

## KONJENİTAL SKOLYOZ VE KİFOSKOLYOZUN TEDAVİSİNDE POSTERİÖR YAKLAŞIMLA HEMİVERTEBRA EKŞİZYONU

### EXCISION OF HEMIVERTEBRAE VIA A SINGLE POSTERIOR APPROACH İN THE TREATMENT OF CONGENİTAL SCOLIOSIS AND KYPHOSCOLIOSIS

Cenk ÖZKAN\*, Mahir GÜLŞEN\*\*, Ömer Sunkar BİÇER\*, Engin KESGİN\*

#### ÖZET:

Konjenital omurga deformitelerinin tedavisinde hemivertebra eksizyonu cerrahi teknikler ve tespit yöntemlerindeki gelişmelerle birlikte, son yıllarda giderek artan sıklıkta uygulanmaktadır. Cerrahide anterior ve posterior kombine yaklaşımın yanı sıra sadece posterior yaklaşım da uygulanabilmektedir. Bu çalışmada konjenital skolyoz (11 hasta) ve kifoskolyoz (6 hasta) tanısıyla tek aşamalı posterior yaklaşımla hemivertebra eksizyonu ve segmental enstrümantasyon uygulanan 17 hasta, retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Hastaların cerrahi esnasındaki yaş ortalamasının, 12.1 (3-35) yıl olup, ortalama takip süresi 30.8 (12-66) ay olduğu belirlenmiştir. Skolyoz hastalarında ameliyat

öncesi ortalama 39.5°'lik koronal plan deformitesinin takipte ortalama 20.9°'ye, kifoskolyoz hastalarında ise ameliyat öncesi ortalama 50.6°'lik koronal plan ve 74°'lik sagittal plan deformitelerinin sırasıyla ortalama 18.6° ve 32.6°'ye düzeldiği saptanmıştır. Bir hastada gelişen geçiş bölgesi kifoza dışında komplikasyon görülmemiştir. Tek aşamalı posterior yaklaşımla hemivertebra eksizyonunun konjenital skolyoz ve kifoskolyozun tedavisinde etkin ve güvenli bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Konjenital skolyoz, hemivertebra, cerrahi tedavi, hemivertebrektomi

**Kanıt Düzeyi:** Retrospektif Klinik Çalışma, Düzey III.

(\*) Ortopedi ve Travmatoloji Uzmanı, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji ABD, Balcalı / Adana

(\*\*) Prof. Dr., Ortopedi ve Travmatoloji Uzmanı, Ortopedia Özel Hastanesi, Adana.

**SUMMARY:**

*Excision of hemivertebra has gained popularity with advancing surgical techniques and methods of fixation. Hemivertebrectomy can be done via the combined anterior-posterior approach or the posterior approach as a stand alone procedure. In this study, 17 patients treated by excision of hemivertebra via a single posterior approach with the diagnosis of congenital scoliosis (11 patients) and kyphoscoliosis (6 patients) were retrospectively reviewed. Average age at the time of surgery was 12.1 (3-35) years and follow-up averaged 30.8 (12-66) months. The average preoperative coronal deformity of 39.5° in the scoliosis*

*patients improved to 20.9° at the final follow-up, while the average preoperative coronal and sagittal deformities of 50.6° and 74° degrees improved to 18.6° and 32.6° respectively in the kyphoscoliosis patients. No complication occurred except one junctional kyphosis. It was concluded that excision of the hemivertebrae via a single posterior approach is a safe and effective method for the treatment of congenital scoliosis and kyphoscoliosis.*

