

## KONJENİTAL HEMİVERTEBRA OLGULARININ POSTERİOR TRANSPEDİKÜLER EGG SHELL PROSEDÜRÜ VE KONVEKS TARAF KISA SEGMENT ENSTRÜMANTASYON İLE TEDAVİSİ

### POSTERIOR TRANSPEDICULAR EGG SHELL PROCEDURE AND CONVEX SHORT SEGMENT INSTRUMENTATION FOR CONGENITAL HEMIVERTEBRA

Serkan BİLGİÇ\*, Gökhan ÇAKMAK\*\*, Hüseyin ÖZKAN\*, Yüksel YURTTAŞ\*,  
Mustafa KÜRKLÜ\*, Tolga EGE\*\*\*, Ali ŞEHİRLİOĞLU\*\*\*\*

#### ÖZET:

Konjenital hemivertebral embriyolojik, rijid ve ilerleyici bir vertebral anomalidir. Bu çalışmada posterior transpediküler egg shell prosedürü, kısa segment konveks taraf posterior enstrümantasyon ve füzyon uygulanan konjenital hemivertebral hastalarının klinik sonuçları değerlendirilmesi amaçlanmıştır. 1996-2007 yılları arasında yaş ortalaması  $11.63 \pm 1.66$  ve tek seviyeli hemivertebrası olan, kısa segment konveks taraf posterior enstrümantasyon ve füzyon uygulanan 19 hasta (8 erkek, 11 kız) değerlendirilmiştir. Ortalama takip süresi  $62.53 \pm 9.25$  aydır. Ortalama Risser skalası 2 ve preoperatif Cobb açısı ortalama  $39.84^\circ \pm 2.99^\circ$  iken postoperatif ve geç dönem postoperatif ortalama Cobb açıları sırasıyla

$25.47^\circ \pm 2.8^\circ$  ve  $28.63^\circ \pm 9.25^\circ$  olduğu saptanmıştır. Preoperatif ve postoperatif Cobb açıları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Bu çalışmanın verilerine göre; posterior transpediküler egg shell prosedürü ile kısa segment konveks taraf posterior enstrümantasyon ve füzyon uygulamasının klinik sonuçları başarılı olduğu fikri elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Konjenital skolyoz, hemivertebral, egg shell işlemi, konveks füzyon

**Kanıt Düzeyi:** Düzey III, Retrospektif klinik çalışma

(\*) Yrd. Doç. Dr., GATA Ortopedi ve Travmatoloji A.D, Ankara

(\*\*) Uzm. Dr., GATA Ortopedi ve Travmatoloji A.D, Ankara

(\*\*\*) Uzm. Dr., Van Asker Hastanesi, Van

(\*\*\*\*) Prof. Dr., GATA Ortopedi ve Travmatoloji A.D, Ankara

**SUMMARY:**

*Congenital scoliosis with hemivertebrae is an embriologic, rigid and progressive vertebral abnormality. In this study, evaluation of the clinical data of the congenital hemivertebrae patients who underwent posterior transpedicular egg shell procedure, short segment convex side posterior instrumentation and fusion was purposed. Between 1996 and 2007, 19 patients (eight male and eleven female), mean  $11.63 \pm 1.66$  years old with single-level hemivertebrae related congenital scoliosis underwent hemivertebra excision, short segment convex side posterior instrumentation and fusion at our institution with an average follow-up period of  $62.53 \pm 9.25$  months. 14 patients had thoracal and five patients had lumbal hemivertebrae. The mean of Risser scale was*

*2 and the mean of preoperative Cobb angles was  $39.84^\circ \pm 2.99^\circ$ . The mean of postoperative and late postoperative Cobb angles were  $25.47^\circ \pm 2.8^\circ$  and  $28.63^\circ \pm 9.25^\circ$  respectively. There was significant difference statistically between preoperative and postoperative Cobb angles ( $p < 0.05$ ). In light of the results of this study, we concluded that posterior transpedicular egg shell procedure, short segment convex side posterior instrumentation and fusion were satisfactory for the treatment of congenital hemivertebra.*

