



Sagittal plan deformiteleri ve tedavisi

Sagittal plane deformities and their treatment

Mehmet Halıcı

Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Kayseri

Ekstremitelerin uygun dizilimi, efektif yük aktarımı ve mekanik kuvvetin verimli şekilde kullanılması için son derece önemlidir. Bu mekanik aktarım zincirinin çeşitli nedenlerle bozulduğu durumlarda hareket momentleri ve basınç noktaları değişerek uzun dönemde eklem üzerindeki optimum yük dağılımını bozup artrite sebep olmaktadır. Sagittal plandaki dizilim bozuklukları genellikle komşu eklemler tarafından iyi kompanse edilir, ancak en yüksek enerji veriminin sağlanması için optimal dizilimin yeniden sağlanması gereklidir. Optimal sagittal dizilim, ekstremiteden elde edilen proprioseptif verinin yorumlanması sonucunda ilgili ligament ve tendonların gerilim kuvvetinin serebro-musküler kontrolü açısından önem taşımaktadır. Sagittal plan deformitelerinin belirlenmesi için uygun mekanik ve anatomik eksen ölçümleri yapılır. Bu ölçümler kompensasyon mekanizmaları göz önünde bulundurularak hem dinamik hem statik olarak değerlendirilmelidir. Alt ekstremitte sagittal plan deformiteleri yürümenin mekanik fazları ile doğrudan ilişkilidir böylece hastanın ambulatuvar durumu ile direkt olarak ilişkilidir. Bu yazının amacı, sagittal plan deformitelerinin tanısını, anatomi ve mekanik arasındaki ilişkiyi ve bu patolojiye sahip olguların yönetimini irdelemektedir.

Anahtar sözcükler: sagittal plan deformitesi; deformite planlama; yumuşak doku girişimleri; cerrahi yaklaşım

Appropriate alignment of the extremity is crucial to maintain efficient use of force and proper load distribution on the joint surface. Disruption of regular alignment causes abnormal pressure zones on the joint surfaces and muscle, ligament and tendon imbalance which triggers the degradation of the cartilage and causing arthrosis in the long term. Sagittal plane deformities are mostly well-compensated by juxta-articular joints. However, efficient movement of the extremity is only possible with correctly aligned anatomic structures. Besides, anatomic alignment of the extremity is also associated with the proprioceptive sensation which is essential to regulate the tension of surrounding muscles, ligaments and tendons. Accurate radiographic measurements should be made to evaluate deformity. Both static and dynamic measurements should be carried out considering the compensation mechanisms. Sagittal plane deformities of the lower extremity directly associated walking and movement and therefore, the ambulatory status of the patient. The objective of this chapter is to explain the diagnosis, management and anatomic and mechanic relations of the sagittal plane deformities.

Key words: sagittal plane deformity; deformity planning; soft tissue procedures; surgical approaches

Sagittal plan deformiteleri frontal plan deformitelerine göre daha iyi tolere edilir ve klinik olarak daha az bulgu verir. Sagittal plandaki dizilim bozuklukları; kalça, diz, ayak bileği, subtalar ve orta ayak eklemleri tarafından telafi edilir. Sagittal plan deformiteleri ilerleyen süreçte semptomatik hale gelebilir ve geç dönemde dejeneratif artrit gelişebilir.

Distal tibia rekurvatum deformitelerinde, talusun kaplanması azalır ve geç dönemde dejeneratif değişiklikler görülür. Distal tibia prokurvatum deformitesi, tibiotalar eklem anteriorunda sıkışmaya ve ağrıya yol açar. Proksimal tibial rekurvatum, sıklıkla patellar kondromalazi oluşumuyla birlikte. Proksimal tibial

prokurvatum ise; dizde fleksiyon deformitesi, kondromalazi patella ve ağrı ile birlikte. Distal femoral prokurvatum deformitesi; posterior kapsülde gerilme ile birlikte, dizde fleksiyon deformitesi ve kondromalazi patella ile seyredir. Distal femoral rekurvatum deformitesi ise; dizde fleksiyon kaybı ile birlikte. Proksimal femoral fleksiyon ve ekstansiyon deformiteleri nadiren semptomatik olup, lomber vertebralardan kompanse edilir. Kalçanın sabit fleksiyon deformiteleri; lomber hiperlordoz, sabit ekstansiyon deformiteleri ise; kalça fleksiyonunda azalma ile birlikte.^[1]

Diz tam ekstansiyonda iken sagittal planda alt ekstremitenin mekanik eksenini, femur başı orta noktası ile

ayak bileği eklemının ortasından çizilen çizgi, diz eklemının anteriorundan geçecek şekilde olup, bu dizilim diz eklemının ekstansiyonda kilitlenmesine olanak sağlar. Alt ekstremitenin mekanik eksenini diz eklemının pivot noktasından geçerse, diz eklemi 5° fleksiyonda olur.^[2] Bu durumda tek ayak adım atma sonrası, dizde son 5°'lik ekstansiyonda kısıtlılık oluşur. Dizde tam ekstansiyon veya hiperekstansiyon, paralitık durumlar dışında nadiren görülür. Hastalarda pasif olarak belirgin hiperekstansiyon görülmesine rağmen yürüyüş esnasında diz hiperekstansiyona gelmez. Bu durum serebrokortikal ve proprioseptif kontrolün, ligament ve kapsüller etkiden daha baskın olmasıyla gerçekleşir. Normal sagittal dizilim, femurun anteriorundan aşağıya doğru çizilen çizginin, proksimal tibianın anterior korteksinden devamı şeklinde olup, bu alt ekstremitenin uygun dizilimi olarak kabul edilir.^[3]

Ameliyat öncesi; sagittal plan deformitelerinin değerlendirilmesinde anatomik eksen metodu kullanılabilir. Anatomik eksen metodunda; diafizin ortasından geçen çizgiler ile eklem oryantasyon çizgilerinin kesişim noktasında oluşan açısal ölçümler kullanılır. Tek taraflı deformitelerde, karşı ekstremitte şablon olarak kullanılabilir. Ancak elde veri olmadığı durumlarda ortalama değerler kullanılabilir.^[4] Sagittal plan dizilim bozuklukları; femur ya da tibianın deformiteleri kaynaklı olabilir gibi, diz eklemi kontraktür, laksite ya da sublüksasyonları kaynaklı da olabilir.^[5]

Sagittal Plan Dizilim Bozukluğunun Değerlendirilmesi

Alt ekstremitenin sagittal plandaki dizilim bozukluğu, frontal plana göre daha iyi tolere edilir. Frontal planda dizin hareket açıklığını tolere edecek bir mekanizma yok iken, sagittal planda diz hareketleri; kalça, diz, ayak bileği dizilimi ile normal diz hareketi ve yürüyüşten etkilenir. Bu yüzden statik olarak frontal dizilimi değerlendirmek yeterli olmasına karşın, sagittal planı mutlak dinamik faktörlerle birlikte değerlendirmek gereklidir.

