



Beyin felcinde kas zayıflığı

Muscle weakness in cerebral palsy

Uri Givon

Safra Çocuk Hastanesi Ortopedi Bölümü; Sheba Tıp Merkezi Hareket Analiz Laboratuvarı, Tel Hashomer, İsrail

Son yirmi yılda, kas zayıflığının beyin felci (BF) patolojisinde ana bileşenlerden biri olduğu gösterilmiştir. Kas lifleri tipindeki değişiklikler, patolojik motor birim fonksiyonu, agonist ve antagonistlerin karşılıklı kontraksiyonu, kas boyutu ve rijiditesi gibi birçok nedenden kaynaklanan zayıflık, fonksiyonu bozarak sınırlı fonksiyon ve katılma yol açmaktadır. Kas gücünün yürüme kapasitesi ve fonksiyonel ölççeklerle ilişkili olduğu gösterilmiştir. Beyin felçli çocukların, gelişimi normal çocuklardan daha zayıf oldukları görülmüş ve BF'li çocuklarda kas grupları açısından farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Tanı ve tedavi kalitesini artırmak için, kas zayıflığı mümkün olduğu kadar objektif değerlendirilmelidir. Manuel kas testi değerlendirme için yeterli değildir; aletle yapılan kas testinin BF'de geçerliliği gösterilmiştir. Kas güçlendirme BF'de tedavinin önemli bir parçasıdır. Güçlendirmeyle ilgili çeşitli yöntemler tanımlanmıştır. Öte yandan, kas uzatma ve spastisiteyi azaltıcı diğer tedavilerin de kas gücü üzerine olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Kas güçlendirme programlarına katılan çocuklarda yaşam kalitesi artmakta ve fonksiyonlarında düzelme görülmektedir.

Anahtar sözcükler: Beyin felci/rehabilitasyon; çocuk; egzersiz; kas gücü; kas zayıflığı.

Over the last two decades, muscle weakness has been shown to be a major component of cerebral palsy (CP) pathology. Caused by multiple etiologies including variations in the muscle fiber type, pathologic motor unit function, co-contraction of agonists and antagonists, and muscle size and rigidity, weakness interferes with function and leads to limited function and participation. Muscle strength was found to be associated with walking ability and with functional scales. Children with CP were found to be weaker than typically developing children, and differences were found with respect to muscle groups in children with CP. Muscle weakness should be evaluated as objectively as possible to improve the quality of diagnosis and treatment. Manual muscle testing is not sufficient for evaluation, and instrumented muscle testing is validated in CP. Muscle strengthening is an important part of treatment of CP. Several methods of strengthening have been described. Muscle lengthening and other spasticity-modifying therapies have been shown to have a positive effect on muscle strength. Children who participated in muscle strengthening programs had a better quality of life and improved function.

Key words: Cerebral palsy/rehabilitation; child; exercise; muscle strength; muscle weakness.

Geçmişte uzun bir süre, sağlık çalışanları arasında, kas zayıflığının beyin felçli (BF) çocuklarda önemli bir sorun olmadığına dair yaygın bir görüş hakimdi. Çok sayıda terapist, kas güçlendirmesinin spastisitede artışa yol açtığı ve bu yüzden BF'de kontrendike olduğu görüşünü taşıyordu. Başka bir yaygın inanış da, BF'li çocukların, seçici kas kontrolünün düşük düzeyli olması nedeniyle direnç eğitiminin yarar göremeyeceği ve zayıflığın BF'de motor disfonksiyonun önemli bir bileşeni olmadığı idi.^[1]

Beyin felcinde kas zayıflığına yol açan çok sayıda etken vardır: Kas lifi tipindeki değişiklikler, patolojik motor birim katılımı (recruitment), agonist-antagonist ko-kontraksiyonu, azalmış seçici kontrol, kolejen infiltrasyonu nedeniyle kas kesiti, hacmi ve rijiditesinde azalma, ve diğer nedenler.^[1,2] Amerikan Fizik Tedavi Birliği (AFTB), 2007 yılında BF'li çocuklarda beden (fitness) eğitimiyle ilgili önerilerini yayımlamıştır. Kuruluşun çocuklarla ilgili bir araştırma komitesi, BF'li çocukların daha zayıf, dayanıklılıklarının daha

Yazışma adresi / Correspondence: Uri Givon, MD. Pediatric Orthopedic Unit, Safra Hospital for Children, Tel Hashomer, 52621, Israel.
Tel: +972 353 04 451 e-posta: ugivon@zahav.net.il

Başvuru tarihi / Submitted: 16.01.2009 **Kabul tarihi / Accepted:** 08.03.2009

© 2009 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği / © 2009 Turkish Association of Orthopaedics and Traumatology

düşük ve fizik aktivite düzeylerinin sınırlı olduğunu bildirmiştir. Bu komite, bedensel sağlığın ve kas güçlendirmesinin BF'li çocukların tedavisinde önemli bir bileşen haline getirilmesini önermiştir.^[3] Bu makalede BF'de kas zayıflığının üç yönünün değerlendirilmesi amaçlandı: Etyoloji ve bilimsel temel; kas gücünün değerlendirilmesi ve kas güçlendirme yöntemleri.