**Keywords:** Congenital scoliosis, hemivertebra, egg shell procedure, convex fusion

**Level of Evidence:** Level III, retrospective clinical study

## GİRİŞ:

Konjenital skolyoz embriyogenez sırasında vertebralardaki gelişim anomalileri neticesinde ortaya çıkan, oldukça rijid ve ilerleyici eğriliklere sahip olan omurga deformitesidir. Konjenital skolyozlardaki yapısal anomaliler biçimlenme defekti, segmentasyon defekti ve karışık tip olmak üzere üçe ayrılır <sup>(13,29)</sup>.

Formasyon defekti nedeniyle ortaya çıkan en sık anomali hemivertebradır. Hemivertebranın doğal gidişatı olguların % 70'inde özellikle de unilateral ansegmente bar ile birlikteyse ciddi eğrilik artışıyla neticelenmektedir <sup>(3,17-19,29)</sup>.

Eğriliğinde artış izlenen konjenital hemivertebra olguları genellikle spinal artrodezle tedavi edilmektedir <sup>(1,14,30)</sup>. Bu çalışmada, kliniğimizde konjenital tek seviyeli hemivertebra nedeniyle egg shell yapılan, konveks tarafa kısa segment posterior enstrümantasyon ve füzyon uyguladığımız olgularda uyguladığımız cerrahi tedavinin etkinliğini ve güvenilirliğini değerlendirmeyi amaçladık.

## MATERYAL VE METOT:

Retrospektif olarak yapılan bu çalışmaya, 1996-2007 yılları arasında Gülhane Askeri Tıp Akademisi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda, konjenital tek seviyeli hemivertebra nedeniyle egg-shell prosedürü ile konveks tarafa kısa segment posterior enstrümantasyon ve füzyon yapılan 19 hasta dahil edildi.

Çalışmaya dâhil edilen hastaların yaş, cinsiyet, cerrahi öncesi ve sonrası grafileri, nörolojik durumları değerlendirildi. Tanı koymada, deformite ölçümünde ve patoloji tipini belirlemede ilk aşamada ayakta çekilmiş olan direkt grafilerden faydalanıldı. Cobb

ölçüm yöntemi kullanılarak hastanın preoperatif, erken postoperatif ve takip sonu skolyoz açıları, torakal kifoz ve lomber lordoz açıları değerlendirildi. Ayakta çekilmiş olan ön ve arka grafilerde koronal ve sagittal denge değerlendirilmesi yapıldı. Cerrahi öncesi hastaların tümüne bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yöntemleri uygulanarak deformite analizi ve birlikte olabilecek intraspinal patolojiler araştırıldı. Birlikte bulunabilecek ek sistem patolojileri için hastalardan cerrahi öncesinde üroloji, çocuk cerrahisi ve çocuk kardiyolojisi konsültasyonları istendi.

Yedi hastada ek sistem patolojileri mevcuttu. Ek sistem patolojisi olarak 1 hastada kriptorşidizm ve retinal agenezi, 1 hastada pelvik yerleşimli böbrek, 1 hastada renal agenezi, 1 hastada yarık damak ve dudak, 1 hastada sakral displazi, 1 hastada Down sendromu, 1 hastada bilateral gelişimsel kalça displazisi (GKD) tespit edildi. Yapılan intraspinal MRG incelemelerinde split kord malformasyonu bulunan 4 hastanın 3'üne preoperatif dönemde diastometamyeli şupur eksizyonu yapılırken, 1'inde şupur eksizyonu korreksiyon ve enstrümantasyon esnasında yapıldı.

