

Uzatma cerrahisinde rehabilitasyon yaklaşımları

Rehabilitation approaches in lengthening surgery

Hilal Çil¹, Berivan Beril Kılıç²

¹İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul

²Biruni Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İstanbul

Uzun uzatma cerrahileri; bacak boyu eşitsizlikleri, doğumsal deformiteler ve travma sonrası gelişen ortopedik problemlerin tedavisinde sıkça başvurulan etkili yöntemlerdir. Bu cerrahiler ilk olarak Ilizarov eksternal fiksator sistemi ile uygulanmış, zamanla hasta konforunu artıran ve komplikasyon riskini azaltan çivi üzerinden uzatma (LON) ve manyetik kontrollü uzayabilen çiviler (Precice®, Ellipse Technologies, Inc., Irvine, San Diego, CA) gibi modern tekniklerle çeşitlenmiştir. Her yöntemin kendine özgü avantaj ve sınırlılıkları bulunmakta olup, uygun cerrahi tekniğin seçimi hastanın tanısına ve cerrahin tercihi-ne göre belirlenmektedir. Ancak cerrahi yöntemden bağımsız olarak rehabilitasyon süreci tedavinin ayrılmaz ve kritik bir parçası olarak kabul edilmektedir. Rehabilitasyon cerrahi öncesi ve sonrası süreçlerini kapsamaktadır. Cerrahi öncesi dönemde hasta ve aile eğitimi, kas-iskelet sistemi değerlendirmesi ve bireyselleştirilmiş egzersiz planlamalarını içerirken; cerrahi sonrası dönemde ağrı kontrolü, eklem hareket açıklığının korunması, kas kuvvetinin artırılması, denge-propriozeptiyon çalışmaları ve doğru pozisyonlama uygulamalarını kapsamaktadır. Yapılandırılmış rehabilitasyon protokolleri ile cerrahi sonrası gelişmesi muhtemel ağrı, eklem sertliği ve kontraktür, deformite gibi komplikasyonların önlenmesi ve hastanın fonksiyonel kapasitesinin artırılması hedeflenmektedir.

Anahtar sözcükler: Ilizarov; çivi üzerinden uzatma; rehabilitasyon, uzun uzatma cerrahisi

Limb lengthening surgeries are frequently utilized, effective methods for treating orthopedic problems such as leg length discrepancies, congenital deformities, and post-traumatic conditions. Initially performed using the Ilizarov external fixator system, these procedures have evolved over time with the development of modern techniques such as lengthening over nail (LON) and magnetically controlled expandable nails (Precice®, Ellipse Technologies, Inc., Irvine, San Diego, CA), which aim to improve patient comfort and reduce the risk of complications. Each method has its own advantages and limitations, and the selection of the appropriate surgical technique is determined based on the patient's underlying diagnosis and the surgeon's preferences. However, regardless of the surgical method chosen, rehabilitation is considered an essential and critical component of the treatment process. Rehabilitation encompasses both preoperative and postoperative phases. The preoperative phase includes patient and family education, musculoskeletal assessments, and individualized exercise planning. The postoperative phase focuses on pain management, preservation of joint range of motion, strengthening of muscles, balance and proprioception training, and proper positioning strategies. Structured rehabilitation protocols aim to prevent common postoperative complications such as pain, joint stiffness, contractures, and deformities, thereby enhancing the patient's functional capacity.

Key words: Ilizarov; lengthening over nail; rehabilitation; limb lengthening surgery

Uzun uzatma cerrahileri; bacak boyu eşitsizlikleri, konjenital malformasyonlar, ekstremit deformiteleri ve kırık sekelleri gibi çeşitli ortopedik problemleri tedavi etmek amacıyla başvurulan ve önemi giderek artan cerrahi yöntemlerdir.^[1] Modern uzatma cerrahilerinin gelişimi, Ilizarov eksternal fiksator sisteminin kullanımı ve distraksiyon osteogenezinin keşfedilmesiyle

