



## Derleme

Geliş Tarihi: 14.12.2022  
Kabul Tarihi: 18.12.2022

# Çocukluk Çağı Olgularda Spinal Deformitelere Yaklaşım: Erişkin Olgulardan Farklılıklar

## Approach to Spinal Deformities in Childhood Cases: Differences from Adult Cases

Elif BOLAT, Tuncer TURHAN

Ege Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

Yazışma adresi: Elif BOLAT ✉ welifsahin@gmail.com

## ÖZ

Pediyatrik omurgada, konjenital, gelişimsel veya kazanılmış olmak üzere çeşitli patolojiler görülebilmektedir. Pediyatrik omurga patolojileri erişkin patolojilerinden belirgin farklılıklar göstermekle birlikte bunların tedavileri de özellik arz eder. Pediyatrik yaş grubunda küçük anatomi ve büyümeye devam eden omurga varlığı, pediyatrik yaş grubuna özel enstrümanların yetersizliği, erişkin cerrahi tekniklerin çocuklara uygulanamaması gibi faktörler, pediyatrik omurga patolojilerinde cerrahi tedaviyi zorlaştırmaktadır. Gelişimini tamamlamamış omurganın füzyonuna neden olmak, büyüme geriliğinin ötesinde çok daha önemli problemlere yol açmaktadır. Çocuklarda omurga cerrahisinin geleceği, büyümeye izin veren ve hareketi koruyan füzyonsuz tekniklerinin geliştirilmesine bağlıdır. Yeni teknolojilerle geliştirilecek olan spinal enstrümantasyon teknikleri, büyümeye devam eden pediyatrik omurga patolojilerinin kusursuz tedavisi için umut verici olacaktır.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Pediyatrik, Omurga, Enstrümantasyon

## ABSTRACT

Various pathologies can be seen in the pediatric spine, whether congenital, developmental or acquired. Pediatric spine pathologies show distinct differences from adult pathologies and their treatments are also special. Factors such as small anatomy and the presence of the spine that continues to grow in the pediatric age group, inadequacy of instruments specific to the pediatric age group, and inability to apply adult surgical techniques to children make surgical treatment of pediatric spine pathologies difficult. Creating fusion of the spine that has not completed its development causes much more important problems beyond growth retardation. The future of spinal surgery in children depends on the development of non-fusion techniques that allow growth and preserve motion. Spinal instrumentation techniques, which will be developed with new technologies, will be promising for the perfect treatment of pathologies of the pediatric spine that continues to grow.

**KEYWORDS:** Pediatric, Spine, Instrumentation

## ■ GİRİŞ

Pediyatrik omurgada, konjenital, gelişimsel veya kazanılmış olmak üzere çeşitli patolojiler görülebilmektedir. Pediyatrik omurga patolojileri erişkin patolojilerinden belirgin farklılıklar göstermekle birlikte bunların tedavileri de özellik arz

eder. Pediyatrik yaş grubunda küçük anatomi ve büyümeye devam eden omurga varlığı, pediyatrik yaş grubuna özel enstrümanların yetersizliği, erişkin cerrahi tekniklerin çocuklara uygulanamaması gibi faktörler, pediyatrik omurga patolojilerinde cerrahi tedaviyi zorlaştırmaktadır (19,20).

Doğumda toraks hacmi erişkinin %6'sı, 5 yaşında %30'u ve 10 yaşında %50'sidir. Nihai oturma yüksekliğinin 2/3'üne 5 yaşına kadar ulaşılır. Omurga ve göğüs kafesi de solunum sistemi ile aynı anda gelişme gösterir. Doğumda omurganın boyu erişkin halinin %5'i, 5 yaşında %30'u, 10 yaşında %50'si ve 15 yaşında %100'ü kadardır. Beş yaşında yaygın füzyon yapıldığında toplam vertikal yükseklik kaybı 12.5cm olabilir. Dolayısıyla büyümekte olan omurgaya cerrahi tedavi uygulanırken daha özel yaklaşımlar gerekmektedir. Spinal enstrümantasyonun, henüz gelişimini tamamlamamış omurga üzerindeki istenmeyen, kısıtlayıcı etkisi, pediatrik spinal deformitelerin tedavisinde en önemli problemdir. Gelişimini tamamlamamış omurganın füzyonuna neden olmak, büyüme geriliğinin ötesinde çok daha önemli problemlere yol açmaktadır. Bu problemler arasında, restriktif akciğer hastalığı, pulmoner hipertansiyon, sağ kalp yetmezliği ve hatta ölüm yer alır. Bu sebeplerle büyümekte olan hastalarda füzyonsuz cerrahiler tercih edilmelidir (8,18).