Kas fonksiyonu

Kas gücü, kas lifi hızı ve gerilimiyle (tension) orantılıdır. Kas lifleri metabolik özelliklerine bağlı olarak üç gruba ayrılır.^[4] Hızlı kasılma (twitch) ve yavaş kasılma lifleri vardır. Hızlı kasılma lifleri, enerji kullanım özelliklerine bağlı olarak kendi içinde hızlı oksidatif ve hızlı glikolitik lifler olarak ayrılırlar.^[2,4] Hızlı glikolitik ve hızlı oksidatif lifler, yavaş liflere göre daha yüksek kas gerilimi ve kuvveti üretirler. Ancak, kas gücünden bahsedildiğinde, gerilim ve kuvvet yanı sıra dayanıklılık da göz önüne alınmalıdır. Dayanıklılık kasın yaptığı işin tipine bağlıdır ve kas lifleri arasındaki fark düşük yük altında kendini göstermez. Fark, ağır işyükü altında belirginleşir. Hızlı glikolitik lifler daha kolay yorulurlar, bunları hızlı oksidatif lifler izler. Yavaş oksidatif lifler ise uzun süreli aktiviteye en fazla dayanıklılık gösterenlerdir. Spesifik kaslarda, kas hareketi ve yüküne uygun olmak üzere farklı kas lifi tipleri görülmektedir.^[2,4,5]

Kas kuvveti kasın kesit alanıyla orantılıdır. Kesit alanı ise kas büyüklüğünü gösteren bir parametredir. Bu yüzden, daha büyük olan kasların daha güçlü olduğuna dair yaygın öngörü, klinik tartışmalarda çoğu amaca yönelik olarak kullanılabilir.^[4] İlerde de gösterileceği gibi, BF'li hastalarda kas özellikleri ve güçlendirme üzerine yapılan çalışmalar sonuç ölçüsü olarak kas büyüklüğünü kullanmışlardır.

Motor birimler, kas hareketinin temel fonksiyonel birimleridir; bunlar bir aksondan ve bu spesifik aksonun innerve ettiği kas liflerinden oluşurlar. Bir kas çeşitli motor birimlerden; her bir kas belli bir sayıda motor birimden ve her bir motor birim belli bir sayıda kas liflerinden oluşur.^[2,4] Yüksek gerilme hızı olan motor birimlerin kontraksiyonu hızlı, düşük gerilme hızı olan motor birimlerin kontraksiyonu yavaştır. Yavaş motor birimlerde daha az sayıda yavaş oksidatif kas lifleri olduğu; buna karşın, hızlı motor birimlerde ise ya daha çok sayıda hızlı glikolitik lifler

ya da daha az sayıda hızlı oksidatif lifler olduğu saptanmıştır. Tekrarlayan kontraksiyonlar sırasında kas geriliminde gözlenen azalma kas fibril tipine göre değerlendirildiğinde, hızlı glikolitik motor birimlerin daha çabuk yorulduğu, bunu hızlı oksidatif fibrillerin izlediği ve yavaş oksidatif fibrillerin ise en geç yorulan fibriller olduğu görülmüştür.^[4]

Motor birimler, kas aktivasyonu, hareket kontrolü ve kas fonksiyonu için önemlidir. Kas, belirli bir kuvvete karşı kontraksiyona başladığında, kas tarafından uygulanan kuvvet, bu görevi yerine getirmek için gereken kuvveti oluşturacak sayıda motor birimin katılımıyla kontrol edilir. Kas aktivasyonuna motor birimlerin katılımı, kasa özgü bir sırayla gerçekleşir. Önce düşük eşikli birimler, daha sonra daha yüksek eşikli birimler katılırlar. Bütün motor birimler aktif olduğunda, kas aktivitesinin daha ileri aşaması, ayrı ayrı motor birimlerin ateşleme hızlarını ayarlamasıyla gerçekleştirilir. Bu kademeli görev almada amaç yorgunluğun en aza indirilmesidir; böylece, yorulabilecek motor birimlerin son sıralarda katılımı sağlanır.^[2,4]

