



Tibial tüberkül osteotomisi endikasyonları ve cerrahi teknikleri

Tibial tubercle osteotomy indications and surgical techniques

Mehmet Aşık, Taha Kızılkurt

İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul

Patellofemoral eklem patolojileri arasında instabilite, kırık-dak hasarları ve artroz sıklıkla görülmektedir. Tibial tüberkül osteotomisi (TTO) konservatif tedaviye cevap vermemiş bu patolojilerin tedavisinde oldukça etkili bir cerrahi tekniktir. Tibial tüberkül osteotomisi, yumuşak doku prosedürleri veya kırık-dak onarım teknikleriyle birleştirilebilir. Tarihsel süreçte birçok TTO tekniği tanımlanmıştır. Patolojiye uygun TTO'yu seçmek tedavi başarısında en önemli adımdır. Bu sebeple patellofemoral eklem karmaşık biyomekaniklerinin tam olarak anlaşılması çok önemlidir. Uygun TTO yöntemi ve düzgün bir cerrahi teknik ile uygulanan TTO, hem patellofemoral instabilitede hem de patellofemoral eklem artrozunda etkili bir cerrahi tekniktir.

Anahtar sözcükler: patellofemoral eklem; tibial tüberkül osteotomisi; kırık-dak; instabilite; artroz

Among the patellofemoral joint pathologies, instability, cartilage damages and arthrosis are frequently observed. Tibial tubercle osteotomy (TTO) is a very effective surgical technique in the treatment of these pathologies that have not responded to conservative treatment. Tibial tubercle osteotomy can be combined with soft tissue procedures or cartilage repair techniques. Many TTO techniques have been defined in the historical process. Choosing the appropriate TTO is the most important step in the success of the treatment. For this reason, it is very important to fully understand the complex biomechanics of the patellofemoral joint. With appropriate TTO method and a proper surgical technique, TTO is an effective surgical technique in both patellofemoral instability and patellofemoral joint arthrosis.

Key words: patellofemoral joint; tibial tubercle osteotomy; cartilage; instability; arthrosis

Tibial tüberkül osteotomisi (TTO) tarihsel süreçte patellofemoral (PF) eklemi etkileyen bir çok sorunun tedavisinde kullanılmıştır. Patellofemoral eklem sorunlarını genel olarak; patellofemoral instabilite, patellanın veya trokleanın fokal kondral defektleri ve patellofemoral eklem artrozu olmak üzere üç ana kategoriye ayırmak mümkündür. Tibial tüberkül osteotomisi tekniklerinin temel amacı, patellofemoral eklem gezinimini (*tracking*) değiştirmek ve/veya kırık-dak binen anormal temas kuvvetini azaltmaktır. Patellofemoral eklem kemik anatomisi, yumuşak doku yapıları ve dinamik kas stabilitesinin karmaşık ilişkilerinin daha iyi anlaşılmasıyla distal yeniden dizilim cerrahi teknikleri, patellofemoral eklem patolojilerinin tedavisinde kritik bir araç haline gelmiştir.^[1] Tibial tüberkül osteotomisi, tek başına uygulanabileceği gibi patellofemoral instabiliteye yönelik yumuşak doku cerrahileri veya patellanın kırık-dak doku restorasyonu-

nu amaçlayan biyolojik tekniklerle kombine olarak da uygulanabilir.^[2]

Roux, 1888'de ilk kez distal yeniden dizilimi cerrahi tekniğini tanımlamıştır. Medial retinakulumun plikasyonu ve lateral retinaküler gevşetmeye ek olarak patellar tendonun lateral yarısının mediale transferini tarif ederek, patella instabilitesini tedavi etmeyi amaçlamıştır.^[3] Hauser, 1938'de ilk olarak tibial tüberkülün (TT) distal ve medial transferini tanımlamıştır. Bu cerrahi teknik ile PF instabilite tedavisinde %67-74 arasında başarılı sonuç bildirilmiştir.^[4] Ancak bu tekniğin uzun dönem sonuçları incelendiğinde PF eklem artrozuyla sonuçlanan birçok vaka görülmüştür. Bu sorunların nedeni olarak TT'nin distale ve posterora doğru yer değiştirmesi suçlanmıştır.^[4]

Trillat ve ark. PF eklem temas basınçlarını azaltmak ve lateral aşırı yüklenmeyi tedavi etmek için, tek

İletişim / Contact: Prof. Dr. Mehmet Aşık • E-posta / E-mail: mehmetasik@hotmail.com

ORCID iD: Mehmet Aşık, 0000-0002-8810-639X • Taha Kızılkurt, 0000-0001-9832-8140

Geliş / Received: 30 Mayıs 2022 • **Revizyon / Revised:** 1 Haziran 2022 • **Kabul / Accepted:** 22 Haziran 2022

düzlem osteotomisi ile TT'nin mediale transferini içeren Elmslie-Trillat tekniği olarak bilinen TTO tekniğini tanımlamışlardır.^[5] Patellofemoral artroz ile ilişkili olan ağrıyı tedavi etmek için, 1981'de Maquet kırkırdak temas basıncını azaltan TT'yi anteriora alan TTO tekniğini tanımlamıştır.^[6] Bu tekniğin sonuçları incelendiğinde hem patellofemoral instabilite hem de TT anteriorunda yumuşak doku problemleri ile karşılaşıldığı görülmüştür.^[6]

Fulkerson, 1983'te çok düzlemli osteotomi ile, TT'yi hem anteriora hem de mediale yer değiştiren anteromedializasyon fikrini popülerleştirmiştir. Fulkerson osteotomisinin patella lateral faset üzerindeki kondral temas basıncını azaltarak ağrıyı azalttığı ve eş zamanlı patellar instabiliteyi engellediği gösterilmiştir. Her hastaya özel patellofemoral eklem sorunlarına göre, çok planlı osteotomiler modifiye edilebilmektedir. Klinik anamnez ve fizik muayenede, instabilite öyküsü, artmış tibial tüberkül-troklear oluk (TT-TO) mesafesi, patella alta/baja veya kondral yaralanmanın olması tedavi şeklini ve TT osteotomi tercihini belirleyen önemli hususlardır.^[7] Doğru endikasyon ve tedavi için cerrahın patellofemoral eklem karmışık biyomekaniğini tam olarak anlaması çok önemlidir.

