

İNTRASPİNAL PATOLOJİLER İLE BİRLİKTE CİDDİ SKOLYOZ DEFORMİTELERİNİN TEDAVİSİ

TREATMENT OF SEVERE SCOLIOSIS ASSOCIATED WITH INTRASPINAL PATHOLOGIES

Mehmet Bülent BALİOĞLU*, Akif ALBAYRAK**, Temel TACAL**,
Seçkin Seçil SAKIZOĞLU***, Mehmet Akif KAYGUSUZ**

ÖZET :

Amaç: Skolyozla birlikte spinal kord patolojileri birlikte görülebilir. Omurga deformitesi düzeltilirken spinal kordda gerilmeye bağlı nörolojik defisit gelişmemesi için öncelikle kranioservikal veya lomber bölgeye yönelik, öncül cerrahi işlemlere gerek duyulabilir. Çalışmamızda kanal içi patolojilere yönelik daha önce operasyon uygulanmış ileri derecede omurga deformiteli hastalarda skolyoz cerrahisi sonrası sonuçlarımız değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Hastalar ve metot: Bu çalışmaya 2006-2010 yılları arasında başvuran konjenital ve nöromusküler skolyozlu 141 (66 hasta konjenital, 75 hasta nöromusküler) hasta dâhil edilmiştir. Bu 141 hastanın manyetik rezonans (MR) incelemesinde; 52 hastada (% 36.8) 88 intraspinal anomali saptanmıştır. İntraspinal anomali olduğu belirlenen 52 hastanın 7 (%

4.9)'sinin kanal içi patolojileri nedeniyle başka merkezlerde nöroşirürji kliniklerince opere edildiği belirlenmiştir. Geri kalan 47 hasta nöroşirürjik değerlendirme ve tedavileri için başka merkezlere yönlendirilmiştir. Bu 7 hastadan 2'si skolyotik eğrilikleri için operasyonu kabul etmemiş ve 5 (% 3.6)'ya skolyotik deformiteleri için cerrahi tedavi uygulanmıştır. Skolyoz cerrahisi uygulanan hastaların ortalama yaşı 15.6 yıl (12.8-19), son kontrol tarihine kadar takip süresi ortalama 34 ay (21-50)'dir. Dört hastaya posterior düzeltme ve füzyon, 1 hastaya büyümeye izin veren rodler ile non-füzyon tespit ve uzatma yapılmıştır. Bu çalışmada öncelikle çalışmaya dahil edilen 141 hastanın demografik ve etiyopatolojik verileri gözden geçirilmiştir. Ayrıca opere edilen hastaların son kontrollerinde koronal planda elde edilen düzelme miktarları, görsel ağırlı cetveli (GAC) ile hasta memnuniyet skorları, nörolojik durumları,

(*) Kafkas Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Kars.

(**) S.B. Metin Sabancı Baltalimanı Kemik Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Omurga Hastalıkları Cerrahisi ve Protez Cerrahisi Grubu, İstanbul.

(***) S.B. Metin Sabancı Baltalimanı Kemik Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği, İstanbul.

Adres: Mehmet Bülent BALİOĞLU, İstanbul cd. Neovista sit.C2 D1 Göktürk beldesi Eyüp, İSTANBUL.

Tel.: 02123223036

GSM: 05322521483

E-mail: mehmetbalioglu2003@yahoo.com

Geliş Tarihi: 1 Ekim 2012

Kabul Tarihi: 31 Ekim 2012

enfeksiyon ve implant yetmezliği olup olmadığı araştırılmıştır.

Sonuçlar: Konjenital ve nöromusküler skolyozu olan 141 hastada % 36.8 gibi yüksek bir oranda intraspinal anomali eşlik ettiği belirlenmiştir. Opere edilen hastalarda koronal planda preoperatif Cobb açısı ortalama 80.4° (33-101), son kontrolde ortalama 40.2° (13-72) indirildiği saptanmıştır. Düzeltme oranı % 50.3 (28.8-70.1) olarak tespit edilmiştir. Postoperatif 1 olguda erken enfeksiyon görülmüş, yara debridmanı ile tamamen eradike edilmiştir. Nörolojik bozulma ve implant yetmezliği bulgusu ile karşılaşılmamıştır. Son kontrollerinde GAC skorlarının ortalama 10 olduğu belirlenmiştir.

Sonuç: Bu çalışmada, literatür verileri ile uyumlu olarak konjenital ve nöromusküler skolyozlu hastalarda intraspinal anomali oranı oldukça yüksek (% 36.8) bulunmuştur. Bu nedenle konjenital ve nöromusküler skolyozu olan hastalarda mutlaka tüm vertebra MR'larının çekilmesi gerektiği fikri elde edilmiştir. Ayrıca bu hastalarda nöroşirurjik yaklaşım sonrası yapılacak cerrahi korreksiyon ile oldukça tatmin edici sonuçlar alınabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Konjenital skolyoz, Nöromusküler skolyoz, intraspinal anomali, cerrahi tedavi

Kanıt Düzeyi: Retrospektif klinik çalışma, Düzey III

SUMMARY:

Objective: Scoliosis may be observed with the pathologies of spinal cord. Prior to the correction of spinal deformities, first line surgical procedures may be necessary to prevent the neurological deficits that develop due to spinal cord contractions. Our study aims to evaluate the results of scoliosis surgeries in patients with advanced spinal deformities who had previously undergone surgical treatments for intraspinal pathologies.

Patients and Method: The study included 141 patients with congenital (66 patients) and neuromuscular (75 patients) scoliosis, who applied during the years between 2006 and 2010. The magnetic resonance image (MRI) evaluations revealed 88 intraspinal anomalies in 52 (36.8%) of 141 patients. Of the 52 patients with intraspinal anomalies, 7 (4.9%) were operated in the other neurosurgical clinics due to intraspinal pathologies. The remaining 47 patients were referred to the other centers for neurosurgical evaluation and treatment. While two of the 7 patients did not accept the surgical procedure for scoliotic curves, 5 (3.6%) patients undergone surgery for scoliotic deformities. The mean age of the patients undergoing scoliosis surgery was 15.6 years (12.8 to 10 years), and the mean follow-up period until the last control was 34 months (21 to 50 months). Four patients underwent posterior correction and fusion, and one patient underwent non-fusion fixation and lengthening. This study reviewed the demographic characteristics and

etiopathological data of 141 patients included in the study. Furthermore, the operated patients were evaluated for the degree of correction, patients' satisfaction by visual analog scale (VAS), neurological status and the presence of infection as well as implant failure, in their last controls.

Results: Intraspinal anomalies accompanied in a high rate of 36.8% in 141 patients with congenital and neuromuscular scoliosis. The mean coronal preoperative Cobb angle was 80.4° (33° to 101°), and decreased to 40.2° (13° to 72°) in the last controls. Correction rate was 50.3% (28.8% to 70.1%). One patient experienced postoperative infection, which was completely cured by wound debridement. There were no findings of neurological degeneration nor implant failure. GAC scores were detected as 10 in the last controls.