Kas aktivitesi periferik sinirler aracılığıyla merkezi sinir sistemi tarafından kontrol edilir. En büyük kuvveti elde etmek için, bir kas kontrakte olduğunda, antagonist kas aynı anda kontrakte (co-contraction) olmamalıdır. Agonist ve antagonistlerin karşılıklı kontraksiyonunun önlenmesi normal hareket için önemlidir. Bununla birlikte, yapılan çalışmalar, karşılıklı kontraksiyonun gelişimi normal (GN) çocuklarda da bulunabileceğini ortaya koymuştur. Kasların karşılıklı aktive olması çocuklarda stabiliteyi artıran bir mekanizma olabilir; ancak, bu karşılıklı kontraksiyonun derecesi fizyolojik ve patolojik durumlar arasında farklılık gösterebilir.^[6-8]

Beyin felcinde kas zayıflığı

Beyin feçli çocuklarda, Wiley ve Damiano^[9] tarafından ortaya konduğu gibi, tutulmuş ekstremitelerde kas zayıflığı vardır. Maksimum istemli kontraksiyon ölçüldüğünde, diplejik tipteki BF'li hastalarda kas gücünün aynı yaştaki GN'li çocuklara göre daha zayıf olduğu bulunmuştur. Hemiplejik tipte BF'li hastalarda da sadece tutulmuş taraf değil, aynı zamanda tutulmamış taraf da kontrol grubundan daha zayıf bulunmuştur. Bu çocuklarda, tüm tutulmuş ekstremitelerde kalça ve ayak bileği fleksörlerinin antagonistlerden daha güçlü olduğu görülmüş, ama bu farklılık

anamlı bulunmamıştır.^[9] Elder ve ark.^[8] diplejik ve hemiplejik tipteki BF'li hastaların ayak bileği plantar fleksörlerinde, hemiplejik grubun tutulmuş tarafında daha fazla olmak üzere zayıflık gözlemişlerdir. Hemiplejik grubun tutulu olmayan tarafı da GN'li çocuklara göre daha zayıf bulunmuştur. Yazarlar, hem diplejik hem hemiplejik tip BF'li hastalarda kas zayıflığının nedenleri olarak, kasların kesit alanlarının daha az olmasını, motor birimlerin kısmi katılımını ve antagonistlerin karşılıklı kontraksiyonunu göstermişlerdir.^[8] Stackhouse ve ark.^[7] BF'li (diplejik tip, 7-13 yaş) ve GN'li çocukları maksimum istemli izometrik kontraksiyon (MİİK), antagonist aktivasyonu ve yorulma açısından karşılaştırmışlar ve BF'li çocuklarda kas gücünün daha zayıf, MİİK'nin daha düşük, antagonist aktivasyonunun daha fazla olduğunu saptamışlardır. İlginç bir bulgu olarak, iki grup arasında tri-seps surae yorulması açısından fark bulunmamasına karşın, GN'li çocuklarda kuadrisepslerin daha fazla yorulduğu görülmüştür. Bu bulgu, bu yaş grubundaki diplejik tip BF'li hastalarda kas büzülmesine yönelik eğilimin kuadriseps kasının işini artırdığını, dolayısıyla onu güçlendirdiğini göstermektedir.^[7]

Eek ve Beckung^[10] diplejik tip çocukların zayıf olduğunu ve bu açıdan kas grupları arasında ve GMFCS (Gross Motor Function Classification System) düzeyleri arasında farklılık olduğunu göstermişlerdir. Bu çocuklarda da kuadriseps kasları diğer kas gruplarına göre daha kuvvetli bulunmuştur. Yazarlar aynı zamanda, kas kuvveti ile GMFCS düzeyi arasında ilişki olduğunu bildirmişlerdir.^[10]

Rose ve McGill^[11] BF'li hastalarda ve kontrollerde tork ve motor birim katılımını incelemişlerdir. Kontrollerle karşılaştırıldığında BF'li hastalarda ayak bileği eklemde torkun daha az olduğu görülmüş; motor birim katılımı düşük düzeyli olduğunda ateşleme hızının iki grupta benzer olduğu, ancak MİİK düzeyinde BF'li grupta motor birim katılımının daha düşük olduğu gözlenmiştir. Yazarlar, BF'li hastalarda, maksimum kontraksiyon için gerekli olan daha yüksek eşikli motor birimlerin katılımının sağlanamadığı ve düşük eşikli motor birimlerin ateşleme hızlarının modifiye edilemediği sonucuna varmışlardır.^[11]

