



Diz fleksiyon kontraktüründe tedavi yaklaşımları

Treatment approaches to flexion contractures of the knee

Yener TEMELLİ, N. Ekin AKALAN¹

İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, ¹Çocuk Nörolojisi Anabilim Dalı

Beyin felcinde en çok etkilenen eklem diz eklemidir. Diz fleksiyon kontraktürü, çömelme pozisyonunda yürümeye, basma fazında stabilite kaybına, ayakta durma ve oturmada ve günlük yaşam aktivitelerinde zorluklara yol açar. Ayrıca, genç erişkin dönemde, patella alta, patellofemoral eklem dejenerasyonu, patella ve tüberküler kırıklarına da neden olabilir. Bu çocuklar ileri yaşlarda, yüksek enerji gerektirdiği için yürümeden bile vazgeçebilirler. Bu yazıda, beyin felçli çocuklarda diz fleksiyon kontraktürlerinin nedenleri, klinik ve radyolojik değerlendirmeler ve tedavi prensipleri gözden geçirildi. Ayrıca, yapılan çalışmalar ve yürüme analizi verileri ışığında diz fleksiyon kontraktürünün biyomekaniksel nedenleri ayrıntılı olarak tartışıldı.

Anahtar sözcükler: Beyin felci; çocuk; kontraktür; yürüyüş; kalça eklemi; diz eklemi; kas, iskelet; tendon.

The knee is the most affected joint in children with cerebral palsy. Flexion contracture of the knee is the cause of crouch gait pattern, instability in stance phase of gait, and difficulties during standing and sitting, and for daily living activities. It may also cause patella alta, degeneration of the patellofemoral joint, and stress fractures of the patella and tibial tubercle in young adults. Children with cerebral palsy may even give up walking due to its high energy demand in the adult period. The purpose of this article is to review the causes of the knee flexion contractures, clinical and radiological evaluations, and treatment principles in children with cerebral palsy. The biomechanical reasons of knee flexion deformity are discussed in detail in the light of previous studies and gait analysis data.

Key words: Cerebral palsy; child; contracture; gait; hip joint; knee joint; muscle, skeletal; tendons.

Beyin felcinde (BF) dizde en sık rastlanan sorun hamstring spastisitesidir ve tedavi edilmezse dizde fleksiyon kontraktürü oluşur.^[1] Fleksiyon kontraktürü tedavi edilmezse zamanla femur kondillerinde deformasyona yol açar. Yayınlarla göre BF'li hastaların genelinde %69'unda, diparezilerde %74, kuadriparezilerde ise %88 sıklıkla çömelme pozisyonunda yürümeye (crouch gait) görülmektedir.^[2]

Beyin felçli çocuklarda diz fleksiyon kontraktürü, çömelerek yürümeye ve yürüme sırasında fazla enerji sarf edilmesine, günlük yaşantıda da ayakta dik durma, objelere uzanma, sandalyeden kalkma gibi aktivitelerin güçleşmesine neden olur. Diz fleksiyon kontraktürü nedeniyle kuadriseps aşırı çalışır. Bu da başta

patellofemoral eklemde olmak üzere birçok eklemde yüklenmeyi artırır; anterior diz ağrısına, patella ve tibial tüberküle stres kırıklarına yol açan önemli bir sorun haline gelir.^[3-5]

Beyin felçli çocuklarda oldukça sık rastlanan ve eşlik eden diğer nöromusküler ve kas-iskelet sorunlarıyla fonksiyonel yaşantıyı daha da zorlaştıran bu bozukluğun uygun tedavisi için, öncelikle nitelikli bir değerlendirme yaparak uygun tedaviyi belirlemek gerekmektedir.^[5]

Bu yazının amacı, BF'li çocuklarda diz fleksiyon kontraktürünün nedenlerini araştırmak, değerlendirme yöntemlerini incelemek, deformitelere bağlı olabilecek kompensatuvar değişiklikleri, belirlenen

sorunlara yönelik tedavi seçenekleri ve hastaya en uygun tedavi yönteminin seçilmesi konusunda bilgi vermektir.