Başlangıç muayenesinde eğrilik 40 derecenin üzerinde ise ve eğrilik 20 derece olup 6 ay içinde 5 dereceden fazla artış göstermişse cerrahi endikasyonu konuldu. Uygun olan hastalarda yeterli kemik matüritesi elde etmek için cerrahi girişim Risser 2 veya menarş sonrası 6 ay geçene kadar ertelenmeye çalışıldı. Deformitelerin düzeltilmesi için posteriordan, transpediküler yolla girilip dekansellasyon "egg shell prosedürü" uygulandı ve sağlam kalan korteksin kırılması için omurgaya yük verildi. Hemivertebra eksizyonu yapıldıktan sonra

konveks tarafta meydana çıkan boşluk kompresyon sağlayan kısa segment monoaksial-poliaksial pedikül vidaları ve/veya çengeller gibi posterior enstrümantasyon

kullanılarak kapatıldı (Şekil 1.-5.). Hastaların yaşı ve kemik yapısına uygun bir şekilde gerekli olgularda pediatrik enstrümanlar kullanıldı.



Şekil-1. Preoperatif ön-arka grafi



Şekil-2. Preoperatif yan grafi, T11 hemivertebr



Şekil-3. Intraoperatif görünüm



Şekil-4. Postoperatif ön arka grafi



Şekil-5. Postoperatif yan grafi

Posterior konveks füzyon oluşturmak için dekortikasyon sonrası greft olarak çıkarılan spinöz çıkıntılar, hemivertebraya ait otogreft ve gerektiğinde allogreft kullanıldı. Cerrahi esnasında spinal kord monitorizasyonu için tüm hastalara intraoperatif somatosensöriyel uyarılmış potansiyeller "SSEP" uygulandı.

Cerrahi sonrasında tüm hastalara ameliyathane ortamında nörolojik muayene yapıldı. Hastalar postoperatif 2. gün breys uygulaması sonrası mobilize edildi. Breys tedavisine postoperatif dönemde 3 ay boyunca devam edildi.

Hastaların postoperatif 1., 3., 6. ve 12. aylarda ve yıllık kontrolleri yapıldı. Kontroller esnasında hastalar, klinik ve radyolojik olarak değerlendirildiler.

İstatistiksel değerlendirme SPSS 11.0 (Statistical Package for the Social Sciences, version 11.0, SPSS Inc, and Chicago, Ill, USA) istatistik programı ile yapıldı. Paired sample T test ve One Way -Anova istatistik testleri uygulandı.

### SONUÇLAR:

Ondokuz hastanın (8 erkek, 11 kız) ortalama takip süresi  $62.53 \pm 9.25$  aydır. Yaş ortalaması  $11.63 \pm 1.66$  olan hastaların 14'ü torakal ve beşi lomber hemivertebraya sahiptir.

Omurga deformitesinin alt gruplarına göre hemivertebra anomalisi olan hastaların 9'unda aninkarsere tam segmente hemivertebra (Tip-1.A), 5'inde inkarsere segmente hemivertebra (Tip-1.B) ve 5'inde inkarsere parsiyel segmente hemivertebra (Tip-1.C) anomalisi bulunduğu görüldü.

Hastaların Risser skalası ortalama 2, preoperatif Cobb açıları ortalama  $39.84^\circ \pm 2.99^\circ$  olduğu belirlenmiştir. Postoperatif Cobb açısı ölçümü ortalama  $25.47^\circ \pm 2.8^\circ$  ve geç postoperatif Cobb açısı ölçümü ortalama  $28.63^\circ \pm 9.25^\circ$  olarak tespit edilmiştir (Tablo-1). Postoperatif ve geç postoperatif Cobb açıları açısından değerlendirildiğinde 7 hastada (% 36.84) fark olmadığı, 8 hastada (% 42.1) korreksiyonun ortalama  $9.63^\circ$  kayb olduğu ve 4 hastada (% 21) korreksiyonun ortalama  $4.25^\circ$  düzeldiği görüldü. Postoperatif ve geç postoperatif ortalama Cobb açıları arasında istatistiksel bir fark görülmemiştir ( $p=0.082$ ).