ANATOMİ VE BİYOMEKANİK

Patellofemoral eklem patolojisi tedavisinde, PF eklem karmışık anatomisine ve biyomekaniğine hakim olmak büyük önem taşımaktadır. Patella, kemik ve yumuşak doku stabilizatörleriyle birlikte distal femoral troklear oluk ile eklemleşen büyük bir sesamoid kemiktir. Patellanın fonksiyonu, ekstansör mekanizmanın kaldıraç kolunu güçlendirmektir. Diz fleksiyonu ve ekstansiyonu sırasında çok yüksek kuvvetler patellanın kırkırdak yüzeyine ulaşmaktadır.^[8]

Diz ekstansiyonda iken patella, troklear oluğun proksimal ve lateralinde yerleşir. Bu pozisyonda, patella stabilitesini sadece yumuşak dokular sağlamaktadır. Dislokasyon genellikle bu pozisyonda olur. Patella yüksekliği normal olan bir hastada, patella distali 20-30° fleksiyonda troklear oluğa girmeye başlar. Fleksiyon hareketi boyunca patellaya, patellar tendon, eklem kapsülü ve bağ yapıları tarafından statik stabilite sağlanır. Medial PF ligament, ilk 30°'lik fleksiyon sırasında patellanın primer stabilizatörüdür, lateral translyasyona karşı stabilitenin yaklaşık %60'ını sağlar.^[9]

Kuadrisepsin PF eklem üzerindeki kuvvet yönü tayini için anterior superior iliak çıkıntından patella ortasına çizilen çizgi ve patella ortasından tibial tüberkül ortasına doğru çizilen çizgi arasında oluşan açı klinik olarak ölçülür (Q açısı). Normal değerler erkekler ve kadınlar için sırasıyla 14° ila 17° arasında olduğu bildirilmiştir.^[10] TTO'nun amacı

da bu açıyı küçülterek patella üzerinde ekstansör mekanizmanın lateral yöndeki kuvvetini azaltmaktır.^[11] Tibial tüberkülün merkezi ile troklear oluk arasındaki mesafe, esas olarak aksiyal düzlemde PF dizilimi tanımlamak için Q açısından daha çok kullanılmaktadır. Tibial tüberkül-troklear oluk mesafesi, bilgisayarlı tomografi (BT) veya manyetik rezonans görüntüleme (MRG) tetkiklerinde iki aksiyel görüntünün (tibial tüberkülün ortası- troklear oluk en derin noktası) üst üste yerleştirilmesiyle ölçülebilir. Normal değerler 10 ile 13 milimetre (mm) arasında değişmektedir; 15 mm'den fazla olması artan instabilite riski ile ilişkilendirilmiştir.^[12] Koronal plandaki alt ekstremitenin ve diz fleksiyon derecelerinin de TT-TO mesafesi üzerinde etkisi olduğu da unutulmamalıdır.^[13]

Sagittal düzlemde diz 30° fleksiyonda iken, patellanın distali eklem hattına veya biraz proksimaline uzanmaz. Patellanın yüksekliğindeki değişiklikler (alta veya baja), patellanın troklea ile temasının başlayacağı açıyı etkiler. Yüksekte yani patella alta, azalmış temas alanı ile daha derin diz fleksiyon açıları troklea ile buluşur. Bu da patellanın subluksasyon riskini artırır.^[14] Aşağıda yani patella bajada ise daha erken fleksiyon derecelerinde troklea ile buluşur bu da PF eklem binen kuvveti artırır ve PF artroz için riski artırır.^[15] Patella yüksekliğini tanımlamak için kullanılan bir çok farklı oran vardır. En yaygın kullanılanlar; patella ve patella tendonunun uzunluğunun bir oran olarak ölçüldüğü Insall-Salvati (normal değer 0,8-1,2); oranı; patella eklem yüzeyinin uzunluğu ile eklem en distalinden tibia platosu üzerindeki en belirgin anterosuperior nokta arasındaki uzunluğun oran olarak ölçüldüğü Caton-Deschamps (normal değer 0,6-1,3) oranıdır.^[16] Aksiyal düzlemde patella, medial ve lateral sınırları femoral sulkustan eşit olacak şekilde yatay olarak uzanmalıdır. Patellar tilt varlığı PF eklemi üzerinde anormal temas kuvvetlere yol açabilir ve genel olarak lateral retinaküler sıkılığın bir sonucudur, kondral dejenerasyona yatkınlık yaratır. Aksiyal BT ve MRG kesitleriyle ya da Merchant grafisiyle patella ve troklea ilişkisi değerlendirilebilir.^[17]