**Key words:** *Congenital scoliosis, hemivertebra, surgical treatment, hemivertebrectomy*

**Level of evidence:** *Retrospective Clinical Study, Level III.*

**GİRİŞ:**

Konjenital omurga deformiteleri, embriyonal gelişim anomalileri sonucunda oluşur. Embriyogenezdeki bozukluğa göre oluşum (formasyon), ayrışma (segmentasyon) veya her iki anomalinin birlikteliği şeklinde görülebilir. Hemivertebranın oluşum bozukluğunun en sık rastlanan şeklidir. Hemivertebranın yerleşimi, tipi ve büyümeyi etkilediği bölgeye bağlı olarak değişkenlik göstermesine rağmen en sık görülen omurga deformiteleri skolyoz ve kifoskolyozdur (23-25). Hemivertebranın yol açtığı asimetrik büyüme deformitede hızlı ilerlemeye neden olabilir. Eğriliğin giderek artması sonucunda pulmoner ve nörolojik sorunları ortaya çıkabilmektedir (13-16). Tedavide amaç deformitenin erken dönemde düzeltilmesi ve ilerlemenin durdurulmasıdır. Konservatif yöntemler konjenital deformitelerin tedavisinde çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Literatürde kabul gören cerrahi tedavi seçenekleri, posterior artrodez, kombine anterior ve posterior artrodez, konveks epifizyodez ve hemivertebranın eksizyonudur (25). Insitu füzyon ve konveks epifizyodez kabul edilebilir sınırlardaki deformitelerin tedavisinde uygulanmakta, daha ileri deformitelerde düzeltici girişimlere ihtiyaç duyulmaktadır. Hemivertebranın eksizyonu ile uygulanan vertebral kolonun kapalı kama yöntemiyle kısaltılması etkin bir düzeltme sağlayabilmektedir (1,3-5,7,9-12,14-20,22).

Royle, 1921'de uyguladığı ilk hemivertebranın eksizyonunu, 1928'de Avustralya'da yayımlanmış, ardından Compere, von Lackum ve Smith, Wiles tarafından da tarif edilmiştir (17-18,24). Hemivertebranın eksizyonu geleneksel olarak kombine anterior ve posterior girişimler ile yapılmaktayken, son yıllarda tek aşamalı posterior rezeksiyon ve segmental enstrümantasyon yaygınlaşmaya başlamıştır.

Bu çalışmada konjenital skolyoz ve kifoskolyoz tanısıyla posterior yaklaşımla tek aşamada hemivertebranın eksizyonu ve segmental enstrümantasyon uygulanan 17 olgu retrospektif olarak değerlendirilmiştir.

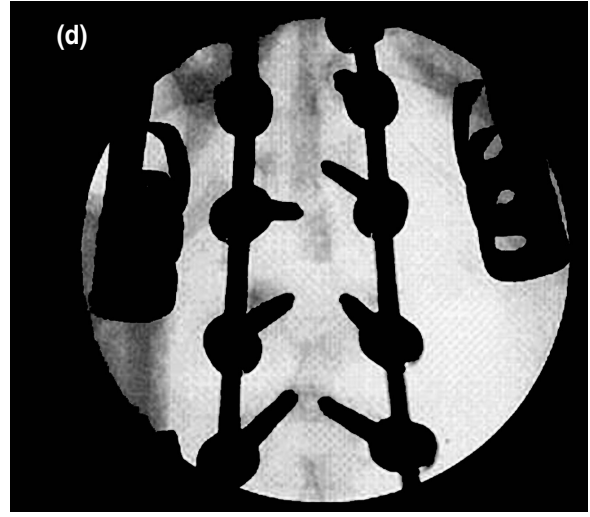
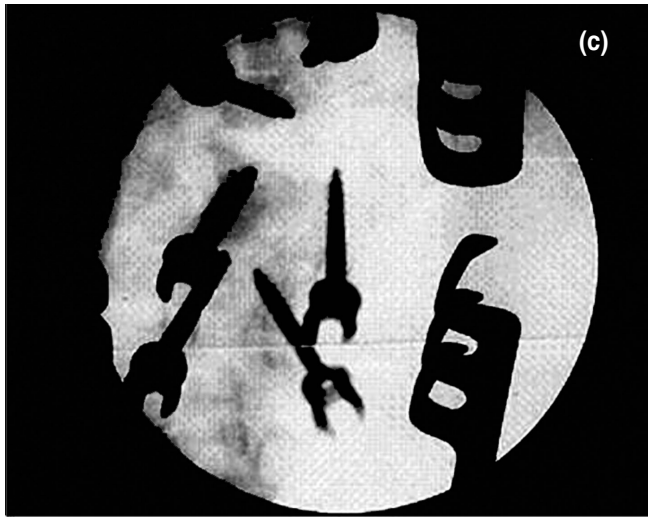
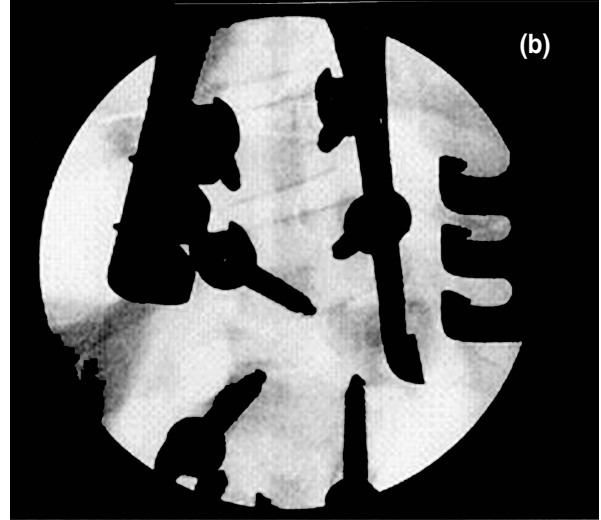
**HASTALAR VE YÖNTEM:**

