



Kubbe osteotomisinde tibiofemoral açı değişikliklerinin sonuçlar üzerine etkisi

The effect of tibiofemoral angle changes on the results of dome osteotomy

Servet KERİMOĞLU, Sonay ÇAVUŞOĞLU,¹ Ahmet Uğur TURHAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı;

¹Sürmene Devlet Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği

Amaç: Diz ekleminde medial kompartman artrozu nedeniyle kubbe osteotomisi uygulanan hastalarda tibiofemoral açı değişimlerinin sonuçlar üzerine etkisi araştırıldı.

Çalışma planı: Medial kompartman osteoartriti nedeniyle 22 hastanın (15 kadın, 7 erkek; ort. yaş 60; dağılım 37-73) 23 dizine kubbe osteotomisi (KO) tipinde yüksek tibial osteotomi (YTO) uygulandı. Eksternal tespit olarak, Charnley tipi eksternal tespitin basit bir modifikasyonu kullanıldı. Ahlback sınıflamasına göre, ameliyat öncesinde 15 dizde evre I, altı dizde evre II, iki dizde evre III osteoartrit vardı. Hastalar ameliyat sonrasında ölçülen tibiofemoral açı değerlerine göre üç gruba ayrıldı: <8° valgus (4 diz), 8°-12° valgus (10 diz), >12° valgus (9 diz). Klinik sonuçlar Amerikan Diz Derneği skoru kullanılarak değerlendirildi. Ortalama takip süresi 5.4 yıl (dağılım 1-10 yıl) idi.

Sonuçlar: Tibiofemoral açı ameliyat öncesinde ortalama 4.4±2.9° (dağılım 0°-10°) varusta iken, ameliyat sonrasında ortalama 11±3.8° (dağılım 5°-18°) valgus olarak ölçüldü. Son değerlendirmelerde ortalama düzeltme kaybı 2.7° bulundu. Ameliyat öncesinde ortalama 37.7±15.8 (dağılım 19-77) olan diz skoru, son değerlendirmede 80.2±9.2'ye (dağılım 51-93); fonksiyonel skor ise 52.3±18.8'den (dağılım 10-80) 75.6±18.5'e (35-100) yükseldi (p<0.001). Tibiofemoral açıya göre üç gruba ayrılan hastalar arasında diz ve fonksiyonel skorlar açısından anlamlı fark bulunmadı (p>0.05).

Çıkarımlar: Bulgularımız, YTO sonrasında elde edilen dizilimin, kabul edilen açılar içerisinde olmak kaydıyla, sonuçlar üzerinde etkili olmadığını göstermektedir.

Anahtar sözcükler: Diz eklemleri/radyografi/cerrahi; osteoartrit, diz/cerrahi; osteotomi/yöntem; tibia/cerrahi.

Objectives: We investigated the effect of tibiofemoral angle changes on the results of dome osteotomy in patients with medial compartment osteoarthritis of the knee.

Methods: The study included 23 knees of 22 patients (15 women, 7 men; mean age 60 years; range 37 to 73 years) who underwent high tibial dome osteotomy for medial compartment osteoarthritis. A simple modified Charnley external fixator was used for stabilization of the osteotomy. Based on the Ahlback classification, 15 knees had grade I, six knees had grade II, and two knees had grade III osteoarthritis. The patients were evaluated in three groups based on the postoperative tibiofemoral angles obtained; hence, a valgus angle of less than 8° (4 knees), 8° to 12° (10 knees), and greater than 12° (9 knees). Clinical evaluations were made using the American Knee Society scoring system. The mean follow-up period was 5.4 years (range 1 to 10 years).

Results: The mean tibiofemoral angle was 4.4±2.9° of varus (range 0° to 10°) preoperatively, and 11±3.8° of valgus (range 5° to 18°) postoperatively. The mean correction loss at final evaluations was 2.7°. The mean preoperative and postoperative knee scores were 37.7±15.8 (range 19 to 77) and 80.2±9.2 (range 51 to 93), respectively (p<0.001). The mean functional score increased from 52.3±18.8 (range 10 to 80) to 75.6±18.5 (range 35 to 100) at final analysis (p<0.001). The knee and functional scores did not differ significantly between three groups of patients having a different range of postoperative tibiofemoral angle (p>0.05).