Çocuklarda spinal enstrümantasyonun tarihçesi, omurga cerrahisine ışık tutan Hibbs, Albee ve Galloway gibi cerrahların skolyozun cerrahi tedavisiyle başlamıştır. Pediatrik skolyoz cerrahisinde en büyük atılım 1960'larda Harrington rodlarının kullanıma girmesi olmuştur. Harrington rod sistemlerinin ardından 1970'lerde Luque enstrümantasyon sistemi ve Cotrel-Dubousset sistemi de deformite düzeltilmesinde yeni teknikler sunmuştur (6).

## ■ CERRAHİ TEKNİKLER

### Posterior Spinal Enstrümantasyon

**Oksipital fiksasyon;** Pediatrik olgularda oksipitoservikal enstrümantasyon için problem yaratan bölge genellikle oksiputa fiksasyon noktasıdır. Çocukların başı, erişkinlerle karşılaştırıldığında, özellikle oksipital bölgede, orantısız olarak genişir. Baş ve boynu nötral pozisyonda tutmaya çalışmak, servikal omurga aksı ve oksiput kavsi arasında keskin bir açının oluşmasına neden olur. Bu geometrik özellik, rod yerleştirirken aşırı bir bükme ve eğim verme gerektirir (21). Çocuklarda oksipital bölgede ortalama kemik kalınlığı 3.8mm'dir. Erişkinde ise ortalama 6.7mm'dir (1). Çocuklar, kemik yapının ince olması, zayıf vida mekanik gücü gibi nedenlerle, oksipital bölgede kemiğe bağlanma noktasında, enstrüman başarısızlığına daha yatkındır.

Yapılan biyomekanik çalışmalarda, superior ve inferior nukal çizgiler arasında bikortikal vida yerleştirilmesinin unikortikal yerleştirmeye göre daha üstün olduğu gösterilmiştir. Bununla birlikte bikortikal vida yerleştirilmesi, unikortikal yerleştirmeye göre daha fazla risk taşır. Bu riskler arasında, dura zedelenmesi, beyin omurilik sıvısı (BOS) kaçağı, dural venöz sinüs hasarı ve intrakraniyal kanama gelişmesi yer alır (18).

**C1 lateral mass vidalama ve C1-2 transartiküler vidalama;** Magerl tekniğinde C1-2 transartiküler vida yerleştirilirken C1-2 ekleminde dört kortikal yüzey çaprazlanır. Bu teknikte vertebral arter yaralanması riski göreceli olarak yüksektir (%2-8). Bu teknik pediatrik omurgada oldukça nadir kullanılmaktadır. Pediatrik omurga boyutları göz önünde bulundurulduğunda, komplikasyon gelişme olasılığı daha yüksek olacağından, Magerl tekniği yerini, önce Goel ve Laheri, ardından Harms ve

Melcher tarafından tanımlanan vida-plak veya vida-rod sistemlerine bırakmıştır.

C1 lateral mass vida yerleştirilmesi, vertebral arter hasarlanma riski taşımakla birlikte, çocuklarda atlantoaksiyel ve oksipito-servikal sistemlerin etkin bir parçası olabilmektedir (10,11,12).

**C2 pars/pedikül ve translaminar vidalar;** C2 pars/pedikül vidalamada vertebral arter yaralanması riski, C1-2 transartiküler vida yerleştirilmesine göre daha düşüktür (13). Wright, translaminar vidalama tekniğini tanımlamıştır. Bu teknik, vertebral arter hasarlanma riskini ortadan kaldırarak C2'nin güvenli ve sağlam fiksasyonunu sağlar. Literatür incelendiğinde, bu tekniğin, çocuklarda güvenli ve etkin bir C2 fiksasyon yöntemi olduğu görülmektedir (4).