Diz fleksiyon kontraktürünün nedenleri

Diz fleksiyon kontraktürü, (i) hamstringlerin spastisitesi veya kontraktürü, (ii) kalça fleksiyon kontraktürü ve artmış anterior pelvik tilt sonrası oluşan diz fleksiyon kontraktürü, (iii) gastrokinemius gerginliği, (iv) cerrahi sonrası triseps suraenin zayıflığı veya (v) zamanla oluşan posterior kapsül gerginliğine bağlı olarak gelişebilir.^[6-10]

Hamstring spastisitesi veya kontraktürleri

Tibia proksimaline yapılan medial ve lateral hamstringler, diz fleksör, kalça ekstansör adaledir.^[11] Üçboyutlu yürüme analizi çalışmalarında, medial hamstringlerin kas aktivitesinin çoğunlukla uzadığı, bunun da kalça ekstansör gücünü artırdığı ortaya çıkmıştır.^[9] Çömelme pozisyonunda yürüyen tüm çocukların hamstring kaslarının gergin olduğu kanısı uzun zamandır incelenmektedir ve son çalışmalar, bu çocukların çoğunda hamstring boylarının genellikle normal olduğunu göstermiştir.^[5,6,9,12] Pelvik tilt arttığında, hamstringlerin boyu normal olsa bile gergin görünür. Bu koşulda hamstring gevşetme yapılsa pelvik tilt daha da artar. Bu nedenle, hamstring gevşetme ameliyatına, klinik testler ve hamstring kaslarının dinamik uzunluk ölçümünü veren üçboyutlu yürüme analizi değerlendirmesi sonucunda karar verilmelidir.^[5,9,12,13]

Uzun süreli diz fleksiyon kontraktürlerinde diz ekstansör kasları uzun süreli ve yoğun çalışır ve patella altına neden olur. Bu durumda, kuadrisepsin basma fazında dizi ekstansiyona getirmesi zorlaşır. Böylece, diz ekstansörleri ne kadar etkili olsa da diz üzerindeki kaldırma kolu dizi tam ekstansiyona getirmeye yetmez. Bu durum ileri olgularda patella veya tibial tüberkül kırıklarına neden olur.^[4]

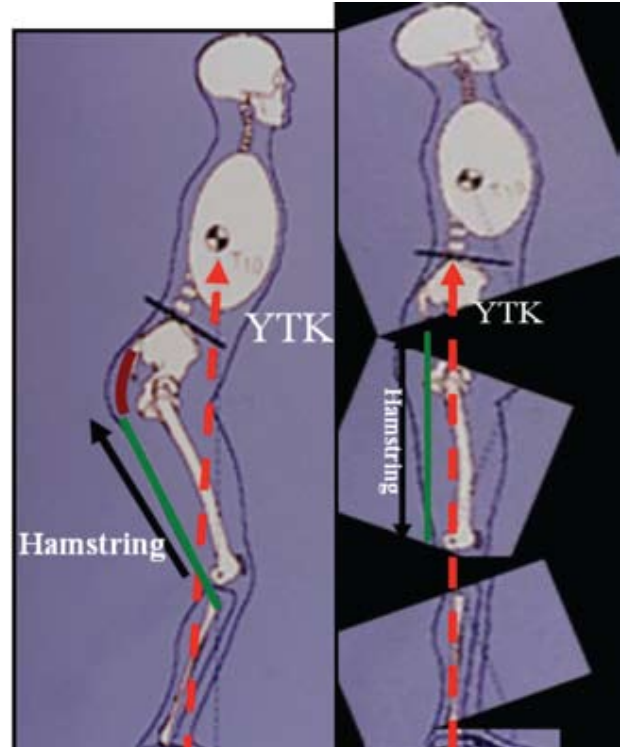
Kalça fleksiyon kontraktürü ve artmış anterior pelvik tilt sonrası oluşan diz fleksiyon kontraktürü

Beyin felçli çocuklarda ayakta dururken veya yürümenin basma fazı sırasında çoğunlukla anterior pelvik tilt ve diz fleksiyon artışı gözlenir.^[5,7,9,13] Normalde ayakta dururken yer tepkime kuvveti (YTK) diz ve kalça ekleminin ortasından geçer. Çömelme pozisyonunda yürüyen çocuklarda kalça fleksör kas gerginliği nedeniyle, YTK diz ekleminin arkasından ve kalça

ekleminin önünden geçer (Şekil 1). Bu durumda, lomber lordoz artar. Lomber lordozu kompanse etmek için gövdenin üst kısmı arkaya, diz de fleksiyona getirilir.^[5] Kalçada ve dizdeki bu çömelme postürü zamanla dizde fleksiyon kontraktürüne yol açar. Artmış anterior pelvik tiltte bağlı dizdeki fleksiyon artışı zamanla dizde fleksiyon kontraktürüne yol açar. Anterior pelvik tilt arttıkça, ayakta durma ve yürüme sırasındaki diz fleksiyonu da artacağından, bu durum klinikte çoğunlukla diz fleksör kas gerginliği artıyor şeklinde algılanır ve hamstringlerin uzatma ameliyatı uygun görülür.