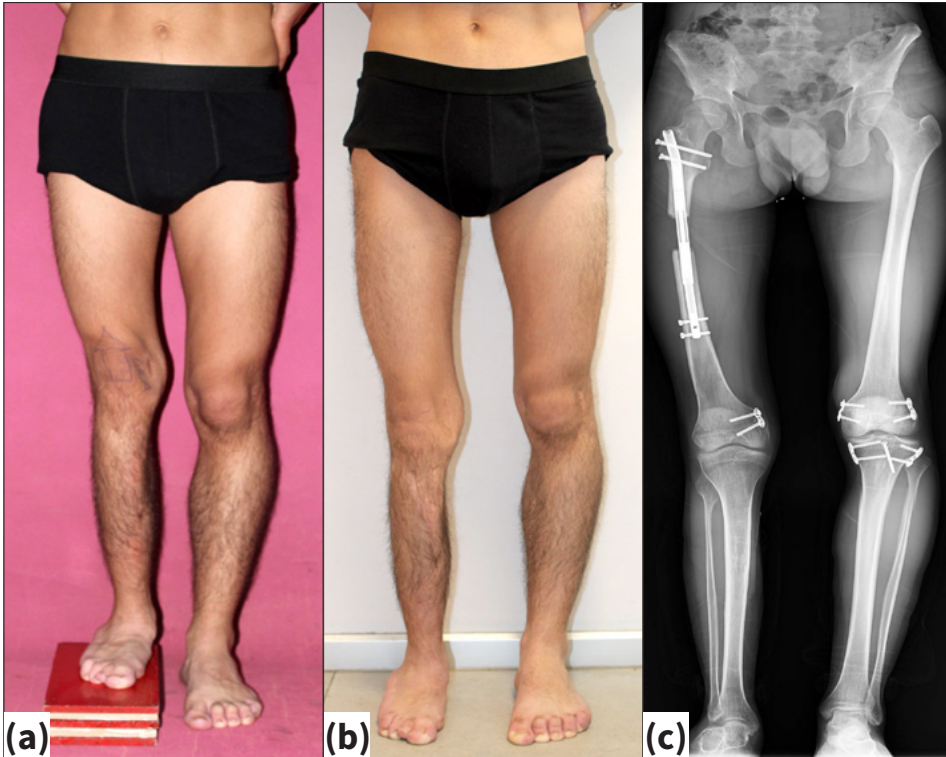
başlamıştır. Halkasal fiksatorlerin kullanıldığı bu yöntemin yüksek komplikasyon oranları ve hastaların günlük yaşam aktiviteleri üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle zamanla çivi üzerinde uzatma (LON) tekniği geliştirilmiş, ardından daha az invaziv ve daha konforlu manyetik kontrollü uzayabilen çiviler geliştirilmiştir.^[2] Eksternal fiksator ve intramedüller çivinin bir arada kullanıldığı hibrit

bir teknik olan LON, doku transfixasyonu süresini azaltmakta ve ekstremiteye erken yük verme olanağı sağlayarak hastaların günlük aktivitelere daha hızlı dönmesine yardımcı olmaktadır. Tan ve ark. LON tekniğinin İlizarov'a kıyasla daha kısa eksternal fiksasyon süresi ve daha az komplikasyon görülme insidansı gibi avantajlara sahip olduğunu; diğer sonuç parametreleri açısından iki yöntem arasında fark olmadığını bildirmişlerdir.^[3] İki teknik arasındaki en önemli fark, İlizarov metodunda konsolidasyon dönemi tamamlanana kadar eksternal fiksasyon gerekirken; LON tekniğinde doku transfixasyonu sadece distraksiyon fazında gerekmektedir.^[4] Alternatif olarak geliştirilen diğer bir uzatma cerrahi yöntemi olan manyetik kontrollü uzayabilen çiviler, dışarıdan mıknatıs içeren kontrol cihazları (ERC device) ile aktive edilerek çivinin teleskopik olarak uzatılmasına ve dolayısıyla ekstremitenin uzamasına olanak sağlamaktadır. Bu sistemlerin erken yük vermeyi kolaylaştırıp komplikasyon riskini azalttığı raporlanmıştır.^[2] Ayrıca bu hastalarda ağrı ve rahatsızlık hissinin daha az olduğu ve tekniğin eksternal fiksatörlere kıyasla daha etkili bir rehabilitasyon sürecine olanak sağladığı gösterilmiştir (Şekil 1).^[1]