**Tablo - 1.** Hastaların demografik verileri ve Cobb açılarındaki değişiklikler

HASTA NO	YAŞ	CINSİYET	HEMİVERTEBRA SEVİYESİ	RISSER	PREOP COBB	POSTOP COBB	GEÇ POSTOP COBB	TAKİP SÜRESİ (ay)
1.	4	E	T11	0	22	16	16	12
2.	6	K	T9	0	22	14	14	12
3.	12	K	T7	3	54	50	50	24
4.	33	E	T5	5	48	32	32	24
5.	18	E	L3	1	24	22	20	60
6.	7	E	T12	0	65	42	44	132
7.	21	E	T5	5	32	0	22	84
8.	10	E	L2	3	32	24	28	84
9.	12	K	T7	0	34	28	24	36
10.	10	K	T4	3	42	38	54	132
11.	12	K	L1	0	30	22	26	120
12.	4	K	L1	0	30	28	26	48
13.	2	E	L1	0	40	16	7	60
14.	10	K	T6	4	40	22	22	72
15.	13	K	T6	5	48	36	36	72
16.	16	E	T12	5	32	10	10	12
17.	5	K	T12	0	64	40	52	24
18.	10	K	T4	4	45	20	25	72
19.	16	K	T4	5	53	24	36	108

Cerrahi müdahale öncesi ile postoperatif ve geç postoperatif ortalama Cobb açıları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ( $p=0.000$ ). Torakal ve lomber bölgede hemivertebral olan olgularda preoperatif, postoperatif ve geç postoperatif olarak ölçülen Cobb açıları arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır ( $p>0.05$ ). Hastaların genel kifoz ve lordoz açılarındaki önemli derecede bir değişiklik görülmemiştir. Preoperatif ortalama gövde dekompanasyonu 26 mm (7–58 mm) iken postoperatif değerler 14 mm (2–48 mm) olarak bulunmuştur.

Bir hastada postoperatif yüzeysel yara yeri enfeksiyonu saptanmıştır. Antibiyotik tedavisi ve yara bakımı ile iyileşmiştir. Bir olgumuzda

vida gevşemesi ve psödoartroz görüldü. İmplantasyon revizyonu ve psödoartroz tamiri sonrasında füzyon sağlanmıştır. Hastalarımızın hiçbirinde nörolojik komplikasyon gelişmemiştir.

#### TARTIŞMA:

Konjenital skolyoz embriyolojik gelişim sırasında meydana gelmektedir. Konjenital skolyozlardaki yapısal anomaliler formasyon defekti, segmentasyon defekti ve karışık tip olmak üzere üçe ayrılmaktadır <sup>(13,29)</sup>. Formasyon defekti nedeniyle ortaya çıkan en sık anomali hemivertebradır.

Konjenital skolyoz tedavisinin amacı deformitenin vücut dengesini bozacak düzeyde ilerlemesini önlemektir. Tedavi



seçimindeki temel ilke, eğriliğin konkav tarafının büyümesine izin verirken konveks tarafın büyümesini engelleyecek yöntemin seçimi olmalıdır. Bu yüzden hastaya erkenden ve büyüme potansiyeli olduğu dönemde tanı koymak gerekmektedir.

Konservatif tedavi yöntemlerinin konjenital omurga deformitelerindeki yeri oldukça sınırlıdır. Konservatif tedavinin bu sınırlı endikasyonları nedeniyle cerrahi tedavi konjenital omurga eğriliklerinde ana tedavi yöntemi haline gelmiştir.

Konjenital skolyozla birlikte ona eşlik eden kalp, böbrek, spinal kord malformasyonu gibi başka malformasyonlar da oluşabilmektedir <sup>(1)</sup>. O nedenle bu hastalarda ameliyat öncesi sistemik inceleme yapılmalıdır. Çalışmamızda 7 hastada konjenital skolyoza eşlik eden farklı malformasyonlar bulunmaktadır.