2002-2008 yılları arasında hemivertebraya bağlı gelişen konjenital omurga deformitesi nedeniyle tek seansta posterior yaklaşımla hemivertebranın eksizyonu uygulanan 17 hasta çalışmaya alındı. Hastaların dokuzu kadın, sekizi erkek olup cerrahi esnasındaki yaş ortalaması 12.1 (3-35) idi. Hastalar, ortalama 30.8 (12-66) ay süreyle takip edildi. Tüm hastaların ameliyat öncesi ve takipte ayakta çekilen ortoröntgenogramları değerlendirildi. Koronal ve sagittal plan deformite miktarı Cobb yöntemiyle ölçüldü. Kanal içi anomalilerin saptanması ve cerrahi planlama amacıyla ameliyat öncesi MRG incelemeleri yapıldı. 11 olguda skolyoz, 6 olguda kifoskolyoz deformitesi mevcuttu. Hemivertebranın yerleşimi 10 hastada sağ, 7 hastada sol tarafta olmak üzere 4 hastada L<sub>2</sub>, 3'er hastada T<sub>11</sub> ve T<sub>12</sub>, birer hastada T<sub>9</sub>, T<sub>10</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>5</sub> düzeyindeydi. Üç hastada biri T<sub>11</sub>, L<sub>3</sub> ve ikisi L<sub>4,5</sub> düzeylerinde yerleşimli çift hemivertebranın mevcuttu. 6 hastaya kanal içi patolojiler nedeniyle düzeltici cerrahi öncesi beyin cerrahisi ekibi tarafından ayrı bir seansta nöral yapılara gerekli serbestleştirme işlemi uygulandı.

*Cerrahi teknik:* Genel anestezi altında yüzüstü pozisyonda hemivertebranın bulunduğu seviyeden orta hat uzunlamasına insizyon yapıldı. Posterior elemanlar açığa çıkarılarak hemivertebranın bulunduğu seviye skopi ile belirlendi. Planlanan rezeksiyonun alt ve üst seviyelerine pedikül vidaları ve çengeller yerleştirildi. Hemivertebranın lamina ve transvers çıkıntısı alınarak epidural mesafeye

ulaşıldı. Dural kese serbestleştirilip ekarte edilerek hemivertebranın korpusu pedikül çevresinden küret yardımıyla boşaltıldı. Gerekli görüldüğünde komşu disk mesafeleri kürete edildi. Korpus içerisi tam olarak boşaltıldı, ancak korteks kalıntılarının tam eksizyonu yapılmadı. Pedikül ve korpus eksizyonu sonrası oluşan boşluk önceden şekil verilen rodlar vidalara bağlanıp kompresyon

uygulanıp, kapalı kama tekniği ile kapatıldı. Üç hastada dışbükey taraftan, diğer hastalarda ise bilateral pedikül vidaları ve çengeller ile posterior enstrümantasyon uygulandı (Şekil-1.a-d, Şekil-2.a-i). Korpustan çıkarılan greftler füzyon sahasına yerleştirildi. Ameliyat esnasında uyandırma testi ile nörolojik durum kontrol edildi. Hastalar ameliyat sonrası 6 ay süreyle TLSO ile korundu.



