



Beyin felci ve omurilik deformiteleri

Cerebral palsy and spinal deformities

Muharrem YAZICI, Hakan ŞENARAN¹

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı;

¹Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

Beyin felci, çoklu kas iskelet sistemi sorunları ile ortaya çıkabilen ve sık görülen bir statik ensefalopatidir. Periferik kas tonusunun artması, eklem kontraktürlerine neden olarak hastanın fonksiyonel kapasitesini azaltır. Kas iskelet tutulumunun ciddiyetinin artması ile skolyoz riski de artar. Skolyoz hastaların fonksiyonel kapasitesini, günlük bakımını ve beslenmesini olumsuz etkiler. Fizik tedavi, korse veya botulinum toksin enjeksiyonu gibi konservatif tedavi yöntemleri genellikle skolyozun ilerlemesini engellemez ve cerrahi tedavi gerekli hale gelir. Üç planlı tespit imkanı sağlayan pedikül vidalarının kullanımı ile posterior enstrümantasyon ve füzyon, yeterli düzeltmenin sağlanmasında etkili olmuş, anterior cerrahi gereksinimini ortadan kaldırmıştır.

Anahtar sözcükler: Beyin felci/komplikasyon; çocuk; lordoz/etyoloji; pelvis/cerrahi; rizotomi; skolyoz/etyoloji/cerrahi; omurga hastalığı; omurga füzyonu/enstrümantasyon.

Cerebral palsy is a common static encephalopathy and can present as multiple musculoskeletal problems. Increased peripheral muscle tone causes joint contractures and decreased functional capacity. The risk for scoliosis increases parallel with the severity of musculoskeletal involvement. Scoliosis adversely affects the functional capacity, daily care, and nutrition in disabled children. Conservative treatments including physical therapy, bracing, and botulinum toxin injections do not prevent the progression of scoliosis in most of the patients and surgical treatment becomes mandatory. With the use of pedicle screws, three-plane fixation is possible, making posterior instrumentation and fusion effective in correction of severe curves and obviating anterior surgery.

Key words: Cerebral palsy/complications; child; lordosis/etiology; pelvis/surgery; rhizotomy; scoliosis/etiology/surgery; spinal diseases/surgery; spinal fusion/instrumentation.

Beyin felci (BF) doğum öncesi, doğum sonrasında ya da doğum sonrası nedenlere bağlı oluşan statik ensefalopatileri tanımlayan bir durumdur. Ana sorun merkezi sinir sisteminde olsa da, hastaların kas tonusu artışı ve yetersiz kas kontrolü gibi periferik semptomlar nedeniyle medikal tedaviye ihtiyacı vardır. Tedavi hastalığın nedenini iyileştirmek yerine ikincil bulguları azaltmaya odaklanır. Bu nedenle, BF'li hastaları tedavi eden hekimlerin durumu metaforik olarak bataklığı kurutmak yerine sivrisineklerden kurtulmaya çalışmaya benzer. Omurga deformitelerinin tedavisi ve BF'li hasta-

ların yürüyebilmesi ile ilgilenmek tamamen farklı yaklaşımlar gerektirir: Omurga deformiteleri statik olmasına karşın, yürüme sorunları dinamiktir. Ayrıca, morbiditesi daha düşük olan, yürüme sorunları için kullanılan görece daha basit tedavilerinin tersine, omurga deformitelerinin tedavisi teknik olarak zordur ve cerrahi tedavisi de sorunludur. Omurga deformitelerinde tedavi endikasyonlarının belirlenmesi ve tedavi yöntemlerinin seçimi oldukça net olsa da, yürüme sorunlarında doğru zamanda doğru analizler ve uygun cerrahi tedavi uygulamak karmaşık ve zor bir inceleme gerektirir.

Yazışma adresi / Correspondence: Dr. Hakan Şenaran, Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, 42080 Konya. Tel: 0332 - 223 68 59 e-posta: senaran@selcuk.edu.tr

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

Sıklık

Beyin felçli hastalarda omurga deformitelerinin görülme sıklığı normal nüfustan anlamlı derecede yüksektir. Bu oran ve hastalığın şiddeti, tutulma derecesi, zihinsel gerilik derecesi ve fonksiyonel durumda kötüleşmeyle beraber artar. Omurga deformitesi olan hastaların oranı hemiplejik olanlarda %5'ten az, kuadriplejik olanlarda %60-70'tir. Tüm BF'li hastalar arasında omurilik deformitesi sıklığı ise %25'tir.^[1-3]

