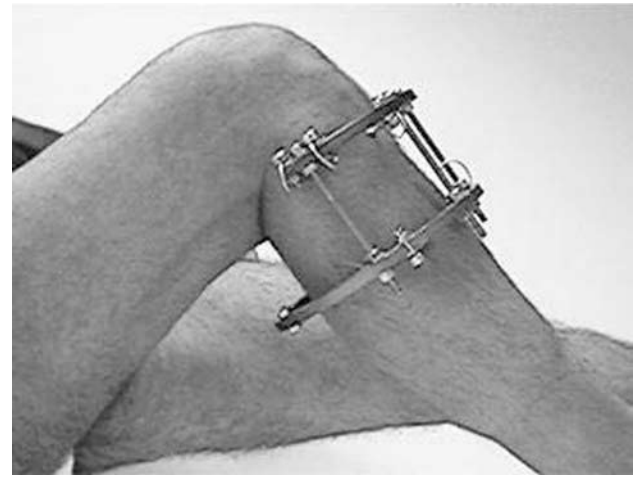
Bu ölçümler ile karşılıklı zeytinli tel germe yöntemi ile diverjan germe yöntemleri;



Şekil 1. Diverjan tel germe yöntemi. Proksimal teller halka üzerine diverjan eğimle açılarak gerilir (artiküler yüzey).

1) Aksiyel yüklenme olmadan sadece tellerin gerilmesi ile kırık hattına sağladıkları interfragmanter kompresyonun homojen olup (simetrik), olmadığı (asimetrik),

2) Aksiyel yüklenme olmadan, sadece tellerin gerilmesi ile sağlanan interfragmanter kompresyon miktarlarının 200 N ve 1500 N'lik aksiyel yüklenmeler altında ne ölçüde korunabildiği hakkında veriler elde edildi.



Şekil 2. Hastaların ameliyat sonrası erken dönem hareketlenmeleri.

BULGULAR

Klinik olarak değerlendirildiğinde, hastaların hemen tamamı ameliyat sonrası 2-3. günde kısıtlamasız eklem hareketliliğine ve yük verme durumuna ulaştı (Şekil 2). Hastaların ameliyat sonrası tam ağırlık vererek yürüyebilme süresi ile kırık tipleri arasında doğru orantılı bir ilişki görülmedi. Hiçbir hastada derin enfeksiyon gelişmedi. Sadece iki hastada tel çıkarılmasını gerektirecek tel dibi enfeksiyonu oluştu. Ancak bu iki tel de kırık yüzeyini tespit eden tel grubunda değildi.

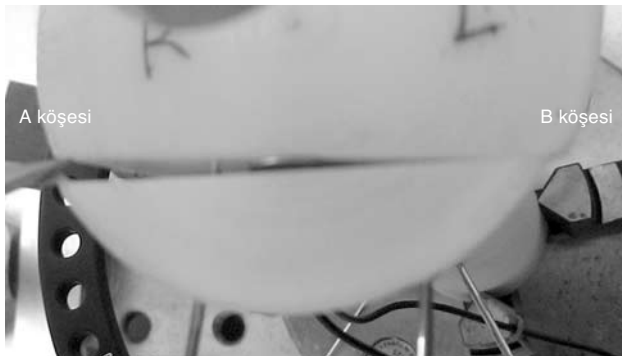
Olguların tamamında kaynama ortalama 14 haftada (10-22 hafta) elde edildi. Hiçbir hastada kaynamama sorunu nedeniyle ek cerrahi uygulamasına gerek görülmedi. İizarov sistemleri de hastalarda ortalama 19 haftada (14-33 hafta) çıkarıldı. Radyolojik değerlendirmede 12 olguda kırık parçaları arasında 2 mm'den fazla ayrılma tespit edildi. Bu durum özellikle Schatzker tip 4 olgularda kısa segment İizarov tespiti yapılan beş hastada gözlemlendi. Tedavi sonrasında menisküs lezyonu nedeniyle dört hastaya ek cerrahi girişim uygulandı. Eklem hareket açıklık değerleri 29 hastada 0-135 derece aralığında korundu. İki hastada 15 derece fleksiyon kontraktürü ve altı hastada 90 derecenin altında fleksiyon açıklığı elde edildi. Ateşli silah yaralanması olan olguda hem fleksiyon kontraktürü hem de terminal fleksiyon kaybı gelişti.