Uygun cerrahi tekniğin seçimi, tanıya ve cerrahin tercihlerine bağlı olarak belirlenmekle birlikte; hangi yöntem tercih edilirse edilsin, rehabilitasyon süreci her hasta için tedavinin ayrılmaz ve kritik bir parçası ola-

rak kabul edilmektedir.^[5,6] Uzun uzatma cerrahisinde ameliyat sonrası rehabilitasyon; cerrah, fizyoterapist ve hastanın birlikte çalışmasını gerektiren, uzun süreli ve komplikasyona açık bir süreçtir. Rehabilitasyon sürecindeki başarı, cerrahi öncesinde hasta ve hasta yakınlarının eğitimi ve kontrollü hasta takibi ile de yakından ilişkilidir. Cerrahi sonrası dönemde eksternal fiksasyon içeren tekniklerde pin dibi enfeksiyonları, uzatma bölgesinde ciddi ağrı, komşu eklem sertlikleri ve kontraktürler, eklem hareket açıklığında ve kas kuvvetinde azalma gibi komplikasyonlar bildirilmiş olup bu durumlar fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarında üzerinde durulan temel noktalardandır.^[7]

Uzatma cerrahisi sonrasında elde edilebilecek uzama miktarı yalnızca kemiğin biyomekanik kapasitesiyle değil, aynı zamanda çevresindeki yumuşak dokuların (kas, tendon, sinir vb.) bu artan gerilime adaptasyon yeteneğiyle de doğrudan ilişkilidir. Bu dönemde uygulanan fizyoterapi uygulamaları, hem komplikasyonların önlenmesinde hem de cerrahi başarının sürdürülebilirliğinde belirleyici rol oynayan kritik faktörlerden biridir. Fizyoterapi sürecinde eklem hareket açıklığı ve kas esnekliği korunamazsa; kontraktür, subluksasyon ve sinir gerilmesi gibi ciddi komplikasyonlar gelişebilir.^[8] Ayrıca, yetersiz veya etkisiz bir rehabilitasyon programı eklem hareket açıklığındaki kayıpların geri kazanılamamasına neden olabilir ve bu



Şekil 1.a-c. Sağ alt ekstremitte kısalığına bağlı bacak boyu eşitsizliği (a), femur uzatma sonrası eşitlenmiş bacak boyunun klinik (b) ve radyolojik görünümü (c).

durum, uzatma işleminin durdurulmasına yol açabilir.^[9] Bu nedenle, planlanan uzatma miktarı, fizyoterapinin başa-rısıyla doğrudan ilişkilidir ve fizyoterapiyle elde edilen kazanımlara göre uzatma hızının veya süresinin yeniden planlanması gerekebilir.

Fizyoterapi sürecinde hasta uyumu, ağrı kontrolü, uygun pozisyonlama, ortez kullanımı ve egzersiz programlarının düzenli uygulanması gibi parametreler dik-katle izlenmeli ve gerektiğinde tedavide odaklanması gereken fonksiyonel eksiklikler belirlenip tedavi periyot-ları artırılmalı ve doğru, etkin bir rehabilitasyon süreci yönetilmelidir. Fizyoterapi ve rehabilitasyon programının temel hedefleri şu şekilde özetlenebilir:

- Ağrı ve ödemin azaltılması,
- Eklem hareket açıklığının ve kas gücünün korun-ması,
- Eklem sertliği oluşumunun önlenmesi,
- Yürüme eğitimi ve ağırlık aktarma konusunda hastanın bilgilendirilmesi,
- Germe atelleri kullanımı ve uygun pozisyonlama-nın sağlanması,
- Ev programlarına yönelik hasta ve yakınlarının eğitimi,
- Günlük yaşam aktivitelerine uyumun kolaylaştırıl-masıdır.