Conclusion: In line with the literature reports, this study revealed a quite high rate of intraspinal anomalies in patients with congenital and neuromuscular scoliosis. This raised the idea that spinal MRI evaluations are necessary for all patients with congenital and neuromuscular scoliosis. In addition, we concluded that quite satisfactory results can be obtained by surgical correction, following neurosurgical evaluations.

Key words: Congenital scoliosis, neuromuscular scoliosis, intraspinal abnormality, surgical treatment.

Evidence level: Retrospective clinical study, Level III.

GİRİŞ:

Skolyozlu hastalarda cerrahi tedavi kararı verirken karşılaştığımız önemli problemlerden biri omurga eğriliğinin büyüklüğünün yanısıra, spinal kanal patolojilerinin varlığıdır. Skolyoz ve/veya kifoz deformitesi ile Chiari malformasyonu (CM), tethered kord ve diğer intraspinal patolojiler görülebilir. Bu nedenle patolojilerin mümkün olan en erken dönemde saptanması çok önemlidir. Özellikle intraspinal patolojilerin eşlik ettiği klinik belirti vermeyen skolyozlu hastalarda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yöntemi patolojilerin tespitinde faydalıdır.

Konjenital, infantil veya juvenil skolyozlu hastaların yaklaşık % 20 sinde intraspinal anomalilerin varlığı gösterilmiştir^(5,15,20,35,39). Adölesan idiopatik skolyozda (AİS) intraspinal anomaliler daha nadir bulunmakla birlikte görülme riskinin anormal nörolojik muayene, sol taraf eğriliği, apikal kifoz varlığı ile arttığı bildirilmiştir^(13,16,49). Skolyozla birlikte görülen en yaygın intraspinal anomali CM veya tek başına siringomiyelidir⁽¹³⁾. Tethered kord, birlikte lipoma, diastometamyeli veya yağlı filum diğer en yaygın anomalilerdir. Klasik olarak Chiari malformasyonu tip 1 (CM I) serebellar tonsillerin foramen magnumdan aşağıya doğru fıtıklaşması şeklinde tanımlanmıştır. Buna karşılık Chiari malformasyonu tip II (CM II) spina bifida ile ilişkilidir ve rhombensefalonun sarkması ile vermisin herniasyonunu gösterir. MRG parametrelerinin kullanılması ile CM foramen magnumdan aşağıya >4 ila 5 mm den fazla serebellar tonsillerin herniasyonu olarak yeniden tanımlanmıştır⁽¹⁰⁾. MRG nin yaygın kullanıma girdiği 1990 lı yılların başından beri spinal deformiteli hastalarda CM I ve siringomyelinin sıklığında artış bulunmuştur.

CM'lu hastaların % 50-90'nın skolyoz ile ilişkili olduğu, CM I'li hastaların da % 15-65 inde ise skolyoz bulunduğu gösterilmiştir⁽³²⁾. CM veya siringomiyeli ile birlikte skolyoz gelişiminin

mekanizması halen bilinmemektedir. Siringomiyeli ile birlikte skolyoz bulunan hastaların bazılarında paraspinal kasların denervasyonu olabilir. Ancak sirinksin büyüklüğü ve serebellar tonsiller herniasyonun sarkma miktarının paraspinal kasların denervasyonu ile herhangi bir ilişkisi gösterilememiştir⁽⁵¹⁾. CM I ile birlikte hastalarda siringomiyeli olmaksızın tek başına skolyoz gelişebileceğine dikkat çekilmiştir⁽⁴⁷⁾.

Skolyoz korreksiyonu kord tetheringine neden olarak nörolojik yaralanma riskini artırır^(1, 28). Çoğu cerrah spinal deformitelerin tedavisi için öncelikle tam olarak *nöroşirürjik* değerlendirme yapılması gerektiğinde hem fikirdir, eğer kanıtlanırsa, deformitenin düzeltilmesi sırasında nörolojik bozulma riski artması nedeniyle nöral aks malformasyonlarının tedavisi edilmesi önerilir^(2, 11, 17, 38). Tethered kord sendromu; distal spinal kord veya filumun komşu yapılarla yapışarak alt ekstremitelerde ilerleyici sensorimotor defisit, fekal ve/veya üriner inkontinans ve kas-iskelet deformitelerine yol açtığı zaman görülür. Distal kordun tetheringi idiopatik olabilir, lipoma gibi intraspinal bir anormallikle birlikte görülebildiği gibi, daha çok distal spinal kord kalıntılarının myelodisplazili hastalarda disrafizmin tamiri sırasındaki yapışıklığına bağlı olabilir. Kordun cerrahi olarak gevşetilmesi; hastalarda ağrı semptomlarının kötüleşmesi, ilerleyici bacak deformiteleri veya spastisitesinde yada birlikte görülen spinal deformitenin akut korreksiyonu öncesi önerilir. Nörofizyolojik intraoperatif monitörizasyon gevşetme prosedürleri sırasında istenmeyen

sinir kökü veya spinal kord yaralanması riskini azaltır ve spinal deformite düzeltilmesi sırasında kord fonksiyonlarındaki herhangi bir değişikliği değerlendirir ⁽⁴⁾. Tethered kord varlığında etkilenmiş kordun gevşetilmesi skolyozun durdurulması veya düzeltilmesi için en iyi yöntemlerden biridir ⁽¹⁰⁾. Literatürde CM I ile birlikte tethered kord görülme olasılığı %14 olarak bildirilmiştir ^(3,30,42,43). Bu yüzden genellikle intraspinal anomalilerin CM nun cerrahi dekompresyonu öncesi müdahalesinin gerekli olduğu önerilmiştir ^(3,6,30,34).

Omurga deformitesi düzeltilirken spinal kordda gerilmeye bağlı nörolojik defisit gelişmemesi için kranioservikal veya lomber bölgeye yönelik cerrahi işlemlere gerek duyulabilir. Spinal deformitenin düzeltilmesi için yüksek nörolojik riskli bu hastalarda tedavi tekniklerinin geliştirilmesi ve güvenli yöntemlerin tercih edilmesi gereklidir. Bizde çalışmamızda daha önceden spinal kord patolojileri tespit edilerek cerrahi tedavisi yapılmış, ancak omurgada skolyoz ve kifoz deformitesi ilerleme göstermiş veya daha da ilerleme beklenen hastalarda tespit edilen deformitenin tedavisi için uyguladığımız posterior spinal füzyon ve enstrümantasyon sonuçlarını sunduk. Bu çalışmada intraspinal patoloji ile birlikte görülen ciddi omurga deformiteli hastalarda uygulanan tedavi yaklaşımları ile sonuçlarımızı güncel literatür bilgileri ile tartışmayı amaçladık.