TİBİAL TÜBERKÜL OSTEOTOMİSİ ENDİKASYONLARI

Tibial tüberkül osteotomisinde özellikle doğru endikasyon ve endikasyona uygun teknik seçimi çok önemlidir. Akut ilk kez çıkmış olan patellaya genellikle konservatif tedavi uygulanmaktadır. Bunun istisnası eklem içi serbest cisim ve instabil osteokondral lezyonlardır. İlk travmatik patella çıkığının konservatif tedavisinden sonra bildirilen genel nüks oranı %33'tür.^[18] Genç yaş, açık fizis, sporla ilgili yaralanmalar, patella alta ve troklear displazi nüks için risk faktörü olarak bildirilmiştir.^[19] Tibial tüberkül osteotomisi en yaygın olarak, yeterli süre konservatif

tedaviye rağmen tekrarlayan patella çıkığı veya patellofemoral eklemdaki ağrı için uygulanır. Cerrahi tedavi genellikle hastaya özel klinik ve radyografik değerlendirmeye göre olası bir distal yeniden dizilim osteotomisi ile birlikte bir proksimal yumuşak doku prosedürünü içerir. Genel olarak, TTO en yaygın olarak tibial tüberkülün aşırı lateral pozisyonu (TT-TO > 20 mm) veya patellar yükseklik anormalliği (Caton-Deschamps indeksi > 1,2) olan hastalarda düşünülür.^[18,19] Patellofemoral lezyonlar veya artroz için cerrahi endikasyonlar; konservatif tedaviye rağmen ağrının, mekanik semptomların devam etmesini içermektedir.

TİBİAL TÜBERKÜL OSTEOTOMİSİ KONTRENDİKASYONLARI

Tibial tüberkül osteotomisinin tek mutlak kontrendikasyonu, proksimal tibial fizisin açık olması ve tibial tüberkül apofizinin olgunlaşmamasıdır. Bu popülasyonda yapılan TTO postoperatif genu rekurvatum ile sonuçlanabilir.^[20] Kaynama gecikmesi veya kaynamama riskini en aza indirmek için hastalar TTO öncesi sigarayı bırakmalıdır. Medial patellofemoral instabilite öyküsü olan hastalarda TT'nin medializasyonundan PF eklem çıkık riski sebebiyle kaçınılmalıdır. Aynı zamanda patella medial faset veya trokleana kondropatisi olan hastalarda da yüklenmeyi arttıracığı için izole medializasyon işleminden kaçılmalıdır.^[1,21]

TİBİAL TÜBERKÜL OSTEOTOMİSİ TEKNİKLERİ

Tibial Tüberkül Medializasyon Osteotomisi

Elmslie-Trillat tekniği, tibial tüberkülün izole medializasyonu olarak tanımlanmıştır. Roux-Goldthwait prosedüründe olduğu gibi, tibial tüberkülün medializasyonu ile patellanın lateral kuvvet vektörü azaltılır. Bunu yaparken, patella kırıkdağı üzerindeki temas basıncı mediale kaydırılır ve lateral faset üzerindeki temas basıncı azaltılır. Bu cerrahi teknik için primer endikasyon lateral PF instabilite veya patella lateral gezinim bozukluğudur (*maltracking*).^[5]

Medializasyon TT-TO mesafesini kısaltarak, PF eklemdaki lateral yöndeki kuvvetleri azaltarak lateral PF instabilitesi olan hastalarda tatmin edici sonuçlar vermiştir. Literatürde net bir fikir birliği olmamasına rağmen, ameliyattaki TT-TO mesafe hedefi genellikle 9-15 mm arasında değişmektedir.^[22] Patellofemoral eklem kırıkdağı yüzeye temas basıncı artışı sebebiyle dejeneratif süreci hızlandırdığı, aynı zamanda medial tibio-femoral eklem basıncını da arttırdığı gösterilmiştir. Bundan dolayı dejeneratif diz eklem hastalığı olan hastalarda daha dikkatli olunmalıdır.^[23] Özellikle patella eklem yüzey medial ve

distal kırıkdağı lezyonu olan hastalarda bu TT medializasyon osteotomisinden kaçınılmalıdır. Ayrıca 1 cm'den fazla medialize edilmek istendiğinde tibianın anatomik yapısından dolayı stabil bir tespit elde etmekte zorluk yaşanabileceği her zaman akılda olmalıdır.

Tibial Tüberkül Anteriorizasyon Osteotomisi

İlk olarak 1963'te Maquet tarafından tarif edilen osteotomi, tibial tüberkülün izole anteriorizasyonunu içerir ve ağırlı bir patellofemoral eklemdaki anormal yükü azaltmak için tasarlanmıştır.^[24] Bu cerrahi tekniğin birincil endikasyonu PF eklem ağrısıdır, özellikle hafif/orta PF eklem artrozu veya patellektomi sonrası ağrıya etkilidir.^[25] Patellofemoral eklem instabilitesinde bu teknik uygulanmaz.^[26] Tibial tüberkül ve tibial kresti içeren ortalama 8 mm kalınlığında ve 15 cm uzunluğunda bir kemik fragmanın osteotomlar yardımıyla anteriora doğru yükseltilir. In vitro çalışmalara göre, optimal anteriorizasyonun 10-15 mm arasında olduğu gösterilmiştir.^[27] Ardından iliak kristadan alınan kemik greft ile desteklenir. Kırık, kaynamama ve özellikle cilt nekrozu (%10-37) gibi komplikasyonları mevcuttur ve sonuç olarak Maquet'in osteotomisi şu anda büyük ölçüde gözden düşmüştür.^[28,29] Bununla birlikte, Rue ve ark. anteromedializasyonun kontrendike olduğu patella medial eklem kırıkdağı lezyonu olan hastalarda izole anteriorizasyonun daha avantajlı olabileceğini bildirmişlerdir.^[29]

Tibial Tüberkül Anteromedializasyon Osteotomisi

İlk olarak 1983 yılında Fulkerson tarafından tarif edilen tibial tüberkülün anteromedializasyonu, izole anterior ve medial TTO'larının olumlu yanlarını birleştirmeyi amaçlarken, bu tekniklerin sırasıyla kemik grefti gereksinimi ve iyileşme için sınırlı yüzey alanı gibi olumsuz yanlarının da üstesinden gelmeyi amaçlar.^[7]