Konjenital skolyozlarda cerrahi tedavi idiopatik skolyozlara göre daha fazla nörolojik lezyon oluşturma riski taşımaktadır <sup>(16)</sup>. Holte ve arkadaşları, omurganın myelografi incelemesinde hastalarının % 33'ünde anormallikler saptamış ve preoperatif MRG veya myelografi tavsiye etmiştir <sup>(14)</sup>. Peroperatif nörolojik defisit gelişme riski rutin preoperatif MRG kullanılarak intraspinal patolojinin önceden saptanması ve tedavi edilmesiyle azaltılabilir. Çalışmamızda preoperatif split kord malformasyonu tespit edilen 3 olgu skolyoz cerrahisi öncesi ayrı operasyonlarla, 1 olgu da skolyoz cerrahisi sırasında opere edilerek tedavi edildi. Ameliyat sırasında nöromonitorizasyon yöntemleri de kullanılarak intraoperatif nörolojik defisit oluşum riski azaltıldı.

Konjenital skolyoz tedavisinde amaç düz, fizyolojik sagittal profile sahip ve mümkün olduğunca kısa bir füzyon segmenti elde etmektir <sup>(21)</sup>. Konjenital hemivertebral

tedavisinde in situ füzyon, konveks epifizyodez ve hemivertebraktomi kullanılan yöntemlerdir. Eğriliğin ilerlemesine, gövde imbalansı oluşumuna yol açan izole hemivertebral olgularının tedavisinde hemivertebral eksizyonu etkili bir yöntemdir. Hemivertebral eksizyonu kısa bir füzyon segmentinin üzerinde neredeyse tama yakın eğrilik düzelmesini sağlayabilmektedir <sup>(10)</sup>. İn situ füzyon ve konveks epifizyodez büyümenin durmasına ve eğriliğin ilerlemesine engel olmakta ancak deformitenin düzelmesini, gövde imbalansının ortadan kaldırılmasını sağlamamaktadır <sup>(24,27)</sup>.

Hemivertebral eksizyonu ilk olarak Royle <sup>(20)</sup> tarafından 1928'de yapılmış daha sonra Wiles <sup>(26)</sup>, Winter <sup>(28)</sup>, Holte <sup>(14)</sup> gibi otörler tarafından takip edilmiştir. Hemivertebral eksizyonu yüksek cerrahi riske rağmen daha iyi düzelme sağlamak ve çıkarılan hemivertebral greft materyali olarak posterior girişimlerde kullanılabilir.

Hemivertebral rezeksiyonu özellikle 5 yaş altı, gövde imbalansının eşlik ettiği torakolomber, lomber veya lumbosakral hemivertebralarda önerilmektedir <sup>(11)</sup>. Ancak yine de hemivertebral eksizyonu için optimal endikasyonlar tartışmalıdır <sup>(5)</sup>.

Hemivertebral eksizyonu, skolyoza neden olan patolojinin ortadan kaldırılması ile birlikte deformitenin de aynı anda düzeltilmesini sağlayan bir girişimdir. Yöntem sadece posterior girişimle hemivertebranın boşaltılması (egg-shell) ya da anterior ve posterior kombine girişimlerle hemivertebranın çıkartılması şeklinde uygulanabilir <sup>(15,21-22)</sup>.

Son yıllarda sadece posterior girişim ile hemivertebranın çıkartılması oldukça popülerdir. Zhang ve arkadaşları, 28 hemivertebral olgusuna sadece posterior girişim ile hemivertebral eksizyonu uygulamış

ve sadece 2 olguda pnömotoraks geliştiğini, herhangi bir nörolojik defisit ya da enfeksiyon gelişmediğini bildirmişlerdir <sup>(31)</sup>.