**Şekil 1.** (a) Hemivertebra eksizyonu esnasında oluşan boşluğun klinik görüntüsü. (b) Skopi kontrolünde hemivertebranın küret yardımıyla eksizyonu. (c) Eksizyon sonrası skopi görüntüsü. (d) İşlem tamamlandıktan sonraki skopi görüntüsü.





**Şekil 2.** (a) 11 yaşında kifoskolyoz, sağ T12 hemivertebrası, 52° koronal plan deformitesi. (b) Yan grafide 58° sagittal plan deformitesi. (c) Hemivertebranın MRG koronal kesiti. (d-e) Posterior füzyon, enstrümantasyon sonrasında AP ve yan ortoröntgenogramlarda her iki planda tama yakın düzelme izlenmekte. (f-i) Hastanın ameliyat öncesi ve sonrası klinik görüntüleri.

**SONUÇLAR:**

Hastalara ait veriler, Tablo-1 ve Tablo-2'de özetlenmiştir. Skolyoz hastalarında ameliyat öncesi ortalama 39.5° (20°-78°)'lik koronal plan deformitesinin ameliyat sonrası ortalama 20.4° (4°-54°)'ye son takipte ise % 52.6 düzelme oranı ile ortalama 20.9° (4°-54°)'ye düzeldiği görüldü (Tablo-1). Kifoskolyoz hastalarında ise ameliyat öncesi ortalama 50.6° (12-90°)'lik koronal plan deformitesinin takipte % 59.9 düzelme ile ortalama 18.6° (8°-36°)'ye

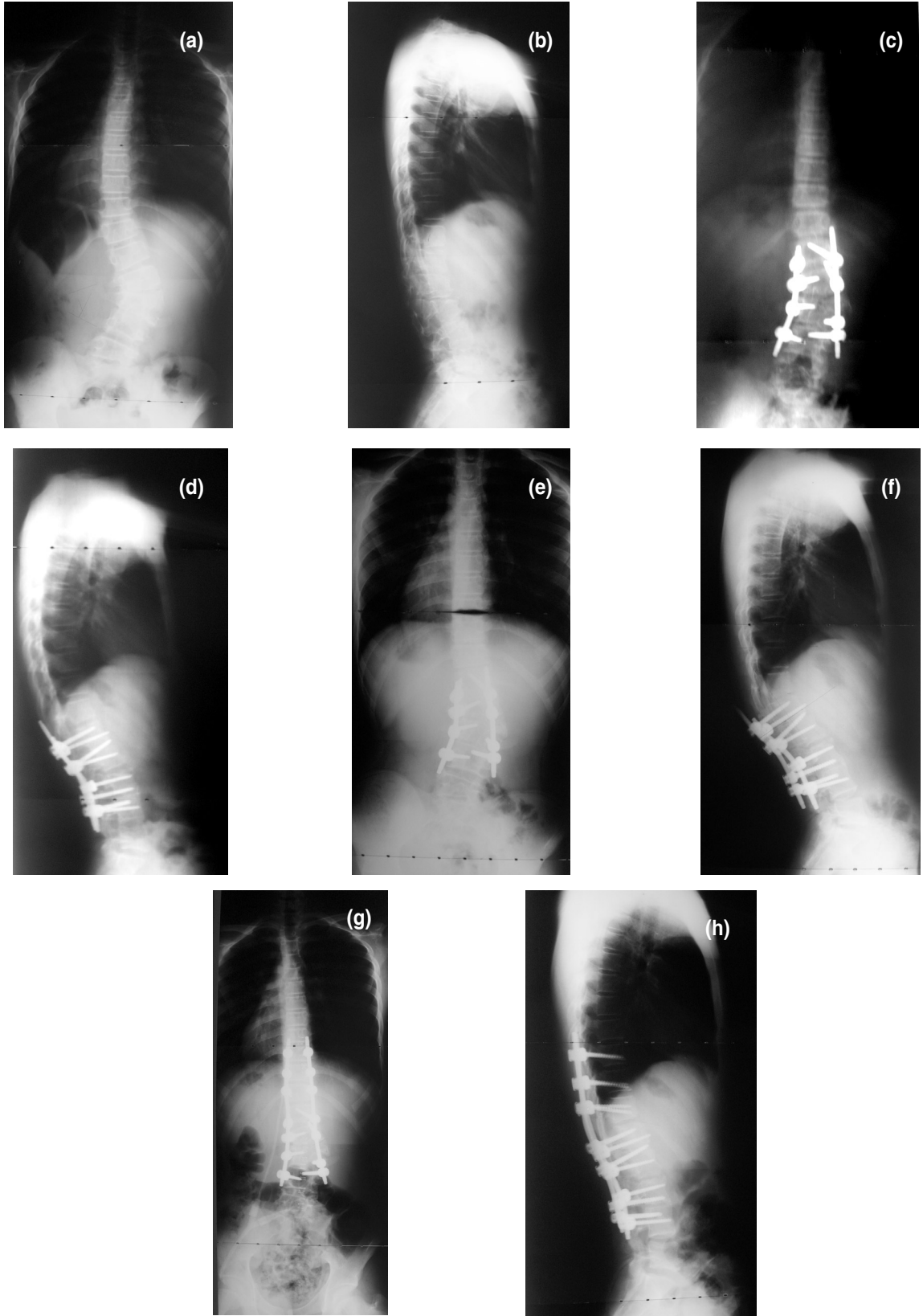
düzeldiği, ortalama 74° (34°-112°)'lik sagittal plan deformitesinin ise % 61.1 düzelme oranıyla 32.6° (4-72)'ye düzeldiği görüldü (Tablo 2). Nörolojik hasar, enfeksiyon, tespit yetersizliği ve psödoartroz saptanmadı. L2 hemivertebral eksizyonu uygulanan bir skolyoz hastasında ameliyat sonrası 7. ayda torakolomber geçiş bölgesi kifoza görüldü (Şekil-3.a-e). Bu hasta posterior enstrümantasyon proksimale uzatılarak tedavi edildi (Şekil-3.f-h).