Fulkerson osteotomisi uzun ve düzgün geniş yüzeyi, spongios kemik iyileşmesini ve erken stabilite sağlamak için yeterli büyüklükte 2 veya 3 kompresyon vidası yerleştirmek için yeterli alanı sağlamaktadır. Ek olarak osteotominin distale doğru kademeli olarak incilmesi olası iyatrojenik tibia kırığını da engellemektedir. Son olarak, osteotominin modifiye edilebilir açısı, hastanın patolojisine göre tibial tüberkülün en uygun şekilde medialize edilmesi ve anteriora alınması için prosedürün bireyselleştirilmesine izin verir.^[7] Anteromedializasyonun patella gezinim bozukluğunu (*maltracking*) düzeltirken patellofemoral kondral temas basınçlarını da azalttığını göstermiştir.^[30] Dolayısıyla Fulkerson'un anteromedial TTO endikasyonları; konservatif tedaviyle başarısız olan patellofemoral ağrı, PF instabilite veya patella lateral gezinim bozukluğu veya patellar tilttir (lateral basıdır).^[7]

Tibial tüberkül anteromedializasyon osteotomisinde cerrahi teknik

Ameliyata standart anteromedial ve anterolateral portaller kullanılarak tanısal diz artroskopisi ile başlanır. Hem statik hem de dinamik olarak patellofemoral eklem hareketleri değerlendirilir. Patellanın trokleyaya göre pozisyonunu etkileyebileceğinden, eklemi şişirmeden önce değerlendirmek önemlidir. Kıkırdak hasarı ve olası serbest cisim değerlendirilir. Sonrasında gerekli ise kıkırdak ile ilgili işlemler artroskopik olarak yapılır. Radyolojik olarak tespit edilen ve artroskopik olarak da teyit edilen patella lateral tilt varlığında, lateral gevşetme yapılır. Ayrıca TTO'dan önce Hoffa yağ yastıkçığı bölgesindeki infrapatellar plikaların ve kontraktürlerin artroskopik olarak gevşetilmesi patella yüksekliğini ve mobilitesini kontrol etmek için faydalı olmaktadır.

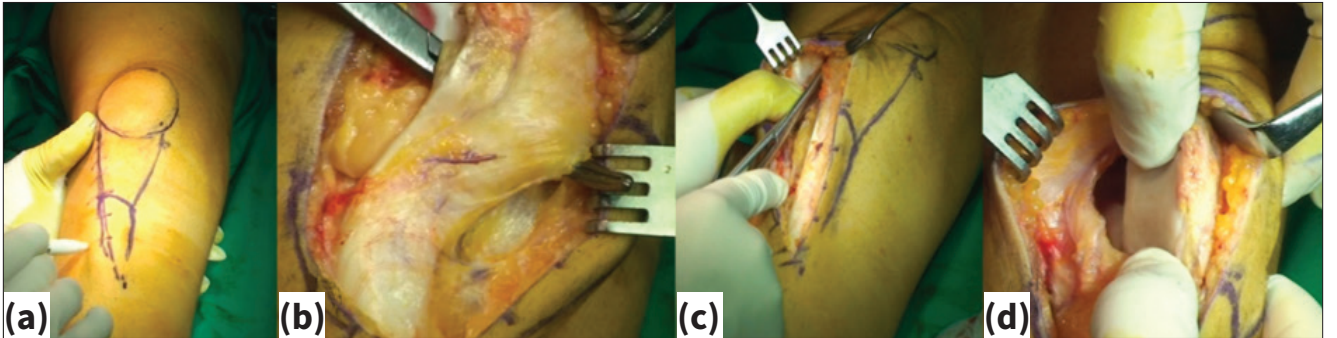
Artroskopiden sonra diz anteriorunda tibial tüberkülün lateralinden artroskopi anterolateral portali hedeflenerek 6-8 cm'lik cilt insizyonu yapılır. İnsizyon, osteotomi sırasında cilt ve yumuşak dokulara verilen hasarı sınırlayacak yeterli uzunlukta yapılmalıdır. İlk olarak patellar tendonun distali ortaya konulmalıdır. Patellar tendonun arkasına hemostat klemp yerleştirebilmek için tendonun medialine ve lateraline, TT'den itibaren proksimale doğru 2 cm'lik kesiler yapılır ve patellar tendon ortaya konur (Şekil 1).

Patellar tendon ortaya konulduktan sonra proksimal tibia anterolateralinden tibialis anterior kası subperiostal olarak sıyrılır. Bu süreçte subperiostal yaklaşım hemostaz ve ameliyat sonrası kanama olmaması için çok önemlidir. Proksimal tibianın anterolaterali görülür hale geldikten sonra tibia posterolateraline Hohmann ekratörleri planlanan osteotomi uzunluğuna konulur.

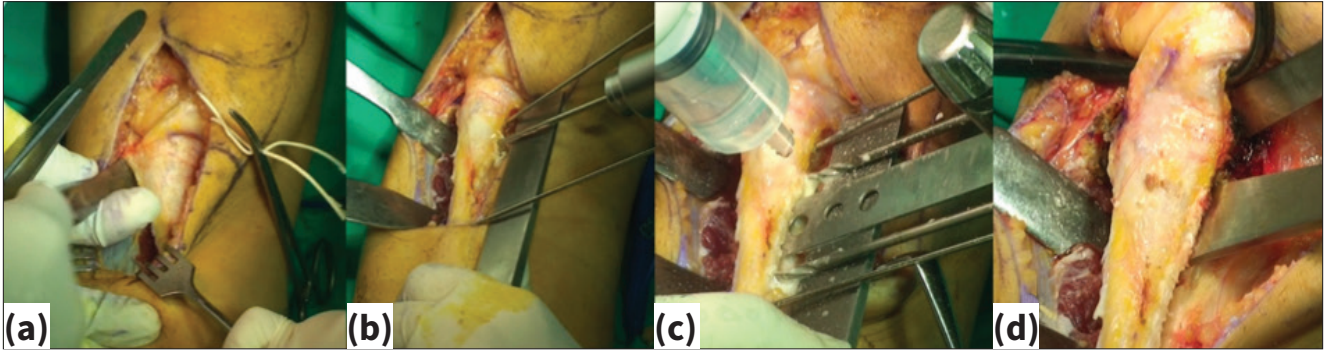
Osteotominin oblisitesi arttıkça anteriorizasyon miktarı daha fazla artacaktır ve PF eklem kıkırdağına binen yükü azaltacaktır. Buna göre modifikasyonu yapılmış ve