Ruf ve Harms ortalama Cobb açıları 45 derece olan 6 yaştan küçük hastalarında sadece posterior yaklaşımla uyguladıkları hemivertebral rezeksiyonu ve segmental transpediküler enstrümantasyonla mükemmel sonuçlar elde etmiştir <sup>(21)</sup>. Shono ve arkadaşları da adolesanlarda posterior hemivertebral rezeksiyonu ve segmental enstrümantasyon uygulamış ve % 64 korreksiyon oranıyla nörolojik defisit olmaksızın füzyon elde edebilmişlerdir <sup>(23)</sup>.

Hall ve arkadaşları, Harrington enstrümanları kullanarak posterior spinal artrodezle tedavi ettikleri 18 hastada ortalama 22° korreksiyon saptamıştır <sup>(8)</sup>. Winter ise 290 hastalık serilerinde posterior spinal füzyonla % 36 korreksiyon elde etmiştir <sup>(30)</sup>.

Aydınlı ve arkadaşları hemivertebral olgularında transpediküler egg shell osteotomiyle kombine anterior posterior yaklaşımı karşılaştırdıkları çalışmalarında transpediküler egg shell osteotomisi uygulanan hasta grubunda % 51 korreksiyon, % 8 korreksiyon kaybı saptamış, olgularında "crank shaft" fenomeni görmemiştir <sup>(2)</sup>.

Benli ve arkadaşlarının çalışmalarında, formasyon kusuru olan hastalarda, ameliyat öncesinde, ortalama 60.7° ± 15.6° olan frontal plandaki eğriliğin ameliyat sonrasında ortalama 35.3° ± 12.3°'ye düştüğü ve % 44.2±23.4 düzeyinde düzelme sağlandığı bildirilmiştir <sup>(4)</sup>. Farklı cerrahi tiplerinin uygulandığı bu hastalarda son kontrolde deformitenin ortalama 28.6° ± 14.3°'ye düştüğü ve korreksiyon oranının % 54.0 ± 19.4'e yükseldiği saptanmıştır <sup>(4)</sup>. Benzer patolojiye sahip hasta grubunda yaptığımız cerrahi tedavi sonrasında % 36.1 oranında

korreksiyon elde ettik. Bir olgumuzda preoperatif 40 derece olan Cobb açısı cerrahi sonrası 16°'ye ve 60. aydaki kontrolünde 7°'ye düşmüştür. Bununla beraber tüm olgular beraber değerlendirildiğinde korreksiyonun son kontrollerde istatistiksel olarak farklılık göstermediğini gözlemledik. Yaş ortalaması 11.63 ± 1.66 olan ve 10'u juvenil gruba giren olgularımızın hiçbirisinde "crank shaft" fenomeni gelişmediği gözlemlenmiştir.

Posterior hemivertebral rezeksiyonu tecrübeli ellerde minimal nörolojik riskle iyi bir korreksiyon oranı sağlamaktadır. Hemivertebral çıkartıldıktan sonra açığa çıkan boşluğu kapatmak için kompresyona ve bitişik vertebralara sağlam bir şekilde fiksasyona olanak sağlayan enstrümantasyon gereklidir. Spinal enstrümantasyon kullanımının konjenital skolyozlu küçük çocuklarda güvenli, etkili, füzyon oranını arttıran ve breys veya alçı içinde postoperatif dönemde geçirilmesi gereken zamanı azaltan faydalı bir uygulama olduğu gösterilmiştir <sup>(11)</sup>. Özellikle küçük ebatlı ve düşük profilli pedikül vidaları ve çengelleri kullandığımız olgularımızda spinal enstrümantasyon sonrasında üç ay süreyle çelik balenli korse kullanılmıştır.