Eğrilik özellikleri

Beyin felçli hastalarda görülen deformiteler, başlangıç yaşı, ilerleme riski, eğriliğin doğal seyri, cerrahi tedavi gerektirmesi ve cerrahi olmayan tedaviye yanıt açısından idiyopatik deformitelerden farklıdır. Beyin felçli hastalardaki deformiteler erken yaşlarda ortaya çıkar ve iskeletin olgunlaşmasından sonra ilerlemesi genellikle cerrahi tedavi gerektirir.^[3,4] On beş yaşından önce 40 dereceye ulaşan eğrilikler ile pelvis diziliminin bozulmasına yol açan torakolomber eğrilikler ilerlemeye daha yatkın olarak kabul edilir. Ayrıca, nörolojik tutulumun derecesi arttıkça, omurga deformitelerinin ilerleme olasılığı da artmaktadır.^[1,3]

Bazı hastalarda deformite en çok torakolomber omuriliği etkilerse de, deformiteler genellikle rijittir, pelvise kadar uzanır ve idiyopatik eğriliklerden daha ileri derecededir. Sadece koronal düzlemi etkilemekle kalmaz, sagittal ve transvers düzlemleri de (üçboyutlu) etkilerler. İdiyopatik deformitelerle karşılaştırıldığında, apikal rotasyon ve translasyon daha ileri derecededir.^[2,4]

Lumbar eğrilikler kuadriplejik BF'de en sık görülen eğrilik türüdür ve çoğunlukla sol taraftadır. Eğriliklerin ilerleme hızı yerleşime bağlı değildir. Başvuru sırasında en büyük boyutta olan ve en hızlı ilerleyenler torakolomber eğriliklerdir, bunları lumbar ve torasik eğrilikler izler.^[3]

Tedavide ortaya çıkan sorunlar

İlerleyici BF skolyoz sadece kozmetik sorunlara yol açmakla kalmaz, aynı zamanda üst ekstremitelerin kullanımını sınırlar, iskiyal basınç yaralarına yol açar, dolaşım sistemini olumsuz etkileyebilir, beslenme sorunlarını artırır ve hijyen ve transportasyonu zayıflatır.^[2] Yetersiz beslenme bağışıklık sistemini olumsuz etkileyerek enfeksiyonların sıklığını artırır.^[2,5]

Omurga sorunlarına ek olarak başka çoklu sistem bozukluklarının varlığı tedaviyi daha da zorlaştırır. İskelet-kas sistemindeki kontraktürler, özellikle kal-

ça eklemi çıkıkları, omurga deformitesi ile yakından ilişkili olabilir. Omurga deformitelerinin ameliyat öncesi değerlendirilmesi sırasında kas-iskelet sisteminin diğer kısımları da göz önünde bulundurulmalıdır.^[1,2,4] Yetersiz yüklenme ve azalmış mobilizasyona yol açan altta yatan nörolojik durum dolayısıyla omurlar osteoporotiktir, pelvis normal hastalardan daha küçüktür, ayrıca antikonvülfif tedavi osteoporozu şiddetlendirir. Toplamda bu durumun cerrahi komplikasyon riski daha yüksektir.

Bu hastaların çoğu, spastisiteye ve zihinsel geriliğe ek olarak, epileptik nöbet de geçirdiğinden, cerrahi tedaviden sonra dış desteklerden yararlanılması mümkün değildir. Sonuç olarak, cerrahi sırasında rijit fiksasyona kesinlikle ihtiyaç vardır.

Geçmişte omurga deformitelerinin gelişiminden pelvik ya da intrapelvik deformiteler sorumlu tutulmuş da, günümüzde omurga veya kalça deformitelerinin nedeni olarak spastisite kabul edilmektedir. Omurga deformitesi (pelvis dizilim bozukluğu) ile kalça çıkığı arasındaki ilişki kapsamlı olarak araştırılmıştır; yakın tarihli bir çalışma BF'li çocuklarda kalça çıkığının skolyozun ilerlemesine herhangi bir etkisi olmadığını göstermiştir.^[6] İleri derecede pelvis dizilim bozukluğu olup kalçası normal olan hastalar ve omurgası normal dizilimde olmasına karşın tek taraflı kalça çıkığı olan hastalar vardır. Hiç şüphesiz kalça eklemi dikkatli bir şekilde izlenmeli ve çıkık önlenmelidir.^[7] Ancak, normal kalça eklemine koruyarak omurga deformitesini önleme düşüncesi gerçekçi değildir.