planlanmış osteotomi hattı elektrokoter ile çizilir (TT'den başlayıp 6-8 cm distale kadar uzanan osteotomi hattı). Osteotomi çizgisi, osteotominin distalinde anterior tibial korteks ile birleşecek şekilde çizilir. Osteotomi için çeşitli kılavuzlar mevcut olmak ile birlikte osteotomi çizgisine paralel 3-4 adet Kirschner teli de kılavuz olarak kullanılabilir. Osteotomi, oblik olarak medialden laterale ve anteriordan posteriora motor testere ile yapılır. Planlanan osteotominin en distalinden başlamalı ve proksimale doğru ilerlemelidir. Birlikte distalizasyon yapılmayacaksa, osteotominin en distali menteşe görevi görmesi için sağlam bırakılmaya çalışılır. Her zaman tibianın anterolaterali dikkatle gözlenmeli ve testerenin lateralden çıktığından ve posteriora yönelmediğinden emin olunmalıdır. Tüm osteotomi hattı osteotomlar yardımıyla birbiriyle birleştirilir ve tamamlanır (Şekil 2). Osteotominin proksimali TT'nin 0,5-1 cm proksimalinde olacak şekilde lateralden ve proksimalden eşit açılarla yapılarak tamamlanır. Bu sayede artık TT tam olarak mobil hâle gelmiş olur. Artık bundan sonra osteotomlar ile ayrılan TT, osteotominin oblik düzlemi boyunca anteriora ve mediale çekilebilir. Bu noktada planlanan kadar hareket ettirilen TT, iki adet Kirschner teli ile geçici olarak sabit hale getirilir ve PF eklem dinamik olarak muayene edilir. Medialde aşırı basıyı ve anormal medial gezinimi engellemek amacıyla 1 cm'den daha fazla medializasyon önerilmemektedir.^[7]

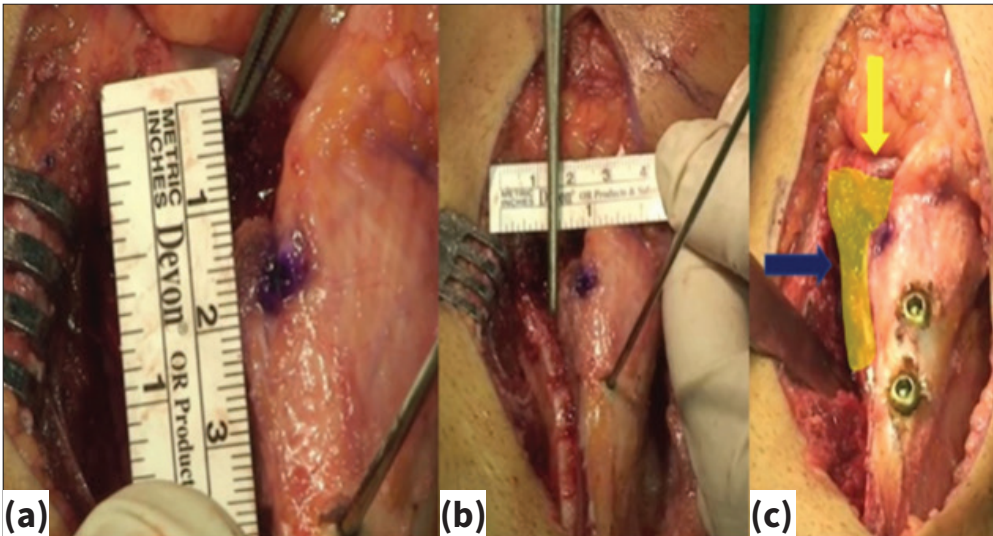
Fiksasyon için, yakın korteks daha kalın, karşı korteks daha ince delinerek lag vidası tekniği ile iki adet tam yivli 4,5 mm vidalar kullanılır. Vidalar TT proksimalinin yaklaşık 1 cm distalinden başlamalı ve kırık riskini azaltmak için 2 cm aralıklı olmalıdır. Mümkün olduğunca osteotomi düzlemine dik olarak hedeflenmelidir. Genellikle iki adet vida ile yeterli stabilite sağlayabilmektedir, gerektiğinde 3 vida da kullanılabilir. (Şekil 3-4). Turnike açıldıktan sonra hemostaz için azami dikkat gösterilmelidir. Ön kompartman olası kompartman sendromundan kaçınmak amacıyla açık bırakılabilir.



Şekil 1.a-d. Patellar tendon lateralinden 8-10 cm'lik cilt kesisi (a), patellar tendonun medial ve lateral sınırının ortaya konması (b), osteotomi için uygulanan cilt kesisinin proksimalinden lateral gevşetme yapılması (gereklilik hâlinde) (c), patellanın kıkırdak yüzeyinin değerlendirilmesi (d).



Şekil 2.a-d. Tibialis anterior kasının kemikten sıyrılması (a), yapılacak osteotomi hattına uygun istenilen açı doğrultusunda yollanılan Kirschner telleri (b), motor testere ile kılavuz telleri doğrultusunda osteotomi yapılması (c), osteotomi hattının proksimal ve distal hattının osteotomlar yardımıyla birleştirilmesi (d).