Kalçanın rotasyon merkezinden başlayıp, femur başının orta noktasından ayak bileğinin rotasyon merkezine çizilen çizgi (lateral radyografide talusun lateral çıkıntısının tepesi) sagittal planda alt ekstremitenin mekanik eksenidir. Diz tam ekstansiyonda iken, alt ekstremitenin mekanik eksenini diz eklemının rotasyon merkezinin anteriorundan geçer. Diz eklemi rotasyon merkezi, lateral radyografide femurun posterior korteksinden aşağıya doğru uzanan çizgi ile Blumensaat çizgisinin kesiştiği noktadır. Bu durumda diz eklemi tam ekstansiyonda kilitlenerek kuadriseps adelesinin gevşemesine yol açar. Sagittal planda mekanik eksen dizin rotasyon merkezinin anteriorundan geçmez ise; dizdeki deformite nedeniyle kuadriseps adelesi sürekli dizi ekstansiyonda

tutmaya çalışır, bu durum kuadriseps adelesinin güçsüzlüğüne neden olur. Mekanik eksenini daha öne taşımak paralitık hastalarda (poliomyelitis, spina bifida vb.) diz kilitlenmesini sağlamak için en önemli telafi mekanizmasıdır. Sagittal planda dizin rotasyon merkezi, diz eklemi 5°-10° fleksiyonda iken normalde aynı çizgi üzerinde yer alır (Şekil 1).

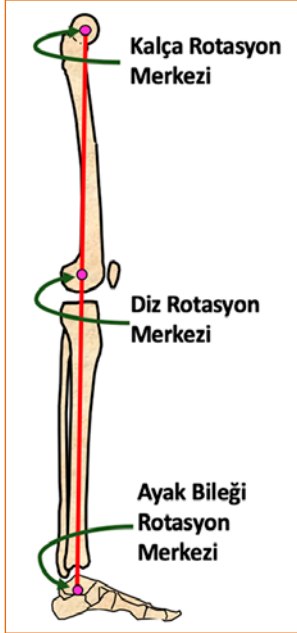
Normal yürüyüş esnasında diz ekstansiyonu 5°'den fazla olmaz. Bu kapsüloligamentöz yapının, terminal ekstansiyonu yürüyüş esnasında sınırlamasıyla olur. Hamstring adelelerinin kasılması, yürüyüş esnasında terminal ekstansiyonu sınırlar ve bu esnada hiperekstansiyon görülmez. Tibianın rekurvatum deformitesi, diz eklemінде fleksiyon kaybı ile kompanse edilirken, femurun fleksiyon deformitesi diz eklemının hiperekstansiyonuna yol açar. Frontal plandaki dizilim bozuklukları dizin her bir kompartmanında yüklenmeye yol açar ancak sagittal planda yuvarlak şekli nedeniyle bir kompartmana frontal plandaki kadar yük binmez. Bu bakımdan erken osteoartritık lezyonlar, femurun posteriorundan daha çok anteriorunda görülür. Dizde maksimum yüklenme dizin 15°-20° fleksiyonunda olur.

Dizin sagittal plandaki dizilim bozukluğu frontal plana göre daha iyi tolere edilir. Bunun en önemli nedeni; kalça, diz ve ayak bileği eklemi tarafından telafi edilebilmesidir. Tibianın rekurvasyon deformitesi diz fleksiyon kontraktürü ile telafi edilirken, distal femurun fleksiyon deformitesi ise diz eklemının hiperekstansiyonu ile telafi edilebilmektedir. Bu özellikle rekurvasyon deformiteleri için geçerli olup, prokurvasyon deformitelerinde ise daha sınırlıdır.

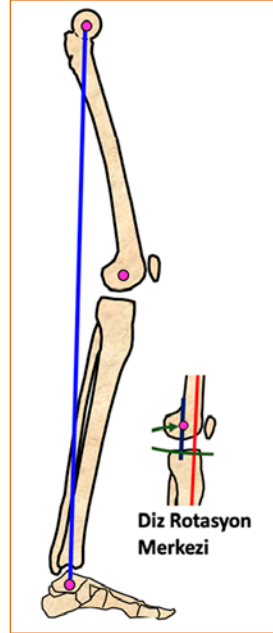
Sagittal plan dizilim bozukluğunun diğer bir nedeni ise diz eklemının sublüksasyonudur. Normal olarak diz tam ekstansiyonda iken, sagittal planda lateral femoral kondilin ortası ile tibianın orta sagittal noktası aynı düzlem üzerindedir. Femur ve tibianın sagittal planda orta noktalarından geçen çizginin, orta hattın 3 mm'den fazla olması; anterior veya posterior diz sublüksasyonudur.

Frontal plan dizilim bozukluğunun değerlendirilmesinde; lateral veya medial eksen sapması değerlendirilmede kriter olarak alınmaktadır. Aynı şekilde sagittal planda dizilim bozukluğunun değerlendirilmesinde fleksiyon ve ekstansiyon deformitesinin varlığına bakılır. Sagittal planda fleksiyon dizilim bozukluğu var ise; alt ekstremitenin mekanik eksenini dizin rotasyon merkezinin posteriorundan geçerken, ekstansiyon dizilim bozukluğunda ise, mekanik eksen 5° hiperekstansiyonadadır (Şekil 2, 3).

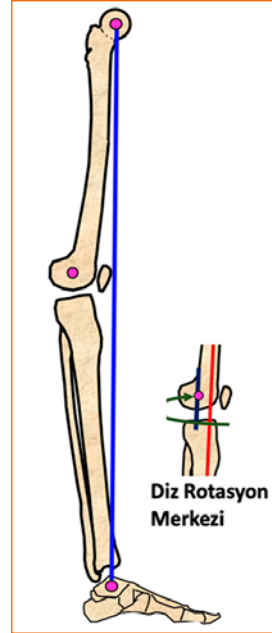
Fleksiyon ve ekstansiyonda eklemdeki kompensatuar hareket yüzünden, sagittal plan dizilim bozukluğunda yanlış ölçümler yapılabilir. Sagittal planda kemik



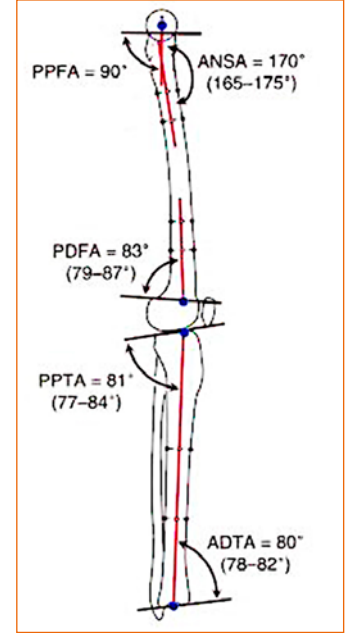
Şekil 1. Normalde kalça, diz ve ayak bileğinin rotasyon merkezleri, diz 5° - 10° fleksiyonda iken aynı doğru üzerindedir.



Şekil 2. Fleksiyon dizilim bozukluğu: Dizin maksimum ekstansiyonda çekilen radyografisinde sagittal plandaki mekanik eksen, diz rotasyon merkezinin anteriorundan geçmiyorsa fleksiyon dizilim bozukluğu vardır.