Daha önce belirtilmiş olduğu gibi, agonist ve antagonistlerin karşılıklı aktivasyonu GN'li çocuklarda da görülmektedir. Ancak, bu karşılıklı aktivasyon BF'li çocuklarda daha yüksek düzeydedir. Elder ve ark.^[8] GN'li çocuklarla karşılaştırıldığında, BF'li çoc-

uklarda karşılıklı aktivasyonun iki kat arttığını ve bu düzeyin diplejik çocuklarda hemiplejik çocuklara göre daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Tedroff ve ark.^[6] agonist kaslar yanı sıra antagonist kaslarda da benzer sonuçlar bildirmişlerdir. Yazarlar, BF'li hastalarda bulunan daha düşük tork değerlerinin, bu hastalarda istemli kontraksiyonun asıl hareketi sağlayıcı olmayan kaslara dağılmasına bağlı olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Merkezi sinir sistemi ve kasların bu disfonksiyonu, BF'deki kas zayıflığının diğer nedenleri yanı sıra, agonist ve antagonist karşılıklı aktivasyonunun etkisinin belirlenmesini gerektirmektedir.^[6]

Kas büyüklüğü araştırma projelerinin konusu olmuştur. Ohata ve ark.^[12] BF'li çocuk ve ergenlerde kuadriseps femoris kaslarının kalınlığını incelemişlerdir. Yazarlar, GMFCS açısından kas kalınlığı ve fonksiyonel düzey arasında pozitif ilişki saptamışlardır. Spastisitenin kas boyutuyla ilişkili olmadığı bulunurken, diz fleksiyon kontraktürünün spastisite düzeyiyle pozitif, kas boyutuyla negatif ilişki gösterdiği görülmüştür. Çalışmada, farklı ölçümler arasında ilişki bulunurken, kas boyutunun aktivite kısıtlılığı üzerinde veya aktivite düzeyinin kas büyüklüğü üzerinde herhangi bir nedensel etkisi ortaya konamamıştır. Yazarlar, kas büyüklüğünün BF'de kas kuvvetinin dolaylı bir ifadesi olarak kullanılmasını önermişlerdir.^[12]

Spastisite BF'li çocuklarda yaygındır ve kas zayıflığının nedenlerinden biri olabilir. Ross ve Engsborg^[13] kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, BF'li çocukların tüm kas gruplarında daha fazla zayıflık gösterdiğini, bu çocuklarda distal zayıflığın proksimale göre daha fazla olduğunu göstermişlerdir. Yazarlar, spastisite düzeyi ile antagonist kas zayıflığı arasında ilişki bulamamışlardır. Bu durum, BF'li hastalarda kas zayıflığının, antagonistlerin spastik olmasından kaynaklandığı görüşünü desteklememektedir.^[13] Damiano ve ark.^[14] spastisitenin daha fazla olduğu çocuklarda istemli torkun daha düşük olduğunu ve bu bulgunun düşük fonksiyonel düzeyle korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir. Kas zayıflığı ile sertliği arasında bulunan bu ilişki, kas zayıflığının sadece %20-40'ını açıklayabilmektedir. Bu yüzden nedensel bir ilişki olarak adlandırılmaz. Yazarlar, bu korelasyon için, sertliğin kas zayıflığına kompensatuvar bir mekanizma olarak kullanılabileceği ya da hem zayıflık hem de sertliğin inaktivitenin sonucu olabileceği şeklinde bazı açıklamalar öne sürmüşlerdir.^[14]

Bazı yazarlar tarafından yapısal değişiklikler de araştırılmıştır. Booth ve ark.^[15] BF ciddiyetinin değişen düzeylerde olduğu çocuklarda vastus lateralis kasında kolejen dağılımını araştırmışlardır. Yazarlar, orta ve ciddi derecede tutulumu olan hastalarda kolejen düzeyini yüksek bulmuşlar, fakat kas atrofiyle ilişki bulamamışlardır. Bu bulgu, modifiye Ashworth ölçeği ve dengeyle korelasyon göstermiş ve klonus, seçici kontrol ve yürüyebilme durumu gibi diğer klinik bulgularla pozitif bir eğilim sergilemiştir.^[15] Friden ve Lieber,^[16] sağlıklı kas hücreleriyle karşılaştırıldığında, spastik kaslarda sarkomer uzunluğunun daha kısa, esneklik katsayısının daha yüksek olduğunu göstermişlerdir. Yazarlar, spastisitenin, özellikle titin ve kolejen olmak üzere hücresel bileşenleri modifiye edebileceğini öne sürmüşlerdir.^[16] Olsson ve ark.^[17] spastik kasta titinin moleküler ağırlık ve dizinini incelemişler ve değişiklik göstermediğini bulmuşlardır; ancak, kontrollerle karşılaştırıldığında miyozin ağır zincir molekülünde değişiklik gözlemişlerdir. Yazarlar, hücre içi amorf madde yanı sıra bağ dokusunda artış ve mitokondri sayısında azalma gözlemişlerdir. Spastik kaslarda pasif gerilimin, titin yapısındaki değişikliklerden değil, kaslardaki hücre içi ve dışı değişikliklere bağlı olarak arttığını ileri sürmüşlerdir.^[17]