Şekil 3.a-c. Tibial tüberkül medializasyon ve distalizasyon miktarının ölçülmesi (a), Kirschner teli ile geçici tespit (b), istenilen miktarda kaydırma sonrası tibial tüberkülün tespiti (Sarı alan: Tibial tüberkülün önceki yeri) (c).

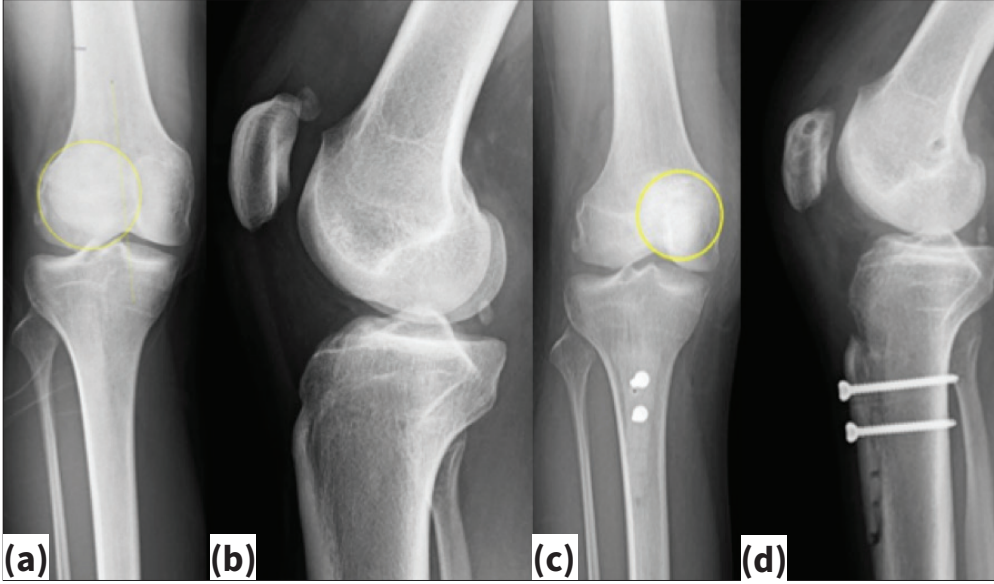
Tibial Tüberkülün Proksimalizasyon veya Distalizasyon Osteotomileri

Tibial tüberkülün proksimalizasyonu, travmaya; en sık olarak da cerrahi travmaya bağlı gelişen artrofibrotik reaksiyonun bir bileşeni olan patella baja (infera)'yı düzeltmeye yönelik bir işlemdir.^[31]

Tibial tüberkülün distalizasyonu, tipik olarak patellar instabilite ile ilişkili patella altanın tedavisi içindir. Bu nedenle de tek başına yapılan bir işlem olmaktan çok, genellikle instabilite için uygulanan bir cerrahi girişimin (tibial tüberkülün medial/anteromedial transferi vb.) bir bileşenidir.^[32]

TİBİAL TÜBERKÜL OSTEOTOMİSİ KOMPLİKASYONLARI

Servien ve meslektaşları, distal yeniden dizilim prosedürlerinin komplikasyon oranını %7,4 olarak bildirmişlerdir.^[33] En çok rapor edilen “komplikasyon” implant rahatsızlığıdır, implantın çıkartılması sonrasında ise tedavi sağlanmaktadır.^[34] Gecikmiş yara iyileşmesi, yüzeysel yara enfeksiyonu ve cilt irritasyonu gibi cerrahi dışı yöntemler ile üstesinden gelinebilecek minör komplikasyonlar bildirilmiştir. Kaynamamanın sigara, usulüne uygun olmayan osteotomi, yetersiz fiksasyon veya hasta uyumsuzluğu ile ilişkili olması muhtemeldir. Kompresyon vidası ile fiksasyon kaynamama riskini %3,7'ye kadar düşürmektedir.^[35] Proksimal tibia kırığı için osteotomi



Şekil 4.a-d. Patellofemoral instabilite nedeniyle TT anteromedializasyon ve distalizasyon osteotomisi planlanan hastanın ön-arka grafisinde lateral yerleşimli patella (sarı çember) (a) ve yüksek yerleşimli patellayı (patella alta) gösteren lateral diz grafisi (b), TT anteromedializasyon ve distalizasyon osteotomisi yapılmış hastanın diz ön-arka grafisinde medialize edilmiş patella (sarı çember) (c), normal yüksekliği sağlanmış patellayı gösteren diz lateral grafisi (d).

TT: Tibial tüberkül.

bölgesi stres artırıcı risk faktörü olduğundan, bu komplikasyondan korunmak için tam yük verme konusunda yavaş davranılmalıdır. Nadir olmasına rağmen kompartman sendromu olabilir. Kompartman sendromundan kaçınmada yeterli hemostaz sağlamak için çalışmalı ve bu komplikasyon için her zaman uyanık kalınmalıdır. Ayrıca osteotomi sonrası anterior kompartmanın tam kapatılmayıp, açık bırakılması bu riski azaltmaktadır.^[7]

AMELİYAT SONRASI BAKIM VE REHABİLİTASYON

Hastaya ameliyattan hemen sonra yataktayken dizlik içinde ayak bileği dorsifleksiyon plantar fleksiyon egzersizleri, izometrik kuadriseps egzersizleri, çift kanedyen ile ameliyat olan ekstremiteye yük vermeden yürüme, oturma-kalkma, merdiven çıkma öğretilir ve uygulama konusunda yardım edilerek hasta cesaretlendirilir.