Conclusion: Our results show that the alignment obtained after high tibial osteotomy does not influence knee and functional scores provided that it is within an acceptable range.

Key words: Knee joint/radiography/surgery; osteoarthritis, knee/surgery; osteotomy/methods; tibia/surgery.

Toplumda yaş ortalamasının arttığı günümüzde osteoartritler, özellikle de diz osteoartriti, beraberinde getirdiği sosyoekonomik sorunların yanında, insanların günlük yaşamlarını etkileyen önemli bir hastalık haline gelmiştir. Dünya Sağlık Örgütü'nün yaptığı çalışmaya göre gonartroz, sakatlığa yol açan nedenler arasında kadınlarda dördüncü, erkeklerde ise sekizinci sıradadır.^[1]

Gonartrozda öncelikli tedaviyi antiinflamatuvar ilaçlar, kilo verilmesi, fizik tedavi ve eklem içine enjeksiyonlar gibi konservatif yöntemler oluşturur. Tekrarlayan konservatif tedavilere rağmen, özellikle dizilimin bozuk olduğu hastalarda şikayetler gittikçe artan sıklıkta yinelemektedir. Bu tip hastalarda öncelikle seçilebilecek cerrahi yöntemlerden biri de artroskopik debridmandır. Fakat, artroskopik debridmandan sonra bile, zaman içinde hastaların çoğuna başka bir cerrahi müdahale gerekmektedir. Daha ileri aşamalarda yüksek tibial osteotomi (YTO), tek kompartman protezi ve total diz artroplastisi sırasıyla seçilebilecek cerrahi tedavi yöntemleridir. Ancak, günümüzde yaşam süresi ve kalitesinin giderek artması, özellikle genç ve aktif hastalarda biyolojik bir rekonstrüksiyon yöntemi olan YTO'yu daha cazip bir hale getirmektedir.^[1,2]

Yüksek tibial osteotomi, eklem patomekaniğini düzeltebilecek, medial kısmı baskıdan kurtaracak ve dejenere kıkırdığın yeniden yapılanmasını uyartabilecek bir tedavi yöntemidir. Osteotomide amaç, dizde artritlik yüzeye binen yükü daha sağlıklı olan bölüme aktarmaktır.^[3-6] Yüksek tibial osteotomiden sonra hedeflenen eksen derecesi ve bunun sonuca etkisi halen tartışmalı bir konudur.^[7] Literatürde aşırı düzeltme yapılmasının önerildiği ya da çok değişik değerler verildiği görülmektedir.

Bu çalışmada, kubbe osteotomisi uygulanan hastalarda elde edilen tibiofemoral açı değişimlerinin sonuçlar üzerindeki etkisi araştırıldı.

Hastalar ve yöntem

Sadece medial kompartman artrozu olan, tibiofemoral açısı ileri derecede varusta olmayan ($<10^\circ$), diz hareket genişliği 70 derecenin üzerinde olan 22 hastanın (15 kadın, 7 erkek; ort. yaş 60; dağılım 37-73) 23 dizine kubbe osteotomisi (KO) tipinde YTO uygulandı. İki taraflı tutulumu olan beş hastanın dördünde KO sadece tek dize uygulanırken, bir hastada her iki dize farklı seanslarda yapıldı.

Tüm hastalara osteotomiden önce birden fazla profilaktik medikal tedavi uygulanmıştı. Yetmiş üç yaşındaki bir hastada, fiziksel olarak halen aktif olması, çiftçilik yapması ve sadece medial kompartman artrozu olması nedeniyle tedavide YTO tercih edilmişti.