MATERYAL VE METOT:

Konjenital (66 hasta) ve nöromusküler (75 hasta) skolyoz nedeniyle bir biri peşi sıra başvuran toplam 141 hasta (2006-2010 yılları arasında) retrospektif olarak incelendi. Konjenital skolyozlu (KS) hastaların yaş ortalaması 4.6 yıl (1.5-61), nöromusküler

skolyozlu (NS) hastaların ise 3.2 yıl (1-30) idi. Skolyoz eğriliği standart olarak ayakta AP/LATERAL palanda çekilen radyografilerden koronal Cobb açısı ile ölçüldü, $\geq 10^\circ$ eğriliği olan hastalar değerlendirmeye alındı. Tüm hastalar kranioservikal bölgeden sakrokoksigeal bölgeye kadar MRG ile her hangi bir cerrahi işlem planlanmadan önce bir nöroradyolog tarafından incelendi. MRG ile spinal kanal ve spinal kord incelenerek omurga deformitesi ile birlikte olan nöral kanal anormallikleri araştırıldı. CM I tanısı için serebellar tonsillerin kaudal kenarının foramen magnumun altına 3 mm veya daha fazla geçmiş olması kriter alındı. Deformite cerrahisi öncesi intraspinal patolojiler tespit edilerek öncelikli olarak tedavisi planlandı.

Hastaların daha önce intraspinal patolojileri için herhangi bir müdahale geçirip geçirmediikleri araştırıldı. MRG de intraspinal anomali saptanan ve daha önce bu nedenle herhangi bir tedavi görmemiş hastalar *Nöroşirürji kliniklerine* yönlendirildi. KS'lu 3 hastadan 2 sine tethered kord gevşetmesi, 1 ine ise servikal nöroenterik kist eksizyonu (Şekil-1), NS'lu 2 hastada ise 1 olguda CM için dekompresyon ve duraplasti, diğer olguda ise myelomeningosel tamiri uygulanmıştı. Nöromonitörizasyon (2 olguda) ve wake-up testi (tüm olgularda) eşliğinde 4 hastaya ciddi ve rijit eğriliklerinin korreksiyonu ve yeterli füzyon için her seviyeye faset eklem osteotomisi (Ponte osteotomisi) uygulandı. Posterior füzyon için mümkün olan her seviyeye poliaksiyel pedikül vidası ile enstrümantasyon ve rod fiksasyonu yapıldı. Kifoz deformitesi daha belirgin olan kifoskolyozlu bir hastada poliaksiyel vidalara ek olarak özellikle kifotik bölgede polyester bant kullanılarak korreksiyon ve fiksasyon uygulandı. Bir hastaya uzatılabilen rodlar ile birlikte non füzyon tespit gerçekleştirildi. Uzatılabilen rodları

ile 2 kez uzatma uygulandı. Postoperatif dönemde hastalara breys uygulanmadı. Hastalar son kontrollerinde radyolojik olarak koronal plan düzeltilmesi, nörolojik durumları, enfeksiyon ve implant yetmezliği açısından değerlendirildi. Hasta memnuniyeti görsel ağrı cetveli (GAC) ile ölçüldü.

SONUÇLAR:

Skolyozu olan 141 hastanın 52 (% 36.8) sinde MRG de 88 intraspinal anomali ile karşılaşıldı. Konjenital skolyozlu hastaların 22 (%33.3) sinde (16 kadın, 6 erkek), nöromusküler skolyozlu hastaların 30 (%40) unda (17 kadın, 13 erkek) intraspinal patolojiler görüldü. MRG ile bu 88 intraspinal patolojinin dağılımına bakıldığında; 27 (% 30.6) siringomiyeli (KS 11, NS 16), 24 (%27.2) tethered kord (KS 11, NS 13), 18 (%20.4) split kord (KS 9, NS 9), 10 (%11.3) Chiari malformasyonu (3ü tethered kord ile birlikte) (KS 2, NS 8), 4 (%4.5) lipoma (KS 2, NS 2), 2 (%2.2) nöroenterik kist (KS 1, NS 1), 1 (%1.1) dermoid kist (NS 1), 1 (%1.1) araknoid kist (NS 1), 1 (%1.1) tarlov kisti (NS 1) tesbit edildi (Tablo-1).

Tespit edebildiğimiz 5 hastaya skolyoz cerrahisi öncesi başka merkezlerdeki *Nöroşirürji kliniklerince* operasyon uygulandı. İki hastada tethered kord gevşetmesi, 1 hastada Chiari için suboksipital dekompresyon ve duraplasti, 1 hastada servikal bölgedeki nöroenterik kist için eksizyon ve 1 hastada doğumu sonrası myelomeningoseli için tamir uygulanmıştı. Bu hastaların MRG ile omurga patolojileri tekrar değerlendirildi. İntraspinal patoloji olarak 3 olguda tethered kord (1 olgu CM II ile birlikte), 2 CM (1 olgu CM I, diğer olgu CM II ve tethered kord ile birlikte görüldü), 1 nöroenterik kist ile birlikte siringomiyeli tespit edildi.

Ekstradural olarak tespit edilen diğer spinal omurga patolojileri ise; 3 olguda konjenital vertebra anomalileri (hemivertebra ve kelebek vertebra), 1 olguda myelomeningosel (spina bifida) idi, 1 olguda ise ek patoloji görülmedi. Beş hastaya da intraspinal patolojilerinin cerrahi tedavisini takiben posterior spinal enstrümantasyon ile korreksiyon uygulandı. Dört hastaya mümkün olan her seviyeye posterior faset osteotomileri (Ponte osteotomisi), poliaksiyel pedikül vida fiksasyonu ve deformitelerin translasyon manevrası ile

Tablo-1. Konjenital ve Nöromusküler skolyozlarda görülen MRG ile saptanan intraspinal anomalilerin dağılımı.

MRG	Konjenital Skolyoz	Nöromuskular Skolyoz	Toplam
Syrigomiyeli	11	16	27 (%30.6)
Tethered Kord	11	13	24 (%27.2)
Split Kord	9	9	18 (%20.4)
Chiari	2	8	10 (%11.3)
Lipoma	2	2	4 (%4.5)
Neuroenteric kist	1	1	2 (%2.2)
Dermoid kist	-	1	1 (1.1%)
Arachnoid kist	-	1	1 (1.1%)
Tarlov kist	-	1	1 (1.1%)
Toplam	35	53	88

korreksiyonunu takiben posterior füzyon uygulandı. Bir olguya uzatılabilen çubuklar ile non füzyon olarak posterior spinal enstrümantasyon ile korreksiyon uygulandı. Ortalama intraspinal patolojileri için operasyon zamanı 56.8 ay (6-238), skolyoz için posterior enstrümantasyon uygulandığı yaş 15.6 yıl (12.8-19) idi. Her iki cerrahi arasında geçen süre ortalama 70 ay (6 ay-19 yıl) oldu.