Sürekli pasif hareket (*Continuous passive motion*, CPM) cihazı ile yataktayken diz ekleme hareket açıklığı (EHA) ameliyatta öngörülen fleksiyon açısına kadar (genellikle 0-30° başlanarak 3-4 günde 90°'ye ulaşılır) düşük hızda başlanır. Düz bacak kaldırmaya erken dönemde izin verilmez. Gün içerisinde en az iki kez dizlik çıkartılarak

aktif diz fleksiyonu ve pasif ekstansiyon fizyoterapistler eşliğinde hastaya yaptırılır.^[36]

Tibial tüberkül osteotomisi ameliyatı uygulanan hastalara altı aylık bir zaman dilimine yayılan kademeli bir rehabilitasyon programı uygulanır. Burada dikkat edilmesi gereken temel nokta; her bir hastanın, bir önceki aşamayı tam olarak başarmadan sonraki aşamaya geçirilmemesidir (Tablo 1).^[36] Bu fizik tedavi protokolü içerisinde özellikle vurgulanması gereken iki önemli kavram “yük verme” ve “hareket açıklığı”dır.

SONUÇ

Tibial tüberkül osteotomisi teknikleri patellofemoral instabilite, kondral yaralanma ve patellofemoral eklem artroz tedavisi için birçok seçenek sunmaktadır. Bu sebeple TTO planlanırken, ameliyatın amacının PF eklem dizilim ve gezinimini düzeltmek mi, kondral yüzeye binen kuvveti azaltmak mı yoksa ikisinin bir kombinasyonu mu olduğu konusunda net bir amaca sahip olmak önemlidir. Uygun hasta seçimi ve altta yatan sebebe bağlı olarak TT osteotomi açısının modifiye edilmesi ve titiz cerrahi teknik ile mükemmel sonuçlara ulaşmak mümkündür.

Tablo 1. Tibial tüberkül osteotomisi cerrahisi sonrası rehabilitasyon programı**0-2 hafta:**

Kuadriseps izometrik setler ve ayak bileği EHA egzersizleri breys içinde hemen başlanır.
Kilitli breys (*brace*) sürekli takılı (EHA egzersizleri ve hijyenik ihtiyaçlar dışında)
Pasif 0-90° EHA egzersizleri için breys çıkartılır. (CPM – açılı ayarlı breys içinde de uygulanabilir.)
Koltuk değneği ile yük vermeden mobilizasyon

2-6 hafta:

Koltuk değnekleri ile başparmak yere dokunacak şekilde (*toe-touch*) yük verilebilir.
Breys ilk iki haftadaki gibi devam
Pasif 0-90° EHA egzersizleri için breys çıkartılır
Kuadriseps izometrik setler, ayak bileği EHA egzersizleri breys içinde devam;

6-8 hafta:

Radyolojik kaynama sorunsuzsa tam yük vererek yürümeye geçiş; breys çıkarılabilir.
Aktif tam hareket açıklığı egzersizleri
Düz bacak kaldırma başlanır, duvarda 45° dereceye kadar ekstansiyon çalışma, *Thera-band*

8-12 hafta:

Tam yük verme, breys çıkartılır
Daha önceki egzersizlere ek olarak hamstring güçlendirme başlanır. *Thera-band* ile 0-45°
10. haftada hafif açık-zincir egzersizleri başlanır

3-4 ay:

Düşük tempoda yürüyüş bandı, denge ve propriosepsiyon egzersizlerine geçiş
Spora has manevralar, alıştırılmalar

4-6 ay:

İleri kapalı-zincir kuvvet çalışmaları
Pliometrik (sıçramayı kolaylaştırıcı) egzersizlere hafif düzeyde başlama

CPM: *Continuous passive motion* (sürekli pasif hareket), EHA: Eklem hareket açıklığı.

KAYNAKLAR

- Gardner EC, Molho DA, Fulkerson JP. Coronal Malalignment-When and How to Perform a Tibial Tubercle Osteotomy. *Clin Sports Med Jan 2022*;41(1):15-26. [Crossref](#)
- Grawe B, Stein BE. Tibial tubercle osteotomy: indication and techniques. *J Knee Surg 2015*;28(4):279-84. [Crossref](#)
- Roux C. Recurrent dislocation of the patella: operative treatment, 1888. *Clin Orthop Relat Res 2006*;452:17-20. [Crossref](#)
- Hauser ED. Total tendon transplant for slipping patella: a new operation for recurrent dislocation of the patella, 1938. *Clin Orthop Relat Res 2006*;452:7-16. [Crossref](#)
- Trillat A, Dejour H, Couette A. [Diagnosis and treatment of recurrent dislocations of the patella]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1964*;50:813-24.
- Radin EL. The Maquet procedure--anterior displacement of the tibial tubercle. Indications, contraindications, and precautions. *Clin Orthop Relat Res 1986*;213:241-8. [Crossref](#)
- Fulkerson JP. Anteromedialization of the tibial tuberosity for patellofemoral malalignment. *Clin Orthop Relat Res 1983*;177:176-81. [Crossref](#)
- Aşık M, Ergin ÖN, Kızılkurt T. Tibial Tüberkül Transferi. In: Aşık M, Kaya D, Polat G, İrem D, eds. *Sık Yapılan Ortopedik Ameliyatlar ve Rehabilitasyon Yaklaşımları*. İstanbul Tıp Kitapevleri; 2021.
- Feller JA, Amis AA, Andrish JT, Arendt EA, Erasmus PJ, Powers CM. Surgical biomechanics of the patellofemoral joint. *Arthroscopy 2007*;23(5):542-53. [Crossref](#)
- Aglietti P, Insall JN, Cerulli G. Patellar pain and incongruence. I: Measurements of incongruence. *Clin Orthop Relat Res 1983*;176:217-24. [Crossref](#)
- Camp CL, Stuart MJ, Krych AJ, Levy BA, Bond JR, Collins MS, et al. CT and MRI measurements of tibial tubercle-trochlear groove distances are not equivalent in patients with patellar instability. *Am J Sports Med 2013*;41(8):1835-40. [Crossref](#)
- Beaconsfield T, Pintore E, Maffulli N, Petri GJ. Radiological measurements in patellofemoral disorders. A review. *Clin Orthop Relat Res 1994*;308:18-28. [Crossref](#)
- Seitlinger G, Scheurecker G, Högl R, Labey L, Innocenti B, Hofmann S. The position of the tibia tubercle in 0-90 flexion: comparing patients with patella dislocation to healthy volunteers. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2014*;22(10):2396-400. [Crossref](#)