Vaz ve ark.^[18] GN'li çocuklarla karşılaştırmalı olarak, BF'li çocukların üst ekstremitelerinde kas gücü ve sertliğini incelemişlerdir. El bileği ekstansörleri ve fleksörlerinin GN'li çocuklarda daha güçlü olduğu görülmüştür. Beyin felçli çocuklarda ise, fleksiyonun el bileği 30 derece fleksiyonda olduğunda, ekstansiyonda olduğundan daha güçlü olduğu gözlenmiştir. Yazarlar bu bulguya, spastisiteye bağlı olarak kas dokusunda meydana gelen değişikliğin neden olduğunu öne sürmüşlerdir. Aynı çalışmada, elle yapılan işlerde performansın kötü olması, ekstansör zayıflık ve fleksör sertlikle ilişkili bulunmuştur.^[18]

Beyin felçli hastalarda lif tiplerinin anormal dağılımı da bildirilmiştir.^[15,17] Daha fazla yorgunlukla uyumlu olarak, tip I lifleri sayısında azalma, tip II lifleri sayısında artış görülmüştür. Daha önceki çalışmalarda kas atrofi ve hipertrofinin şu durumlarda görüldüğü bildirilmiştir: gerek tip I lifleri gerekse tip II lifleri baskın olduğunda, kas lifi boyutlarında ileri derecede değişiklik olduğunda ve lif tipleri dağılımının değişkenlik gösterdiği durumlarda.^[2,4] Rose ve ark.^[19] yürüyebilen hastalarda tip I liflerinin baskın olduğunu, yürüyemeyen hastalarda ise, omurilik ya-

ralanmalı hastalarda olduğu gibi, tip II liflerinin baskın olduğunu bildirmişlerdir.

Kas gücünün değerlendirilmesi

Kas gücünün değerlendirilmesi çeşitli şekillerde yapılabilir. En kolay ve en yaygın yöntem manuel kas testidir. Bu yöntem, muayane eden kişinin eline karşı hastanın bir kası MİİK durumuna getirmesine dayanır. Uygulanması kolaydır; fakat, hassas bir ölçüm değildir. Hastanın hekim ile uyumlu olması ve sadece tek bir kas grubunu, germe refleksine neden olmadan maksimum kontraksiyona getirmesi gerekir. Bu, kognitif kısıtlama ya da antagonist veya agonistlerin karşılıklı kontraksiyonu yüzünden, BF'li çocukların çok zorlandıkları bir işittir.^[20,21] Manuel kas testi değerlendirmesinde klinisyenler arası farklılık iyi bilinmektedir. Ayrıca, belli bir kas uzunluğu için ölçülen güç, diğer uzunlukların gücünün hesaplanmasında kullanılamaz. Bu yöntem BF'li hastaların klinik değerlendirmesinde önemli bir parça olarak kalacaktır; ancak, klinik araştırmada kullanımının şüpheli olduğu göz önüne alınmalıdır.

İzometrik ve izokinetik kas testinin BF'li hasta grubunda güvenilir olduğu kanıtlanmıştır. Bu yöntemler yaş gruplarının çoğunda kullanılabilir ve doğru kullanıldığında güvenilir sonuçlar verebilir.^[3,21-23] Bu yöntemler daha çok zaman alsa da tekrarlanabilirliği daha fazladır. Bütün ölçüm yöntemleri hasta uyumunu ve anlayışını gerektirir ve seçici kontrolün düşük olması tüm ölçüm yöntemleri için bir engel oluşturmaktadır.

El dinamometreleri daha ucuz, taşınabilir ve kullanımı kolaydır. Aletin kuvvet transdüseri muayene edilen ekstremitenin üzerine konur ve hastadan maksimum kontraksiyon yapması istenir. Aletin dezavantajları hastayı stabilize edememesi, hekimin alete baskı uygulama olasılığına bağlı olarak ölçülen gücün fazla çıkabilmesi ve torkun hesaplanabilmesi için eklem merkezinden olan uzaklığın tam olarak ölçülmesi gerekliliğidir. İzokinetik test cihazları, hastanın iyi sabitlenmesini sağlar ve hassas ve tekrarlanabilir ölçümler sunar; ayrıca, muayene edene bağlı etkileri ortadan kaldırır. Değişik tiplerdeki kas kontraksiyonu ölçülebilir (konsentrik, eskentrik ve izokinetik). Bu, araştırmalar için muhtemelen en iyi yöntemdir; fakat, zaman gerektirmesi, hastanın uyum ve anlayışının gerekli oluşu, maliyeti ve taşınabilir olmaması nedeniyle klinik kullanımı sınırlıdır.^[3]

Beyin felcinde kas güçlendirmesi

Yıllardır hakim olan görüş, kas güçlendirmesinin spastisiteyi artırabileceği ve BF'li hastaların tedavilerinde yer almaması gerektiği şeklindeydi. Son on yıldaki çok sayıda çalışma bunun tersini göstermiştir. Bu bölümde bunları gözden geçireceğiz.