### Subaksiyel servikal omurga (C3-7)

Lateral mass vidaları; Lateral mass vida fiksasyon tekniğinin özellikle erişkinlerde etkin olduğu bilinmektedir. Lateral mass vidalarını yerleştirirken, Roy-Camille ve Magerl teknikleri olmak üzere belli başlı iki teknik kullanılmaktadır. Bu teknikler pediatrik hastalarda da uygulanabilmektedir. Literatürde lateral mass vida yerleştirilen en genç olgu 8.2 yaş olarak bildirilmektedir (2,5).

Küçük çocuklarda lateral mass vida yerleştirilmesinin, vertebral arterlere yakınlık, yeterli genişlik ve uzunlukta vidanın güvenli bir şekilde yerleştirilebilmesi için gerekli kemik hacminin olmaması, faset eklemin işlem esnasında hasar görmesi ve dolayısıyla gereksiz seviye uzatılması gibi riskleri mevcuttur. Olması gerekenden daha kısa vida yerleştirmek zorunda kaldığında sistemin gücü konusunda endişeler ortaya çıkmaktadır (2,5).

Sublaminar telleme tekniği; Bu teknik eski bir teknik olarak kabul edilse de lateral mass vidalama mümkün olmadığında tercih edilebilecek bir alternatiftir. Telleme tekniği, hızlı bir stabilite avantajı sağlamakta ve sağlam bir füzyon elde edilmesine katkıda bulunmaktadır. Ancak vida-rod sistemleri gibi rijid sistemler, enstrüman başarısızlığı ve füzyon oranları göz önünde bulundurulduğunda, telleme tekniği gibi rijid olmayan sistemlere göre daha üstündür (9,14).

Pedikül vidaları; Torakal ve lomber omurgadan farklı olarak, işlem esnasında komşu nörovasküler yapılara hasar verme riski yüksek olduğundan, servikal omurgada tercih edilmemektedir (3).

Translaminar vidalama; Çocuklarda subaksiyel servikal omurgada yetersiz lamina kalınlığı, translaminar vida yerleştirilmesini oldukça riskli hâle getirmekte ve bu nedenle de sıklıkla tercih edilmemektedir.

### Torakal ve lomber omurga

Teller, kancalar ve pedikül vidaları; Posterior torakolomber enstrümantasyon sistemleri, rijid ve rijid olmayan sistemler olarak ikiye ayrılır. Rijid olmayan sistemlerden telleme sistemleri günümüzde rutin kullanımda olmamakla birlikte, sublaminar telleri dayanak noktası olarak kullanan Luque telleme tekniği nadiren de olsa kullanılabilir. Telleme tekniklerinin rijid olmayan sistemler olarak kabul edilmesinin nedeni, omurganın kraniyokaudal doğrultuda piston hareketi yapmasına olanak sağlamasındadır (18).

İlk kanca temelli sistemler, 1960'lı yıllarda kullanıma giren Harrington rodlarıdır. Bu sistemler telleme tekniklerine göre çok daha rijid sistemlerdir. Bu sistemin en önemli dezavantajı, komşu segmentlerde füzyona neden olmasıdır. Pedikül vida sistemlerindeki her üç kolonu fikse etme özelliğinden farklı olarak kanca sistemleri dayanak noktası olarak yalnızca posterior elemanları alır. Bu nedenle ileri düzeyde skolyoz eğriliğini pedikül vida sistemleri kadar başarılı düzeltemez (23).

Torakal ve lomber omurgada kullanılan spinal enstrümantasyon teknikleri esas olarak, spinal deformiteleri cerrahi olarak redükte ve stabilize etme amacıyla kullanılmaktadır. Pedikül vida sistemleri, yukarıda da belirtildiği gibi, omurga üzerinde her üç kolonda da kontrol sağlayarak, aksiyel, sagittal ve koronal planlarda oldukça güçlü bir düzeltme elde eder. Rijid olmayan sistemlerle karşılaştırıldığında pedikül vida sistemleri daha yüksek füzyon oranlarına, daha düşük implant başarısızlık oranlarına sahiptir ve postoperatif dönemde korse kullanım gereksinimini ortadan kaldırır (16,18).