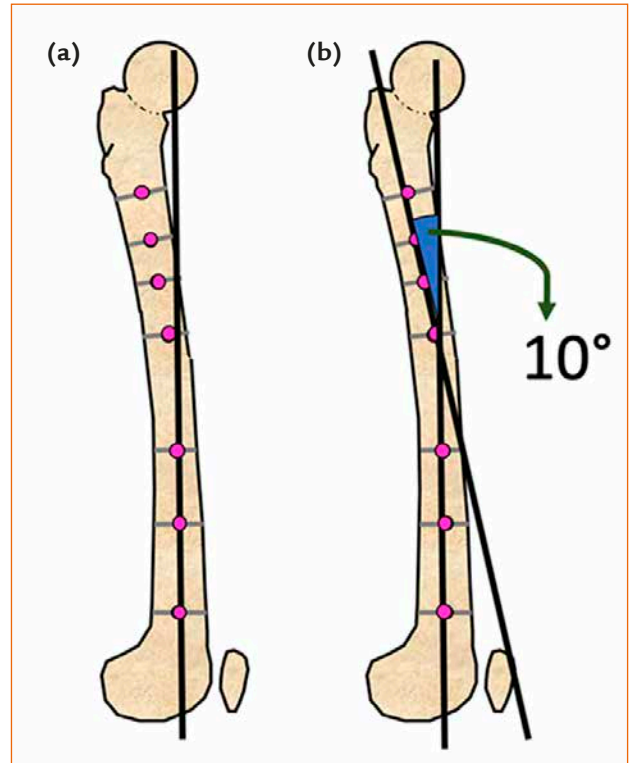


Şekil 3. Ekstansiyon dizilim bozukluğu: Sagittal planda diz pasif olarak 5° 'den daha fazla ekstansiyona getirilebiliyorsa ekstansiyon dizilim bozukluğu vardır.

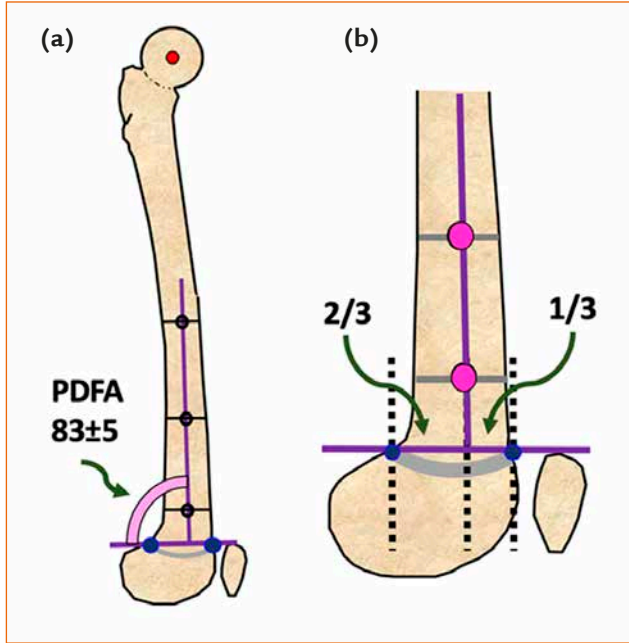


Şekil 4. Sagittal planda anatomik eksene göre eklem oryantasyonlarının normal değerleri.

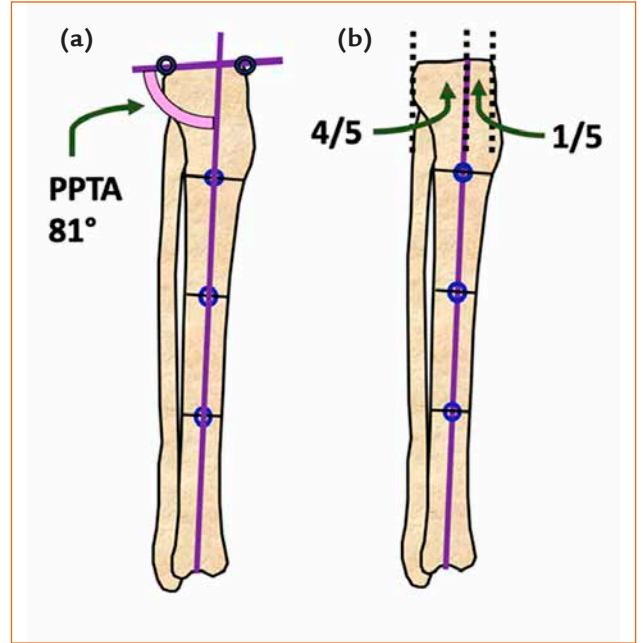
deformitelerinin değerlendirilmesinde; distal femur ve proksimal tibia eklem oryantasyonlarının değerlendirilmesi gereklidir. Tibianın sagittal planda normal olarak anatomik ekseninin; proksimalde tibial eklem çizgisinin 1/5 ön kısmıyla, distalde ise orta noktasından geçirilen çizgilerin eklem yüzeyi ile birleştirilmesiyle eklem oryantasyonları değerlendirilebilir. Proksimalde aPPTA (anatomik Proksimal Posterior Tibial Açısı) $81^{\circ} \pm 4^{\circ}$ iken, distalde aADTA (anatomik Anterior Distal Tibial Açısı) $80^{\circ} \pm 2^{\circ}$ 'dir. Normal olarak femur distal diafizinin orta noktasından geçen çizginin Blumensaat çizgisiyle kesiştiği noktanın posteriorundaki açı aPDFFA (anatomik Posterior Distal Femoral Açısı) olup, $83^{\circ} \pm 4^{\circ}$ 'dir. Proksimalde diafizinin ortasından geçen çizgi ile femur boynu ortasından çizilen çizginin kesişim noktasının posteriorunda oluşan açı aPPFA (anatomik Posterior Proksimal Femoral Açısı) 90° 'dir. Femurun proksimalde diafizinin orta noktasından geçen çizgi ile epifiz hattı veya kapanma çizgisi arasında oluşan açı ANSA olup, normal değeri $170^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 'dir (Şekil 4). Sagittal planda proksimal ve distal middiafizer çizgilerin kesişme noktası MDA (middiafizer açısı) olup, 10° 'dir (Şekil 5). Mekanik eksene göre, sagittal planda femur başı orta



Şekil 5. a, b. Femur sagittal planda düz değildir. Bu eğrilik nedeniyle, femurun proksimal ve distal yarısının anatomik eksenini ayrı çizilir. İki eksen arasında normalde 10° açı vardır.



Şekil 6. a, b. aPDFA açısı; distal femur oryantasyon hattı, femur anatomik eksenini ile posteriorda ortalama 83°'lik bir açı yapar (a). Femur anatomik eksenini distal femur oryantasyon hattını 1/3 anteriorda keser (b).

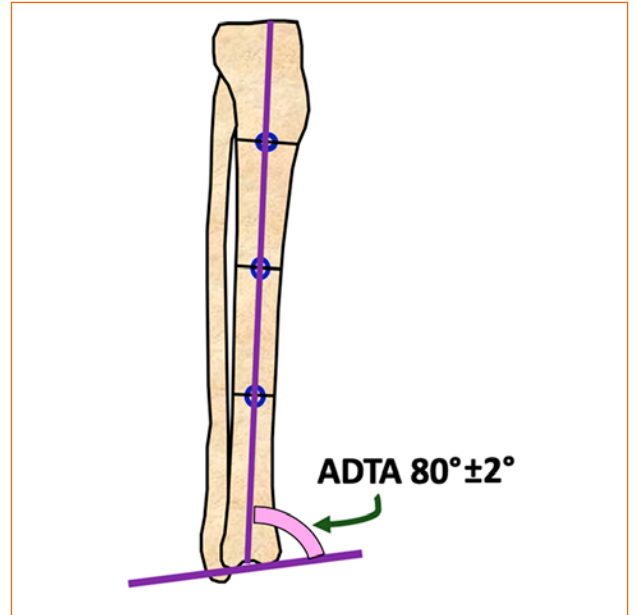


Şekil 7. a, b. Tibia anatomik ekseninin proksimal tibia eklem oryantasyon hattını kesmesi ile aPPTA açısı oluşur.

noktası ile Blumensaat çizgisinin 1/3 ön kısmının birleştirilmesi sonrası posteriorda oluşan açığa mPDFA (mekanik Posterior Distal Femoral Açısı) adı verilir, normal değeri 83°'dir (Şekil 6). mPDFA 79°'den az ise prokurvatum, 87°'den fazla ise rekurvatum deformitesinin varlığını gösterir. Tibiada mekanik eksene göre eklem oryantasyonunun değerlendirilmesinde ise, sagittal planda proksimalde eklem oryantasyon çizgisinin 1/5 anterioru ile, distal eklem çizgisinin orta noktası birleştirilir. Proksimalde posteriorda oluşan açı aPPTA olup, normal değeri 81°±4°'dir (Şekil 7). Distal anteriorda oluşan açı aADTA olup, normal sınırları 80°±2°'dir (Şekil 8). aPPTA değeri 77°'nin altında ise tibiada prokurvatum, 85°'nin üzerinde ise rekurvatum deformitesi mevcuttur (Şekil 2, 3).