Gastrokinemius gerginliği

Gastrokinemius, ayak bileğinin esas plantar fleksörü ve diz fleksörüdür.^[10] Diz fleksiyonu arttıkça gastrokinemiusun dizdeki fleksiyon momenti giderek artar. Beyin felçli çocuklarda gastrokinemius kasında selektif motor kontrol kusuru vardır ve spastisite hakimdir. Bu nedenle, çoğunlukla gergindir ve yürümenin basma fazı sırasında erken topuk kalkışına, parmak ucu yürüyüşüne ve topuk valgusuna neden olur.^[5] Distalde parmak ucu yürüyüşüne neden olan gastrokinemius kası, proksimalde dizi fleksiyona çeken ekstra bir moment oluşturur.^[10] Bu moment, dizin basma fazı sonundaki fleksiyonunun hızlanmasına



Şekil 1. Çömelme postüründe yer tepkime kuvvetinin (YTK) konumu.

ve dizin salınım fazında ulaşacağı maksimum fleksiyona doğrudan etki eder.^[14] Gastrokinemius-soleus, basma fazında dizin yeterli ekstansiyonunu sağlayan diz-ayak bileği işbirliğinin (plantar flexion-knee extension couple) en önemli parçasıdır.^[5] Gastrokinemius kasının proksimale yansıyan gerginliği, aynı fazda diz fleksiyon artışına yardım ederken, basma fazında dizin ekstansiyonunda oynadığı önemli etkisini yitirerek, dizi fleksiyona getiren bir kas haline gelir.^[15]

Cerrahi sonrası triseps suraenin zayıflığı

Özellikle soleus, yürüme siklüsünün ilk üçte birlik kısmında vücudun dikleşmesi için gereken toplam kuvvetin %40-50'sini oluşturmaktadır.^[5] Dizin ekstansiyonunu sağlayan bu aktiviteyi, ayak bileğinin önünden geçen YTK'ye karşı gelecek bir moment oluşturarak gerçekleştirir. Ayak bileğinde plantar fleksör ve dizdeki bu ekstansör etkiye "plantar flexion - diz ekstansiyon couple" denir. Böylece, dizin basma fazındaki ekstansiyonu için ekstra kas aktivasyonu elemine edilmiş olur. Spastik dipleji ve kuadriparezilerde gastrokinemius ve kalça fleksör kaslar gerginleşirken, soleus, vastuslar ve gluteus maksimus uzar. Selektif dorsal rizotomi veya Aşıl gevşetme ameliyatları gibi soleusu zayıflatan her girişim sonucunda, normalde tıbiayı geriye çekme işlevi olan soleus, tıbiayı arkaya çekemez. Bu nedenle, basma fazında ayak bileği dorsifleksiyonu ve diz fleksiyonu artar. Bu durum sonucunda çömelerek yürüme ve dizde fleksiyon kontraktürü oluşur.^[5]

Diz ardı kapsül gerginliği

Dizdeki fleksiyon kontraktürü zamanla posterior kapsülde kısalma ve kalınlaşmalara ve siyatik sinirde kısalmalara neden olur.^[16] Bu nedenle, özellikle dizin

30-40° fikse fleksiyon kontraktürlerinde hamstring gevşetmenin posterior kapsül gevşetme ile beraber yapılması önerilmektedir.^[5,16]

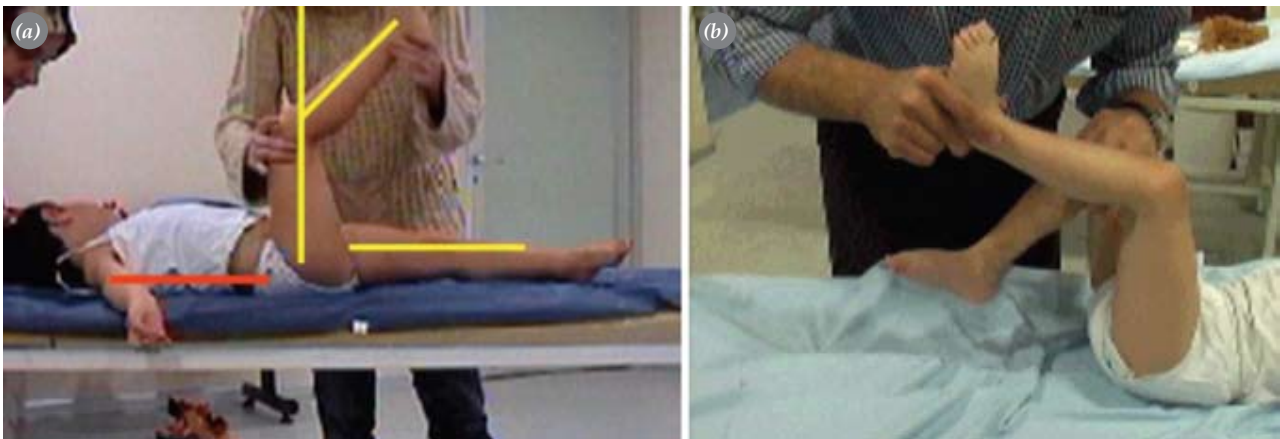
Diz fleksiyon kontraktüründe değerlendirme yöntemleri

Diz fleksiyon kontraktürleri klinik koşullarda ve laboratuvar ve görüntüleme teknikleri olarak iki bölümde incelenir.