Ruf ve Harms, posterior hemivertebral rezeksiyonuyla transpediküler enstrümantasyonun çocuklardaki korreksiyon için ideal, daha az invazif ve sekonder eğriliğin ortaya çıkmasını engelleyici bir işlem olduğunu bildirmişlerdir <sup>(11,21)</sup>.

İliak kemikten bol miktarda otogreft almanın mümkün olmadığı küçük çocuklarda allogreft kullanımı yeterli füzyon elde edilmesinde kullanılabilmektedir <sup>(12)</sup>. Olgularımızın çoğunda otogreft olarak kullanılacak kemik stoku az olduğu için elde ettiğimiz otogreftleri allogreftlerle karıştırılarak kullanılmıştır.

Winter ve arkadaşları, Harrington enstrümantasyonu ile tedavi ettikleri konjenital



skolyoz olgularında torasik ve torakolomber eğrilikleri lomber eğriliklere göre daha esnek ve düzeltilebilir bulmuşlar (% 29 ve % 19 düzelme), ancak düşük hasta sayıları nedeniyle buna bir açıklama getirememişlerdir<sup>(29)</sup>. Çalışmamızda bu gruplar arasında korreksiyon oranları açısından istatistiksel anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Literatürle uyumlu bir şekilde konjenital hemivertebral olgularımızda posterior egg shell hemivertebral eksizyonu, konveks taraf posterior enstrümantasyon ve füzyon iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Torasik ve torakolomber eğriliklerin korreksiyonu lomber eğriliklerin korreksiyonuna göre fark göstermemiştir. İntraoperatif nörolojik defisit gelişiminden kaçınmak için preoperatif MRG ve intraoperatif nöromonitorizasyon kullanımı önem taşımaktadır. Anterior girişime gerek olmaksızın sadece posterior girişimle hemivertebral eksizyonu düşük komplikasyon oranıyla başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Üçüncü jenerasyon enstrümantasyon sistemleriyle konveks tarafın tespiti elde edilen düzeltmenin korunmasını ve füzyonunu sağlamaktadır.

#### KAYNAKLAR:

1. Arlet V, Odent T, Aebi M. Congenital scoliosis. *Eur Spine J* 2003; 12: 456-463.
2. Aydın U, Oztürk C, Temiz A, Akesen B. Comparison of two techniques in hemivertebral resection: transpedicular eggshell osteotomy versus standard anterior-posterior approach. *Eur J Orthop Surg Traum* 2007; 17(1): 1-5.
3. Banagan KE, Sponseller PD. Surgical treatment of congenital scoliosis. *Curr Opin Orthop* 2007; 18: 248-252.
4. Benli UT, Duman E, Akalin S, Kış M, Aydın E, Ün A. An evaluation of the types and the results of surgical treatment for congenital scoliosis. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2003; 37(4): 284-298.
5. Chen YT, Wang ST, Liu CL, Chen TH. Treatment of congenital scoliosis with single-level hemivertebrae. *Arch Orthop Trauma Surg* 2009; 129(4): 431-438.
6. Farley FA, Hall J, Goldstein SA. Characteristics of congenital scoliosis in a mouse model. *J Pediatr Orthop* 2006; 26: 341-346.
7. Guille JT, Sarwark JF, Sherk HH, Kumar SJ. Congenital and developmental deformities of the spine in children with myelomeningocele. *J Am Acad Orthop Surg* 2006; 14: 294-302.
8. Hall JE, Herndon WA, Levine CR. Surgical treatment of congenital scoliosis with or without Harrington instrumentation. *J Bone Joint Surg* 1981;63-A: 608-619.
9. Hedequist D, Emans J. Congenital scoliosis: a review and update. *J Pediatr Orthop* 2007; 27(1):106-116.
10. Hedequist DJ, Hall JE, Emans JB. Hemivertebral excision in children via simultaneous anterior and posterior exposures. *J Pediatr Orthop* 2005; 25: 60-63.
11. Hedequist DJ, Hall JE, Emans JB. The safety and efficacy of spinal instrumentation in children with congenital spine deformities. *Spine* 2004; 29: 2081-2086.
12. Hedequist DJ, Yeon H, Emans JB. The use of allograft as a bone graft substitute in patients with congenital spine deformities. Presented at the 40th Annual Meeting of the Scoliosis Research Society, Miami, 2005.
13. Hedequist D, Emans J. Congenital scoliosis. *J Am Acad Orthop Surg* 2004; 12: 266-275.
14. Holte DC, Winter RB, Lonstein JE et al. Excision of hemivertebrae and wedge resection in the treatment of congenital scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1995; 77-A: 150-171.
15. Klemme WR, Polly DW Jr, Orchowski JR. Hemivertebral excision for congenital scoliosis in very young children. *J Pediatr Orthop* 2001; 21: 761-764.
16. MacEwen GD, Bunnell WP, Sriram K. Acute neurological complications in the treatment of scoliosis. A report of the Scoliosis Research Society. *J Bone Joint Surg* 1975; 57-A: 404-408.
17. McMaster MJ, David CV. Hemivertebral as a cause of scoliosis. A study of 104 patients. *J Bone Joint Surg Br* 1986; 68-B: 588-595.