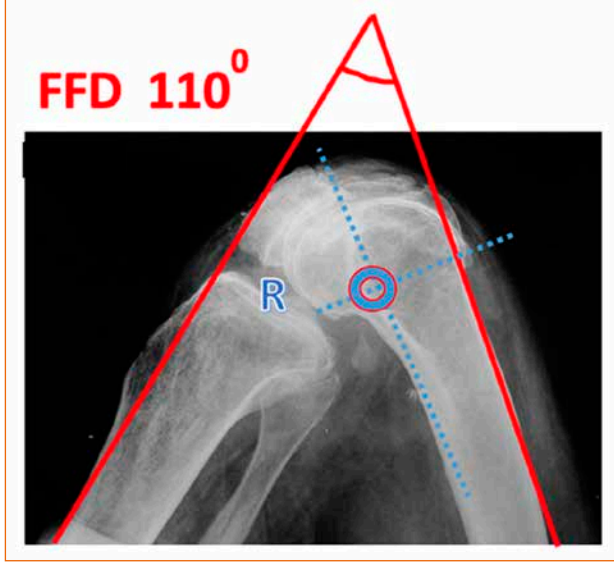
Sagittal Plan Deformitelerinde Maloryantasyon Testi

İlk aşamada mPDFA ölçülür. Açısı 79°'den az ise distal femoral prokurvatum, 87°'nin üzerinde ise distal femoral rekurvatum deformitesi mevcuttur. İkinci olarak mPPTA ölçülür. Açısı 77°'den az ise distal tibial prokurvatum deformitesi, 85°'den fazla ise rekurvatum deformitesi mevcuttur.

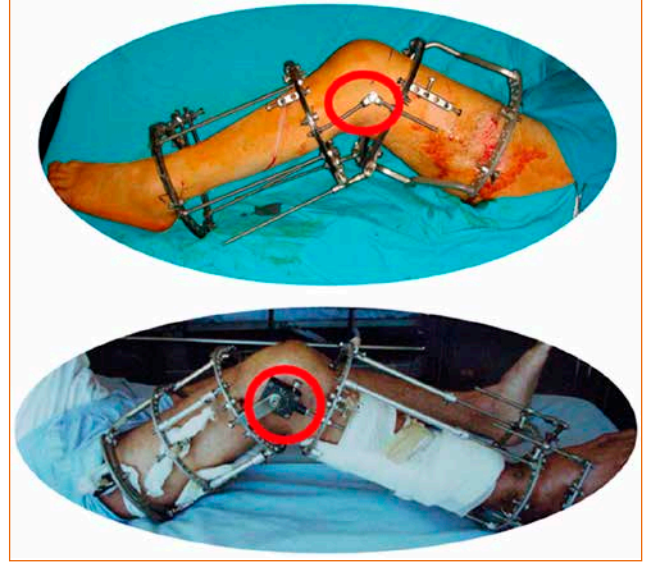


Şekil 8. aADTA açısı distal tibia oryantasyon hattı ile tibia mekanik eksenini arasındaki açıdır ve 80° olup, 78°-82° arası normal sınırlardır.

Diz tam ekstansiyonda iken distal femurun anterior korteksinden geçen çizgi ile proksimal tibianın anterior korteksinden geçen çizgi aynı düzlemedir. Bu iki çizginin kesişmesiyle oluşan açı 0°'den küçük ise fleksiyon kontraktürü, 5°'den büyük ise hiperekstansiyon kontraktürü mevcuttur. Bu ölçümler sonucunda dizde



Şekil 9. Dizde fleksiyon kontraktürü olan bir hastada sagittal planda lateral diz radyografisinde kontraktürün ölçülmesi ve diz eklemi rotasyon merkezi (R).



Şekil 10. Fleksiyon kontraktürü olan hastalarda İlizarov tipi eksternal fiksator yardımıyla farklı iki tip kontraktür menteşesi kullanılarak tedrici distraksiyon uygulanması.

prokurvatum (fleksiyon) ya da rekurvatum (ekstansiyon) deformiteleri varlığı saptanır. Mekanik eksene göre; femoral, tibial ya da her ikisinde deformitenin birlikteliği ile diz eklem kontraktürü ve sublüksasyonları saptanır (Şekil 6).

Ayak Bileği Eklemi Maloryantasyon Testi

ADTA ölçümü yapılır, 78°'den az ise distal tibial rekurvatum, 84°'den fazla ise prokurvatum deformitesi mevcuttur. Bu ölçüm ile ekstra artiküler deformiteler değerlendirilebilir.

Diz Fleksiyon Kontraktürlerinde Yaklaşım

Diz fleksiyon kontraktürleri, yürüyüş bozuklukları ile birlikte boy eşitsizliğine sebep olurlar. Diz fleksiyon kontraktürünün derecesi arttıkça daha fazla kısalık varmış görüntüsü verir. Yüksek derecelerdeki fleksiyon deformiteleri, kuadriseps adelesinin yetmezliğine sebep olur. Diz fleksiyon kontraktürü arttıkça, kuadriseps adalesi gövdeyi öne doğru dik tutmaya çalışacağı için fazla çalışır ve bunun için büyük derecelerdeki fleksiyon kontraktürleri (5°'nin üzerinde) semptomatiktir ve tedavi gerektirir. Diz fleksiyon kontraktürleri, cerrahi olmayan; diz manüplasyonu, fizik tedavi programları ve germe egzersizleri ile tedrici düzeltme sonrası splintleme veya açılama yöntemleriyle tedavi edilebilir. Bu yöntemlerle tedavi edilemeyenlere, cerrahi olarak; yumuşak doku veya kemik prosedürleri uygulanır. Yumuşak doku gevşetmeleri akut veya tedrici olarak