Ameliyat Öncesi Rehabilitasyon

Ameliyat öncesi dönemde, hasta ve aile eğitimi ön plana çıkmaktadır. Bu süreçte, hasta ve ailesine ameliyat öncesi ve sonrası dönemde fizyoterapi süreci, egzersiz programlarının içeriği ve uygulanışı, cerrahi sonrasında ortez veya koltuk değneği kullanımı konularında eğitim verilmelidir.

Ameliyat öncesinde kas-iskelet sisteminin kapsamlı fizyoterapi değerlendirmesiyle hastada mevcut kas kı-sa-lıkları ve kas kuvvetsizlikleri tespit edilebilir. Özellikle; kas

gücü değerlendirilerek kuvvetsiz kaslar için kas kuvveti-ni artırıcı egzersiz programı başlanmalı, eklem hareket kısıtlılıkları için uygun germe egzersizleri öğretilmelidir. Planlanan uygun egzersiz programlarıyla hastanın mev-cut durumu iyileştirilmeye çalışılarak ameliyat sonrası süreçte kas ve eklemler üzerinde oluşabilecek olumsuz etkiler en aza indirilmeye çalışılmalıdır.

Ameliyat Sonrası Değerlendirme

Tüm hastaların cerrahiden hemen sonra ve reha-bilitasyon sürecinde değerlendirilmesi tedavinin başarısı açısından önemlidir ve şu alt başlıkları kapsamaktadır.^[10]

- Ağrı değerlendirmesi
- Eklem hareket açıklığı değerlendirmesi
- Kas kuvveti değerlendirmesi
- Denge/alt ekstremitte yük dağılımı: Pedobarografik platformlar
- Duyu değerlendirmesi
- Fonksiyonel değerlendirme
- Yürüme değerlendirilmesi

Ameliyat Sonrası Rehabilitasyon

Bu süreçte fizyoterapi yaklaşımları olarak pasif, aktif yardımcı ve aktif eklem hareket açıklığı egzersizle-ri, germe egzersizleri, güçlendirme egzersizleri, ağırlık aktarma egzersizleri, denge ve propriosepsiyon egzer-sizleri, yürüme eğimi gibi farklı rehabilitasyon teknikle-rinden yararlanılmaktadır.^[11] Egzersiz seçiminde uzatma cerrahisi yapılan bölgeye uygun kas gruplarına odakla-nılmalıdır (Tablo 1).

Uzuv uzatma cerrahisinde; kliniğimizde (İstanbul Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı) geliştirdiğimiz ve uygulamakta olduğumuz ameliyat sonra-sı fizyoterapi ve rehabilitasyon protokolü şu şekildedir (Tablo 2).

Tablo 1. Cerrahi yaklaşıma göre egzersizlerde odaklanılan bölgeler

Eklem Hareket Açıklığı Egzersizleri

Femoral Uzatma: Kalça fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon; diz fleksiyon, ekstansiyon

Tibial Uzatma: Diz fleksiyon, ekstansiyon; ayak bileği dorsifleksiyon, plantar fleksiyon

Germe Egzersizleri

Femoral Uzatma: Kuadriseps, *hamstring*, kalça fleksörleri, kalça adduktörleri, tensör fasya lata kası, iliotibial band

Tibial Uzatma: Gastroknemius, soleus, kuadriseps, *hamstring*, tibialis anterior, tibialis posterior

Kuvvetlendirme Egzersizleri

Femoral Uzatma: Kalça ekstansörleri ve abdükörleri, kuadriseps, *hamstring*

Tibial Uzatma: Kuadriseps, *hamstring*, ayak bileği dorsofleksörleri,

Tablo 2. Rehabilitasyonun fazları**Faz I****Hastane Yatış Dönemi**

- Hasta ve ailenin egzersizler ve karşılaşılabilecek güçlüklerle ilgili eğitimi
- Yürüme ve ağırlık aktarma egzersizleri; cerrahi tekniğe göre basma miktarının belirlenmesi
- Yürüme yardımcılarının seçimi ve hasta bilgilendirilmesi
- Eklem hareket açıklığını korumak amacıyla fiksatorün bir alt ve bir üstündeki eklemler için egzersizler
- Germe egzersizlerinin kalça, diz ve ayak bileğini içerecek şekilde uygulanması