Klinik değerlendirme yöntemleri

Anne kucağında veya yardımla (yürüteç, kanediyen, baston) yürüyen hastanın alt ekstremitelerinin pozisyonu ve hareketliliği gözlenmelidir. Oturduğunda aldığı posterior pelvik tilt, lomber kifoz ve bunu takip eden gövdenin öne yığılması, muhtemel hamstring gerginliği ve/veya gövdenin hipotonisitesi hakkında klinisyene bilgi verir.

Diz fleksiyon kontraktürüne neden olabilecek faktörlerin belirlenebilmesi için, klinikte ilk olarak hamstring kaslarının normal olup olmadığının değerlendirilmesi gerekir. Popliteal açı yaşamın hiçbir döneminde 50 dereceyi geçmez. Beyin felcinde ise 90 dereceyi bulabilir. Bu amaçla ilk olarak popliteal açı ve hamstring gerginliğine bakılmalıdır (Şekil 2). Bu test sırasında klinisyen, pasif diz ekstansiyonunun hızını artırarak hamstringler üzerindeki spastisite ve dinamik kontraktürü tespit eder.^[9] Hamstring boyunun belirlenmesi, gerçek hamstring kısalığının normal hamstring boyundan ayırt edilmesi için önemlidir (Şekil 2b). Hamstring şifti, tek taraflı popliteal açı ile çift taraflı popliteal açının birbirinden çıkartılmasıyla hesaplanır (Şekil 2a, b). Popliteal açı tek taraflı ve çift taraflı ölçülür.



Şekil 2. (a) Popliteal açı ve (b) hamstring şiftinin tayini.



Şekil 3. Femoral anteversiyon varlığında (a) artmış kalça iç rotasyonu ve (b) azalmış kalça dış rotasyonu.