**Tablo - 1.** Skolyoz deformitesi bulunan hastalar. (S:Skolyoz)

Hastalar	Yaş	Hemivertebral yerleşimi	Deformite	Preop Cobb Açısı	Postop Cobb Açısı	Takip Cobb Açısı	Düzelme %	Takip (ay)
1	8	L4,L5	S	22°	10°	8°	63.6	48
2	35	L2	S	36°	15°	20°	44.4	36
3	3	L1	S	35°	18°	16°	54.2	42
4	15	T12	S	45°	26°	26°	42.2	32
5	26	T12	S	78°	54°	54°	30.7	32
6	3	L2	S	48°	30°	30°	37.5	32
7	15	L3	S	48°	28°	32°	33.3	54
8	2	L5	S	28°	10°	10°	64.2	12
9	9	T10	S	20°	4°	4°	80.0	12
10	11	T12	S	45°	26°	26°	42.2	12
11	10	L2	S	30°	4°	4°	86.6	12
Ortalama	11.6			39.5°	20.4°	20.9°	52.6	29.4

**Tablo - 2.** Kifoskolyoz deformitesi bulunan hastalar. (KS: Kifoskolyoz, KD: Kifotik deformite)

Hastalar	Yaş	Hemivertebral yerleşimi	Deformite	Preop Koronal Cobb Açısı	Takip Koronal Cobb Açısı	Koronal Düzeltme %	Preop KD	Takip KD	Sagittal Düzeltme %	Takip (ay)
1	14	T11	KS	90°	36°	60.0	110°	72°	34.5	54
2	16	L2	KS	50°	12°	76.0	34°	12°	64.7	66
3	11	T12	KS	52°	20°	61.5	58°	4°	93.1	12
4	10	T11-L3	KS	12°	8°	33.3	88°	40°	50.0	12
5	13	T9	KS	48°	14°	70.8	42°	10°	76.1	18
6	15	T11	KS	52°	22°	57.6	112°	58°	48.2	38
Ortalama	13.1			50.6°	18.6°	59.8	74°	32.6°	61.1	33.3



**Şekil 3.(a-d)**15 yaşında skolyoz, sağ L2 hemivertebr, ameliyat öncesi ve sonrası AP ve yan ortoröntgenogramları.**(e-f)** Takipte geçiş bölgesi kifoza geliştiği görülmekte. **(g-h)** Geçiş bölgesi kifoza posterior enstrümantasyon proksimala uzatılarak tedavi edildi.