Faz II**Distraksiyon Dönemi**

- Eklem hareket açıklığını koruyan ve artıran egzersizlerin fiksatorün bir alt ve üstündeki eklemleri içerecek şekilde uygulanması
- Diz, kalça ve ayak bileği için germe egzersizleri
 - Tibial uzatmada; diz ve ayak bileği germe ön planda
 - Femoral uzatmada; kalça fleksörleri germe ön planda ayrıca yüzüstü yatma önerilir.
- Germe atellerinin ihtiyaca göre seçimi
- Kuadriseps kas gücünü artırmak için izometrik egzersizle eş zamanlı NMES uygulaması
- Yürüme yardımcıları ile yürüme eğitiminin hastanın tolerasyonu ölçüsünde progresyonu

Faz III**Konsolidasyon Dönemi**

- Distraksiyon sürecinde kaybedilen hareket açıklığının geri kazanılması
- Ağırlık vererek yürüme, tek değneğe geçiş eğitimi
- Kas gücünün artırılması için dirençli egzersizlere progresyon
- Germe egzersizlerinde progresyon
- Denge ve propriosepsiyon eğitimi

Faz IV**Fiksator Sonrası Dönem**

- Germe egzersizlerinin progresyonu
- Yürüme yardımcıları olmadan yürümenin restorasyonu
- Kas güçlendirme egzersizlerinde direnç artırılarak cerrahi öncesi kas gücüne dönüşün hızlandırılması
- Endurans eğitimi ile dayanıklılığın artırılması
- Denge ve propriosepsiyon egzersizlerinde progresyon

NMES: Nöromusküler elektrik stimülasyonu.

Ameliyat sonrası ilk haftada, cerrahinin ikinci gününden itibaren kas kuvvet kaybını azaltmak ve eklem hareket açıklığını korumak amacıyla izometrik egzersizler tercih edilmektedir.^[12] Kuadriseps kas gücünü artırmak için izometrik egzersiz uygularken eş zamanlı nöromusküler elektrik stimülasyonu (NMES) uygulamasıyla tedavi etkinliği arttırılmaktadır. Cerrahi uygulanan alt ekstremitte, pasif ve aktif yardımcı olarak hareket ettirilerek; ayak bileği, diz ve kalça eklemlerine yönelik eklem hareket açıklığı egzersizleri uygulanmaktadır (Şekil 2). Egzersiz programı günde iki kez uygulanmakta ve hastalar haftada üç gün fizyoterapi ekibi tarafından takip edilmektedir.

Ağrı ve ödemin kontrolü amacıyla soğuk uygulama ve transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu gibi elektroterapi yöntemlerinden faydalanılabilir. Bu süreçte dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan biri de alt ekstremitenin uygun şekilde pozisyonlanmasıdır. Diz ekleminde fleksiyon kontraktürü gelişimini önlemek ve

tibial uzatma cerrahisini takiben ayak bileğinde oluşabilecek ekin deformitesinin engellenmesi amacıyla doğru pozisyonlama ve uygun ortez yaklaşımları uygulanmalıdır. Tibial uzatma cerrahilerinde; istirahat hâlinde ve gece, diz ekstansiyonda ve ayak bileği dorsifleksiyonda pozisyonlanmalıdır. Buna karşın, femoral uzatma cerrahilerinde ise; diz ve kalçanın ekstansiyonda tutulması önerilmektedir. Bu pozisyonlama stratejileri, kontraktür gelişiminin önlenmesi ve eklem hareket açıklığının korunması açısından önem taşımaktadır. Ameliyat sonrası süreçte fizyoterapist, kontraktürlerin önlenmesi ve mobilitenin artırılması amacıyla hastaya özel uygun ortez önerilerinde bulunur.