Seçici dorsal rizotomi (SDR) son zamanlarda spastisitenin tedavisinde yaygın olarak kullanılan bir yöntem olmuştur.^[8,9] Bu yöntemle spastisite azalmakta; dolayısıyla, fonksiyonel kapasite artmaktadır. Bununla birlikte, bu yöntemin posterior omurgada mekanik zayıflığı artırdığı ve bu durumun hiperlordoz ve spondilolistez riskinin artmasına neden olduğu gösterilmiştir. Mekanik instabilite dışında, ameliyat sonrasında posterior kas yapısında ve kalça fleksör kasında meydana gelen zayıflığın da omurga deformitesi riskini artırdığı gösterilmiştir. Yayınlanan ilk olgu serisinde SDR sonrası omurga deformitesi gelişme oranının %36'ya kadar çıktığı bildirilmiştir; bu oran, cerrahi dışı yöntemlerle tedavi edilen BF'li hastalarda bildirilen oranlardan daha yüksektir.^[10] Koronal düzlem deformiteleri daha hafif olsa da, sagittal düzlem deformiteleri daha ileri derecede olabi-

lır. Son yıllardaki eğilim laminektomileri sınırlandırarak omurga deformitesi olasılığını azaltmaktır. Uygun endikasyonlara dayanarak uygulandığında, SDR ameliyatı BF'li hastaların yürüme kapasitelerini önemli ölçüde artırmaktadır. Seçici dorsal rizotomi, komplike yürüme sorunlarının tedavisinin zorluğuna karşı, gelişimi halinde görece daha kolay tedavi edilebilecek omurga deformitesi riskini dengeleyici dikkate değer bir işlemdir.^[8,9]

Spastisitenin tedavisinde bir başka yöntem de intratekal baklofen pompasıdır (İTB). Bu yöntemde, intratekal bölgeye küçük dozlar halinde doğrudan baklofen ulaştırılan subkutan bir pompa yerleştirilir. Bu tedaviyle spastisitenin önemli derecede azaldığı ve küçük yaşta çocukların motor gelişiminde düzelleme olduğu gösterilmiştir.^[11] Literatürde paravertebral kasların azalmış spastisitesinin skolyoz seyrine etkisi tartışmalıdır. Yakın zamanda yapılan bir çalışma, İTB uygulanmayan spastik BF'li eşleştirilmiş kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, İTB'nin eğriliğin ilerlemesi, pelvis dizilimi ya da skolyoz sıklığına anlamlı bir etkisi olmadığını göstermiştir.^[12] Benzer sonuçlar bildiren başka olgu serileri de vardır.^[13,14]

Cerrahi dışı tedavi

Omurga deformitelerinin tedavisinde yaygın olan korse kullanımı BF'li hastalarda büyük oranda etkisizdir.^[15-17] Bunun dışında hastalar da korse kullanımına uyum göstermezler. Ayrıca, hastalar korse içindeyken ortaya çıkan nöbetler ciddi sorunlara yol açabilir; aynı şekilde, korse kullanımına bağlı göğüs duvarı hareketlerinin kısıtlanması da var olan pulmoner sorunları şiddetlendirebilir ve basınç yaralarına neden olabilir.

Omurga deformitesinin tedavisinde ve spastisitenin cerrahi olmayan tedavisinde botulinum toksin (Botox) kullanımıyla ilgili olgu sayısı sınırlıdır ve bunların takip süreleri kısadır. Ancak, bunlardan ümit verici sonuçlar alınmıştır. Nuzzo ve ark.^[18] ameliyatın geciktirilmesine karar verilen hastalarda konkav bölgeye botulinum toksin enjeksiyonunun, korse tedavisinin etkinliğini artırdığını ve eğriliğin ilerlemesini durdurduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte, botulinum toksin etkisinin geçici olduğu ve omurga deformitesinin mekanik olarak çökmesi nedeniyle sonraki aşamalarda kullanılmayacak olması unutulmamalıdır.

Beyin felçli hastalarda omurga deformitesinin kontrolü için oturma destekleri ve tekerlekli sandalye

uygulamaları kullanılabilir.^[19] Bu yolla bir dereceye kadar fonksiyonel kapasitede artış ve bazı fonksiyonların korunumu sağlanabilse de, omurga deformitesinin ilerlemesini kontrol etmek imkansızdır.