Skolyoz için posterior spinal enstrümantasyondan sonraki ortalama takip süresi 34 ay idi (21-50). Hastaların koronal plan preop Cobb açıları 80.4° (33°-101°), son kontrollerindeki açıları ise 40.2° (13°-72°) idi. Ortalama düzelme oranı % 50.3 (28.8-70.1) bulundu. Sagittal planda ise sadece 1 olguda (skolyoz açısı 33°) 90° (T7-T11) kifoz açısı vardı, postoperatif kifoz açısı 48° ye geriledi (düzelme % 46.7). Postoperatif erken dönem 1 hastada gelişen yüzeyel yara enfeksiyonu yara debridmanı ile tedavi edildi. Hastaların hiç birinde nörolojik bozulma veya implant yetmezliği ile karşılaşılmadı. Hasta memnuniyeti 5 hastada GAC 10 en yüksek düzeyde memnuniyet verici olarak ölçüldü (Tablo-2).

TARTIŞMA:

Konjenital skolyozlu hastaların yaklaşık % 20 si intraspinal anomali (CM, siringomiyeli, diastometamiyeli ve tethered kord) içerebilir^(5,29). Benzer olarak, infantil ve juvenil skolyozlu hastaların % 20 sinde MRG de spinal kord anormallikleri gösterilmiştir^(15,20). Buna karşılık AİS'da bu insidans belirgin olarak düşüktür^(16,22). Skolyozla birlikte saptanan intraspinal anomalilerin büyük çoğunluğu cerrahi müdahale gerektirmeyebilir. Bunlar genellikle küçük sirinks veya minimal serebellar ektopileri kapsar⁽⁴⁴⁾. Do,

AİS'lu 327 hastalık prospektif bir seride saptanan 7 anormal MRG bulgusu olan hastada nöroşirürjik girişime gerek duymamıştır⁽¹⁴⁾. Ancak cerrahi düzeltme gerektiren intraspinal anomalilerin insidansı infantil skolyozda çok fazladır. Gupta, 6 hastanın 3'üne cerrahi müdahale gerektiğini söylerken, Dobbs çalışmasında 10 anomalinin 8 ine cerrahi müdahale uyguladığını belirtmektedir^(15,19). Çalışmamızda MRG ile KS'lu hastalarda % 33, NS'lu hastalarda % 40 oranında intraspinal patoloji tespit ettik. Hastaların bir kısmına daha önce müdahale uygulanmışken, bizim MRG ile saptadığımız olguların bazılarında cerrahi müdahale gerekmiştir.

Intraspinal patolojilerin eşlik ettiği omurga deformitelerinin tedavi yöntemleri patolojilere ve hastaya göre değişkenlikler göstermektedir. Adölesan omurga eğriliklerinin de konservatif tedavinin yeri günümüzde halen tartışmalıdır. CM I veya siringomiyeli ile birlikte skolyoz tedavisinde korse tedavisinin etkisiz olduğu bilinmektedir⁽¹⁶⁾. Spinal patolojilerin eşlik ettiği skolyoz ve/veya kifoz gibi omurga deformitelerinin tedavisinde yaklaşım genellikle öncelikli olarak spinal patolojinin cerrahi tedavisini takiben omurga deformitesinin ikinci bir operasyon ile düzeltilmesi şeklindedir⁽³⁸⁾. Hastaların bir kısmında intraspinal anomali için yapılan girişimler ile eşlik eden skolyoz deformitesinin düzelmesi sağlanabilirken daha yaşlı ve daha geç müdahale edilen eğrilikler için bu mümkün olmamaktadır^(18, 33, 34). Son yıllarda doğrudan posteriordan veya sirkümferansiyel yaklaşımla nöroşirürjik girişim yapılmaksızın spinal deformite düzeltilmesinin uygulanabilirliğini inceleyen çalışmalar yayınlanmıştır^(40,50). Xie, adölesan CM I de skolyoz derecesine göre sadece posteriordan

Tablo 2. İki aşamalı cerrahi geçiren hastaların klinik ve radyolojik sonuçları.

	Skolyoz cerrahisi yaşı (yıl)	Cins.	MRG de Spinal Patolojiler	İlk uygulanan opereasyon	Skolyoz enstrümantasyon seviyesi	İki operasyon arası süre (ay/yıl)	AP Cobb Açısı ^(o)		Düzeltilme oranı (%)	Takip süresi (ay)	GAC
							Preop	Postop			
1	12.6	K	Tethered Kord, T8-9 hemivertebral, butterfly vertebra, L1 hemivertebral	Tethered kord gevşetmesi	T2-L4 Posterior füzyon	7 ay	T6-T12: 96.4	T6-T12: 28	%71	21	10
2	17.9	E	Chiari Malformation,	Suboksipital dekompresyon + Duraplasti	T2-L3 posterior füzyon	24 ay	T5-T10: 83, T10-L3: 100	T5-T11: 39 T11-L4: 39	%53.1 %61	22	10
3*	15.8	K	Tethered Kord, T7-11 butterfly vertebra, T9 hemivertebral	Tethered kord gevşetmesi	T3-L3 Posterior füzyon	24 ay	T2-T11: 33	T2-T11: 13 T11-L4: 3	%60.7	36	10
4	13.5	K K	C7-T1 11x9 mm Neuroenterik kist, Syringomyeli, T3-T9 Konjenital vertebral anomali	Neuroenterik kist eksizyonu	T3-L2 Uzatılabilen Çubuk	6 ay	T7-T10: 71	T6-T12: 45	%36.7	41	10
5&	19		Tethered Kord, Chiari Malformasyonu, Lomber Myelomeningosel	Meningomyeloseel tamiri	T2 – Sacroiliak Posterior füzyon	19 yıl	T5-T10: 79 T10-L5: 101.5	T5-T10: 46 T10-L5: 72	%41.8 %29.1	50	10
Ort.	15.6 (12.8-19)					56.8 ay (6-238)	80.4 (33-101)	40.2 (13-72)	%50.3 (28.8-70.1)	34 (21-50)	10

*Posterior vertebral füzyon ve deformite korreksiyonu sonrası takip süresi.

** Postop erken korreksiyon oranı % 42.3, takip süresinde 7° skolyoz açısında artma oluştu. İmplantları başka bir merkezde çıkarıldı.

vertebral kolon rezeksiyonu veya sadece posterior enstrümantasyon ile her zaman suboksipital dekompresyon yapılmadan bu hastaların tedavi edilebileceğini göstermiştir⁽⁵⁰⁾. Her iki patolojinin aynı seansta bir biri peşi sıra cerrahi tedavisi ile ilgili çalışmalarda bulunmaktadır.