Distraksiyon döneminin ana hedefleri eklem hareket açıklığını korumak ve kas ve tendon gibi yumuşak dokularda meydana gelebilecek göreceli kısalıkların önüne geçmektir. İyileşmenin bu aşamasında kemikte uzama elde edilirken bu uzamaya daha yavaş uyum sağlayan



Şekil 2.a-c. Aktif yardımcı kalça diz fleksiyon eklem hareket açıklığı egzersizi (a), aktif yardımcı kısa arklı diz ekstansiyon eklem hareket açıklığı egzersizi (b), aktif yardımcı uzun arklı diz ekstansiyon eklem hareket açıklığı egzersizi (c).

kas ve tendon gibi yumuşak dokuların meydana getirdiği çekme kuvvetine bağlı olarak komşu eklemlerde çıkık oluşabilmektedir. Ameliyat sonrası dönemin bu evresinde fizyoterapinin yetersiz kaldığı durumlarda, iyileşme sürecinin yavaşlaması ve uzama sürecinin durdurulması karşılaşılan sorunlar arasındadır. Bu nedenle, etkili ve doğru şekilde planlanmış bir rehabilitasyon programı ile fizyoterapide başarıya ulaşılması, uzatma cerrahisinin başarısı için önemli bir unsurdur.

Distraksiyon fazında uygulanan fizyoterapi yaklaşımları, bu sürecin güvenli ve işlevsel şekilde ilerlemesini desteklemek amacıyla ihtiyaca yönelik egzersizleri içermelidir. Otuz saniye boyunca yapılan germe egzersizlerinin kas esnekliğini arttırmak için en uygun süre olduğu bildirilmiştir.^[13] Yine bu faz içerisinde aktif hareketlerle gerçekleştirilen kas güçlendirme programlarına geçiş sağlanır. Düz bacak kaldırma, yatak içi köprü egzersizi gibi egzersizler bu aşamada tercih edilebilir. Yirmi dereceden fazla aktif ekstansiyon kaybı olan hastalarda NMES uygulaması ile kuadriseps stimülasyonundan yararlanılabilir.^[14] Eksternal fiksator cerrahisi geçiren hastalar çift koltuk değneğiyle tolere edebildiği kadar ağırlık aktarıırken manyetik kontrollü uzayabilen çivilerin uygulandığı hastaların distraksiyon fazı tamamlanana kadar sadece parmak ucu ağırlık aktarması tavsiye edilir.^[14]

Ayaktan fizyoterapi evresine geçilen süreçte hastada orta-ciddi seviyede eklem hareket açıklığı kaybının olması, kas kısılması, egzersiz programlarına uyumsuzluk, ağırlık vermede zorluk yaşanması gibi durumlar ayaktan tedavinin arttırılması gerektiğinin işaret eden durumlar-
dır (Şekil 3).^[15]

Konsolidasyon evresinde, eğer varsa eklem hareket açıklığındaki kaybın geri kazanılması, kas gücünün artırılması ve fonksiyonel aktivitelerin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Bu fazda, uygulanan cerrahi tekniğe göre ağırlık aktarma stratejileri farklılık göstermektedir. Eksternal fiksator kullanılan olgularda, tam ağırlık vermeye kademe olarak geçilirken; manyetik kontrollü uzayabilen çivi uygulamalarında ise ağırlık verme durumu cerrahin talimatlarına göre belirlenir.

Eksternal fiksasyon cerrahilerinde, konsolidasyon döneminde odaklanılan unsurlar arasında tam ağırlık verme egzersizleri, tek ayak üzerinde yapılan aktiviteler, propriosepsiyon eğitimi, dayanıklılık artırılması yer almaktadır. Buna karşın, manyetik kontrollü uzayabilen çivi uygulamalarında ise cerrahin önerilerine göre kısmi ya da tam ağırlık verme aktiviteleri, eklem hareket açıklığının geri kazanımı, kas kuvvetlendirme egzersizleri tercih edilmektedir.