Cerrahi teknik

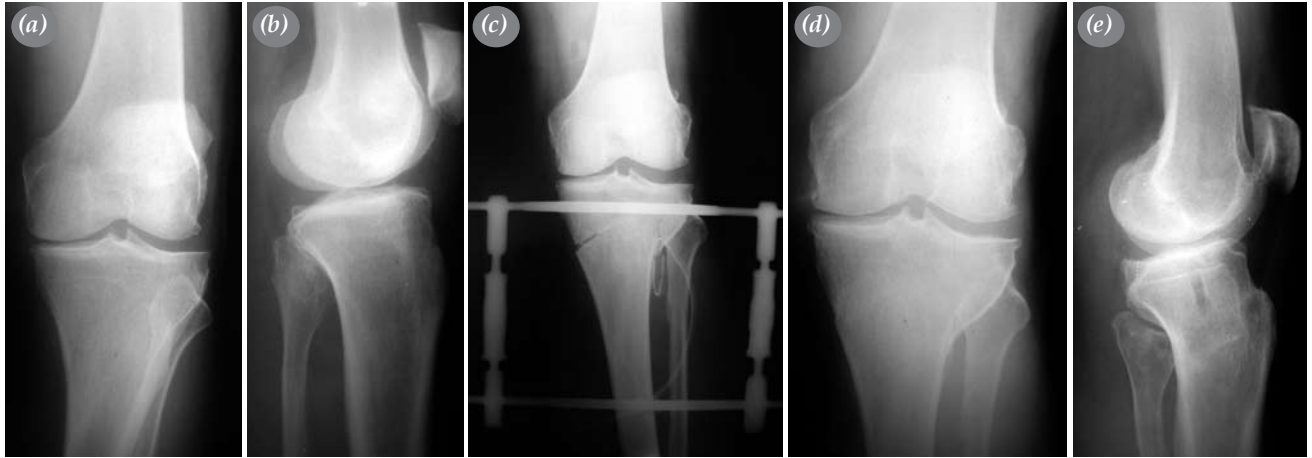
Hastaların tümünde fibula osteotomisinden sonra KO tipi YTO, Maquet'in^[6] tanımladığı tekniğin bir modifikasyonu şeklinde uygulandı. Öncelikle fibula 1/3 ortasından 1 cm'lik segment çıkartıldı. Daha sonra tibia proksimal eklem aralığının 1 cm altından skopi kontrolüyle ve eklem aralığına paralel olacak şekilde 5 ya da 6 mm'lik bir Steinman çivisi geçirildi. Sonra, tepesi (kubbe) tuberositas tibianın proksimalinde kalacak şekilde osteotomi yapıldı. Distal parça, röntgen kontrolüyle dış rotasyona ve valgusa alındı. Bu aşamada, ikinci Steinman çivisi osteotominin distalinden, birinciye paralel olacak şekilde geçirildi. Eksternal tespit olarak, Charnley tipi eksternal tespitin basit bir modifikasyonu kullanıldı. Bacak uygun vaziyette tutulurken iki adet eksternal tespit barı iki taraflı olarak yerleştirildi ve osteotomi hattı hafif bir kompresyon ile stabilize edildi. Sonunda röntgen kontrolüyle düzeltmenin yeterli olup olmadığına karar verildi. Gerektiğinde eksternal tespit üzerinden düzeltmeler yapıldı (Şekil 1).

Ameliyatta verilen valgusun yeterli olup olmadığına, patella tam tavana bakacak şekilde çekilen röntgen grafileriyle veya skopi ile koter kablosu kullanılarak femur başı-diz-ayak bileği doğrultusunun görüntülenmesiyle karar verildi. Kablonun lateral platonun 1/3 medialinden geçmesi yeterli görüldü.