Intraspinal patolojilere yönelik yapılacak cerrahi girişimlerin skolyozun önlenmesi için

yeterli olup olmadığı ve zamanlaması araştırılmıştır. Charry, CM I veya siringomiyeli ile birlikte skolyozlu hastalar için düzeltici prosedürler esnasında yüksek riskleri nedeniyle iyatrojenik olarak nöral doku hasarı oluşturmamak için dikkate alınması gereken faktörleri belirtmiştir. Serebellar tonsiller sarkmanın spinal kordun hipertansiyonuna neden olduğunu, genişlemiş sirinksin spinal kordu komprese ederek kan dolaşımını

azalttığını ve serebrospinal sıvı yolunun basıncının intraoperatif olarak anlamlı şekilde değiştiğini göstermiştir. Bu nedenle, kranioservikal kemik ve fossa elemanlarının dekompresyonunun ve sirinks şantının bu vakalarda spinal füzyon öncesi uygulanabilir olduğunu ve 3-6 ay sonra, korreksiyon prosedürlerinin nörolojik açıdan artan güven ile uygulanabileceğini ifade etmiştir⁽¹¹⁾.

CM I ile birlikte ilerleyici skolyozda erken yaşta ve eğriliğin derecesi küçükken yapılacak dekompresyonun sonuçlarının skolyoz eğriliğinin düzelmesi üzerinde büyük oranda faydalı olduğu gösterilmiştir. Hafif skolyoz ile birlikte CM I malformasyonu olan çocuklarda omurga deformitelerinin tek başına *nöroşirürjik müdahaleler ile* stabilize edildiği veya düzeltilebildiği literatürde kanıtlanmıştır⁽⁴⁶⁾. Bununla birlikte geniş eğrilikli adölesanlarda sonuçlar bu kadar iyi değildir. Brockmeyer, skolyozla birlikte CM I ve siringomiyelisi olan hastalarda suboksipital dekompresyon ve duraplastinin eğriliğin düzelmesi veya stabil kalmasını sağladığını hastaların büyük kısmında göstermiştir (% 62). Eğriliği 50° den fazla ve 12 yaşından büyük olan çocuklarda düzelme şansının düşük olduğunu, buna karşılık küçük eğrilik ve 10 yaş altı hastalarda suboksipital dekompresyon ve duraplastiden sonra eğriliğin düzelme şansının fazla olduğunu belirtmiştir⁽⁸⁾. Flynn, *nöroşirürjik* müdahalesinden sonra takip ettikleri hastalarda skolyozda progresyonun görülmesine neden olan faktörleri; ileri yaş (>11), nörolojik semptomların varlığı, vertebra cisminin rotasyonu, çift skolyoz eğriliği ve hasta ile karşılaşıldığında görülen geniş eğrilikler (>50 kifoza veya >40 skolyoz) olarak sıralamıştır⁽¹⁸⁾. Bhangoo, primer olarak kranio-vertebral dekompresyon uyguladıkları

semptomatik CM I ve klinik olarak skolyoz saptanan 13 hastada skolyoz düzeltme cerrahisi gereken hastalarının yaş ortalamasını 158 ay ve Cobb açısını da 76° olarak bildirmiştir⁽⁶⁾. Sengupta, 16 hastanın % 37.5'nin düzeldiğini, eğrilikleri düzelenlerin % 71.4'ünün arka beyin dekompresyonu sırasında 10 yaş altı olduğunu göstermiştir⁽⁴⁶⁾. Muhonen, dekompresyon sırasında 10 yaş altı olan tüm hastaların preoperatif eğriliği 40° den fazla olanlarda bile skolyozun gerilediğini yayınlamıştır⁽³¹⁾. Eule, 8 yaş altı dekompresyon uyguladıkları 5 vakanın 5'inde de düzelme göstermiştir⁽¹⁶⁾.

Spinal deformite ile birlikte görülen CM nun tedavisinde son yıllarda yeni yaklaşımlar ortaya çıkmıştır. Qiu, direkt spinal deformite korreksiyonunu *nöroşirürjik* dekompresyon yapmaksızın uygulayarak siringomiyeli ile birlikte skolyozu olan bir hasta serisi yayınlamıştır. En son güvenli korreksiyon miktarını Halo traksiyonu veya basınç ile fulkrum da çekilen preoperatif radyografiler ile saptayarak posterior veya kombine anterior-posterior yaklaşım ile tatminkâr korreksiyon sonuçları elde ettiklerini bildirmiştir. Operasyon stratejileri ise sadece pedikül enstrümantasyonu ve osteotomi veya vertebral kolon rezeksiyonu (VCR) olmaksızın deformite korreksiyonu olmuştur⁽⁴⁰⁾. Xie, geniş eğriliği olan ve belirgin progresyon gösteren adölesan hastalarda skolyoz eğriliklerinde spinal deformite korreksiyonu ve füzyonunu önermiştir. CM I ve adölesan skolyozu olan 13 hastada suboksipital dekompresyon yapmadan, tek aşamalı olarak, posteriordan total VCR yaptıkları 7 hasta ile sadece posterior pedikül vida fiksasyonu ve deformite korreksiyonu yaptıkları 6 hastanın sonuçlarına göre; CM I ile birlikte skolyozu olan

adölesan hastalarda omurga deformitesinin korreksiyonu öncesi suboksipital dekompresyonun her zaman gerekli olmadığı sonucuna varmışlardır. Cobb açısı $<90^\circ$ (ortalama skolyoz 77.3° , kifoz 44.0°) ve nörolojik defisitleri olmayan sadece posterior enstrümantasyon ve deformite düzeltmesi yapılan CM olan hastalarda postoperatif korreksiyon oranlarını koronal ve sagittal planda % 60.8 ve % 53.4 olarak bulmuştur⁽⁵⁰⁾. Aksine Bradley, adölesan 13 hastada başlangıçta nöroşirürjik dekompresyon yaptıklarını yayınlamıştır. Diğer çalışmalarına göre ortalama torasik skolyoz ve kifoz 46° ($29-69^\circ$) ve 71° ($31-119^\circ$), ve deformite cerrahisinden sonra ortalama düzeltme miktarı ise % 48 (%6-83) bulunmuştur⁽⁷⁾.