Komplikasyonlar ve Rehabilitasyonun Önemi

Literatürde, uzatma cerrahileri sonrasında en sık karşılaşılan komplikasyonlar arasında pin dibi enfeksiyonu, ağrı, eklem sertliği ve kontraktür gelişimi, nöropraksi, diz subluksasyonu ve rejenerat kırıkları yer almaktadır.^[7,15] Bu komplikasyonlar, hem tedavi süresini uzatmakta hem de hastanın fonksiyonel sonuçlarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları, ortaya çıkan komplikasyonları tedavi etmek ya da yeni komplikasyonların oluşumunu önlemek amacıyla yapılandırılmaktadır. Eklem sertliği, hem tibial hem de femoral



Şekil 3.a-e. Kalça adduktör germe (a), kuadriseps germe (b), *hamstring* germe (c), kalça diz fleksiyon eklem hareket açıklığını arttırmaya yönelik germe egzersizi (d), diz ekstansiyon eklem hareket açıklığını arttırmaya yönelik germe egzersizi (e).

uzatma cerrahilerini takiben sık karşılaşılan bir durum olup genellikle eklem çevresi yumuşak doku kısalıklarıyla ilişkilidir.^[2] Bu duruma yönelik olarak, hedeflenen eklem ve çevre kas gruplarına uygulanan germe egzersizleri ve yumuşak doku mobilizasyonu eklem hareket açıklığının korunması ve yeniden kazanılmasında etkili bir strateji sunmaktadır. Kontraktür ve deformite gelişimi gerektiğinde hastaya özel olarak planlanan uygun ortez uygulamalarıyla kontrol altına alınmaya çalışılmaktadır. Bu sebeple, fizyoterapistin erken dönemde yapacağı klinik değerlendirme ve girişimler hem komplikasyonların önlenmesinde hem de rehabilitasyon sürecinin etkinliğinde belirleyici bir rol oynamaktadır.

Ameliyat öncesi kas eğitimi, sürekli pasif hareket, uzatma ateli, güçlendirme ve germe egzersizleri ile propriyoseptif eğitimi içeren ameliyat sonrası yoğun bir rehabilitasyon programı, ameliyat öncesi seviyeye ulaşana kadar zorunludur. Kas kontraktürü, artrofibrozis ve kıkırdak hasarı önemli sorunlardır. Kas distraksiyonuna bağlı olarak komşu eklem hareket açıklığının azalması, uzama miktarı ile paralellik gösterir. Kemik uzunluğunun %30'unu aşan uzamalarda, kas gerilimi orijinden insersiyona kadar belirgin şekilde artış gösterir. Aşırı gerginlik, genellikle iki eklemi içeren kasları (rektus femoris, *hamstring*) etkileyen plastik deformasyon ve kontraktürlere yol açar.^[16] Maksimum diz fleksiyonu, distraksiyon periyodu

sırasında 30-40°'ye düşebilir ve bu ekstansiyon derecesindeki kayıplardan daha büyük sorundur.^[16] Kalça fleksiyon kontraktürü de femoral uzatmada gelişmesi muhtemel bir durumdur ve baştan önlem almayı gerektirir. Tüm bu kasların fonksiyonunu sürdürebilmesi için, uzuvda meydana gelen bu uzamaya fizyolojik olarak uyum sağlaması gereklidir. Bu adaptasyonun sağlanabilmesi adına, distraksiyon sürecinde kasa uygun şekilde uyarı verilmesi büyük önem taşımaktadır. Literatürde, distraksiyon evresinde kasların tamamen gerilmiş pozisyona getirilmesinin, kaslarda gerilme uyarısını tetiklediği; bu uyarının da aktin-miyozin etkileşimi aracılığıyla sarkomer eklenmesini başlattığı bildirilmektedir.^[6] Bu nedenle etkilenen kaslara hergün belirli bir süre gergin pozisyonda tutularak gerilme uyarısı verilmelidir. Örneğin, femoral uzatma ameliyatları sonrasında kuadriseps kasının yeterli gerilme uyarısı alması, hem eklem hareket açıklığının korunması hem de diz fleksiyonunun devamlılığı açısından kritiktir. Kuadriseps kas uzunluğunda kademeli bir artış sağlanamazsa, kemikteki uzama tamamlandıktan sonra diz fleksiyonunun yeniden kazanılması oldukça güç olabilir.