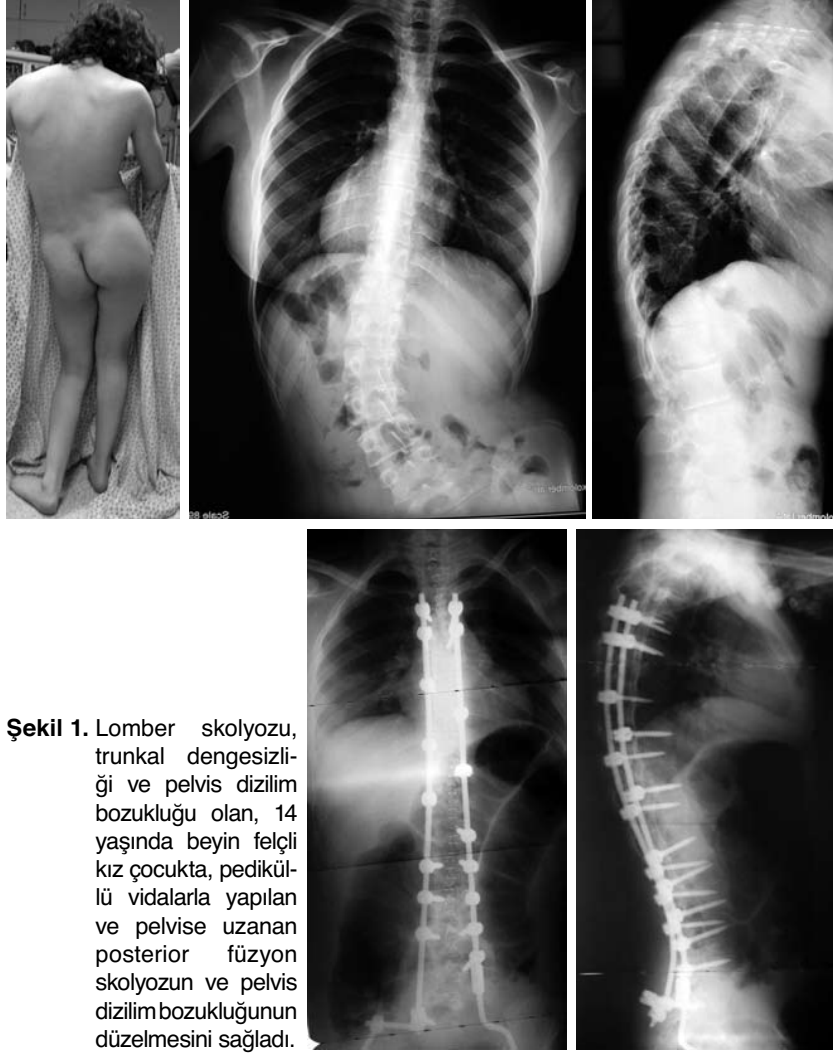
Cerrahi

Endikasyonlar

Cerrahi tedavi için ana endikasyonlar, omurga eğriliğinin ilerlemesi ve omurga deformitesine bağlı olarak fonksiyonel kayıpların oluşmasıdır. Spastik BF'li hastalar skolyoz sıklığının en yüksek olduğu grubu oluşturur.^[3] Bu hastaların neredeyse %70'inde iskeletin olgunlaşmasından sonra bile ilerleme eğilimi olan skolyoz vardır. Saito ve ark.^[3] 15 yaşından önce 40 dereceden fazla eğriliği olan hastalarda eğriliğin daha da arttığını bildirmişler ve bu hastalarda füzyon önermişlerdir. Cerrahi tedavi dengeli oturmayı ve hastanın üst ekstremitelerini bağımsız olarak kullanmasını sağlayabilir. Diğer olumlu etkileri etkin solunum, pulmoner açıklık ve iyi beslenmeyi kolaylaştırmasıdır. Omurga diziliminin düzeltilmesi, hiperlordoz gibi bazı durumlarda olduğu gibi, gastroözofageal reflü ya da superior mezenterik arter sendromunun tedavisine yardımcı olabilir. Son olarak omurga cerrahisi hemşire bakımını da oldukça kolaylaştırır.^[20,21]