Damiano ve ark.^[1,24] BF'li çocuklarda kuadrisepsleri güçlendirmek için serbest ayak bileği ağırlıkları kullanmışlardır. Bu kısa dönemli girişimden önce, aynı programa alınan normal kontrollerle karşılaştırıldığında BF'li grup daha zayıftı; fakat, eğitim programının sonunda BF'li grupta kuadriseps gücü normal hale gelmiştir. Bu eğitim programı hastaların son salınım fazındaki diz ekstansiyonunu düzeltmiş ve eğilerek yürüme derecesini azaltmıştır. Bu araştırma, BF'li çocukların, basit bir egzersiz programı kullanarak ve spastisitede hiçbir artış olmaksızın kaslarını güçlendirebileceklerini göstermiştir.

Rose ve McGill,^[11] uyarıcı çabanın yetersizliğinden ve motor birimlerin kısmi katılımından dolayı, kas gücünü artırmaya yönelik tedavilerin hareket ve yürüyüşe yararlı olacağını ileri sürmüşlerdir. Dodd ve ark.^[25] ev için tasarlanmış bir egzersiz programıyla benzer sonuçlar bildirmişlerdir. Hastaların hepsi onlu yaşlardaydı ve GMFCS düzeyleri I-III idi. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, altı hafta içinde hastalar alt ekstremitte gücünü artırmışlardı ve düzelme 18 hafta sonra da sürmekteydi. Ayrıca, GMFM'nin (Gross Motor Function Measure) D ve E boyutlarında (ayakta durma, koşma ve atlama) iyileşme eğilimi vardı; fakat, bu istatistiksel olarak anlamlı değildi.^[25] Sekiz çocuktan oluşan BF'li bir grupta haftada iki kez uygulanan spesifik bir egzersiz programı, kalça, diz ve ayak bileği fleksör ve ekstansörlerinin gücünü artırdığı gibi, bazı spatio-temporal parametreler ve fonksiyonel testlerde de düzelme sağladı.^[26] Bu hastalar 4-8 yaşlarında idi. Bu sonuçlar, kas güçlendirmesinin bu genç yaş grubunda bile yarar sağlayacağını göstermektedir. Başka bir çalışmada, 6-12 yaşlarında olan BF'li bir grup hastaya altı ay süreyle haftada üç kez serbest ağırlık güçlendirme programı uygulanmış; kas gücü, GMFM'nin D ve E boyutları ve spatio-temporal parametrelerde düzelme görülmüş ve bu düzelme dört hafta sonra kadar sürmüştür.^[27] Ayrıca, bu hasta grubunda kas tonunda da azalma gözlenmiştir.

Unger ve ark.^[28] okul temelli bir çalışmada kas güçlendirme programının etkilerini incelemişlerdir.

Program her katılımcıya özgü ihtiyaçlara uyacak şekilde, sekiz hafta süreyle, haftada 1-3 kez düzenlenmiştir. Katılımcıların yürüyüşü üçboyutlu hareket analizi ile değerlendirilmiş, kontrol grubunda eğilme derecesinde görülen artışa karşılık, program uygulananlarda eğilmede düşüş görülmüştür. Yazarlar, BF'li ergenlerde kas güçlendirmesini teşvik etmek için, pahalı olmayan ekipmanla benzer programların uygulanmasını önermişlerdir.

Eek ve ark.^[29] spastik diplejik BF'li 16 hastada kas güçlendirmesinin etkilerini incelemişlerdir. Sekiz hafta süreli egzersiz programı serbest ağırlık, lastik bantlar ve direnç için vücut ağırlıklarından oluşuyordu. Katılımcılara üçboyutlu hareket analizi, GMFM ve el dinamometresiyle kas gücü değerlendirilmesi ve diğer klinik değerlendirmeler yapılmıştır. Uygulama öncesinde GMFCS düzeyi I-II olan ve zayıflık bulunan hastalarda uygulama sonrasında çeşitli kasların güçlerinde anlamlı artış, GMFM'de anlamlı düzelme görülmüştür. Girişim öncesinde çoğu spatio-temporal parametrenin normal sınırlar içinde olduğu hastalarda kalça ekstansör momentinde ve ayağı itme (push off) fazındaki plantar fleksör gücü üretiminde artış saptanmıştır.