Aktif ve pasif diz hareketlerine ameliyat sonrası birinci günde başlandı. İkinci günden itibaren hastalar koltuk değneği yardımıyla, tolere edebildikleri kadar yüklenme ile yürütüldü. Ekstremiteler elastik bandajla sarıldı. Ayrıca, dize aktif olarak izometrik kuadriseps egzersizi ve fleksiyon hareketleri yaptırıldı. Hastalara başka bir rehabilitasyon programı uygulanmadı. Eksternal tespitler ortalama üç ay (dağılım 2-5.5 ay) sonra çıkarıldı. Ortalama takip süresi 5.4 yıl (dağılım 1-10 yıl) idi.

Hastalar ameliyat sonrasında ölçülen tibiofemoral açı değerlerine göre üç gruba ayrıldı: $<8^\circ$ valgus (4 diz), $8^\circ-12^\circ$ valgus (10 diz), $>12^\circ$ valgus (9 diz).

Klinik sonuçlar, Amerikan Diz Derneği skoru kullanılarak değerlendirildi. Bu skor sisteminde, 100-85



Şekil 1. Altmış yaşında erkek hastanın sol dizinde gonartrozı gösteren (a) ön-arka ve (b) yan grafiler. (c) Ameliyat sonrası erken dönem grafisi. Takibin altıncı yılında çekilen (d) ön-arka ve (e) yan grafiler.

puan mükemmel, 84-70 iyi, 69-60 orta, 60'ın altı kötü sonucu göstermektedir.^[8]

Ameliyat öncesi ve sonrası radyografik değerlendirme için hastaların basarak (ağırlık vererek), 30x40 cm'lik röntgen kasetine ön-arka ve yan diz grafileri çekildi. Bu grafilerde tibiofemoral açı ölçüldü. Ameliyat öncesi osteoartrit evrelemesi Ahlback ölçütlerine göre yapıldı.^[9]

İstatistiksel değerlendirmede Kruskal-Wallis varyans analizi kullanıldı; $p < 0.05$ değeri anlamlı olarak kabul edildi.

Sonuçlar

Tibiofemoral açı ameliyat öncesinde ortalama $4.4 \pm 2.9^\circ$ (dağılım $0^\circ - 10^\circ$) varusta iken, ameliyat sonrasında ortalama $11 \pm 3.8^\circ$ (dağılım $5^\circ - 18^\circ$) valgus olarak ölçüldü. Son takipteki ortalama düzeltme kaybı ise 2.7° bulundu.

Ameliyat öncesinde ortalama 37.7 ± 15.8 (dağılım 19-77) olan diz skoru, son değerlendirmede 80.2 ± 9.2 'ye (dağılım 51-93) yükseldi ($p < 0.001$). Fonksiyonel skor ise ortalama 52.3 ± 18.8 'den (dağılım 10-80) son değerlendirmede 75.6 ± 18.5 'e (dağılım 35-100) yükseldi ($p < 0.001$).

Tibiofemoral açı ölçümleri yönünden üç gruba ayrılan hastalar arasında ameliyat öncesi ve sonrası diz ve fonksiyonel skorlar açısından anlamlı fark bulunmadı (ameliyat öncesi ve sonrası diz skorları için sırasıyla $p = 0.523$ ve $p = 0.352$; fonksiyonel skor için sırasıyla $p = 0.912$ ve $p = 0.306$). Tibiofemoral açı ölçümlerine göre oluşturulan üç grubun sonuçları Tablo 1'de gösterildi.

Ahlback sınıflamasına göre, ameliyat öncesinde 15 diz evre I, altı diz evre II, iki diz evre III iken, son takipte 12 diz evre I, altı diz evre II, üç diz evre III, iki diz evre IV idi.