yapılabilir. Akut düzeltmeler, Hamstring tendonlarının uzatılması ile birlikte gastroknemius adelesinin kısmi intramüsküler veya tenotomi ile tendonunun uzatılmasını, posterior kapsüler gevşetme ile birlikte arka çapraz bağın gevşetilmesini kapsar. Tedrici olarak eklem ekstansiyona getirilmesi eksternal fiksatörler ile olur (Şekil 9, 10). Diğer cerrahi seçenekler ise; femur ve/veya tibianın ekstansiyon osteotomisidir. Sagittal planda PDFA veya PPTA normalden daha az ise, deformitenin kemik komponentinin varlığını gösterir ve bu olgular ekstansiyon osteotomisi ile tedavi edilir. Osteotomi, gerçek kemik deformitesinin varlığında veya çok az yumuşak doku kontraktürü var olduğunda yapılmalıdır. Yumuşak doku kontraktürlerinde; yumuşak doku gevşetmeleri veya tedrici eklem distraksiyonu öncelikli tedavi yöntemi olmalıdır. Vakaların bir kısmında fleksiyon deformitesi kompleks olup, yumuşak doku ve kemik komponenti birlikte görülebilir. Femoral deformitenin tam olarak düzeltilmesi, tibial deformiteye göre daha fizyolojiktir. Femurun ekstansiyon osteotomisi ile aşırı düzeltilmesi, femur kondilini sınırlayarak fleksiyon kaybına neden olurken, tibial aşırı düzeltme fleksiyon kaybına neden olmaz, ancak tibianın posteriora açılmasında kayıpla birlikte femurun tibia üzerinde yer değiştirme mekanizmasını bozar. Bu bakımdan tibiada PPTA 90°'den fazla düzeltilmemelidir. Kompleks diz fleksiyon kontraktürleri ve kemik deformite varlığında tüm düzeltme kemikten yapılmalıdır. Yumuşak dokudan yapılacak düzeltmeler, deformitenin tekrarlamasına sebep olur.

Femoral prokurvatum deformitesinin tedavisinde tibial ekstansiyon osteotomisi yapılırsa diz posteriora sublukse olur. Nöromusküler disfonksiyonu olan hastalarda oluşan fleksiyon kontraktürlerinde, kemikte prokurvatum ve tam olmayan hiperekstansiyon kompensasyonundan dolayı, prokurvatum normal açıdan 5° daha az düzeltilerek tedavi edilir. Prokurvatumun tam düzeltilmesi; Hamstring adalelerinin zayıflığı nedeniyle dizin hiperekstansiyonunun kontrol edilememesine sebep olur.

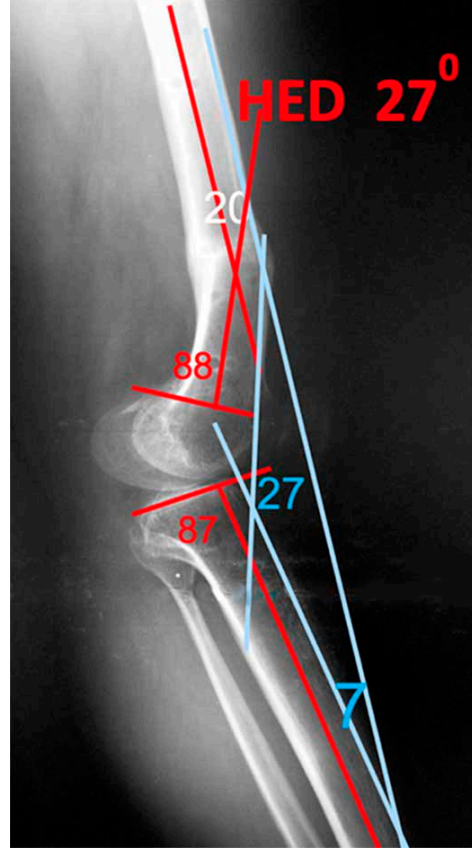
Diz fleksiyon kontraktürlerinde akut düzeltmeyi kısıtlayan en önemli faktör nöromusküler yapılardır. Yapılacak akut aşırı düzeltmeler nörovasküler hasarlanmaya sebep olabilir.^[6] Ameliyat öncesi (preoperatif) eklem kontraktürü yokluğunda, osteotomi sonrası yumuşak doku gevşetmeleri gerekli olabilir. Suprakondiler femoral ekstansiyon osteotomisi sonrası, Hamstring gevşetmesi gerekli olabilir.

Çocuklarda diz fleksiyon kontraktürlerinde; ekstansiyon manüplasyon veya açılama distal femurda kırık-dak hasarı ve düzleşmeye neden olur. Kontraktür gevşetme ve eklem distraksiyonu sonrası sıklıkla rekürrens gelişir. Bu olgularda suprakondiler osteotomi ile reorientasyon yapılmalıdır.

Osteotomi diz fleksiyon kontraktürlerinin tedavisinde tercih edilen tedavi yöntemidir. Yumuşak doku gevşetilmesi veya eklem distraksiyonu tercih edilen tedavi yöntemi olmasına karşın, nüks ve fazla miktarda skar dokusu oluşumu en önemli dezavantajlarıdır. Deformite ekstraartiküler ise; düşük derecelerde akut yüksek derecelerde tedrici düzeltme yapılmalıdır. Deformitenin angulasyon-rotasyon merkezi diz ekleminde ve subluksasyon yok ise; deformite tibia ve femurun posterior kortikal çizgileri ile değerlendirilir. Subluksasyon olan hastalarda diz fleksiyon kontraktürü en iyi eksternal fiksatörler ile düzeltilir. Menteşe, proksimale kaymış rotasyon-angulasyon merkezine yerleştirilir. Distal femoral ve proksimal tibial prokurvatum, subluksasyona sebep olur. Paralitik diz fleksiyon kontraktürü olan hastalarda (poliomyelit, spina bifida vb) diz fleksiyon kontraktürü, distal femoral ekstansiyon osteotomisi ile tedavi edilir. Bu hastalarda osteotomi sonrası düzeltme nötral ya da 5° fazla yapılır, bu da dizin güçlenmesine olanak sağlar.

Diz Hiperekstansiyon ve Rekurvatum Deformitesi

Rekurvatum deformitesi dizde genellikle asemptomattır. Dizinin maksimum ekstansiyonunda sağlıklı kişilerde; adele gücü ve propriyosepsiyon, kemik ve kapsüloligamentöz engelleme gücüne göre daha belirgindir. Normal yürüme esnasında diz ekstansiyonu, tam ekstansiyon değerinden 3°-5° daha düşüktür. Kapsül ve arka çapraz bağ hiperekstansiyonu engelleyemez. Hiperekstansiyonda hamstring adale fonksiyonları önemlidir.



Şekil 11. Dizde hiperekstansiyon kontraktürü olan bir hastanın radyografik olarak sagittal planda kontraktürünün değerlendirilmesi.

Hiperekstansiyon yumuşak doku ve/veya kemik kökenli olabilir. PPTA veya PDFa 85°-87°'den daha büyük ise; tibia veya femurda rekurvatum deformitesi mevcuttur. Femoral deformite sonrası gelişen rekurvatum, tibial rekurvatumdan farklıdır. Femoral rekurvasyonda diz hareket açıklığında kayıp olur, fakat diz fleksiyonu etkilenmez. Tibial rekurvasyonda ise; diz posteriora sublukse gibi görülür, ancak tibianın femura göre ön tarafa doğru çökmesi mevcuttur (Şekil 11). Klinik olarak femoral prokurvatum normal, ancak tibial rekurvatum semptomatiktir. Femoral rekurvatum sonucu tibianın anterior yüzeyinde kırık-dak hasarı sonrası posterior tibial subluksasyon, patella baja, kondromalazi ve tibiofemoral-patellofemoral eklemdedejenerasyon gelişir.^[7]