Sonuç

Günümüzde yaygın olarak uygulanan uzatma cerrahileri, yalnızca cerrahi teknikle sınırlı kalmaksızın, ameliyat öncesi ve sonrası dönemlerde multidisipliner bir rehabilitasyon süreciyle desteklenmesi gereken girişimlerdir. Eklem sertliği, kontraktür ve deformite gelişimi gibi yaygın sorunların önüne geçebilmek ve iyileşme sürecinin hızlandırılması için, ameliyat öncesi hazırlık ve ameliyat sonrası erken dönemde başlatılan, hasta odaklı ve bütüncül bir fizyoterapi programı gereklidir. Fizyoterapistin yapacağı doğru değerlendirme ve zamanında uygulamalar, uzatma sürecinin aksamaya uğramadan devamlılığını sağlamakta, komplikasyon riskini azaltmakta hem de hastanın ameliyat öncesi fonksiyonel düzeyine daha güvenli ve hızlı bir şekilde ulaşmasına katkıda bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Cipolloni V, Maccauro G, Pola E. Limb lengthening with PRECICE magnetic nail in pediatric patients: A systematic review. *World J Orthop*. 2021;12(8):575-83. [Crossref](#)
2. Zehtabian K. Advancements and Limitations in Limb Lengthening Surgery: A Systematic Review. *Preprints* 2025, 2025060072. [Crossref](#)
3. Tan F, Yang C, Zeng J, Li J, Li P, Qiao Y, et al. A systematic review and meta-analysis: comparing the efficacy of the Ilizarov technique alone with lengthening over a nail for lower extremity bone defects. *BMC Musculoskelet Disord* 2024;25(1):699. [Crossref](#)
4. Park HW, Jahng JS, Hahn SB, Park BM, Park YJ. Femoral lengthening and deformity correction by the Ilizarov method. *J Korean Orthop Assoc* 1993;28(6):2206-14. [Crossref](#)
5. Mittal A, Allahabadi S, Jayaram R, Nalluri A, Callahan M, Sabharwal S. What factors correlate with length of stay and readmission after limb lengthening procedures? A large-database study. *Clin Orthop Relat Res* 2022;480(9):1754-63. [Crossref](#)
6. Barker KL, Simpson AH, Lamb SE. Loss of knee range of motion in leg lengthening. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001;31(5):238-44; discussion 245-6. [Crossref](#)
7. Armagan R, Kucukkaya M, Ozdemir HM. The Use of Ilizarov method at the lower extremity deformity management. *Sisli Etfal Hastan Tip Bul* 2023;57(2):263-71. [Crossref](#)
8. Paley D. Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. *Clin Orthop Relat Res* 1990;(250):81-104. [Crossref](#)
9. Gillson SC, Shtarker H, Stolerio J, Volpin G. Rehabilitation after lower limb lengthening in short stature patients. *Orthop Proc* 2002;84(Suppl III):313.
10. Scholl Schell M, Xavier de Araujo F, Silva MF. Physiotherapy assessment and treatment of patients with tibial external fixator: A systematic scoping review. *Disabil Rehabil* 2024;46(9):1673-84. [Crossref](#)
11. Pawson JR, Church D, Fletcher J, Wood RA, Hilton C, Lloyd J, et al. Rehabilitation techniques for adults undergoing external fixation treatment for lower limb reconstruction: A systematic review. *Strategies Trauma Limb Reconstr* 2024;19(1):45-55. [Crossref](#)
12. Groszman L, Nooh A, Bernstein M, Aoude A. The Ilizarov method for the management of bone tumors in the lower extremity: Techniques, indications, and outcomes. *SN Compr Clin Med* 2023;5(1):139. [Crossref](#)
13. Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther* 1994;74(9):845-50; discussion 850-2. [Crossref](#)
14. Bhawe A, Shabtai L, Woelber E, Apelyan A, Paley D, Herzenberg JE. Muscle strength and knee range of motion after femoral lengthening. *Acta Orthop* 2017;88(2):179-84. [Crossref](#)
15. Nguyen Van L, Le Van D. Complications and functional, psychological outcomes of bilateral tibial lengthening over intramedullary nail: Evidence from Vietnam. *Int Orthop* 2021;45(8):2007-15. [Crossref](#)
16. Hasler CC, Krieg AH. Current concepts of leg lengthening. *J Child Orthop* 2012;6(2):89-104. [Crossref](#)