14. Ward SR, Terk MR, Powers CM. Patella alta: association with patellofemoral alignment and changes in contact area during weight-bearing. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(8):1749-55. **Crossref**
15. Guido W, Christian H, Elmar H, Elisabeth A, Christian F. Treatment of patella baja by a modified Z-plasty. *KSSTA* 2016;24(9):2943-7. **Crossref**
16. Feller JA. Distal realignment (tibial tuberosity transfer). *Sports Med Arthrosc Rev* 2012;20(3):152-61. **Crossref**
17. Grelsamer RP, Proctor CS, Bazos AN. Evaluation of patellar shape in the sagittal plane. A clinical analysis. *Am J Sports Med* 1994;22(1):61-6. **Crossref**
18. Erickson BJ, Mascarenhas R, Sayegh ET, Saltzman B, Verma NN, Bush-Joseph CA, et al. Does operative treatment of first-time patellar dislocations lead to increased patellofemoral stability? A systematic review of overlapping meta-analyses. *Arthroscopy* 2015;31(6):1207-15. **Crossref**
19. Lewallen L, McIntosh A, Dahm D. First-time patellofemoral dislocation: risk factors for recurrent instability. *J Knee Surg* 2015;28(4):303-9. **Crossref**
20. Hinton RY, Sharma KM. Acute and recurrent patellar instability in the young athlete. *Orthop Clin North Am* 2003;34(3):385-96. **Crossref**
21. Sherman SL, Erickson BJ, Cvetanovich GL, Chalmers PN, Farr J 2nd, Bach BR Jr, et al. Tibial Tuberosity osteotomy: indications, techniques, and outcomes. *Am J Sports Med* 2014;42(8):2006-17. **Crossref**
22. Tecklenburg K, Feller J, Whitehead T, Webster K, Elzarka A. Outcome of surgery for recurrent patellar dislocation based on the distance of the tibial tuberosity to the trochlear groove. *J Bone Joint Surg Br* 2010;92(10):1376-80. **Crossref**
23. Kuroda R, Kambic H, Valdevit A, Andrish JT. Articular cartilage contact pressure after tibial tuberosity transfer. A cadaveric study. *Am J Sports Med* 2001;29(4):403-9. **Crossref**
24. Maquet P. A biomechanical treatment of femoro-patellar arthrosis: advancement of the patellar tendon. *Rev Rhum Mal Osteoartic* 1963;30:779.
25. Jenny JY, Sader Z, Henry A, Jenny G, Jaeger JH. Elevation of the tibial tubercle for patellofemoral pain syndrome. An 8- to 15-year follow-up. *KSSTA* 1996;4(2):92-6. **Crossref**
26. Grimm NL, Lazarides AL, Amendola A. Tibial tubercle osteotomies: a review of a treatment for recurrent patellar instability. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2018;11(2):266-71. **Crossref**
27. Ferrandez L, Usabiaga J, Yubero J, Sagarra J, De No L. An experimental study of the redistribution of patellofemoral pressures by the anterior displacement of the anterior tuberosity of the tibia. *Clin Orthop Relat Res* 1989;(238):183-9. **Crossref**
28. Kadambande SS, Auyeung J, Ghandour A, Mintowt-Czyz W. A review of wound healing following Maquet osteotomy. *The Knee* 2004;11(6):463-7. **Crossref**
29. Rue JP, Colton A, Zare SM, et al. Trochlear contact pressures after straight anteriorization of the tibial tuberosity. *Am J Sports Med* 2008;36(10):1953-9. **Crossref**
30. Ramappa AJ, Apreleva M, Harrold FR, Fitzgibbons PG, Wilson DR, Gill TJ. The effects of medialization and anteromedialization of the tibial tubercle on patellofemoral mechanics and kinematics. *Am J Sports Med* 2006;34(5):749-56. **Crossref**
31. Farr J. Autologous chondrocyte implantation improves patellofemoral cartilage treatment outcomes. *Clinical orthopaedics and related research*. Oct 2007;463:187-94. **Crossref**
32. MJ AL-S, Cameron JC. Functional outcome after tibial tubercle transfer for the painful patella alta. *Clinical orthopaedics and related research*. Mar 2002;(396):152-62. **Crossref**
33. Servien E, Verdonk PC, Neyret P. Tibial tuberosity transfer for episodic patellar dislocation. *Sports Med Arthrosc Rev* 2007;15(2):61-7. **Crossref**
34. Tjoumakaris FP, Forsythe B, Bradley JP. Patellofemoral instability in athletes: treatment via modified fulkerson osteotomy and lateral release. *Am J Sports Med* 2010;38(5):992-9. **Crossref**
35. Farr J, Schepsis A, Cole B, Fulkerson J, Lewis P. Anteromedialization-review and technique. *J Knee Surg* 2007;20(02):120-8. **Crossref**
36. Bicos J, Fulkerson JP. Indications and technique of distal tibial tubercle anteromedialization. *Operative Techniques in Orthopaedics* 2007;17(4):223-3. **Crossref**