Hiperekstansiyon deformitesi distal femoral veya proksimal tibial prokurvatum sonrası gelişmiş ise; hiperekstansiyon kontraktürünün derecesi kadar osteotomi ile düzeltilebilir, ancak aşırı düzeltme fleksiyon kontraktürü ile sonuçlanır. Hiperekstansiyon

deformitesi kemik deformitesinden biraz fazla ise; osteotomi ile düzeltilebilir. Nöromusküler olarak sağlıklı kişilerde rezidüel yumuşak doku kontraktürleri klinik olarak sorun yaratmaz. Nöromusküler disfonksiyonu olan hastalarda hamstring fonksiyonlarının yetersizliğinde, eklem laksitesi yoksa fleksiyonda aşırı düzeltme yapılmalıdır. Fleksiyon osteotomisi, ayak-ayak bileği ortezi kullanımı gastroknemius adelesinin fleksiyon yeteneğini artırır. Tibial rekürvasyon deformitesi, femoral fleksiyon osteotomisi ile düzeltilemez. Bu dizde posterior subluksasyona neden olur. Femoral rekürvasyon tibial fleksiyon osteotomisi ile düzeltilemez, anterior diz subluksasyonu gelişir. Tibianın rekürvasyon deformitesi, patellar tendon insersiyonu düzeyinde osteotomi ile düzeltilebilir, bu tedavi patella baja gelişimini engeller. Açık kama osteotomisi, patellar tendonu normal şekline doğru yönlendirerek; dolaylı olarak rekürvasyonu düzeltir ve bununla birlikte fibulayı distale çekerek, dış yan bağ (LCL) yoluyla dizin redüksiyonuna katkıda bulunur. Fleksiyon kontraktürü ile birlikte prokurvatum ve subluksasyon varsa; osteotomi tuberositas tibianın proksimalinden yapılmalıdır.

Diz Ekstansiyon Kontraktürü

Diz ekstansiyon kontraktürü konjenital veya edinilmiş kökenli olabilir. Tedavi edilmeyen olgularda, distal femoral büyüme rekürvatumu doğru gider. Erken dönemde tedavide alçılama ya da cerrahi tedavi uygulanır. Kazanılmış ekstansiyon kontraktürü genellikle posttravmatik ya da diz cerrahisine sekonder gelişir. Dizdeki sertlik artrogripozisteki gibi parsiyel veya total olabilir. Artrogripozis tüm dizi tutabilir veya daha belirgin olarak patellofemoral çıkıntı tutulur, intraartiküler yapışıklıklar ve kapsüler kontraktürler diz eklemi fleksiyonunu sınırlar. Dizi uzun süre ekstansiyon pozisyonunda tespit edilen hastalarda, kuadriseps kontraktürüne bağlı ekstansiyonda sertlik gelişir. Kuadrisepste skar oluşumu, önce geçirilen cerrahi ve travmayla ilişkilidir. Kuadriseps adalesindeki skar kemiğe doğru uzanarak fasyal yapıları çevreler. Fasyal yapıların etrafı çevrelemesiyle dizde ekstansiyon kontraktürü meydana gelir. Fasya lata ve uyluğun anterior fasyası oldukça kalın ve kontrakte. Rektus femoris kası ve tendon kontraktürleri diz fleksiyonunu özellikle proje pozisyonunda sınırlar. Kuadriseps adelesinin yalnızca bir kısmı kalça ekleminden başladığından, rektus femoris kontrakte ise Ely testi pozitif olur. İç yan bağ (MCL), dizin uzun süreli tam ekstansiyonu ile kontrakte olur. MCL'nin lifleri normalde diz 60° fleksiyonda iken en uzun şekle sahiptir, diz tam ekstansiyonda iken kontrakte olarak diz fleksiyonunu kısıtlar. Patolojik değişiklikler sonrası intraartiküler yapışıklıklar total artrofibrozise gidişe neden olur.

Kapsüler kontraktür, kuadriseps kontraktürü, kemik adhezyonlar, fasyal kontraktürler ve MCL kontraktürü birlikte diz fleksiyonunu sınırlar.

Diz ekstansiyon kontraktürünün tedavisi çok değişiklik göstermektedir. Artroskopi ile eklem içi adhezyonların gevşetilmesinden, agresif kuadrisepslastiye kadar geniş tedavi seçenekleri mevcuttur. Kuadrisepslasti; proksimal ve distal bazlı yapılabilir. Distal kuadrisepslasti; Thompson veya V-Y tipi yetişkinlerde yapıldığında, dizde ekstansiyon kaybına yol açabilir, çocuklarda tercih edilmelidir. Tercih edilen yöntem erişkinlerde Judet kuadrisepsplastisidir.^[8] Bu proksimal bazlı kuadrisepslasti olup, kuadriseps adalesinin tüm elementlerini kapsar. Bu yöntem Letournel tarafından popülerize edilmiştir.^[9] Judet kuadrisepsplastisi aşamalı olarak yapılan bir gevşetme yöntemidir. İntraartiküler olarak yapışıklıklar gevşetilir, MCL ve medial kapsüler gevşetme yapılır, anterior superior ilyak çıkıntıda rectus femoris gevşetilir, fasya lata ve uyluk anterior fasyasına kısmi uzatma yapılarak diz eklemde maksimum fleksiyon hedeflenir. İnsizyon standart olarak lateral yüzden lineer ve "S" şeklinde yapılır ancak aynı seansta diz artroplastisi yapılacaksa anterior yaklaşım tercih edilir.

Ayak ve Ayak Bileği Sagittal Plan Deformiteleri

Distal tibia deformitelerini değerlendirmede talus, kalkaneus ve ayağın pozisyonu oldukça önemlidir. Talus, frontal planda kare şeklinde çapraz kesitsel görünümüne sahiptir. Talusun superior dome tibial planda paraleldir. Normalde talar dome ile tibial pland arasında konverjans yoktur, lateral ve medial kortikal çizgiler talusu lateral ve medialde keser. Sagittal planda tibianın diafizinin ortasından geçen çizgi, talusun lateral çıkıntısından geçer. Burası ayak bileği rotasyon merkezidir. Ayak ve tibia arasındaki açı 90° olduğunda tibia plandı arkaya doğru tilt yapmıştır (aADTA=80°) (Şekil 8). Sagittal planda talusun eklem yüzeyi sirkülerdir ve üç boyutlu cone şeklindedir. Bu yüzden ayak bileği rotasyon eksenini eklem çizgisine paralel değildir, medial malleolun uç noktasından lateral malleol ucuna uzanır ve talusun lateral çıkıntısından geçer. Kalkaneus oryantasyonu, rölatif olarak talus ve tibiaya göre daha önemlidir. Sagittal planda kalkaneus gövdesinin uzun ekseninde inklınasyon vardır. Frontal planda kalkaneus uzun eksenini radyografi olarak görüntülemek güçtür. Klinik olarak en iyi posterior dan değerlendirilebilir. Frontal planda kalkaneus gövdesi, tibianın anatomik eksenine paraleldir, kalkaneus uzun eksenini görüntülemek için; uzun aksiyel grafi 45° veya 20° horizontal inklınasyonla çekilir (Saltzman grafisi) ve ayak bileği eklem oryantasyonu değerlendirilir. Tek

ayak stance fazı esnasında yer reaksiyon kuvvetlerinin vektörü ayak bileği ve subtalar eklem lateralinden geçer ve bu eklemler valgus yüklenmesine maruz kalır. Sagittal planda, yer reaksiyon güçlerinin vektörü rotasyon merkezinin anteriorundan geçer.