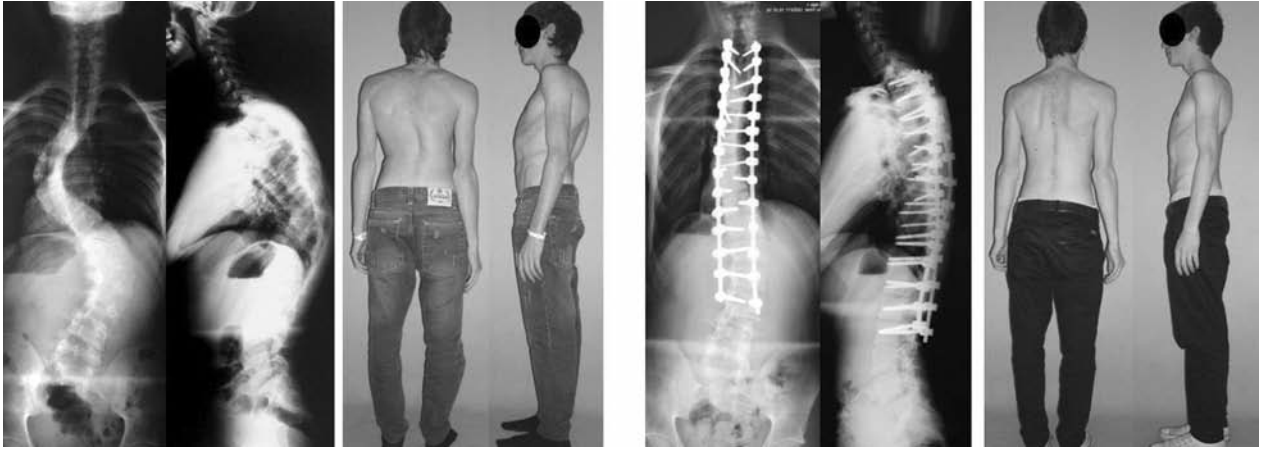
Literatürde bir çok otör profilaktik nörolojik operasyonlardan ziyade asemptomatik siringomiyeli için dikkatli gözlemlemeyi desteklemektedir⁽²¹⁾. Skolyozda izole siringomiyelide (CM olmaksızın) direkt şant uygulamasının etkisi açık değildir, bazı çalışmalar faydalı bulurken, diğer çalışmalar ise faydasız olarak tanımlamıştır^(24,34, 45). Bizim serimizdeki CM I nedeniyle 2 yıl önce opere olan erkek hastamızın hem yaşı hem de eğriliği

ilerlemiş olması nedeniyle ilk uygulanan suboksipital dekompresyondan sonra eğriliğinin düzelmediği görülmektedir. Bu olgumuza T2-L3 arasına posteriordan spinal enstrümantasyon, korreksiyon ve füzyon uygulandı. Hastanın bize başvurduğunda skolyoz eğriliğinin ilerleyerek torasik bölgede 83, torakolomber bölgede ise 100° ölçülmesi CM I olguların erken tespit edilmesinin tedavi açısından ne kadar önemli olduğunu göstermektedir (Şekil-2). Hastanın yaşı ilerledikçe omurganın fleksibilitesi azalmakta, korreksiyon zorlaşmakta, eğrilik daha da arttığı için ilave nörolojik riskler ortaya çıkabilmektedir.

Tethered kord, diğer intraspinal anomaliler gibi insidansının infantil/jüvenil ve konjenital skolyoz da %20 kadar yüksek olduğu bilinmektedir. Müdahale gerektiren intraspinal anomaliler nörolojik komplikasyon riskini azaltmak için skolyoz korreksiyon cerrahisi öncesi yaygın olarak tedavi edilmelidir. Skolyoz düzeltildiği zaman kordun gerilmesi nedeniyle nörolojik yaralanma riski artmaktadır. Bu yüzden detethering girişimlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Tethered kord için etkilenmiş kordun gevşetilerek tedavisinin yapılması tavsiye edilir. Bu uygulama erken dönemde skolyozun



Şekil-1. 13 yaşında bayan hasta. **a.** AP planda preoperatif Cobb açısı T7-T10: 71° . Hemivertebral ve klinik görünümü. **b.** MRG de preoperatif C7-Th1 (11x9 mm) seviyelerindeki Nöroenterik kist ile birlikte eşlik eden siringomiyeli. **c.** Kist eksizyonu sonrası kontrol MRG ile lezyon bölgesi ve füzyon sonrası klinik görünümü.



Şekil-2. CM I, 17 yaşında erkek hasta. Suboksipital dekompresyon ve duraplasti uygulandıktan 24 ay sonra T2-L3 posterior spinal füzyon ve enstrümantasyon uygulandı. Düzeltme oranı: torakal bölgede % 53.1, lomber bölgede % 61. Takip süresi: 22 ay, GAC: 10. **a.** Preop AP Cobb; T5-T10: 83°, T10-L3: 100°, **b.** Preoperatif klinik görünümü. **c.** Postoperatif AP Cobb; T5-T10: 39°, T10-L3: 39°, **d.** Postoperatif son kontrol görünümü.

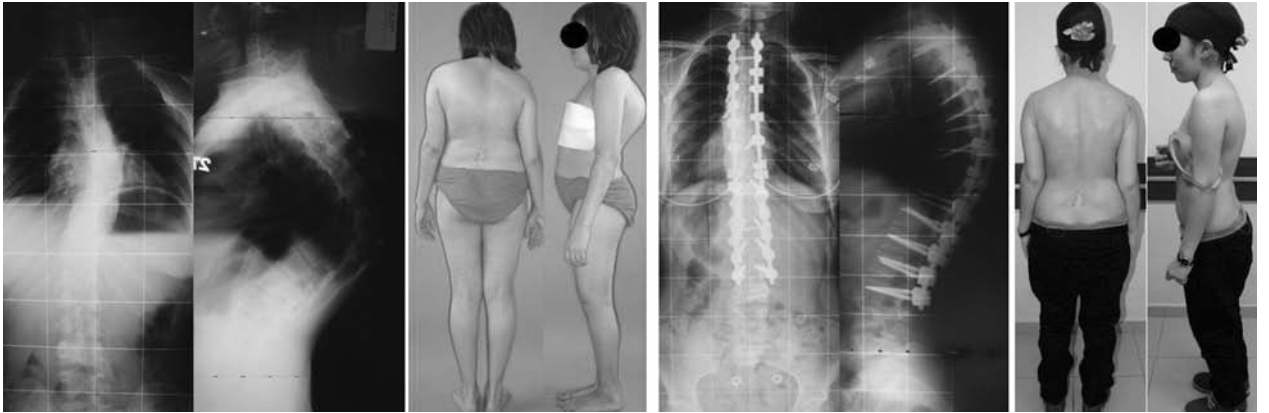
durdurulması veya düzeltilmesi için en iyi yöntemlerden biri olarak önerilmektedir⁽¹⁰⁾. Tethered kord gevşetmesi ve deformite düzeltilmesinin sırası hakkında bazı tartışmalar vardır. Yaygın uygulama, gevşetme prosedürünün başlangıçta uygulanmasından en az 6 hafta ile 6 ay sonra omurga düzeltilmesinin uygulanmasıdır. Teorik olarak bu yaklaşım gevşetmeden sonra eğriliklere stabilizasyon veya korreksiyon yapılabilecek şekilde imkan tanımak veya düzeltme sırasında spinal kord yaralanması riskini azaltmak içindir. Ayrıca iki cerrahi arasındaki gecikme gevşetme prosedürlerinin kendisine bağlı olarak oluşabilecek sekonder nörolojik yaralanmanın olmadığından emin olmak içinde yapılabilir. Genel yaklaşım skolyoz korreksiyonundan 4-6 hafta önce uygulanmasıdır. Bu 4-6 haftalık iyileşme sürecinde tekrar detethering oluşma olasılığı az olmaktadır⁽⁴⁴⁾. Buna karşılık, bildiğimiz kadarı ile literatürde bu görüşleri destekleyen kesinleşmiş veriler yoktur. Samdani ve Ayvaz çalışmalarında bu aşamalı