Polyester bantlar; Biyolojik olarak inert bir madde olan polyeşterin, yüksek çekme gücü, gerilmeye karşı yüksek direnç gibi birçok olumlu mekanik özelliği vardır. Bu sistemde rodla bir kilit mekanizmasıyla bağlı polyester bantlar mevcuttur. Polyester maddesinin yumuşaklığı ve fleksibl oluşu, pediatrik omurgada kullanımı için avantajlı hâle gelmektedir. Rod kilit sistemleri ile birlikte polyester bantlar, segmental kontrol, redüksiyon ve füzyon amacıyla kullanılabilir (22).

### Anterior Spinal Enstrümantasyon

Pediatrik yaş grubunda spinal kolona anterior yaklaşımlar, posterior yaklaşımlara oranla oldukça nadir kullanılır. Anterior spinal enstrümantasyon sıklıkla servikal omurgaya sınırlandırılır.

Pediatrik olgularda anterior spinal girişimin avantajları arasında daha düşük oranda komşu segment füzyonuna neden olması, uygulandığı seviyede yüksek füzyon oranları, daha az yumuşak doku disseksiyonu sayesinde daha az oranda kan kaybına neden olma ve daha düşük enfeksiyon oranları sayılabilir (17).

Büyüyen omurgada posterior füzyon sistemine anterior sistemin eklenmesi, krankşaft deformitesinin oluşumunu engelleyecektir (7).

Anterior spinal enstrümantasyonun en önemli dezavantajı, nadiren görülebilen, omurgada destek yetersizliğidir. İlerleyen dönemde posterior girişim ihtiyacı da doğabilmektedir (17,18).

### İntraoperatif spinal navigasyon kullanımı

Vida yerleştirilmesi için intraoperatif spinal navigasyonun kullanımının, vida malpozisyonu dolayısıyla revizyon cerrahisi gereksinimini azalttığı aşikârdır. Özellikle pediatrik omurga anatomisinin oldukça küçük olması göz önünde bulundurulduğunda, enstrüman yerleştirilirken daha küçük hata payı olması sebebiyle bilgisayar üzerinden oluşturulan görsel rehberin pediatrik omurgada kullanılması daha elverişlidir (15).

İntraoperatif BT sırasındaki radyasyon maruziyeti, özellikle pediatrik popülasyon açısından intraoperatif spinal navigasyona dair olası bir eleştiridir. Erken radyasyon maruziyetini pediatrik popülasyonda uzun dönemde artmış kanser riskiyle ilişkilendirmiş sayısız çalışma mevcuttur (15).

### Büyüyen omurgada füzyonun uzun dönem sonuçları

Pediatrik ve erişkin omurga arasındaki majör fark, çocukluktan adölesan döneme dek süren büyüme potansiyelidir. Çocuk hasta için verilen her uzun segment füzyon kararında bu büyüme göz önünde bulundurulmalıdır. Spinal füzyonun olumsuz iyatrojenik etkilerinden bazıları hareket kısıtlılığı, gerçekleşecek büyümenin duraklaması, sekonder deformite gelişmesi (örn. krankşaft fenomeni) ve komşu segment hastalığıdır. Küçük çocuklarda arka kolonda füzyon gerçekleşip ön kolonda sınırlandırılmamış büyümenin devam etmesine bağlı olarak krankşaft fenomeni gelişebilir. Posteriora füzyona uğrayan omurga bölümü, bir rotasyon merkezi hâline gelerek ilerleyici açılma ve lordoza sebebiyet verir. Daha önce bahsedildiği gibi sirkümfrensial füzyonun tamamlanması (anterior füzyonun eklenmesi) krankşaft fenomeninin önüne geçebilmektedir (7,18).