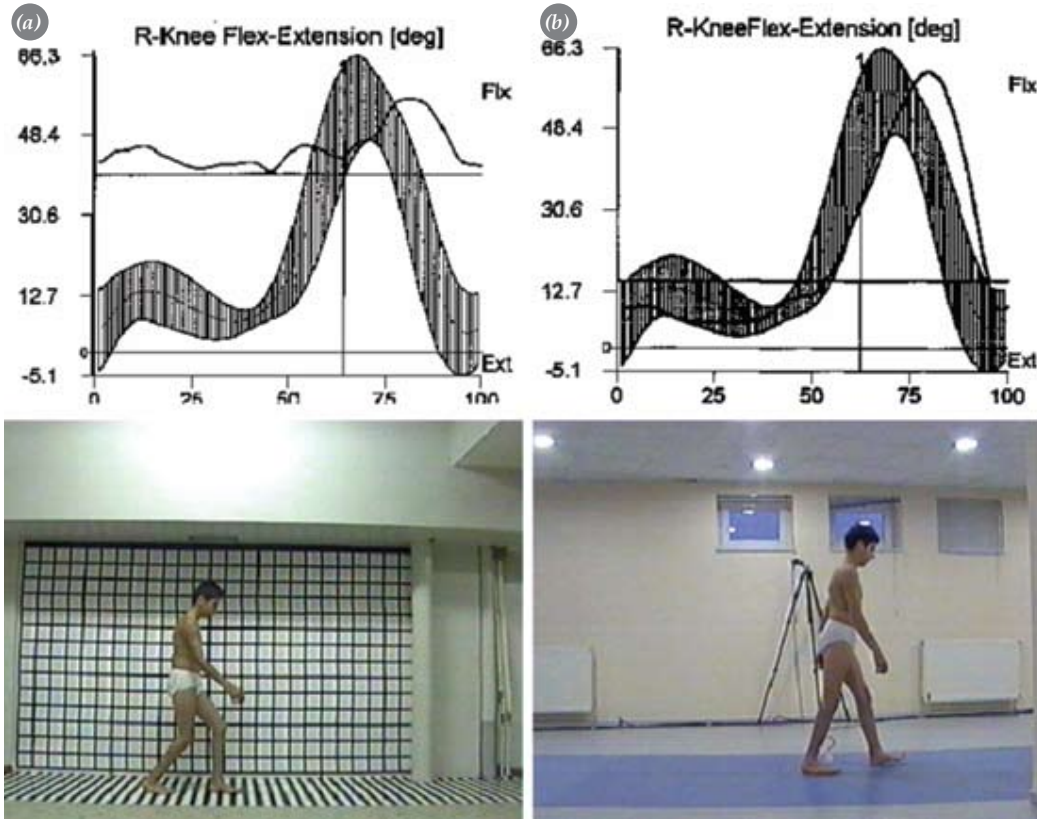
Tek taraflı popliteal açığı, hastanın var olan lomber lordozu değişmeden, karşı taraf kalça nötral ekstansiyonda iken ölçülür ve hamstringin fonksiyonel kontraktürü hakkında bilgi verir. Ancak, çift taraflı popliteal açığı, diğer taraf kalça SIAS (anterior-superior iliyak spinöz) ve SIPS (posterior-superior iliyak spinöz) vertikal olana kadar fleksiyona getirildikten sonra aynı taraftaki popliteal açığı bakılarak belirlenir ve gerçek hamstring kontraktürü hakkında bilgi verir (Şekil 2b). Aradaki açı farkı, hamstring uzunluğunun normal olup olmadığı hakkında bilgi verir. Eğer aradaki açı fazla ise, pelvisi posteriora döndürmekle hamstring gerginliği azalıyor demektir; bu da hamstring boyunun normal olduğunu gösterir. Genel olarak spastik diparezili ve kuadriparezili hastalarda anterior pelvik tilt artmıştır ve bu hastalarda hamstring şifti yüksek bulunur. Klinisyen, pelvik tilti nötrale almadan belirlediği fonksiyonel hamstring kontraktürünü hamstring gevşetme ameliyatı ile tedavi ederse, hamstringlerin kalça ekstansör momenti iyice azalır, pelvik anterior tilt artar ve gergin olan kalça fleksör kasların etkisiyle daha fazla diz fleksiyonda yürüme ile sonuçlanır.^[10,13,17] Delp ve ark.^[13] her 1° pelvik anterior tilt artışının, çift taraflı ölçülen popliteal açığı 2° artırdığını belirlemişlerdir. Böylece, tek ve çift popliteal açığı arasında 20 dereceden büyük fark, çoğunlukla gergin kalça fleksör, zayıf abdominaller ve/veya zayıf kalça ekstansör kaslarının habercisidir. Dinamik hamstring boy uzunluğunun klinikte belirlenmesindeki güçlükten dolayı, hastaların yürüme analiz laboratuvarında incelenmesinin yararı büyüktür.^[10]

Klinikte hamstring gibi gastrokinemius-soleusun da kas gerginliği ayrı ayrı belirlenmelidir. Çünkü,

BF'li hastalarda soleus çoğunlukla normal veya uzamış durumdadır.^[7] Soleusun ana görevi orta duruş fazında tibianın öne hareketini kontrol etmek ve böylece diz ekstansiyonunu sağlamaktır. Soleusa radikal germe egzersizleri veya soleusun aşırı uzamasına neden olan Aşil gevşetme gibi cerrahi girişimler soleusun aşırı zayıflamasıyla sonuçlanır; bu durum da basma fazında diz fleksiyon artışına ve diz fleksiyon kontraktürüne neden olur. Gastrokinemius gerginliğini ve soleusun aşırı uzunluğunu tespit etmek için en uygun yol, anestezi altında yapılan Silfverskiöld testidir. Ancak, bu testi yaparken, ayağın orta ve ön kısmının duruşunun testi etkilememesi gerekir. Bu nedenle, test yapılırken subtalar eklem mümkün olduğu kadar nötral veya varus pozisyonuna alınır.^[10]

Beyin felçli çocuklarda yürümenin gecikmesi ve kalça fleksiyonu, femur anteversiyonunun yüksek kalmasına neden olur. Anteversiyon artınca hasta iç rotasyonda yürür ve pelvik tilt de artar. Femoral anteversiyon artışı hastalarda çömelme postürüne neden olabilecek kinetik ve kinematik değişiklikler oluşturmaktadır. Bu nedenle, BF'li çocukların çömelme postürünün tedavisinde ortopedik cerrahi girişim düşünülüyorsa, ilk olarak rotasyonal deformiteler düzeltilmelidir (Şekil 3).^[5]

Klinikte video temelli gözlemsel yürüme analizi (VBGYA) uygulamaları diz fleksiyon kontraktürünün yürümedeki etkisini anlamada yararlı olabilir. Bu yöntemin klinikte uygulanımı yürüme analizinde deneyimli tek kişi tarafından yapılabilmektedir. Yavaşlatılmış şekilde yürümeyi izleme, yürümeyi daha az parçalara ayırarak (sadece basma fazını üç bölü-