metadolojinin gerekliliği sorgulanmıştır^(3,44). Biz de tethered kord nedeniyle opere edilmiş 2 olgumuza daha sonra posteriordan skolyoz ve kifoz deformiteleri için düzeltme ve füzyon uyguladık. İki operasyon arası süre olgularımızdan birinde 7 ay (Şekil-3) iken diğerinde 24 ay (Şekil-4) oldu. İki operasyon arasındaki sürenin uzun olmasına rağmen düzeltme sırasında herhangi bir nörolojik sorunla karşılaşmadığı gibi, sırasıyla 21 ve 36 aylık takipleri sonucu enstrümantasyonun distalinde deformitede artış tespit edilmedi. Her iki hastada postoperatif yüksek düzeltme oranı ve hasta memnuniyeti elde edildi.

Skolyozlu ve myelomeningoselli hastalarda geniş ve/veya ilerleyici eğriliklerden dolayı deformite korreksiyonu gerekebilir, deformite korreksiyonu öncesi gerginliğin gevşetilmesi standart bir prosedür olarak kabul edilmektedir^(10, 44). Myelodisplazili pediatrik hastalarda nörolojik bozulmanın en yaygın nedeni şant disfonksiyonu iken semptomatik tethering ikinci en yaygın etiyolojik neden olarak



Şekil-3. Tethered kord, T8-9 ve L1 hemivertebral, kelebek vertebra bulunan 13 yaşında kadın hasta. Tethered kord gevşetmesi yapıldıktan 7 ay sonra T2-L4 vertebral aralarına posterior spinal fusion ve düzeltme uygulandı. Düzeltme % 71, takip süresi 21 ay, GAC 10. **a.** AP Cobb Preoperatif Th-T12: 96.4°, **b.** Preoperatif klinik görünümü, **c.** Postoperatif T6-T12: 28°, **d.** Postoperatif klinik görünümü



Şekil-4. Tethered kord, T7-11 kelebek vertebra, T9 hemivertebralı olan 15 yaşında kadın. Tethered kord gevşetmeyi takiben 24 ay sonra T3-L3 posterior spinal füzyon uygulandı. Düzeltme oranı AP: % 60.7, LAT: % 53.3. Takip süresi 36 ay, GAC: 10. **a.** Preoperatif AP Cobb T2-L1: 33°, LAT Cobb T7-T11: 90°, **b.** Preoperatif klinik görünümü, **c.** Postoperatif AP Cobb - T2-T11: 13°, LAT Cobb T7-T11: 48°, **d.** Postoperatif klinik görünümü

gösterilmiştir^(9, 10, 12, 25). Von Koch, tethered kord gevşetmesi uygulanan konjenital sendromlu veya sendromsuz 25 vakada, konjenital sendromsuzların motor fonksiyonlarında % 64 düzelme, % 14 mesane ve barsak fonksiyonlarında iyileşme ve % 29 unda ağrı azalma bulmuştur. Konjenital olanların % 18'inde mesane ve barsak fonksiyonlarında düzelme olmuş, her iki grupta da motor

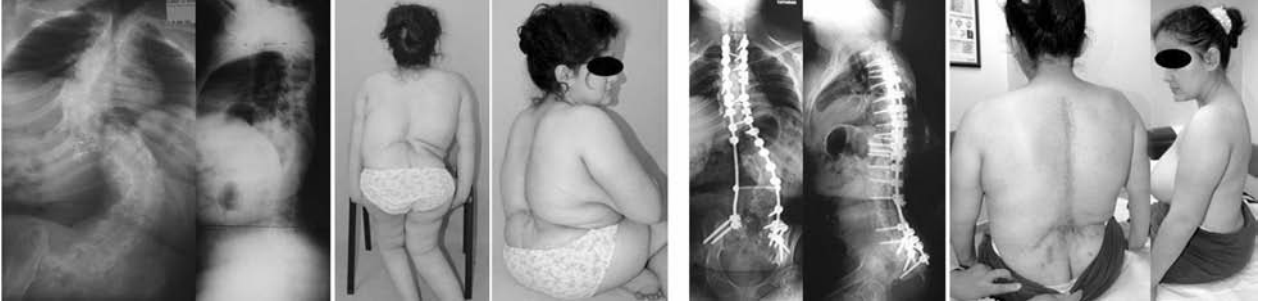
fonksiyonlarda, mesane ve barsak fonksiyonlarında ve ağrıda herhangi bir kötüleşme olmamıştır⁽⁴⁸⁾. Benzer bulgular Quinones-Hinojosa tarafından da yayınlanmıştır⁽⁴¹⁾. Bu otörler retrospektif olarak 15 erişkin hastayı değerlendirmiş ve hastaların % 46'sında mesane ve barsak fonksiyonlarında, % 39'unda sırt ağrısında, % 31 inde motor fonksiyonlarda düzelme yayınlamışlardır. Aynı

hasta gurubunda % 8 mesane kontrolünde azalma ve sırt ağrılarında postoperatif kötüleşme olduğu belirtilmiştir. Daszkiewicz, “tethered spinal kord” ile 59 çocuğun değerlendirdiği retrospektif çalışmasında hastaların % 32.2 sinde anlamlı klinik düzelme sfinkterlerden ziyade alt ekstremitelerde çok daha belirgin olduğunu, ve “gevşetmenin derecesinin sonuçları etkileyen tek belirgin faktör” olduğunu bulmuştur⁽¹²⁾. Myelomeningoselli hastaların tek merkezli incelediği bir seride semptomatik spinal kord gerilmesi olan hastaların yaklaşık % 23’ü cerrahi geçirenler olarak gösterilmiştir. Aynı merkezde myelomeningoselde gevşetme prosedürleri sonrası skolyoz düzeltilmesi yapıldığı yayınlanmış fakat bu sınırlı kalmıştır⁽⁹⁾. Biz de daha önce lomber myelomeningesal kesesi 11 günlükken kapatılıp 19 yaşına kadar başka bir tedavi görmemiş ileri derecede skolyoz eğriliği (torasik 79, torakolomber 101.5°) CM II ve tethered kordun eşlik ettiği, alt ekstremitelerde nörolojik defisiti bulunan bayan hastamızın skolyozuna yönelik cerrahi işlem uyguladık. Hastanın CM ve tethered kordu için hiç bir tedavi görmemiş olması myelomeningoselden kaynaklanan deformitenin daha da ilerlemesine yol açmış, bel ve sırt ağrısı, desteksiz ve rahat oturma güçlüğü belirgin hale gelmişti. Bu hastamıza T2-pelvis posterior enstrümantasyon fiksasyonu uygulanırken spinal kolonu mümkün olduğunca germeden deformite düzeltildi, intraspinal patolojilere yönelik işlem yapılmamasına rağmen postoperatif ek bir nörolojik defisit, kontrollerinde deformitede ilerleme görülmedi (Şekil-5).