Avantaj ve dezavantajları

Cerrahi tedavinin karmaşık, zor ve pahalı bir süreç olduğu unutulmamalıdır. Ameliyat sonrasında kayda değer sonuçlar elde edilebilirse de, hastalığın doğası nedeniyle fonksiyonel iyileşmenin çok sınırlı olduğunu unutulmamalıdır. Omurga deformitesi olan ancak zeka geriliği olmayan hemiplejik ve diplejik hastalarda cerrahi uygulanması ile ilgili bir tartışma yoktur; ancak, tüm vücut tutulumu olan hastalarda cerrahi endikasyonlar tartışmalıdır.^[1,22] Maliyet-yarar oranı medikal, ekonomik ve etik açılarından dünya çapında yoğun bir şekilde tartışılmaktadır. Deneyimli cerrahlar tarafından büyük merkezlerde yapılan önemli omurga ameliyatları BF'li hastaların önlerindeki yaşamlarına yıl katmasalar da, var olan yıllarına yaşam kazandırır. Terapistler, bakıcılar ve aileler hastaların yaşam kalitesinde anlamlı değişiklikler bildirmişler, düzeltici omurga ameliyatlarından sonra çok mutlu olduklarını söylemişlerdir.^[11,23-25] Çoğu BF'li hastada hem zihinsel hem de fiziksel ciddi engeller bulunsalar bile, daha yeterli bir bakımdan yarar sağlayabilecek durumdaki bu hastaları modern tıbbın yararlarından mahrum etmek doktorların sorumluluğunda değildir ve olmamalıdır.



Şekil 1. Lomber skolyozu, trunkal dengesizliği ve pelvis dizilim bozukluğu olan, 14 yaşında beyin felçli kız çocukta, pediküllü vidalarla yapılan ve pelvise uzanan posterior füzyon skolyozun ve pelvis dizilim bozukluğunun düzelmesini sağladı.

Ameliyat gereken hastalarda, omurga deformitesi daha ilerlememiş ve rijit hale gelmemişken yapılacak erken girişim başarı oranını artırır ve ameliyat sonrası komplikasyonları azaltır.