**TARTIŞMA:**

Konjenital omurga deformitelerinin hızlı ilerleyici olması nedeniyle mümkün olan en erken yaşta cerrahi girişim önerilmektedir. Deformiteler ilerlemeden uygulanan insitu füzyonların uzun dönemde etkili olamaması, konveks tarafta büyümeyi durdurarak tedrici düzelme amaçlayan hemiepipifizyozin ise sonuçlarının tahmin edilememesi, kifotik deformite varlığında uygulanamaması ve birçok hastanın başvuru esnasında ileri derecede deformitelerinin olması daha etkin düzeltici girişim arayışlarına neden olmaktadır <sup>(2,6)</sup>. Konjenital omurga deformitelerinde hemivertebral hızlı ilerleyen, keskin açılı ve sert eğriliklere yol açabilmekte, deformite oluştuktan sonra kombine anterior-posterior veya sadece posterior yaklaşımla uygulanan hemivertebra eksizyonu ile belirgin düzelme elde edilebilmektedir <sup>(23-26)</sup>.

Hemivertebra eksizyonu konjenital deformitelerin tedavisinde yakın zamanda daha yaygın olarak uygulanmaya başlanmıştır. Holte <sup>(9)</sup> ve arkadaşlarının 1995 yılında yayımladıkları 37 hastalık seride, 7'sinde geçici olmak üzere 8 (% 22) hastada nörolojik defisit, 3'er hastada ise psödoartroz ve enfeksiyon bildirilmiştir. Ruf ve arkadaşları <sup>(18,19)</sup>, sadece posterior yaklaşım uygulanan 21 hastalık bir seride, nörolojik komplikasyon görülmemesine rağmen, bir hastada enfeksiyon nedeniyle implant çıkartılması, ayrıca tespit yetersizliği ve deformite artışı nedeniyle iki hastada revizyon bildirmişlerdir. Buna karşın Klemme <sup>(10)</sup> ve arkadaşları, aynı seansta kombine yaklaşımla hemivertebra eksizyonu uygulanan 6 hastada komplikasyonsuz % 67 düzelme, Benli ve arkadaşları <sup>(3)</sup>, anterior veya posterior enstrümantasyon uyguladıkları 26 hastalık yine kombine yaklaşımla hemivertebra eksizyonunda % 61 düzelme oranı bildirmişlerdir. Nakamura ve arkadaşları <sup>(16, 10)</sup> yıl ve üzerinde takip edilen tek

aşamalı posterior girişimle tedavi ettikleri beş hastada komplikasyon gözlenmediğini ve yöntemin uzun dönemde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Hedequist ve arkadaşları <sup>(8)</sup>, koronal plan deformitesinde tek aşamalı kombine girişimle % 71, Aydoğan ve arkadaşları <sup>(1)</sup> ise sadece posterior yaklaşımla % 75 düzelme oranları bildirmişlerdir. Shono <sup>(21)</sup>, Shimode <sup>(20)</sup> ve Aydoğan <sup>(1)</sup> farklı serilerinde kifoz ve kifoskolyoz nedeniyle tek aşamalı posterior girişim uyguladıkları hastalarda koronal ve sagittal planlarda % 50'nin üzerinde düzelme oranları elde etmişler, Shimode <sup>(20)</sup>'nin serisinde birer hastada geçici nörolojik defisit ve düzelme kaybı dışında komplikasyon bildirmemişlerdir. Serimizde elde edilen düzelme oranları literatürle uyumludur. Gelişen cerrahi teknikler ve pedikül vidalarının daha küçük yaşlarda kullanılabilmesi konjenital deformitelerde daha az komplikasyonla anlamlı düzelmeler elde edilmesine olanak sağlamakta ve elde edilen düzelme korunabilmektedir.