Şekil 4. (a) Çömelleme pozisyonunda yürüme (ameliyattan önce). Kalçada ve dizde fleksiyon artmış anterior pelvik tilt ve ayak bileğinde dorsifleksiyon artmış. **(b)** Ameliyat sonrası yürüme analizinde normale yakın görünüm.

me ayırarak) basit bir değerlendirme formuyla değerlendirilmenin güvenilir olduğu gösterilmiştir.^[18,19] Perry'nin 1992 yılında oluşturduğu gözlemsel yürüme analiz formu, ayrıntılı olmasına ve uygulanımı zaman almasına karşın, halen klinikte kullanılan bir yürüme değerlendirme yöntemidir.^[3,19]

Bilgisayarlı yürüme analizi

Dizde fleksiyon kontraktürü olan BF'li hastalarda, bu kontraktürün şiddetine göre dizde basma fazında fleksiyon artışı ve salınım fazında dizde minimal hareket olmasına rağmen, kinetik incelemede yüklenme fazında ekstansör moment artışı ve artmış kuadriseps aktivitesi gözlenir. Bunun nedeni ekstansör kasların dizi ekstansiyona getirme çabasıdır.^[5] Ancak, dizde fleksiyon kontraktürü laboratuvarında sadece dize bakılarak incelenmez, diğer eklemlerdeki yansımalarının da incelenmesi tedavi açısından çok yararlı olur.

Spastik diparezi ve kuadriparezilerde genellikle çömelleme yürüyüşü gözlenir (Şekil 4). Soleus zayıflığı ve/veya femoral anteverسیون nedeniyle ayak dorsifleksiyonu ve diz fleksiyonu artmıştır, sürekli diz eks-

tansör moment artışı gözlenir, EMG'de kalça ve diz ekstansör kas aktivitesi artmıştır ve enerji tüketimi yükselmiştir.^[5] Bu tabloya, ayak bileği basma fazında plantar fleksiyon da eklenebilir. Bu durumda basma fazının başında diz fleksiyondadır.

Tedavi

Tedavideki hedeflerimiz:

1. Yürürken diz fleksiyonunu azaltmak,
2. Adım uzunluğunu artırmak;
3. Patellofemoral ekleme binen yükü azaltmak;
4. Dayanıklılığı artırmak olmalıdır.

Prensipte pelvis, kalça, diz, ayak bileği bir bütün olarak değerlendirilmelidir.

1. Rotasyonel deformiteler (femoral anteverسیون, tibial torsiyon, ayakta varus-valgus-adduktus deformiteleri, kalça subluksasyonu, vb.) düzeltilmelidir.
2. Kısalmış adaleler uzatılmalıdır (biartiküler adalelere dikkat).

3. Uzamış adaleler kısaltılmalıdır.
4. Fikse eklem kontraktürleri varsa düzeltilmelidir.
5. Yer tepkime ortezi gerekebilir.

Hafif diz fleksiyon kontraktürlerinde, popliteal açısı 60 derecenin altında, dizde fleksiyon eklem kontraktürü olmayan 5 yaşından küçük olgularda immobilizer, açı ayarlı KAFO'lar ve botulinum toksin A enjeksiyonu uygulanabilir.

Botulinum toksin A enjeksiyonu ancak iyi seçilmiş hastalarda uygulanmalıdır. Corry ve ark.nın^[20] yaptığı bir çalışmada, çömelme pozisyonunda yürüyen BF'li 10 hastanın hamstring kaslarına botulinum toksin A uygulamasından sonra anterior pelvik tiltin arttığı gösterilmiştir. Hamstringlerde izole zayıflık oluşturmaması konusunda dikkatli davranılmalıdır. Hamstring bir kalça ekstansörü olduğu için, çok zayıflatılırsa anterior pelvik tilt artar.

Diz fleksiyon kontraktürü 10-30 derece arasında ise, 10 yaşından büyük olan çocuklarda cerrahi girişim gerekir. Hamstring uzatma ve gerekirse posterior diz kapsülotomi ameliyatları uygulanabilir. Tedrici alçılı düzeltme seyrek de olsa gerekebilir. Femur kondillerinde bir deformite henüz oluşmamıştır.^[1]

Hamstring uzatma endikasyonları

1. Popliteal açı anestezi altında 50 dereceden fazla ise ve ayakta dururken dizde 20 dereceden fazla fleksiyon varsa;
2. Fikse diz kontraktürü 5-10 dereceden fazla ise;
3. Tekerlekli sandalye dışında oturma ve ayağa kalma güçlüğü;
4. Otururken lomber kifozun, hamstringlerin gevşemesiyle ortadan kalkması.