McBurney ve ark.^[30] basit egzersizler ve direnç için sırt çantalarında serbest ağırlıklar kullanarak, alt ekstremitenin ana destek kaslarını güçlendirmeyi amaçlayan ev tabanlı bir eğitim programının etkilerini incelemişlerdir. Katılımcılar programın yararlı olduğunu ve herhangi bir olumsuz etki olmadığını bildirmişler; kendilerini daha güçlü bulduklarını, hareket aralığının daha iyi olduğunu ve ruhsal olarak kendilerini daha iyi hissettiklerini belirtmişlerdir. Aktiviteleri ve başka aktivitelere katılımları da gelişmişti. Kendilerinin böyle bir egzersiz eğitimi programına katılmalarının yaşamları üzerinde sürekli bir etki yapacağını düşünüyorlardı.

Beyin felçli çocukların kalp-solunum kapasiteleri genellikle düşüktür. Herhangi bir kas güçlendirme programına başlanmadan önce, bu çocukların kardiyak ve solunum durumlarının ayrıntılı değerlendirilmesi gerekir. Ayrıca, BF'li genç bir hastada direnç egzersizlerine başlamadan önce dengeli bir beslenme programı oluşturulmalı ve kemik yoğunluğu değerlendirilmelidir.^[2]

Başka girişimler de kas gücünü etkileyebilir. Spastisitenin azaltılması hastanın fonksiyon ve uyumunu ve sonuçta kas güçlendirme girişimlerinin olumlu

etkisini artırabilir. Fry ve ark.^[31] gastroknemius küçültmesinin kas hacmi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. İşlemin ilk yılı içinde kas hacminde anlamlı artış görülmüştür. Yazarlar, ameliyat sonrasında kas pozisyonundaki düzelmenin kasa yüklenmeyi artırdığını ve hipertrofiye yol açtığını düşünmüşlerdir. Kas gücünün kasın büyüklüğü ile ilişkisi bilindiğinden, girişimden sonra kasın daha güçlü hale geleceği öngörülebilir. Öte yandan, van Doornik ve ark.^[32] spastik BF'li çocuklara oral baklofen vermişler ve ayak bileği plantar fleksörlerindeki torkta artış gözlemişlerdir. Bu durumun spastisitenin azalmasına bağlı olduğunu ve hastayı egzersiz ve kas güçlendirme için daha elverişli hale getireceğini ileri sürmüşlerdir.

Sonuç olarak kas gücü, BF'li çocukların tedavisiyle uğraşan hekimler için giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Kas gücü ile ilgili daha fazla araştırmaya gerek duyulması bir yana, bugünden bazı pratik sonuçların çıkarılması mümkündür. Günümüzde yaygın bir durum olan, fizik tedavi uzmanlarını kas gücüne ihtiyatlı yaklaşmaya yönlendirmek yanlıştır; hekimler BF'li çocukların tedavisinde kas güçlendirmeye de gereken önemi vermemelidirler. Yeterli kas gücü her ortopedik girişim için ciddi bir önşarttır ve cerrahiden önce dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir. Kas güçlendirme, her rehabilitasyon programının vazgeçilmez bir bileşeni olmalıdır. Kas güçlendirme için modern yöntemler geliştirilmeli ve her koşulda BF'li çocukların kas güçlendirme aletlerini kullanabilmelerinin ve sportif etkinliklere katılabilmelerinin önü açılmalıdır. Aileler ve sağlık görevlilerine kas güçlendirmenin önemi anlatılmalı ve kas güçlendirmenin BF'li hastalara sağlayacağı yararlar konusunda eğitim verilmelidir.