Tablo 1. Tibiofemoral açı ölçümlerine göre oluşturulan üç grubun sonuçları

	Tibiofemoral açı						p	Toplam	
	<8°		8°-12°		>12°			Ort.±SS	Dağılım
	Ort.±SS	Dağılım	Ort.±SS	Dağılım	Ort.±SS	Dağılım			
Diz skoru									
Ameliyat öncesi	28.5±5.8	21-34	39.9±15.7	23-73	39.5±18.6	19-77	0.523	37.7±15.8	19-77
Ameliyat sonrası	83.5±4.3	79-89	76.8±11.3	51-89	82.4±7.7	73-93	0.352	80.2±9.2	51-93
Fonksiyonel skor									
Ameliyat öncesi	51.2±11.8	35-60	53.0±25.0	10-80	52.2±14.8	35-70	0.912	52.3±18.8	10-80
Ameliyat sonrası	87.5±9.5	80-100	71.5±19.3	35-100	75.0±20.0	35-100	0.306	75.6±18.5	35-100
Tibiofemoral açı (°)									
Ameliyat öncesi (Varus)	5.5±3.3	2-10	6.1±2.6	3-10	2.2±1.7	0-5		4.4±2.9	0-10
Ameliyat sonrası (Valgus)	5.7±0.9	5-7	9.5±1.5	8-12	15.0±1.8	13-18		11.0±3.8	5-18

Ameliyat sonrası dönemde bir hastada kaynama gecikmesi, altı hastada yüzeysel çivi dibi enfeksiyonu, bir hastada derin enfeksiyon görüldü. Çivi dibi enfeksiyonları genellikle ameliyat sonrası ilk ayda görüldü ve 10 günlük oral antibiyotik tedavisi ve çivi dibi pansumanları ile takip edildi. Derin enfeksiyon ise parenteral antibiyotik tedavisi ve pansuman ile takipten sonra düzeldi.

İki hastada peroneal sinir lezyonu, bir hastada ekstansör hallucis longus disfonksiyonu gözlemlendi. Her iki komplikasyon da sırasıyla ameliyat sonrası birinci ve ikinci aylarda düzeldi.

Bir hastada pulmoner emboli, bir hastada da derin ven trombozu görüldü; bunlar ilgili bölümlerin de yardımıyla tedavi edildi.

Tartışma

Diz eklemi medial kompartman artrozu için pek çok osteotomi tipi tarif edilmişse de, tibia proksimalinden yapılan kubbe tipi ve kama (kapalı, açık ya da kombine) tipi osteotomiler daha çok tercih edilmektedir. Büyük açısız deformitelerin düzeltilebilmesi, rijid eksternal tespitle erken hareket ve yüklenmeye izin vermesi, patellofemoral eklemde dekompresyonunu sağlaması ve ameliyat sonrası dönemde düzeltme yapılabilmesi KO'nun en önemli avantajlarıdır.^[4]

Yaygın olarak kullanılan KO tekniğinde osteotomi hattı tuberositas tibianın proksimalinden uygulanmakta ve eksternal fiksatorle tespit edilmektedir. Bu modifikasyon ilk kez Blaimont tarafından tanımlanmış olmasına rağmen, biyomekanik temelleri ile birlikte Maquet tarafından yaygınlaştırıldığı için Maquet tipi yüksek tibial osteotomi olarak da bilinmektedir.^[5,6]

Kubbe osteotomisinin uzun dönem sonuçları birçok çalışmada ortaya konmuştur. Krempen ve Silver^[10] 40 olgunun %84'ünde iyi-çok iyi sonuç elde etmişlerdir. Sundaram ve ark.^[11] ise, staple kullanarak tespit ettikleri 105 olgunun yalnızca 18'inde istenilen mekanik düzeltmeyi elde edebilmelerine rağmen, olguların çoğunda beş yılı aşkın süre iyi derecede ağrı kontrolü sağlayabildiklerini ve %75'inde iyi ve çok iyi sonuç elde edildiğini bildirmişlerdir. Çalışmacıların bu konudaki genel kabule ters düşen verilerine göre, ne deformitenin tam düzeltilmesi ağrı kontrolü için mutlak bir gereklilik olarak görülmekte, ne de en iyi sonuçlar en iyi düzeltilmiş olgularda elde edilebilmektedir.