Oksiput ve C2 arasında epifizyal büyüme plağı olmaması sebebiyle oksipitoservikal füzyon minimal vertikal büyüme kısıtlılığına neden olur. Subaksiyel servikal füzyon sonrası çocuklarda spinal dizilim ve büyümeyi analiz eden bir çalışmada, füze olan segmentler boyunca devam eden dinamik değişiklikleri ortaya koymuştur. Çalışmada 4 seviye, 3 seviye ve 2 seviye füzyondaki beklenen büyümenin sırasıyla %79, %83 ve %100 olduğu gösterilmiştir (18).

Alveol ve akciğer gelişmesi 8 yaşına kadar dek sürdüğü için 8 yaşından küçük çocuklarda uzun segment torakal füzyondan kaçınılmalıdır. Akciğer olgunlaşması sürerken omurga füzyonu yapılması restriktif akciğer hastalığı ve takibinde pulmoner hipertansiyonla sonuçlanabilir. Torasik omurga ve göğüs kafesi boyunca uygunsuz füzyonun komplikasyonu olarak pulmoner hipertansiyon, sağ kalp yetmezliği ve iyatrojenik ölüme sebep olabilir (8).

Komşu seviye hastalığı, füzyonun alt veya üst komşu segmentlerinde prematür dejenerasyon olarak tanımlanmıştır. Füzyon olan segment biyomekanik güçten feragat eder fakat arta kalan fazla güç hemen bitişikteki mobil segmentlere alttan ve üstten dağılır. Yetişkin çalışmalarında, anterior servikal diskektomi ve füzyondan sonraki ilk 10 yılda komşu segment hastalığı gelişme oranı yıllık %2.9 olarak izlenmiştir. Erişkin lomber omurgada ise komşu segment hastalığı gelişme oranı yıllık %3.6'dır. Literatürde çocuklarda komşu segment dejenerasyon oranı çalışılmamıştır. Ancak çocukların beklenen yaşam süresi daha uzun olduğu için komşu segment hastalığı geliştirme riskinin erişkin popülasyona göre daha fazla olacağı çıkarımı yapılabilir (18).

### Füzyonsuz omurga cerrahisi

Çocuklarda omurga cerrahisinin geleceği, büyümeye izin veren ve hareketi koruyan füzyonsuz tekniklerinin geliştirilmesinde olabilir. Omurga büyüme modülasyonu füzyonsuz cerrahisinde yeni ve heyecan verici bir alandır. Büyüme ile oluşan iskeletsel deformite progresyonunun Hueter-Volkman kanununa uygun olduğu düşünülmektedir. Bu kanunda büyüme miktarının büyüme plağı üzerindeki kompresyon miktarına bağlı olduğu söylenir. Artmış kompresyon büyümeyi yavaşlatır ve aksine azalmış kompresyon büyümeyi artırır. Eğer bu prensip büyümekte olan skolyozlu bir çocuğa uygulanır ise skolyo-

tik omurganın konkav kısmı, vertebral büyüme plağına artmış yük oluşturacaktır, yani büyümesi yavaşlayacaktır ve eğrinin konveks kısmında ise daha az yük olacaktır, yani büyümesi hızlanacaktır, bu da kendini besleyen bir eğrilik progresyonuna sebep olacaktır. Birçok iskeletsel fiksasyon cihazı, hayvan modellerinde başarı ile kullanılmıştır (8,18).