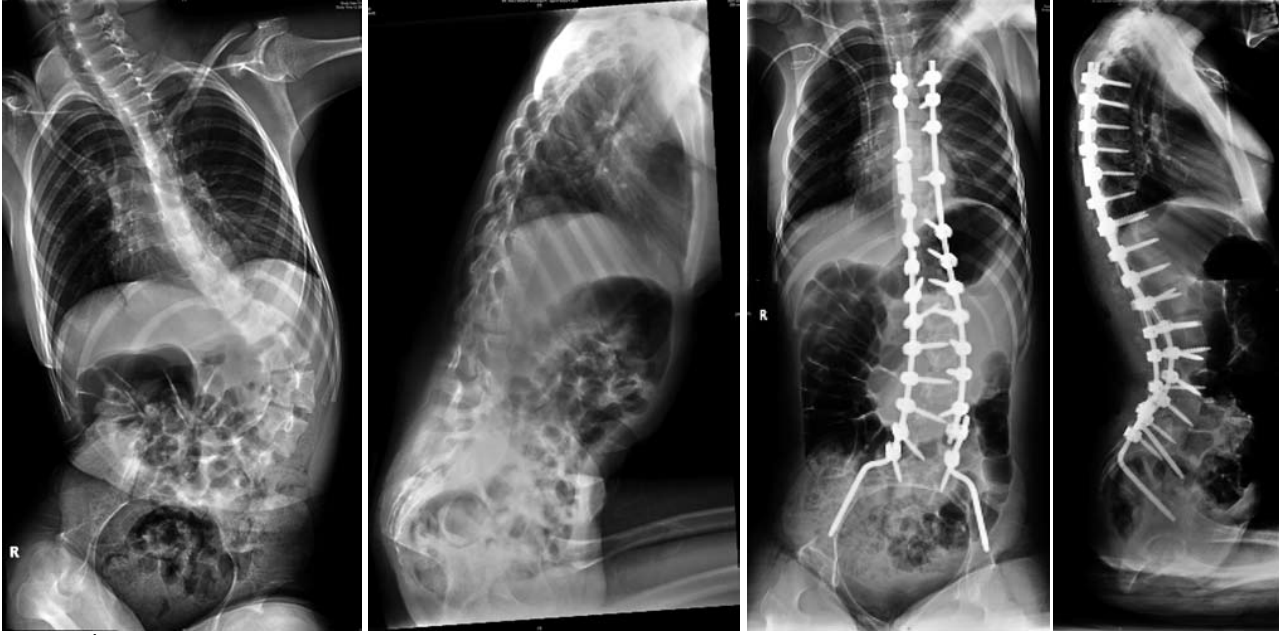
Teknikler

Ameliyatta kullanılacak enstrümantasyon, deformitenin üçboyutlu olarak düzeltilmesini kolaylaştırılmalı, ameliyat sonrasında dış destek ihtiyacını ortadan kaldıracak kadar güçlü olmalı ve, paravertebral kaslar atrofik olduğundan, tasarım açısından düşük profil olmalıdır.^[21] Enstrümantasyon her zaman füzyonla desteklenmeli, enstrümantasyon ve füzyon üst torasik omurlardan pelvise kadar genişletilmelidir.^[2,21,26] Geçmişte, pelvise uzanan enstrümanların yürüme kapasitesine etkisi konusunda ciddi endişeler vardı. Bugün ise, sagittal kontürlerin başarılı biçimde restore edildiği hastalarda yürüme kapasitesinin değişmediğini biliyo-

ruz (Şekil 1).^[21,26-28] Daha kesin konuşmak gerekirse, başarısızlık füzyondan değil, lordozun yeterli düzeltilmemesi, uzun dönem immobilizasyon ve alçı kullanımından kaynaklanmaktadır.^[2,27]

Pediküllü vidalar üç kolonlu fiksasyon sağlar; böylelikle, rotasyonun daha büyük oranda düzeltilmesine yardımcı olan daha büyük düzeltici kuvvetler uygulanabilmektedir. Ayrıca, pediküllü vidaların posterior füzyon elde etmede daha etkin olduğu gösterilmiştir. Beyin felçli hastalarda, osteoporoz nedeniyle daha büyük çaplı vidalar kullanılmalı, enstrümantasyon tercihen tüm seviyelerde yapılmalıdır; füzyon elde etmek için genellikle allogreft kullanımına ihtiyaç vardır.^[20,29]

Birçok olguda, daha iyi bir düzeltme ve etkili füzyon için anterior girişim de eklenebilir.^[21,30,31] Literatürde anterior girişim, posterior füzyon yapılacak genç hastalarda krank mili (crankshaft) fenomeni



Şekil 2. İleri derecede deformitelerde, pediküllü vidalarla yapılan posterior füzyon, eğriliğin başarılı biçimde düzeltilmesini sağladı ve anterior ameliyat gerektirmedi.

gelişimini önlemek için önerilmektedir. Ancak, BF'li hastalarda krank mili fenomeninin gerçekten bir sorun olup olmadığı hala tartışmalıdır. Smucker ve Miller^[7] BF'li çocuklarda krank mili fenomeninin sorun oluşturmadığını bildirmiş olsalar da, bu olasılık tamamen dışlanamaz; çünkü, serilerinde 10 yaşından önce ameliyat edilen ve erişkinliğe kadar takibi yapılan hastaların sayısı çok azdır.

Bu hastalarda, omurga deformitesi nedeniyle akciğer kapasitelerinde oluşan azalmanın anterior girişime bağlı riski artırdığı unutulmamalıdır. Anterior girişim genellikle, eşzamanlı başka morbiditeleri de olduğundan ameliyat için yüksek riskli oldukları kabul edilen, ilerlemiş deformiteli hastalarda düşünülür.^[30,31] Bu nedenle, anterior girişim zaten komplike olan olgularda ek risk getirecektir.

Üçboyutlu düzeltme ve anterior kolonun büyümesini kontrol altında tutmayı sağlayan pediküllü vidalarla, küçük yaşta çocuklarda, krank mili fenomeni gelişimine yol açmadan, dolayısıyla anterior girişime gerek bırakmadan, posterior yaklaşımla etkin bir düzeltme elde etmek mümkündür. Enstrümantasyonun temel hedefi pelvisi yere paralel hale getirmek ve başı pelvisin üzerinde ortalamaktır.^[20] Sagittal düzlem deformitelerinin düzeltilmesi ve elde edilen düzeltmenin korunması, koronal düzlemde yapılan düzeltmelerden daha zordur. Hiperlordotik

hastalarda sadece posterior girişimle lordozu düzeltmek ya da hiperkifotik hastalarda sadece sublaminal tellerle veya kancalarla üst torasik dizilimi korumak kolay değildir; özellikle sagittal düzlemde yapılan düzeltmelerde pediküllü vida kullanımının bu sorunları azalttığı görülmüştür (Şekil 2).^[21,27]

Komplikasyonlar

Ameliyat öncesi ve sonrası dönemlerde beslenme desteği büyük önem taşımaktadır; ayrıca, akciğer kapasitesini artırmaya da özel dikkat gösterilmelidir.^[5]

Uygun anestezi önemlidir, gerektiğinde mekanik ventilasyonla destek vermek için önlem alınmalıdır. Bu hastalar koagülopatiye yatkın olduğundan, daha yüksek kan kaybı beklenir;^[32] bu eğilim valproat kullanan hastalarda daha belirgindir. Ayrıca, intravasküler volüm azalması olan hastalarda akut rehidrasyon nedeniyle dilüzyon fenomeni oluşabilir. Kanama genellikle venöz sistemden kaynaklandığından, hipotansif anestezi çoğunlukla etkisizdir.