Semi tendinosus, semi membranosus ve biceps femorisin uzun başı diz fleksörü ve kalça ekstansörüdür. Popliteal açığı, semi tendinosus uzatma 10-15°, semi

membranosus uzatma 10-15° düzeltebilir. Hamstringlerin aşırı uzatılması anterior pelvik tilt veya sert diz yürüşüne neden olacağından bundan kaçınılmalıdır. Biceps femoris intramusküler olarak uzatılmazsa ti-biada dış rotasyona yol açabilir.

Hamstringler pasif gerilmeli mi?

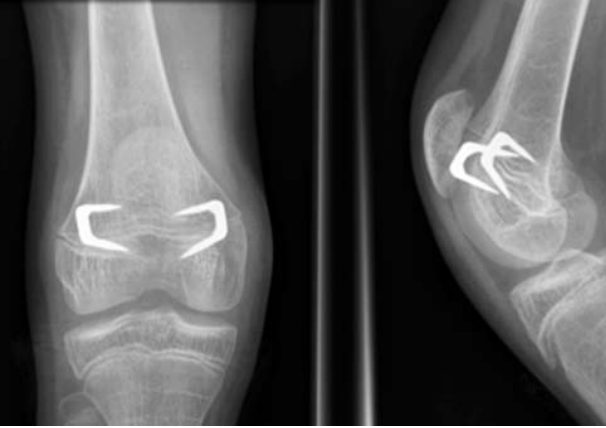
Uzun süreli agresif hamstring germe egzersizleri yerine, fonksiyonel esneme ve relaksasyon yöntemleri, çocuğun oyun sırasında gergin kaslarının ve genel olarak vücudunun gevşemesine neden olacağından daha etkili olabilir.^[21]

Fikse diz fleksiyon kontraktürü 30 dereceden fazla ise femur kondillerinin distalinde yassılaşıma olabilir ve bu da tibiofemoral eklem yüzeylerini bozar. Bu durumda kapsüler gevşetme yerine distal femoral ekstansiyon osteotomisi daha iyi bir seçenektir.^[1] Çünkü, femur kondillerindeki yassılaşıma nedeniyle kapsüler gevşetme yapılırsa, tibiofemoral eklem kayma yuvarlanma hareketi azalır ve kondillerin distalinde yassılaşıma nedeniyle, diz eklemi menteşe ekleme benzer bir ekleme dönüşür. Suprakondiler osteotomiden sonra hamstring uzatma, patellar tendon plikasyonu veya tibial tüberkülün distale nakli aynı seansta yapılabilir. Distal femoral ekstansiyonda femurda bir kısalık oluşacağı için siyatik sinir paralizisine de az rastlanır. Femurun suprakondiler kapalı wedge ekstansiyon osteotomisi spastik diparezili erişkin hastaların diz fleksiyon kontraktürünü düzeltmede etkili ve güvenli bir yöntemdir. Bu ameliyatın avantajı, femuru kısaltması ve nörovasküler yapıları rahatlatmasıdır. Siyatik sinir nöropatisi ve vasküler yetersizlik seyrek (Şekil 5).^[9]

Diz fleksiyon kontraktürlerinde, anterior femoral epifizyel büyümenin geçici olarak durdurulması yeni bir yöntemdir (Şekil 6).^[9] Bu yöntem, 5-20° arasındaki fleksiyon kontraktürlerinin tedavisi için yaklaşık 13 yaşındaki hastalarda uygulanmalıdır. Hasta 13 ya-



Şekil 5. Suprakondiler femoral osteotomi ve patellar tendon plikasyonu uygulanmış bir hastanın görüntüleri.



Şekil 6. Anterior femoral epifizyal büyümenin geçici olarak durdurulması.^[23]

şından küçük ise genu rekurvasyon oluşur; 14 yaşından büyük hastalarda ise deformite tam düzelmez.

Sonuçlar ve oluşabilecek sorunlar

Yapılan tedavi sonrasında oluşabilecek sorunlar ve çözümleri şunlardır:

1. Diz fleksiyon kontraktürü nüks edebilir.
2. Lomber lordozun ve anterior pelvik tiltin ameliyattan sonra artmasından kaçınılmalıdır. Kalçada fleksiyon kontraktürü varsa birlikte düzeltilmelidir.
3. Kuadriseps spastisitesi varsa veya hamstringler aşırı zayıflatılmışsa sert diz yürüyüşü veya genu rekurvatum oluşur. Bu sorunun çözümü distal rektus femoris transferidir.
4. Diz fleksiyon kontraktürünü tam düzeltmemek.
5. Trisepsin aşırı uzatılması nedeniyle çömelleme pozisyonu oluşabilir. Çözümü yer reaksiyon ayak bileği-ayak ortezidir.
6. Siyatik sinir lezyonu oluşabilir.