Özellikle torakal eğriliklerde, kombine anterior ve posterior girişimin var olan solunum sıkıntısını artırabileceği belirtilmektedir <sup>(23-26)</sup>. Ameliyat sonrası bakım torakotomili hastada daha zordur. Tek aşamalı posterior yaklaşımla anterior girişimin olası morbiditesi önlenabilmektedir. Tek aşamalı posterior yaklaşımla hemivertebra rezeksiyonu ve segmental enstrümantasyon eğriliklerde, deformitenin apeksine doğrudan yaklaşım imkânı sağlamaktadır. Deformitenin yapısı sonucu nöral yapıların içbükey yönde uzaklaşması transpediküler rezeksiyon ve kapalı kama osteotomisi için yeterli açılım sağlamakta ve nörolojik yaralanma riskini azaltmaktadır <sup>(1,2)</sup>. Hemivertebra rezeksiyonu total korpektomi veya anterior ve lateral kortekslerin kısmi olarak bırakıldığı transpediküler dekansellasyon (egg-shell) osteotomisi şeklinde yapılabilmektedir <sup>(11)</sup>. Shono ve arkadaşları <sup>(21)</sup>, sadece posterior



yaklaşım ile konveks taraftaki korpus ve disk yapılarının alınabildiğini kortekslerin ise tam olarak alınmasına gerek kalmadan kendi üzerine çökertilerek deformitenin düzeltilebildiğini belirtmiş, konkav taraftaki diskin tam olarak alınmadığını, ancak bu yapının düzeltme esnasında translasyonu önleyici bir menteşe işlevi gördüğünü belirtmiştir. Benzer şekilde Aydoğan ve arkadaşları<sup>(1)</sup> da dural kesenin orta hatta kaldığı kifoz dışındaki deformitelerde tek taraflı yaklaşımla konkav tarafa erişim sağlandığını bildirmişlerdir. Yazarlar, 19 hastadan oluşan serilerinde 15 hastaya hemivertebral eksizyonu sonrası oluşan boşluk nedeniyle titanyum kafes yerleştirmişlerdir. Serimizde kapalı kama osteotomisi uygulanmış, gerekli açılım sağlanmasına karşın yeterli düzeltme sağlanabildiği için korteks ve disk kalıntılarının tam eksizyonu amaçlanmamış ve eksize edilen alana herhangi bir destek materyali yerleştirilmemiştir. Yazarlar, titanyum kafesleri anterior yapısal destek ve füzyona yardım amacıyla kullandıklarını belirtmişlerdir. Özellikle kifotik deformitenin ileri derecede olduğu durumlarda posteriordan yapılan rezeksiyon sonrası deformite tam olarak düzeltildiğinde dural kesenin kendi üzerine katlanması veya posterior elemanlar arasında sıkışması riski söz konusu olabilmektedir. Bu gibi durumlarda anterior ve konkav tarafa yerleştirilebilecek yapısal bir desteğin menteşe görevi yaparak dural kese sıkışmaksızın aynı posterior rezeksiyon ile düzeltme miktarının artırılabilceğini düşünüyoruz.

Sonuç olarak, tek aşamada posterior yaklaşımla hemivertebral eksizyonu, vertebral kolonun kapalı kama yöntemiyle kısaltılması ve posterior segmental enstrümantasyon ile konjenital skolyoz ve kifoskolyoz tedavisinde güvenli ve etkin bir düzeltme sağlanabilmekte, bu sayede anterior girişimin yol açabileceği morbidite önlenabilmektedir.