Yüksek tibial osteotomi sonrası için hedeflenen eksen derecesi ve bunun sonuca etkisi halen tartışmalı bir konudur. Literatürde aşırı düzeltme yapılmasının önerildiği ya da bu konuda çok değişik değerler verildiği görülmektedir. Coventry^[7] normal açının 5°-8° valgus olduğunu, osteotominin amacının, buna 5° fazla düzeltme ekleyerek 10°-13° valgus elde etmek olduğunu bildirmiştir. Sprenger ve Doerzbacher^[12] ameliyat sonrası birinci yılda valgus açısının 8°-16° arasında olduğu hastalarda, beklenen iyilik süresinin 10 yılın üzerinde olabileceği sonucuna varmışlardır. Aynı çalışmada, başarılı valgus düzeltmesi için üst sınırın 16° olarak belirlenme nedeni, bunun üzerindeki valgus derecesinin özellikle kadınlarda kozmetik olarak kötü görünüme yol açması olarak belirtilmiştir.^[12] Yasuda ve ark.^[13] uzun dönem sonuçların iyi olabilmesi için ameliyat sonrası valgusun 12°-16° arasında olması gerektiğini belirtmişlerdir. Ameliyat sonrasında 5°-15° valgus sınırı içinde kalan düzeltme oranları genelde kabul edilen alt ve üst sınırlardır ve kozmetik açıdan da uygundur.^[14] Öte yandan, osteotomi sonrasında elde edilen dizilimin sonuçlar üzerine çok etkili olmadığını belirten araştırmacılar da vardır.^[15,16]

Çalışmamızda ameliyat sonrası elde edilen eksen derecesi açısından hastalar üç grupta değerlendirildiğinde, diz skoru ve fonksiyonel sonuç açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı.

Kubbe osteotomisinin eksternal fiksator ile tespitinin avantajları yanında, özellikle yüzeysel çivi dibi enfeksiyonu gibi bazı sorunları da vardır. Geiger ve ark.^[17] farklı eksternal fiksator kullanarak tespit uyguladıkları olgularda YTO sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Hastaların %25'inde (38/154) çivi dibi enfeksiyonu görülmüş, fakat hiçbirinde osteomyelit gözlenmemiştir. Sekiz hastada (%5) ekstansör hallucis longus zayıflığı, 19 hastada (%12) sinir paralizisi gelişmiştir. Aynı çalışmada, daha yüksek stabilite sağlaması nedeniyle, iki taraflı uygulanan eksternal fiksatorün tek taraflı eksternal fiksatöre tercih edilmesi gerektiği belirtilmiştir.^[17] Weale ve ark.^[18] dinamik aksiyel eksternal fiksator kullanarak tespit ettikleri 76 olgunun radyografik değerlendirmesinde, medial kompartmandaki osteoartritin laterale göre daha fazla ilerlediğini gözlemişlerdir. Hastaların yaklaşık %36'sında (28 hasta) yüzeysel çivi dibi enfeksiyonu, bir hastada da kronik osteomyelit gelişmiştir.^[18] Kodkani^[19] KO sonrasında eksternal fiksator uygulaması sonucunda %15 oranında yüzeysel çivi dibi en-

feksiyonu geliştiğini, bir hastada da osteotomi hattına proksimal çivi migrasyonu görüldüğünü bildirmiştir. Yüksek tibial osteotominin eksternal fiksator kullanılarak tespitinden sonra en sık gözlenen komplikasyon yüzeysel çivi dibi enfeksiyonu olmakla birlikte, bu durum hastaların büyük çoğunluğunda kronik osteomyelite dönüşmemektedir. Çalışmamızda yüzeysel çivi dibi enfeksiyonu altı dizde (%26.1) gelişti.

Çalışmamızda, YTO sonrasında elde edilen dizilimin, kabul edilen açılar içerisinde olmak kaydıyla, sonuçlar üzerine etkili olmadığı sonucuna vardık. Hastanın yaşı ve ameliyat öncesi osteoartrit derecesi gibi faktörlerin sonuçlar üzerinde daha etkili olduğunu düşünüyoruz. Kubbe osteotomisinin eksternal fiksator ile tespitinde potansiyel bir sorun olarak yüzeysel çivi dibi enfeksiyonu da unutulmamalıdır.