Çalışmanın ikinci kısmındaki biyomekanik deneyde elde edilen sonuçların ortalamaları ele alındığında, her iki grupta da teller gerilmeden deneklerdeki A ve B köşe mesafeleri ortalama değerleri birbirine eşitti (kırık hattı simetrik, A köşe mesafesi ort. değeri: 1.60 mm; B köşe mesafesi

ort. değeri: 1.58 mm). Teller 800 N gerildikten sonra (aksiyel yük verilmeden) karşılıklı zeytinli tel grubunda A köşe mesafesi ortalama değeri: 3.24 mm, B köşe mesafesi ortalama değeri: 0.00 mm olarak bulundu (kırık hattı asimetrik, Şekil 3). Yine sadece 800 N ile tel gerilmesinden sonra diverjan germe grubunda ise A köşe mesafesi ortalama değeri: 1.6 mm, B köşe mesafesi ortalama değeri: 1.6 mm olarak kaydedildi (kırık hattı simetrik, Şekil 4). Bu sırada interfragmanter kompresyonu ölçen yük ölçerden (Loadcell 1) kaydedilen ortalama değer her iki grupta da 110 N'di. Daha sonra ortalama 250 N ve 1500 N'lik (Loadcell 2) aksiyel yüklenmeler altında iki grup arasında oluşan bu farklılık belirgin şekilde korundu. Değinen aksiyel yüklenmeler sırasında interfragmanter kompresyonu gösteren yük ölçer değerleri küçük azalmalar gösterse de her iki grupta da ortalama interfragmanter kompresyon değerleri benzer şekilde korundu. Yani kestamit örnekler üzerinde her iki yöntem de aksiyel yüklenme altında interfragmanter kompresyonu benzer şekilde koruyabildi. Yöntemler arasında gözlenen farklılık ise; diverjan tel germe yönteminde, interfragmanter kompresyonun aksiyel yük altında bile simetrik (homojen) olarak korunması idi (Şekil 5, 6).

TARTIŞMA

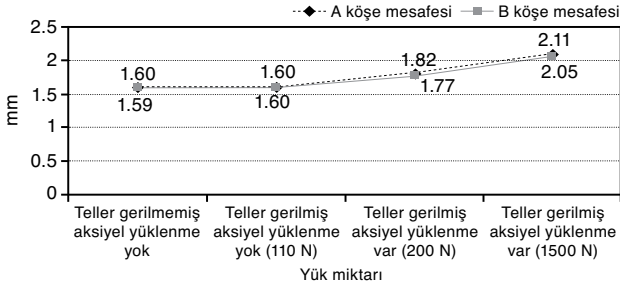
Biz çalışmamızda plato kırıklı tüm olgularda eklem yüzeyini İizarov yöntemi ile köprüleşmeyen şekilde onarım tespit etmeyi ve elde etmiş olduğumuz redüksiyonu yük altında koruyabilme-yi amaçladık. Bunun için dinamik, çok eksenli bir tespit yöntemi olduğunu düşündüğümüz diverjan tel germe yöntemini geliştirdik. Teorik olarak geliştirdiğimiz bu tekniği biyomekanik laboratuvarında klasik yöntem olan karşılıklı zeytinli tel germe



Şekil 3. Karşılıklı zeytinli tel germe yöntemi. Teller 80 kg ile gerildiğinde kırık hattı asimetrik.



Şekil 4. Diverjan tel germe yöntemi. Teller 80 kg ile gerildikten sonra kırık hattı simetrik.