Ayak bileği plantar ve dorsifleksiyonu, distal tibianın prokurvatum ve rekurvatum deformiteleri ile kompanse edilir. Ayak bileği eklemi normalde 20° dorsifleksiyon ve 50° plantar fleksiyon yapabilir. Bu yüzden ayak bileğinde rekurvatum, prokurvatuma göre daha iyi kompanse edilebilir. Tibia distalinde rekurvatum deformitesi, prokurvatuma göre daha iyi tolere edilir. Kompense edilemeyen prokurvatum deformitesi ile birlikte ekin deformitesi gelişir. Bu hastalar sadece semptomatik olmayıp, ekin deformitesi nedeniyle tibia anterioru ve talus boynu arasında impingement vardır. Kompense prokurvatum deformitesinde; sıkışma ve dorsifleksiyon kısıtlılığı vardır, merdiven inip-çıkma semptomatik hale gelir. Prokurvatum deformitesinde distal tibia deplase olur ve ayak bileği rotasyon merkezi posteriora yer değiştirir. Distal tibia rekurvatum deformitesi genellikle başlangıçta asemptomatiktir. Plantar fleksiyon açıklığının fazla olması nedeniyle kolay tolere edilir. Ayak bileği rotasyon merkezi anteriora doğru yer değiştirir. Yürüyüşün stance fazında uzama olur ve koşma yeteneğini etkiler çünkü plantar fleksiyon gücü zayıflar. Rekurvatum deformitesinde, talusla temas eden yüzey oldukça azalır; eklemde yüklenmeyi ve dejenerasyona gidişi hızlandırır.

Distal tibiadaki tüm açısız deformiteler dejenerasyonu hızlandırır. Rekurvatumda talus yeterince kaplanamaz; ayak öne doğru giderken, yük binen kısım arkaya doğru kayar. Rekurvatumla birlikte yer reaksiyon kuvvetlerinin vektörü anteriora doğru yer değiştirir ve bu süreç dejeneratif artrit oluşumunu hızlandırır. Rekurvatum deformitesinde fleksiyon osteotomisi dejeneratif değişiklikleri engeller ve tedavi eder. Açık kama osteotomisi, kapalı kama osteotomisi veya dome osteotomi yapılabilir.

Rekurvatum ve Prokurvatum Deformitesinde Supramalleoler Osteotomi

Sagittal plan deformitesinde rotasyon merkezi genellikle deformitenin distalindedir, bu yüzden rekurvatum düzeltmelerinde anterior translasyon ve prokurvatum düzeltmelerinde posterior translasyon olur. Rekurvatum düzeltilmesinde bu translasyon yaptırılmazsa, ayak posteriora deplase olur, prokurvasyon düzeltmelerinde ise anteriora deplase olur. Anterior translasyon deformitelerinde ayağın kaldıraç kolu artar ve orta düzeyde sert ayak gelişir. Ayak tabanında aşırı yüklenmeye karşın, ön ayakta daha az yüklenme

görülür. Translasyon miktarı deformitenin rotasyon-angulasyon merkezine, osteotomiye uzaklığına bağlıdır. Ayak bileği artrodezi ve düz tepe (*flat-top*) talus durumunda gelişen ekin deformitesinin rotasyon-angulasyon merkezi tibiada değildir, genellikle ayak bileği rotasyon merkezindedir. Bu ekin deformitesi genellikle sert ayak bileği ile karakterizedir; deformite ancak osteotomi ile düzeltilir. Osteotomi seçenekleri; supramalleoler, talar, talokalkaneal ya da orta-ön ayak osteotomileri olabilir.^[10-12]

Supramalleoler osteotomi iyi bir seçenektir; ekin deformitesinin akut düzeltilmesinde kullanılır, ancak akut düzeltmede posterior translasyon nedeniyle Tarsal tünelde sıkışma olabilir ve bu olgularda profilaktik Tarsal tünel gevşetmesi gereklidir. Tedrici düzeltme ileri derecedeki deformitelerde uygulanır, Tarsal tünel gevşetmesine gerek duyulmaz.

Ayak bileği artrodez deformitelerinde genellikle frontal planda angulasyon mevcuttur. Bu olgularda sagittal planda rotasyon-angulasyon merkezi osteotominin distalinde iken, frontal planda osteotomi seviyesinde olduğu için oblik plan deformitesi olarak düzeltilmelidir.

Hafif ve orta düzeydeki ayak bileği deformitelerinin çoğu, ayak mobil olduğu için çok iyi tolere edilir. Bunun sebebi; kalça, diz, ayak bileği ve kalça eklemi birlikte hareket edebilmesidir. Normal eklem hareketleriyle birçok deformite için; eklem hareket açıklığı ve açısız deformitenin büyüklüğü ile ilişkili olmak üzere kompensasyon mevcuttur. Tibiotalar deformitelerinde, subtalar eklem kompensasyonu, tibiaya göre ayakta translasyon deformitesi oluşturur.^[13] Subtalar eklem ve deformite eksenini, tibiotalar eklemden farklıdır. Bu zig-zag deformitede subtalar eklemin kompensasyonu olup, valgus deformitesi ile sonuçlanır; semptomatiktir ve estetik olarak kötü görünümündedir. Zamanla dejeneratif değişiklikler gelişir, eklem kontraktürü ve subluksasyon olur.^[14] Distal tibia valgus deformitesinde kompensasyon subtalar inversiyon ile olur. Distal tibia rekurvatum deformitesinde ise; ayak bileği plantar fleksiyonu ile kompanse edilir. Her iki deformitede rekurvatum anteriora translasyon ile kompanse edilir. Translasyon nedeniyle kompanse edilen eklem rotasyon merkezi, distal tibiada açısız deformitenin rotasyon-angulasyon merkezine distalindedir. Translasyon deformitesi benzer büyüklükte ancak farklı yönde iki angulasyonla sonuçlanır (zig zag deformitesi). Bu deformite ayakta yük binen alanı azaltarak, ayak bileğinde subluksasyon ve dejeneratif değişikliklere yol açar.

Distal tibia anguler deformitelerinde kompensasyon olarak kontraktür gelişir, kompanse edilen eklemde

hareket kısıtlılığı oluşur. Bu durumda sadece ayak bileğinde sertliğin giderilmesi yeterli olmayıp, beraberinde primer deformitenin de düzeltilmesi gereklidir. Primer deformiteye osteotomi yapılmadan önce kompensatuvar eklem kontraktürü ayrıntılı olarak değerlendirilmelidir. Ayaktaki angulasyon, rölatif olarak tibial deformitenin açılma büyüklüğüne eşit veya daha fazla ise sabit kompensasyon yoktur. Ayaktaki angulasyon, distal tibia deformitesinin açılma büyüklüğünden daha düşük ise kompensatuvar eklemden sabit kontraktür gelişmiştir.

Deformite tamamen kompanse, hasta semptomatik ve kabul edilebilir estetik görünüm varsa; hastaya tabanlık, ortez ve özel yapım ayakkabılar gibi cerrahi dışı tedavi yöntemleri önerilebilir. Cerrahi tedavinin tek endikasyonu uygun vakalarda geç dejeneratif artrit gelişimini önlemektir. Eğer hasta semptomatik, kompensatuvar deformite pasif olarak kısmen düzeltilebiliyorsa; deformitenin kısmi olarak koreksiyonu supramalleoler osteotomi ile yapılabilir. Kısmi deformite düzeltilmesi, kompensatuvar hareket açıklığının düzeltilebilirliği kadar olmalıdır.