Kaynaklar

1. Baydar ML. Gonartrozda risk faktörleri ve patogenez. In: Tandoğan RN, editör. Gonartrozda artroplasti dışı tedavi yöntemleri. Ankara: Spor Yaralanmaları Artroskopisi ve Diz Cerrahisi Derneği; 2003; s. 1-8.
2. Şen C, Kocaoglu M, Bilen E, Dikici F, Hepgur G. Comparison of two different techniques for high tibial osteotomy: internal fixation vs circular external fixator. [Article in Turkish] Acta Orthop Traumatol Turc 2001;35:382-9.
3. Sarpel Y, Özsoy MH. Varus gonartrozda YTO endikasyonları ve hasta seçimi. In: Tandoğan RN, editör. Gonartrozda artroplasti dışı tedavi yöntemleri. İzmir: Türk Spor Yaralanmaları Artroskopisi ve Diz Cerrahisi Derneği; 2003; s. 61-8.
4. Aynaci O, Aydın H, Turhan AU. High tibial osteotomy in the treatment of varus gonarthrosis. [Article in Turkish] Acta Orthop Traumatol Turc 2001;35:342-6.
5. Aydoğdu S. Varus gonartrozda kubbe (dome) osteotomisi. In: Tandoğan RN, editör. Gonartrozda artroplasti dışı tedavi yöntemleri. Ankara: Spor Yaralanmaları Artroskopisi ve Diz Cerrahisi Derneği; 2003; s. 111-20.
6. Maquet PG. Biomechanics of the knee. 2nd ed. New York: Springer; 1984.
7. Coventry MB. Upper tibial osteotomy for gonarthrosis. The evolution of the operation in the last 18 years and long term results. Orthop Clin North Am 1979;10:191-210.
8. Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN. Rationale of the Knee Society clinical rating system. Clin Orthop Relat Res 1989;(248):13-4.
9. Ahlback S. Osteoarthritis of the knee. A radiographic investigation. Acta Radiol Diagn 1968;Suppl 277:7-72.
10. Krempey JF, Silver RA. Experience with the Maquet barrel-vault osteotomy. Clin Orthop Relat Res 1982;(168):86-96.
11. Sundaram NA, Hallett JP, Sullivan MF. Dome osteotomy of the tibia for osteoarthritis of the knee. J Bone Joint Surg [Br] 1986;68:782-6.
12. Sprenger TR, Doerzbacher JF. Tibial osteotomy for the treatment of varus gonarthrosis. Survival and failure analysis to twenty-two years. J Bone Joint Surg [Am] 2003;85:469-74.
13. Yasuda K, Majima T, Tsuchida T, Kaneda K. A 10-to 15-year follow-up observation of high tibial osteotomy in medial compartment osteoarthritis. Clin Orthop Relat Res 1992;(282):186-95.
14. Taşer Ö. Gonartrozda artroplasti dışında tedavi yöntemleri. In: Tandoğan RN, Alpaslan AM, editörler. Diz cerrahisi. Ankara: Haberal Eğitim Vakfı; 1999. s. 299-320.
15. Rinonapoli E, Mancini GB, Corvaglia A, Musiello S. Tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A 10- to 21-year follow-up study. Clin Orthop Relat Res 1998;(353):185-93.
16. Insall JN, Joseph DM, Msika C. High tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A long-term follow-up study. J Bone Joint Surg [Am] 1984;66:1040-8.
17. Geiger F, Schneider U, Lukoschek M, Ewerbeck V. External fixation in proximal tibial osteotomy: a comparison of three methods. Int Orthop 1999;23:160-3.
18. Weale AE, Lee AS, MacEachern AG. High tibial osteotomy using a dynamic axial external fixator. Clin Orthop Relat Res 2001;(382):154-67.
19. Kodkani PS. Dome osteotomy of the proximal tibia for genu varum treated with a new fixation device. J Knee Surg 2007;20:111-9.