## ■ KAYNAKLAR

1. Adeloye A, Kattan KR, Silverman FN: Thickness of the normal skull in the American blacks and whites. *Am J Phys Anthropol* 43:23-30, 1975
2. Anderson RC, Ragel BT, Mocco J, Bohman LE, Brockmeyer DL: Selection of a rigid internal fixation construct for stabilization at the craniovertebral junction in pediatric patients. *J Neurosurg* 107 Suppl 1:36-42, 2007
3. Borne GM, Bedou GL, Pinaudeau M: Treatment of pedicular fractures of the axis. A clinical study and screw fixation technique. *J Neurosurg* 60:88-93, 1984
4. Chamoun RB, Relyea KM, Johnson KK, Whitehead WE, Curry DJ, Luerssen TG, Drake JM, Jea A: Use of axial and subaxial translaminar screw fixation in the management of upper cervical spinal instability in a series of 7 children. *Neurosurgery* 64:734-739, 2009
5. Deen HG, Birch BD, Wharen RE, Reimer R: Lateral mass screw-rod fixation of the cervical spine: A prospective clinical series with 1-year follow-up. *Spine J* 3:489-495, 2003
6. Desai SK, Brayton A, Chua VB, Luerssen TG, Jea A: The lasting legacy of Paul Randall Harrington to pediatric spine surgery: Historical vignette. *J Neurosurg Spine* 18:170-177, 2013
7. Dohin B, Dubousset JF: Prevention of the crankshaft phenomenon with anterior spinal epiphysiodesis in surgical treatment of severe scoliosis of the younger patient. *Eur Spine J* 3:165-168, 1994
8. Erşahin Y: Pediatrik spinal deformiteler. İçinde: Baykaner K, Erşahin Y, Mutluer S, Özek M (eds), *Pediatrik Nöroşirürji*. Ankara: Türk Nöroşirürji Derneği Yayınları, 2014:329-339
9. Gill K, Paschal S, Corin J, Ashman R, Bucholz RW: Posterior plating of the cervical spine. A biomechanical comparison of different posterior fusion techniques. *Spine (Phila Pa 1976)* 13:813-816, 1988
10. Gluf WM, Brockmeyer DL: Atlantoaxial transarticular screw fixation: A review of surgical indications, fusion rate, complications, and lessons learned in 67 pediatric patients. *J Neurosurg Spine* 2:164-169, 2005
11. Goel A, Laheri V: Plate and screw fixation for atlanto-axial subluxation. *Acta Neurochir (Wien)* 129:47-53, 1994
12. Harms J, Melcher RP: Posterior C1-C2 fusion with polyaxial screw and rod fixation. *Spine (Phila Pa 1976)* 26:2467-2471, 2001
13. Howington JU, Kruse JJ, Awasthi D: Surgical anatomy of the C-2 pedicle. *J Neurosurg* 95 Suppl 1:88-92, 2001
14. Klimo P Jr, Astur N, Gabrick K, Warner WC Jr, Muhlbauer MS: Occipitocervical fusion using a contoured rod and wire construct in children: A reappraisal of a vintage technique. *J Neurosurg Pediatr* 11:160-169, 2013
15. Larson AN, Polly DW Jr, Guidera KJ, Mielke CH, Santos ER, Ledonio CG, Sembrano JN: The accuracy of navigation and 3D image-guided placement for the placement of pedicle screws in congenital spine deformity. *J Pediatr Orthop* 32:e23-e29, 2012
16. Liljenqvist U, Lepsien U, Hackenberg L, Niemeyer T, Halm H: Comparative analysis of pedicle screw and hook instrumentation in posterior correction and fusion of idiopathic thoracic scoliosis. *Eur Spine J* 11:336-343, 2002
17. Majd ME, Castro FP Jr, Holt RT: Anterior fusion for idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 25:696-702, 2000
18. Mendenhall S, Mobasser D, Relyea K, Jea A: Spinal instrumentation in infants, children and adolescents: A review. *J Neurosurg Pediatr* 23:1-15, 2019
19. Odent T, Bou Ghosn R, Dusabe JP, Zerah M, Glorion C: Internal fixation with occipital hooks construct for occipitocervical arthrodesis. Results in 14 young or small children. *Eur Spine J* 24:94-100, 2015
20. Papagelopoulos PJ, Currier BL, Stone J, Grabowski JJ, Larson DR, Fisher DR, An KN: Biomechanical evaluation of occipital fixation. *J Spinal Disord* 13:336-344, 2000
21. Ryken TC, Goel VK, Clausen JD, Traynelis VC: Assessment of unicortical and bicortical fixation in a quasistatic cadaveric model. Role of bone mineral density and screw torque. *Spine (Phila Pa 1976)* 20:1861-1867, 1995
22. Seitz H, Marlovits S, Schwendenwein I, Müller E, Vécsei V: Biocompatibility of polyethylene terephthalate (Trevira hochfest) augmentation device in repair of the anterior cruciate ligament. *Biomaterials* 19:189-196, 1998
23. Singh H, Rahimi SY, Yeh DJ, Floyd D: History of posterior thoracic instrumentation. *Neurosurg Focus* 16(1):E11, 2004