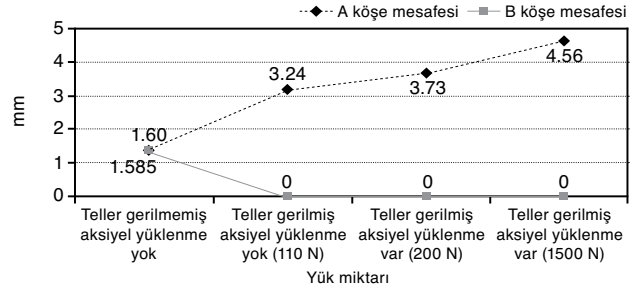
Şekil 5. Diverjan tel germe yönteminde kestamit deneklerdeki kırık hattı iki ucu arasındaki eşitlik (simetri-homojen interfragmanter kompresyon).

yöntemi ile karşılaştırmalı bir şekilde uyguladık. Burada elde ettiğimiz bulgular doğrultusunda klinik uygulamalarımızı gerçekleştirdik.

Literatür incelendiğinde^[1,3-5,8] İlizarov yöntemi bu konu içerisinde zor olgularda kurtarıcı bir teknik olarak değerlendirilmektedir.

Bizim bu klinik çalışmadaki birincil değerlendirme kriterimiz olan tam yük altında kısıtlamasız yürüme, ameliyat sonrası erken dönemde tüm hastalarda elde edildi. Olguların hepsinde diverjan tel germe tekniği ile, eklem yüzeyinin onarımı sağlandı. Çok parçalı kırıklarda bile eklem yüzeyini tespit eden halka düzleminde sadece iki adet Kirschner teli (K-teli) kullanılarak majör kırık kemik parçaların plato yüzey merkez noktasına dinamik şekilde odaklanması sağlandı. Bu teknik artiküler yüzey İlizarov cerrahisinde yeni bir kavramdır. Çünkü klasik İlizarov cerrahisinde bu dinamik interfragmanter tespit ancak karşılıklı zeytinli tellerin yerleştirildiği vektörel doğrultu hattı boyunca, yani iki eksenle elde edilebilmektedir.^[9] Bu durum çok eksenli kırık hatlarının bulunduğu tibia plato kırık yüzeyinde redüksiyon sonrası medio-lateral veya antero-posterior eksenlerde artiküler yüzey genişlemesi/daralması durumlarına neden olabilmektedir. Tibia plato yüzeyi anatomik olarak incelendiğinde üç boyutlu yükseltelerin varlığı gözlemlenebilir.^[10,11] Konuya bu açıdan baktığımızda, spongios kemik dokudan zengin bir bölge olan plato yüzeyinde çok parçalı bir kırık durumu söz konusu olduğunda, kırık parçaların redüksiyonu sağlansa dahi gerçek eklem yüzey geometrisinin onarımı olası değildir.^[12,13]

Tibia plato kırıkları tedavi yöntemleri incelendiğinde uzun yıllar konservatif yöntemlerin yaygın olarak kullanıldığını görmekteyiz. Burada ortak kanı cerrahi onarım sırasında yapılan diseksiyona



Şekil 6. Karşılıklı zeytinli tel germe yönteminde kestamit deneklerdeki kırık hattı iki ucu arasındaki sapma (asimetri).

bağlı yapışıklıklardan korunularak erken hareketlilikle olabilecek en geniş hareket aralığını elde etmektir. Radyolojik değerlendirme hemen her zaman klinik değerlendirmenin gerisinde kalmıştır, ancak uzun takip sonuçlarında ciddi oranda osteoartrit bildirilmiştir.^[5,14,15]

Lobenhofere ve ark.na^[5] göre tibia plato kırıklarında izole kırık ile kırıklı çıkık olgularının ayrılması gereklidir. Çünkü bu iki kavram diz ekleminin mekanik stabilitesini geri kazanabilmek adına farklı tedavi yaklaşımları gerektirir. İzole yarılma şeklindeki bir plato kırığında basit tespit yöntemleri yeterli olabilirken, diz kırıklı çıkıklarında majör tespit yöntemleri ve yumuşak doku onarımları gerekli olabilmektedir.