Ameliyata bağlı nörolojik defisit riski çok yüksek değildir. Bu riski azaltmak için nöromonitörizasyona başvurulması, yüksek yalancı negatif veya pozitif sonuçlara yol açabileceği için, pratik açıdan bakıldığında yararsızdır.

Omurga ameliyatından sonra ameliyata bağlı enfeksiyon gelişme riski BF'li hastalarda daha yüksek

tir.^[5,33,34] Özellikle bilişsel sorunları olan, epileptik, allogreft kullanılan ve albümin ve lenfosit düzeyleri düşük olan hastalarda bu risk daha fazladır.

Sonuç

Beyin felcinde omurga deformitelerinin derecesi vücut tutulumunun derecesiyle artış gösterir. İdiyopatik skolyozdan farklı olarak, eğikliğin ilerlemesi iskeletin olgunlaşmasıyla durmaz. İleri derecede eğiklikler fonksiyonel kapasiteyi düşürür, oturmada dengesizliğe ve basınç yaralarına neden olur, pulmoner ve kardiyak fonksiyonları olumsuz etkiler. Konservatif tedavi çoğunlukla uzun dönemde eğikliğin ilerlemesini durduramaz ve hastaların çoğunda omurga füzyonu gerekir. Pediküllü vidalar kullanılarak üçboyutlu düzeltme yapılabilir ve anterior girişim gerekmez; ancak, ileri derecede pelvis dizilim bozukluğu olan hastalarda füzyonu sakruma kadar uzatmak gerekir.