18. McMaster MJ, Ohtsuka K. The natural history of congenital scoliosis. A study of two hundred and fifty-one patients. *J Bone Joint Surg* 1982; 64-A: 1128–1147.
19. Nasca RJ, Stelling FH, Steel HH. Progression of congenital scoliosis due to hemivertebrae and hemivertebrae with bars. *J Bone Joint Surg* 1975; 57-A: 456–466.
20. Royle ND. The operative removal of an accessory vertebra. *Med J Aust* 1928; 1: 467–468.
21. Ruf M, Harms J. Posterior hemivertebra resection with transpedicular instrumentation: early correction in children aged 1 to 6 years. *Spine* 2003; 28: 2132–2138.
22. Shimode M, Kojima T, Sowa K. Spinal wedge osteotomy by a single posterior approach for correction of severe and rigid kyphosis or kyphoscoliosis. *Spine* 2002; 27: 2260-2267.
23. Shono Y, Abumi K, Kaneda K. One-stage posterior hemivertebra resection and correction using segmental posterior instrumentation. *Spine* 2001; 26: 752-757.
24. Thompson AG, Marks DS, Sayampanathan SR, et al. Long-term results of combined anterior and posterior convex epiphysiodesis for congenital scoliosis due to hemivertebrae. *Spine* 1995; 20: 1380-1385.
25. Tsirikos AI, McMaster MJ. Goldenhar-associated conditions (hemifacial microsomia) and congenital deformities of the spine. *Spine* 2006; 31: 400–407.
26. Wiles P. Resection of dorsal vertebrae in congenital scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1951; 33-A: 151–154.
27. Winter RB, Lonstein JE, Denis F, et al. Convex growth arrest for progressive congenital scoliosis due to hemivertebrae. *J Pediatr Orthop* 1988; 8: 633-638.
28. Winter RB. Congenital kyphosis with paralysis following hemivertebra excision. *Clin Orthop* 1976; 119: 116–125.
29. Winter RB, Moe JH, Eilers VE. Congenital scoliosis. A study of 234 patients treated and untreated. *J Bone Joint Surg* 1968;50-A: 1–47.
30. Winter RB, Moe JH, Lonstein JE. Posterior arthrodesis for congenital scoliosis. An analysis of the cases of two hundred and ninety patients, Five to nineteen years old. *J Bone Joint Surg* 1984; 66-A: 1188–1197.
31. Zhang YG, Wang Y, Zhang XS, Mao KY, Wang Z. Safety and efficacy of resection of hemivertebrae by posterior approach in treatment of thoracolumbar kyphoscoliosis in adolescents. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 2006; 86(27): 1881-1884 (Abstract).