Klasik cerrahi onarım teknikleri kapsamlı olarak incelendiğinde kırık tipinin uygulanacak cerrahi üzerinde belirleyici olduğunu görmekteyiz.^[16,17] Bu kadar değişik parametre varlığında klasikleşmiş bir tedavi protokolü oluşturmanın mümkün olmadığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle literatürde tanımlanmış çok sayıda yöntem bildirilmiştir. Bu çeşitlilik içinde ortak nokta; tedavi süresince göreceli olarak tüm tedavi protokolleri içinde, eklem hareketinin yasaklanması veya sınırlandırılması ama hepsinde tam yük altında erken yürümenin yasaklanması olarak bilinmektedir.^[18-20] Burada İlizarov cerrahisi için bir ayrıcalık söz konusudur. Genel İlizarov yaklaşımı olan organ restorasyonu kavramı çeşitli cerrahlar tarafından tibia plato kırıklarında da uygulanmaktadır. Ancak incelenen çalışmalarda hareketlenmenin (yürüme-ağırlık transferi) bu yöntemle de elde edilemediğini ya da eklem çizgisinin proksimal femura tespiti (köprüleşen artiküler yüzey İlizarov tekniği uygulaması) ile fizyolojik olmayan bir şekilde elde edildiğini görmekteyiz.^[5,6,21] Bu yöntemle patolojik olsa da bir yürüme elde edilebilmektedir ancak kırık yüzeyi

distal femoral yüzey tarafından tam olarak şekillendirilememektedir. Burada bizim hazırladığımız menteşelerin hareket doğrultuları belirleyici olmaktadır. Üç ekseninde hareket eden bir eklemi iki düzlemli harekete zorlamak patolojik kabul edilmelidir. Bu nedenle artiküler İizarov cerrahisi uygulandığında mümkün olduğunca köprüleşmeyen teknik kullanmak gereklidir.^[7]

Bu konudaki yayınlar incelendiğinde ortak nokta; İizarov veya İizarov benzeri yöntemlerin sadece bikondiler yüksek enerjili tibia plato kırıklarında tercih edildiğidir. Yazarlar bunun nedenini AO cerrahisi kuralları içerisinde çift plak uygulamasını gerektiren bu kırıklardaki yüksek komplikasyon oranlarına bağlamaktadırlar.^[18,22] Yani İizarov yöntemi burada bir kurtarıcı yöntem olarak sunulmaktadır. Ali ve ark.^[7] 30 olguluk çalışmalarında hibrid fiksator uygulaması ile yeterli stabilizasyon elde ettiklerini ve pasif eklem hareketlerini erken dönemde sağladıklarını bildirmişlerdir. Ancak onlara göre septik artritten korunabilmek için proksimal tespit telleri eklem çizgisinden en az 14 mm distalden başlayarak yerleştirilmelidir. Sonuçta bu yöntemle %75 iyi sonuç elde edildiği bildirilmiştir. Tibia plato kırıklarında eksternal fiksasyon uygulama yöntemi içerisinde genel olarak hibrid fiksator olarak nitelendirilen proksimalde gerilmiş K-telleri distalde ise Schanz vidaları olan sistemler kullanılmaktadır. Bazı yazarlar bu cihazla da redüksiyon kaybı olmaksızın erken hareketlilik ve yük vermeyi başardıklarını bildirmişlerdir.^[2,4,7] Ancak bu konudaki yazıların hiçbirinde bu özellik bir standardizasyona bağlanamamıştır. Genel olarak tibia plato kırıklarında eksternal fiksasyon konulu yazıların tümünde değişik oranlarda çivi yolu enfeksiyonu bildirilmiştir.^[4] Ancak burada dikkat çekici olan bu sorunun daha çok Schanz vidalarında olmasıdır ve bunun nedeni hiçbir yazıda yorumlanmamıştır. Buradaki sorun statik bir tespit yöntemi olan Schanz vida tespitinin erken yüklenme altında erkenden gevşemesi olasılığıdır. Yine tel dibi enfeksiyonuna bağlı olarak görüldüğü söylenen septik artrit olgularını da aynı bakış açısı ile eleştirmek yerinde olabilir. Çünkü literatürde telin intrakapsüler yerleşip yerleşmemesi de septik artrit açısından anlamlı bulunmamıştır. Bu yorum doğru gibi görünmektedir. Önemli olan telin kırık parçaları üzerinde mekanik olarak stabil olmasıdır. Ayrıca yine tel dibi enfeksiyonu ile ilgili bir başka nokta da yaygın olarak traksiyon masasında