Prensipte pelvis kalça, diz, ayak bileği bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Rotasyonel deformiteler ilk planda düzeltilmelidir. Kısalmış adaleler uzatılmalı, uzamış adaleler kısaltılmalıdır; fikse eklem kontraktürleri varsa düzeltilmeli, gerekirse yer tepkime ortezleri ile fikse kontraktürlerin tekrarlamasının önüne geçilmelidir.

Kaynaklar

1. Freeman M. Gait. In: Cerebral palsy. New York: Springer; 2005. p. 251-386.
2. Wren TA, Rethlefsen S, Kay RM. Prevalence of specific gait abnormalities in children with cerebral palsy: influ-

ence of cerebral palsy subtype, age, and previous surgery. *J Pediatr Orthop* 2005;25:79-83.

3. Sutherland DH, Davids JR. Common gait abnormalities of the knee in cerebral palsy. *Clin Orthop Relat Res* 1993;(288):139-47.
4. Topoleski TA, Kurtz CA, Grogan DP. Radiographic abnormalities and clinical symptoms associated with patella alta in ambulatory children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 2000;20:636-9.
5. Gage JR. Treatment principles for crouch gait. In: Gage JR, editor. *The treatment of gait problems in cerebral palsy*. London: Mac Keith Press; 2004. p. 382-97.
6. Arnold AS, Anderson FC, Pandey MG, Delp SL. Muscular contributions to hip and knee extension during the single limb stance phase of normal gait: a framework for investigating the causes of crouch gait. *J Biomech* 2005;38:2181-9.
7. Ounpuu S, Gage JR, Davis RB. Three-dimensional lower extremity joint kinetics in normal pediatric gait. *J Pediatr Orthop* 1991;11:341-9.
8. Kirtley C. Support and forward progression. In: *Clinical gait analysis: theory and practice*. London: Churchill Livingstone; 2006. p. 237-54.
9. Horstmann HM, Bleck EE. Knee. In: *Orthopaedic management in cerebral palsy*. 2nd ed. London: Mac Keith Press; 2007. p. 303-43.
10. Trost J. Physical assessment and observational gait analysis. In: Gage JR, editor. *The treatment of gait problems in cerebral palsy*. London: Mac Keith Press; 2004. p. 71-89.
11. Waters RL, Perry J, McDaniels JM, House K. The relative strength of the hamstrings during hip extension. *J Bone Joint Surg [Am]* 1974;56:1592-7.
12. Arnold AS, Liu MQ, Schwartz MH, Ounpuu S, Delp SL. The role of estimating muscle-tendon lengths and velocities of the hamstrings in the evaluation and treatment of crouch gait. *Gait Posture* 2006;23:273-81.
13. Delp SL, Arnold AS, Speers RA, Moore CA. Hamstrings and psoas lengths during normal and crouch gait: implications for muscle-tendon surgery. *J Orthop Res* 1996;14:144-51.
14. Goldberg SR, Anderson FC, Pandey MG, Delp SL. Muscles that influence knee flexion velocity in double support: implications for stiff-knee gait. *J Biomech* 2004;37:1189-96.
15. Seth A, Liu MQ, Schwartz MH, Anderson FC, Delp SL. Treatment insight from subject-based simulation of crouch gait. In: *North American Congress on Biomechanics (NACOB)*; August 5-9, 2008; Ann Arbor, Michigan, USA. No: 543.
16. Acevedo JS. The infant and child with cerebral palsy. In: Tecklin JS, editor. *Pediatric physical therapy*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. p. 179-253.
17. Schutte LM, Hayden SW, Gage JR. Lengths of hamstrings and psoas muscles during crouch gait: effects of femoral anteversion. *J Orthop Res* 1997;15:615-21.
18. Akalan NE. Serebral paretik çocuklarda video bazlı gözlemsel yürüme analizinin gözlemci içi ve gözlemciler arası

- güvenilirliğinin belirlenmesi [Yüksek lisans Tezi]. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 1999.
19. Krebs DE, Edelstein JE, Fishman S. Reliability of observational kinematic gait analysis. *Phys Ther* 1985;65:1027-33.
 20. Corry IS, Cosgrove AP, Duffy CM, Taylor TC, Graham HK. Botulinum toxin A in hamstring spasticity. *Gait Posture* 1999;10:206-10.
 21. Halbertsma JP, Göeken LN. Stretching exercises: effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings of healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 1994;75:976-81.