#### KAYNAKLAR:

1. Aydoğan M, Oztürk C, Tezer M, Mirzanlı C, Karatoprak O and Hamzaoglu A. Posterior Vertebrectomy in Kyphosis, Scoliosis and Kyphoscoliosis due to Hemivertebra. *J Pediatr Orthop* 2008; 17: 33-37.
2. Ayvaz M, Alanay A, Yazıcı M, Acaroglu E, Akalan N, Aksoy C. Safety and Efficacy of Posterior Instrumentation for Patients with Congenital Scoliosis and Spinal Dysraphism. *J Pediatr Orthop* 2007; 27(4): 380-386.
3. Benli T, Aydın E, Alanay A, Üzümcügil O, Büyükgüllü O, Kış M. Results of Complete Hemivertebral Excision Followed by Circumferential Fusion and Anterior or Posterior Instrumentation in Patient with Type-IA Formation Defect. *Eur Spine J* 2006; 15: 1219-1229.
4. Bradford DS, Boachi-Adjei O. One-stage Anterior and Posterior Hemivertebral Resection and Arthrodesis for Congenital Scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1990; 72-A: 536-540.
5. Callahan BC, Georgopoulos G, Eilert RE. Hemivertebral excision for congenital scoliosis. *J Pediatr Orthop* 1997; 17: 96-99.
6. Cheung KMC, Zhang JG, Lu DS, Luk KDK, Leong JCY. Ten-Year Follow-up Study of Lower Thoracic Hemivertebrae Treated by Convex Fusion and Concave Distraction. *Spine* 2002; 27: 748-753.
7. Goldberg CJ, Moore DP, Fogarty EE. Long Term Results From In Situ Fusion for Congenital Vertebral Deformity. *Spine* 2002; 27: 619-628.
8. Hedequist DJ, Hall JE, Emans JB. The Safety and Efficacy of spinal Instrumentation in Children with Congenital Spine Deformities. *Spine* 2004; 29: 2081-2086.
9. Holte DC, Winter RB, Lonstein JE, Denis F. Excision of Hemivertebrae and Wedge Resection in the Treatment of Congenital Scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1995; 77-A: 159-171.
10. Klemme WR, Polly DW, Orchowski JR. Hemivertebral Excision in Very Young Children. *J Pediatr Orthop* 2001; 761-764.

11. Lee MC, Sucato DJ. Congenital Scoliosis. *Current Orthopaedic Practice* 2008; 19: 640–648.
12. Li X, Luo Z, Tao H, Du J, Wang Z. Hemivertebra Resection for the Treatment of Congenital Lumbar Spinal Scoliosis With Lateral-Posterior Approach. *Spine* 2008; 33: 2001–2006.
13. McMaster MJ, David CV. Hemivertebrae as Cause of Scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1986; 68-B: 588–595.
14. McMaster MJ. Occult Intraspinous Anomalies and Congenital Scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1984; 66-A: 588–590.
15. McMaster MJ, Singh H. Natural History of Congenital Kyphosis and Kyphoscoliosis. *J Bone Joint Surg* 1999; 81-A: 1367–1383.
16. Nakamura H, Matsuda H, Konishi S, Yamano Y. Single Stage Excision of Hemivertebrae Via the Posterior Approach Alone for Congenital Spine Deformity. *Spine* 2002; 27: 110–115.
17. Nascia JR, Stelling FH, Steel HH. Progression of Congenital Scoliosis due to Hemivertebrae with Bars. *J Bone Joint Surg* 1975; 57-A: 456–466.
18. Ruf M, Harms J. Hemivertebra Resection by Posterior Approach: Innovative Operative Technique and First Results. *Spine* 2002; 27: 1116–1123.
19. Ruf M, Harms J. Posterior Hemivertebra Resection With Transpedicular Instrumentation: Early Correction in Children Aged 1 to 6 Years. *Spine* 2003; 28: 2132–2138.
20. 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.
21. Shono Y, Abumi K, Kaneda K. One-Stage Posterior Hemivertebra Resection and Correction Using Segmental Posterior Instrumentation. *Spine* 2001; 26: 752–757.
22. Slabaugh PB, Winter RB, Lonstein JE, Moe JH. Lumbosacral hemivertebrae. A review of Twenty-four Patients with Excision in Eight. *Spine* 1980; 5: 234–244.
23. Winter RB. Congenital Scoliosis. *Orthop Clin North Am* 1988; 19: 395–408.
24. Winter RB, Haven JJ, Moe JH, Lagaard SM. Diastematomyelia and Congenital Spine Deformities. *J Bone Joint Surg* 1974; 56-A: 27–31.
25. Winter RB, Lonstein JE, Boachie-Adjei O. Congenital Spinal Deformity. *J Bone Joint Surg* 1996; 78-A: 300–311.
26. Winter RB, Moe JH, Lonstein JE. Posterior Spinal 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.