ekstremiteler gerilerek uygulanmasıdır. Gerçekten de literatürdeki yazıların hemen tamamında kapalı redüksiyon elde etmek amaçlı ligamentotaksis uygulaması yapılmaktadır.^[1] Hatta açık redüksiyon ve greftleme yapan yazarların bazıları redüksiyonu kolaylaştırmak amaçlı ligamentotaksisi burada da kullanmaktadır.^[19] Böyle olduğunda iki büyük sakınca doğmaktadır. Birincisi serbest yüzen santiral kırık fragmanların üzerinde ligamentotaksisin etkili olmamasıdır. İkincisi ve daha önemlisi yumuşak dokuların kemik üzerine gerilmiş olarak transfikse edilmesidir. Bu etki, tel dibi enfeksiyonunun ana nedenlerindedir (hatalı yumuşak doku transfiksiyonu).

Klasik köprüleşmeyen İizarov cerrahisi içinde açık veya kapalı redüksiyonu takiben proksimal tibial parçalarının, karşılıklı yerleştirilen zeytinli teller gerilerek interfragmanter kompresyon ile tutulması amaçlanmaktadır. Günümüz literatüründe bu yöntem klasik bir manevradır.^[5] Ancak çok eksenli kırık hattı üzerinde iki eksenli tespit her zaman istenilen sonucu elde etmeye yetmemektedir.

Dinamik tespit deneyimlerimiz olmasına karşın bu yöntemle hastaları rahat yürütemediğimizi gördük ve bu noktada klasik İizarov yöntemi içerisinde bir yetersizlik olduğunu düşündük. Buradaki yetersizliği de diverjan germe olarak isimlendirdiğimiz bir tel germe tekniği ile aşmayı amaçladık.

Teorik olarak düşündüğümüz bu yöntemi biyomekanik olarak tibia modelleri üzerinde çalıştık. Buradaki temel amaç karşılıklı zeytinli tel tespiti ile diverjan tel germe tekniklerini karşılaştırmaktır. Laboratuvarında elde ettiğimiz sonuçları yorumlayacak olursak ilk olarak, diverjan tel germe yönteminin karşılıklı zeytinli tel germe yöntemi ile interfragmanter kompresyonu, yük altında benzer şekilde koruyabildiğini ortaya koydu. Ancak diverjan tel germe yönteminin belirgin üstünlüğü kırık hattında homojen interfragmanter kompresyon sağlamasıdır. Karşılıklı zeytinli tel germe yönteminde ise yük altında kırık hattında asimetri oluştu. Çalışmamızdaki iki yöntemin kırık hattındaki simetriyi koruma yeteneklerindeki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p \leq 0.05$). Yani diverjan germe yöntemi ile klasik yöntemle göre çok daha homojen interfragmanter kompresyon elde edilebilmektedir. Bu da klinik uygulama içerisinde diverjan tel germe yönteminde çok eksenli

interfragmanter kompresyonun elde edilebildiğini düşündürmektedir. Yani kırık kemik parçaları bir bütün halinde istenilen bir merkez noktaya dinamik bir şekilde toplanabilmektedir. Ancak bu çalışmanın kısıtlı yönleri örneklenen kırığın iki parçalı olması ve kestamit malzemenin yumuşak metafizer kemiğe göre çok daha sert olmasıdır.

Klinik bulgularımız da, %80 iyi ve mükemmel sonuçla laboratuvar sonuçlarımızı destekler niteliktedir. Ancak bizce çok önemli olan ve bu klasik değerlendirmeler yapılırken gözden kaçırılan bazı noktalar bulunmaktadır. Bunlar;

1- Hastaların tümü kırığın tipi ve şeklinden bağımsız köprüleşmeyen bir sistemle ameliyat sonrası erken dönemde tam yük altında kısıtlamasız yürütülebilmektedir.