Diz ayağın pozisyonundan etkilenirken aynı şekilde ayağın pozisyonu da dizin dizilimini etkiler. Diz hiperekstansiyon deformitesi, ayağın ekin deformitesiyle kompanse edilir ve geç dönemde dizde sorun oluşturur. Ekin deformitesi düzeltildikten sonra diz fleksörleri sağlıklı çalışıyorsa hiperekstansiyon deformitesi kalıcı bir sorun oluşturmaz. Hastada diz fleksörleri yeterince çalışmıyorsa veya poliomiyelit gibi hastalıklarda; ekin deformitesinin düzeltilmesi sonrası dizdeki hiperekstansiyon kontrol edilemez.

Diz fleksiyonu kalkaneal deformite ile kompanse edilir. Bu durumda dizin sabit fleksiyon deformitesi varlığında kalkaneal deformite düzeltilmez. Ayak bileği füzyonuna bağlı lateral planda sıklıkla ekin deformitesi görülür. Osteotomi; yalnızca frontal plandaki rotasyon-angulasyon merkezine göre yapılırsa yalnızca angulasyon, sagittal plana göre yapılırsa angulasyon ve posterior translasyon düzeltilir.

Düz tepe talus deformitesi genellikle pes ekinovarus tedavisinin geç sekeli. Ayak bileğinin aşırı dorsifleksiyona zorlanmasıyla talusun kırıldak çatısı ekin pozisyonunda düzleşir, ayak bileği sertleşir ve hareket açıklığı azalır. Supramalleoler osteotomi ile düzeltme olabildiğince distalden yapılırsa, posterior translasyon en aza indirgenebilir. Akut düzeltme yapılacak vakalarda, profliktik Tarsal tünel gevşetmesi yapılmalıdır. Ayrıca düz tepe talusta "U" ve "V" osteotomiler yapılabilir. "U" osteotomi ile tibia ve ayağın pozisyonu düzeltilebilir, fakat "V" osteotomi ile çiftli osteotomi sonrası ön ve orta ayak düzeltilebilir. Daha fazla düzeltme

gerekisini olduğunda supramalleoler osteotomi ile kombine edilebilir. Alternatif bir yöntemde; üçlü subtalar-orta ayak füzyonu ile birlikte deformitenin düzeltilmesi yöntemidir, ancak kısa ve sert bir ayak oluşur.

Ayak Bileği Kontraktürleri

Ayak bileği kontraktürleri; intraartiküler, ekstraartiküler veya kombine olabilir. Eklem dışı kontraktürler Aşil tendonu, triseps surae, tibialis posterior, fleksör hallucis longus ve fleksör digitorum longus adelesi ile ilişkilidir. Silverskiöld testi ile, diz fleksiyonda iken ekin deformitesi düzeliyorsa; kontraktür gastroknemius kökenli olup, gevşetme gastroknemius adelesinden yapılır. Diz fleksiyonda iken düzelme olmuyorsa kontraktür gastro-soleus veya intraartikülerdir. Klinik bulgular ayırıcı tanıda yardımcı olur. Konjenital ekin deformitesinde genellikle fasyal ve kapsüler komponent vardır. Bu olgularda Aşil tendonu perkütan ya da Z-plasti ile uzatılabilir. Aşiloplasti ile tam düzelme sağlanamayan olgularda ilave yumuşak doku gevşetmesi ya da eksternal fiksator ile tedrici düzeltme sağlanabilir. Akut yumuşak doku gevşetmesinde posterior derin fasya, kapsül ve gerekirse intraartiküler yapışıklıklar serbestleştirilebilir. Kemiksel sıkışma varsa; talus dorsal oyuğu veya tibianın anterior kısmındaki osteofitler rezeke edilir, böylece talusun dorsifleksiyonu rahatlatılır. Radikal yumuşak doku gevşetmesi ile tedrici distraksiyon, şiddetli ekin kontraktürlerinde (geçirilmiş çok sayıda operasyon, artrogripozis vb.) seçkin tedavi yöntemidir. Hafif derecedeki ekin kontraktürlerinde menteşeli ayak bileği çerçeveleri kullanılarak yapılan düzeltmelerde ayak bileği eklemine bir miktar distraksiyon uygulanır. Menteşeler ayak bileği rotasyon eksenine uygun yerleştirilir. Bu işlem Ilizarov tipi eksternal fiksatorlar ile yapılabilir.^[15] Tedrici distraksiyonun en büyük avantajı nörovasküler yaralanma riskini azaltmasıdır. Varus ve ekin deformitesi birlikteliğinde, önce varus sonra ekin deformitesi düzeltilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Tetsworth K, Paley D. Malalignment and degenerative arthropathy. *Orthop Clin North Am* 1994;25(3):367-77.
2. Perry J, Brunfield JM. *Gait Analysis: Normal and Pathological Function*, 2nd ed. New Jersey: Slack Inc.; 2010.
3. Paley D, Tetsworth KT. Mechanical axis deviation of the lower limbs: Pre-operative planning of uniapical angular deformities of the tibia or femur. *Clin Orthop Relat Res* 1992;(280):48-64. [Crossref](#)
4. Wright JG, Treble N, Feinstein AR. Measurement of lower limb alignment using long radiographs. *J Bone Joint Surg Br* 1991;73-B(5):721-3. [Crossref](#)
5. Paley D, Tetsworth KT. Deformity correction by the Ilizarov technique. In: Chapman MW, editor. *Operative Orthopaedics*, 2nd ed. Philadelphia, Pa: JB Lippincott Co; 1993. pp.883-948.

6. Herzenberg JE, Davis JR, Paley D, Bhave A. Mechanical distraction treatment of severe knee flexion contractures. *Clin Orthop Relat Res* 1994;(301):80-8. **Crossref**
7. Bowen JR, Marley DC, Mc Inery V, MacEven GD. Treatment of genu recurvatum by proximal tibial closing wedge/ anterior displacement osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 1983;179(1):194-9. **Crossref**
8. Ebraheim NA, DeTroye RJ, Saddemi SR. Results of Judet kuadrisepsplasty. *J Orthop Trauma* 1993;7(4):327-30. **Crossref**
9. Merchan EC, Myong C. Quadricepsplasty: the Judet technique and results of 21 posttraumatic cases. *Orthopaedics* 1992;15(9):1081-5.
10. Paley D. The correction of complex foot deformities using Ilizarov's distraction osteotomies. *Clin Orthop Relat Res* 1993;(293):97-111. **Crossref**
11. Paley D. Principles of foot deformity correction: Ilizarov technique. In: Gould JS, editor. *Operative Foot Surgery*. Philadelphia: WB Saunders; 1994. pp.476-514.
12. Paley D, Herzenberg JE. Application of external fixation to foot and ankle reconstruction. In: Myerson MS, editor. *Foot and Ankle Disorders*, vol 2. Toronto: WB Saunders; 1999. pp.1135-88.
13. Stiehl JB. Biomechanics of the ankle joint. In: Still JB, editor. *Inman's Joints of the Ankle*, 2nd ed. Baltimore (MD): Williams and Wilkins; 1991. pp.39-63.
14. Puno RM, Vaughan JJ, Stetten ML, Johnson JR. Long-term effects of tibial angular malunion on the knee and ankle joints. *J Orthop Trauma* 1991;5(3):247-54. **Crossref**
15. Volkov MV, Ogenesyan OV. Functional restoration of joint deformities with the aid of hinged distraction apparatuses in clinical practice. In: Volkov MV, Ogenesyan OV editors; Burov M, transl. *External Fixation: Joint Deformities and Bone Fractures*. Madison, Conn.: International Universities Press; 1987. pp.151-226.