Kaynaklar

1. Damiano DL, Vaughan CL, Abel MF. Muscle response to heavy resistance exercise in children with spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1995;37:731-9.
2. Rose J, McGill KC. The motor unit in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1998;40:270-7.
3. Fowler EG, Kolobe TH, Damiano DL, Thorpe DE, Morgan DW, Brunstrom JE, et al. Promotion of physical fitness and prevention of secondary conditions for children with cerebral palsy: section on pediatrics research summit proceedings. *Phys Ther* 2007;87:1495-510.
4. Lieber RL. Skeletal muscle, structure, function and plasticity: The physiological basis of rehabilitation. 2nd ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2002.
5. Fukunaga T, Roy RR, Shellock FG, Hodgson JA, Edgerton VR. Specific tension of human plantar flexors and dorsiflexors. *J Appl Physiol* 1996;80:158-65.
6. Tedroff K, Knutson LM, Soderberg GL. Co-activity during maximum voluntary contraction: a study of four lower-extremity muscles in children with and without cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2008;50:377-81.
7. Stackhouse SK, Binder-Macleod SA, Lee SC. Voluntary muscle activation, contractile properties, and fatigability in children with and without cerebral palsy. *Muscle Nerve* 2005;31:594-601.
8. Elder GC, Kirk J, Stewart G, Cook K, Weir D, Marshall A, et al. Contributing factors to muscle weakness in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2003;45:542-50.
9. Wiley ME, Damiano DL. Lower-extremity strength profiles in spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1998; 40:100-7.
10. Eek MN, Beckung E. Walking ability is related to muscle strength in children with cerebral palsy. *Gait Posture* 2008;28:366-71.
11. Rose J, McGill KC. Neuromuscular activation and motor-unit firing characteristics in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2005;47:329-36.
12. Ohata K, Tsuboyama T, Haruta T, Ichihashi N, Kato T, Nakamura T. Relation between muscle thickness, spasticity, and activity limitations in children and adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2008;50:152-6.
13. Ross SA, Engsberg JR. Relation between spasticity and strength in individuals with spastic diplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2002;44:148-57.
14. Damiano DL, Quinlivan J, Owen BF, Shaffrey M, Abel MF. Spasticity versus strength in cerebral palsy: relationships among involuntary resistance, voluntary torque, and motor function. *Eur J Neurol* 2001;8 Suppl 5:40-9.
15. Booth CM, Cortina-Borja MJ, Theologis TN. Collagen accumulation in muscles of children with cerebral palsy and correlation with severity of spasticity. *Dev Med Child Neurol* 2001;43:314-20.
16. Fridén J, Lieber RL. Spastic muscle cells are shorter and stiffer than normal cells. *Muscle Nerve* 2003;27:157-64.
17. Olsson MC, Krüger M, Meyer LH, Ahnlund L, Gransberg L, Linke WA, et al. Fibre type-specific increase in passive muscle tension in spinal cord-injured subjects with spasticity. *J Physiol* 2006;577:339-52.
18. Vaz DV, Cotta Mancini M, Fonseca ST, Vieira DS, de Melo Pertence AE. Muscle stiffness and strength and their relation to hand function in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2006;48:728-33.
19. Rose J, Haskell WL, Gamble JG, Hamilton RL, Brown DA, Rinsky L. Muscle pathology and clinical measures of disability in children with cerebral palsy. *J Orthop Res* 1994; 12:758-68.
20. Miller F. Gait. In: Cerebral palsy. New York: Springer; 2005. p. 251-386.

21. Damiano DL, Dodd K, Taylor NF. Should we be testing and training muscle strength in cerebral palsy? *Dev Med Child Neurol* 2002;44:68-72.
22. Ayalon M, Ben-Sira D, Hutzler Y, Gilad T. Reliability of isokinetic strength measurements of the knee in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2000;42:398-402.
23. Berry ET, Giuliani CA, Damiano DL. Intrasession and intersession reliability of handheld dynamometry in children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther* 2004;16:191-8.
24. Damiano DL, Kelly LE, Vaughn CL. Effects of quadriceps femoris muscle strengthening on crouch gait in children with spastic diplegia. *Phys Ther* 1995;75:658-67.
25. Dodd KJ, Taylor NF, Graham HK. A randomized clinical trial of strength training in young people with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2003;45:652-7.
26. Blundell SW, Shepherd RB, Dean CM, Adams RD, Cahill BM. Functional strength training in cerebral palsy: a pilot study of a group circuit training class for children aged 4-8 years. *Clin Rehabil* 2003;17:48-57.
27. Morton JF, Brownlee M, McFadyen AK. The effects of progressive resistance training for children with cerebral palsy. *Clin Rehabil* 2005;19:283-9.
28. Unger M, Faure M, Frieg A. Strength training in adolescent learners with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2006;20:469-77.
29. Eek MN, Tranberg R, Zügner R, Alkema K, Beckung E. Muscle strength training to improve gait function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2008;50:759-64.
30. McBurney H, Taylor NF, Dodd KJ, Graham HK. A qualitative analysis of the benefits of strength training for young people with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2003;45:658-63.
31. Fry NR, Gough M, McNee AE, Shortland AP. Changes in the volume and length of the medial gastrocnemius after surgical recession in children with spastic diplegic cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 2007;27:769-74.
32. van Doornik J, Kukke S, McGill K, Rose J, Sherman-Levine S, Sanger TD. Oral baclofen increases maximal voluntary neuromuscular activation of ankle plantar flexors in children with spasticity due to cerebral palsy. *J Child Neurol* 2008;23:635-9.