2- Artiküler yüzeyi ilgilendiren kırık fragmanların, diverjan uygulanan tespit tellerinin birbirini kestiği noktaya dinamik olarak odaklanması (homojen interfragmanter kompresyon).

3- Kırık fragmanlar merkez noktaya odaklandığından, hastalar yürütüldüğünde femur kondillerinin minör fragmanlar üzerinde şekillendirici etki yaratmaları.

4- Hastalar erken dönemde yürütüldüklerinden, kırık hastalığı olarak nitelenen durumdan gerek lokal gerekse de sistemik olarak korunabildiğidir.

Ancak cerrahi sırasında bu teoriyi pratik olarak uygulamak sanıldığı kadar kolay olmamaktadır. Çünkü özellikle açık redüksiyon gerektiren olgularda diverjan germe sırasında oluşan gergin yumuşak doku transfiksiyonu çok önemli bir zorluk olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle tel daha ciltten geçirilmeden ne kadar diverjan germe uygulanacağı önceden tahmin edilmelidir. Bunun yanı sıra cerrahi tamamlandığında aynı nedenden dolayı diverjan gerilen her tel dibi mutlaka bistüri ile tam kat gevşetilmelidir. Bu ayrıntıya dikkat edilmez ise tel dibi nekrozu kaçınılmaz olacaktır. Bunu da ameliyat sonrası birinci gün aşırı ağrı oluşumu ile gözlemlemekteyiz. Bu sırada çok önemli olan bir ayrıntı üzerinde durmak gereklidir. Her üç düzlemde de dinamik bir tespit amaçlandığından sistem içerisine hiçbir statik tespit elemanı girmemelidir. Aksi takdirde statik elemanın yük altında prematüre gevşemesi söz konusu olacaktır.

Klasik İlizarov uygulamasından farklı olarak unikondiler, özellikle lateral plato kırıklarında kısa segment uygulaması yapmaktayız. Buradaki amaç İlizarov yönteminin bir komplikasyonu olan yumuşak doku transfiksiyonunu daha dar bir ekstremité segmentine uygulamaktır. Yani majör ana fragman iki seviyede tespit edilmekte, küçük fragman ise diverjan germe yöntemi ile majör fragman üzerine dinamik olarak itilmektedir. Ancak yine çalışmamız içinde tip 4 plato kırıklarında kısa segment İlizarov tespiti yaptığımız beş hastada kırık hattında 2 mm'den fazla ayrılma gözlemledik. Bu gözlemimize dayanarak vücut ağırlık merkezinin diz eklem medialinde olmasından dolayı, Schatzker tip 4 (medial plato unikondiler) kırıklarında uzun segment tespitinin daha güvenli olduğunu düşünmekteyiz. Ancak lateral plato unikondiler kırıklarda kısa segment tespitinde böyle bir sorun yaşamadık.

Gerek laboratuvar, gerekse klinik çalışmamızın sonuçları değerlendirildiğinde diverjan tel germe yönteminin, tibia plato kırıklarında hastalara erken hareket ve yük verme yönünden etkili bir teknik olduğu sonucuna varıldı. Ancak bu konu hakkında daha yüksek düzeyde kanıt elde etmek için ileriye dönük ve her iki tel germe yöntemini karşılaştıracak randomize ve çokmerkezli klinik çalışmalara gereksinim vardır.

Teşekkür

Biyomekanik testlerin gerçekleştirilmesine katkılarından dolayı Fame-Med Ltd. Şti.'den Makine Mühendisi Sn. Emir Birand'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Tuncay I, Akpınar F, Tosun N, Ince O. Preliminary results for treatment of tibial plateau fractures with the Ilizarov technique of ligamentotaxis. *Ulus Travma Derg* 2002;8:34-7.
2. Watson JT, Ripple S, Hoshaw SJ, Fhyrie D. Hybrid external fixation for tibial plateau fractures: clinical and biomechanical correlation. *Orthop Clin North Am* 2002;33:199-209.
3. Collinge C, Sanders R, DiPasquale T. Treatment of complex tibial periarticular fractures using percutaneous techniques. *Clin Orthop Relat Res* 2000;375:69-77.
4. Gaudinez RF, Mallik AR, Szporn M. Hybrid external fixation of comminuted tibial plateau fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1996;328:203-10.
5. Lobenhoffer P, Schulze M, Gerich T, Lattermann C, Tscherne H. Closed reduction/percutaneous fixation of tibial plateau fractures: arthroscopic versus fluoroscopic control of reduction. *J Orthop Trauma* 1999;13:426-31.