Kaynaklar

- Majd ME, Muldowny DS, Holt RT. Natural history of scoliosis in the institutionalized adult cerebral palsy population. *Spine* 1997;22:1461-6.
- McCarthy RE. Management of neuromuscular scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1999;30:435-49.
- Saito N, Ebara S, Ohotsuka K, Kumeta H, Takaoka K. Natural history of scoliosis in spastic cerebral palsy. *Lancet* 1998;351:1687-92.
- Aronsson DD, Stokes IA, Ronchetti PJ, Labelle HB. Comparison of curve shape between children with cerebral palsy, Friedreich's ataxia, and adolescent idiopathic scoliosis. *Dev Med Child Neurol* 1994;36:412-8.
- Jevsevar DS, Karlin LI. The relationship between preoperative nutritional status and complications after an operation for scoliosis in patients who have cerebral palsy. *J Bone Joint Surg [Am]* 1993;75:880-4.
- Şenaran H, Shah SA, Glutting JJ, Dabney KW, Miller F. The associated effects of untreated unilateral hip dislocation in cerebral palsy scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2006;26:769-72.
- Smucker JD, Miller F. Crankshaft effect after posterior spinal fusion and unit rod instrumentation in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 2001;21:108-12.
- Johnson MB, Goldstein L, Thomas SS, Piatt J, Aiona M, Sussman M. Spinal deformity after selective dorsal rhizotomy in ambulatory patients with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 2004;24:529-36.
- Spiegel DA, Loder RT, Alley KA, Rowley S, Gutknecht S, Smith-Wright DL, et al. Spinal deformity following selective dorsal rhizotomy. *J Pediatr Orthop* 2004;24:30-6.
- Turi M, Kalen V. The risk of spinal deformity after selective dorsal rhizotomy. *J Pediatr Orthop* 2000;20:104-7.
- Gooch JL, Oberg WA, Grams B, Ward LA, Walker ML. Care provider assessment of intrathecal baclofen in children. *Dev Med Child Neurol* 2004;46:548-52.
- Şenaran H, Shah SA, Presedo A, Dabney KW, Glutting JW, Miller F. The risk of progression of scoliosis in cerebral palsy patients after intrathecal baclofen therapy. *Spine* 2007;32:2348-54.
- Ginsburg GM, Lauder AJ. Progression of scoliosis in patients with spastic quadriplegia after the insertion of an intrathecal baclofen pump. *Spine* 2007;32:2745-50.
- Shilt JS, Lai LP, Cabrera MN, Frino J, Smith BP. The impact of intrathecal baclofen on the natural history of scoliosis in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 2008;28:684-7.
- Leopando MT, Moussavi Z, Holbrow J, Chernick V, Pasterkamp H, Rempel G. Effect of a Soft Boston Orthosis on pulmonary mechanics in severe cerebral palsy. *Pediatr Pulmonol* 1999;28:53-8.
- Terjesen T, Lange JE, Steen H. Treatment of scoliosis with spinal bracing in quadriplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2000;42:448-54.
- Miller A, Temple T, Miller F. Impact of orthoses on the rate of scoliosis progression in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 1996;16:332-5.
- Nuzzo RM, Walsh S, Boucherit T, Massood S. Counterparalysis for treatment of paralytic scoliosis with botulinum toxin type A. *Am J Orthop* 1997;26:201-7.
- Holmes KJ, Michael SM, Thorpe SL, Solomonidis SE. Management of scoliosis with special seating for the non-ambulant spastic cerebral palsy population-a biomechanical study. *Clin Biomech* 2003;18:480-7.
- Huang MJ, Lenke LG. Scoliosis and severe pelvic obliquity in a patient with cerebral palsy: surgical treatment utilizing halo-femoral traction. *Spine* 2001;26:2168-70.
- Yazıcı M, Asher MA, Hardacker JW. The safety and efficacy of Isola-Galveston instrumentation and arthrodesis in the treatment of neuromuscular spinal deformities. *J Bone Joint Surg [Am]* 2000;82:524-43.
- Tsirikos AI, Chang WN, Dabney KW, Miller F, Glutting J. Life expectancy in pediatric patients with cerebral palsy and neuromuscular scoliosis who underwent spinal fusion. *Dev Med Child Neurol* 2003;45:677-82.
- Comstock CP, Leach J, Wenger DR. Scoliosis in total-body-involvement cerebral palsy. Analysis of surgical treatment and patient and caregiver satisfaction. *Spine* 1998;23:1412-24.
- Jones KB, Sponseller PD, Shindle MK, McCarthy ML. Longitudinal parental perceptions of spinal fusion for neuromuscular spine deformity in patients with totally involved cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 2003;23:143-9.
- Tsirikos AI, Chang WN, Dabney KW, Miller F. Comparison of parents' and caregivers' satisfaction after spinal fusion in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 2004;24:54-8.
- Lipton GE, Letonoff EJ, Dabney KW, Miller F, McCarthy HC. Correction of sagittal plane spinal deformities with unit rod instrumentation in children with cerebral palsy. *J*

- Bone Joint Surg [Am] 2003;85:2349-57.
27. Sink EL, Newton PO, Mubarak SJ, Wenger DR. Maintenance of sagittal plane alignment after surgical correction of spinal deformity in patients with cerebral palsy. *Spine* 2003;28:1396-403.
 28. Tsirikos AI, Chang WN, Shah SA, Dabney KW, Miller F. Preserving ambulatory potential in pediatric patients with cerebral palsy who undergo spinal fusion using unit rod instrumentation. *Spine* 2003;28:480-3.
 29. Yazıcı M, Asher MA. Freeze-dried allograft for posterior spinal fusion in patients with neuromuscular spinal deformities. *Spine* 1997;22:1467-71.
 30. Sarwahi V, Sarwark JF, Schafer MF, Backer C, Lee M, King EC, et al. Standards in anterior spine surgery in pediatric patients with neuromuscular scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2001;21:756-60.
 31. Tsirikos AI, Chang WN, Dabney KW, Miller F. Comparison of one-stage versus two-stage anteroposterior spinal fusion in pediatric patients with cerebral palsy and neuromuscular scoliosis. *Spine* 2003;28:1300-5.
 32. Brenn BR, Theroux MC, Dabney KW, Miller F. Clotting parameters and thromboelastography in children with neuromuscular and idiopathic scoliosis undergoing posterior spinal fusion. *Spine* 2004;29:E310-4.
 33. Sponseller PD, LaPorte DM, Hungerford MW, Eck K, Bridwell KH, Lenke LG. Deep wound infections after neuromuscular scoliosis surgery: a multicenter study of risk factors and treatment outcomes. *Spine* 2000;25:2461-6.
 34. Szöke G, Lipton G, Miller F, Dabney K. Wound infection after spinal fusion in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 1998;18:727-33.