6. Marsh JL, Smith ST, Do TT. External fixation and limited internal fixation for complex fractures of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg [Am]* 1995;77:661-73.
7. Ali AM, Yang L, Hashmi M, Saleh M. Bicondylar tibial plateau fractures managed with the Sheffield Hybrid Fixator. Biomechanical study and operative technique. *Injury* 2001;32 Suppl 4:SD86-91.
8. Ballmer FT, Hertel R, Nötzli HP. Treatment of tibial plateau fractures with small fragment internal fixation: a preliminary report. *J Orthop Trauma* 2000;14:467-74.
9. Atkins RM, Sudhakar JE, Porteous AJ. Use of modified Ilizarov olive wires as pushing wires. *J Orthop Trauma* 1998;12:436-8.
10. Pape D, Adam F, Seil R, Georg T, Kohn D. Fixation stability following high tibial osteotomy: a radiostereometric analysis. *J Knee Surg* 2005;18:108-15.
11. Horwitz DS, Bachus KN, Craig MA, Peters CL. A biomechanical analysis of internal fixation of complex tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma* 1999;13:545-9.
12. Westmoreland GL, McLaurin TM, Hutton WC. Screw pullout strength: a biomechanical comparison of large-fragment and small-fragment fixation in the tibial plateau. *J Orthop Trauma* 2002;16:178-81.
13. Karas EH, Weiner LS, Yang EC. The use of an anterior incision of the meniscus for exposure of tibial plateau fractures requiring open reduction and internal fixation. *J Orthop Trauma* 1996;10:243-7.
14. Egol KA, Tejwani NC, Capla EL, Wolinsky PL, Koval KJ. Staged management of high-energy proximal tibia fractures (OTA types 41): the results of a prospective, standardized protocol. *J Orthop Trauma* 2005;19:448-55.
15. Jensen DB, Rude C, Duus B, Bjerg-Nielsen A. Tibial plateau fractures. A comparison of conservative and surgical treatment. *J Bone Joint Surg [Br]* 1990;72:49-52.
16. Bozkurt M, Turanlı S, Doral MN, Karaca S, Doğan M, Sesen H, et al. The impact of proximal fibula fractures in the prognosis of tibial plateau fractures: a novel classification. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005;13:323-8.
17. Cole PA, Zlowodzki M, Kregor PJ. Less Invasive Stabilization System (LISS) for fractures of the proximal tibia: indications, surgical technique and preliminary results of the UMC Clinical Trial. *Injury* 2003;34 Suppl 1:A16-29.
18. Egol KA, Su E, Tejwani NC, Sims SH, Kummer FJ, Koval KJ. Treatment of complex tibial plateau fractures using the less invasive stabilization system plate: clinical experience and a laboratory comparison with double plating. *J Trauma* 2004;57:340-6.
19. Simpson D, Keating JF. Outcome of tibial plateau fractures managed with calcium phosphate cement. *Injury* 2004;35:913-8.
20. Gollwitzer H, Karampour K, Hauschild M, Diehl P, Busch R, Mittelmeier W. Biomechanical investigation of the primary stability of intramedullary compression nails in the proximal tibia: experimental study using interlocking screws in cryopreserved human tibias. *J Orthop Sci* 2004;9:22-8.
21. Young MJ, Barrack RL. Complications of internal fixation of tibial plateau fractures. *Orthop Rev* 1994;23:149-54.
22. Papagelopoulos PJ, Partsinevelos AA, Themistocleous GS, Mavrogenis AF, Korres DS, Soucacos PN. Complications after tibia plateau fracture surgery. *Injury* 2006;37:475-84.