Myelomeningoselli hastalarda Chiari ve tethered kord patolojileri ile sık karşılaşıldığı bilinmektedir. Mevcut problemlerinin daha da ilerlememesi için erken yaşta tespitin yapılması

gereken cerrahi müdahaleleri, ileride oluşacak deformite ve ilave nörolojik problemlerin çözümü açısından önemlidir.

Son yıllarda nöromonitörizasyon imkanlarındaki artış ile her iki prosedürün tek bir anestezi işlemi ile uygulanması mümkün olmuştur^(26, 27, 36). Konjenital skolyoz olgularında da uygulanmıştır^(20,30,44). Kifozda tethered kord gevşetmesinin etkinliği daha az tanımlanmış olmasına rağmen küçük kifotik eğriliklerin deformitede ilerleme olmaksızın iyileşebildiği gösterilmiştir⁽⁴²⁾. Samdani, progresif kifoskolyozu, alt ekstremitte parestезisi ve idrar inkontinansı olan MRG sonucu L4 de low-lying konus bulunan 15 yaşında erkek hastada gergin omuriliği gevşetme ve aynı seansta T2 den pelvise posterior füzyonun sonucunu literatürde ilk defa eş zamanlı cerrahi olarak yayınlamıştır. İntraoperatif nöromonitörizasyon ile spinal kordun eş zamanlı gevşetilmesi ve skolyoz korreksiyonunun uygun seçilmiş hastalarda aşamalı prosedürlerle karşılaştırıldığında uygulanabilir bir opsiyon olduğunu göstermiştir⁽⁴⁴⁾. Hamzaoglu, ortalama 13 yaşında 21 hasta için aynı anda uygulanan stratejiyi yayınlamıştır. Bu seride postoperatif 6.8 yıl sonra deformite korreksiyonunun korunduğu görülmüştür⁽²⁰⁾. Mehta, retrospektif olarak birbiri ardına gelen 15 pediatrik hastaya aynı anda spinal kord antetring ve deformite düzeltilmesi ile skolyoz ve/veya kifoz için füzyon sonuçlarını yayınlamıştır. Bu gurubun sonuçlarını iki aşamalı antetring cerrahisini takip eden skolyoz düzeltilmesi uygulanan 21 hasta ile karşılaştırmıştır. Eş zamanlı tethered kord gevşetmesi ve spinal füzyon ile skolyoz ve kifoz korreksiyonu için tek aşamalı yaklaşımının belirgin operatif ve postoperatif morbidite yapmaksızın güvenli olduğunu gözlemlemiştir. Aynı operasyon ekibi tarafından yapılan 2



Şekil-5. Tethered kord, Chiari malformationu ve lomber myelomeningoseli bulunan 19 yaşında kadın hasta. Myelomeningosel tamiri uygulandıktan 19 yıl sonra T2-S1 posterior füzyon ve enstrümantasyon yapıldı. Korreksiyon % 41.8, % 29.1, takip süresi: 50 ay, GAC: 10. **a.** Preoperatif AP Cobb; T5-T10: 79°, T10-L5: 101.5°, **b.** Preoperatif klinik görünümü. **c.** Postoperatif AP Cobb; Th5-Th10: 46°, Th10-L5: 72°, **d.** Postoperatif son kontrolünde klinik görünümü.

aşamalı yaklaşım ile karşılaştırıldığında eş zamanlı yapılan yaklaşım daha az kan kaybı, daha kısa ameliyat süresi, daha az hastanede kalış süresi, daha iyi deformite ve tethered kord korreksiyonu ve daha az perioperatif komplikasyona neden olduğu gösterilmiştir⁽³⁰⁾.

Tethered kord gevşetmesinden sonra eğriliğin progresyonunu tanımlayan çeşitli çalışmalar vardır, bu hastalar deformite düzeltilmesi için eş zamanlı tethered kord gevşetmesinden ve omurga füzyonundan fayda görebilirler^(28, 37, 42). Pierz ve McLone, geniş eğrilikli hastaların % 80'ninden fazlasında (>40° ve 50°, sırasıyla) ilerleyen deformite için antetring sonrası omurga füzyonunun gerekli olduğunu bildirmiştir^(28, 37). Mehta ise, iskelet olarak immatür >40° eğrilikli hastalarda füzyon gerektiren progresyonun insidansını % 83 olarak gözlemlemiştir (Risser 0 ila 2)⁽³⁰⁾. Omurga deformitesinin aynı yaklaşımla başarılmaması da çok dikkate değer önemdedir. Mehta, skolyoz için % 27, kifoz için % 50 ortalama düzelme bildirmiştir ki bu aşamalı prosedürlerle elde edilen korreksiyon aralığında bulunmuştur⁽³⁰⁾. Barley, gevşetme sonrası daha önce üst ekstremitelerde zayıf nörofizyolojik cevaplarda

intraoperatif aniden düzelme gösterilen aynı seansta skolyozu düzeltilen ve tethered kord cerrahisi uygulanan lomber seviyede myelodisplazili, CM II, ciddi skolyozlu ve tethered kordu olan bir olgu yayınlamıştır. Hastadaki monitörizasyon değişiklikleri ile klinik iyileşmenin uyumlu olduğu postoperatif belirgin olarak gösterilmiştir⁽⁴⁾.

Skolyoz ve/veya kifoz düzeltilmesi için omurga füzyonu ve aynı anda tethered kord gevşetmesi deformite ilerlemesi muhtemel hastalarda güvenli ve etkili bir yaklaşım olabilir. Özellikle iskelet olarak immatür ve eğriliği hızlı ilerleyen geniş eğrilikli hastalarda artmış skar ve nörolojik yaralanma içeren olgularda ikinci bir operasyonla birlikte oluşabilecek riskleri azaltılabilir. Aynı anda yapılan daha erken müdahaleler ile tethered kord gevşetmesi sırasında deformitenin düzeltilmesinin nörolojik bir komplikasyon oluşturmaktan başarılmaması amaçlanır. Küçük eğriliklerde, stabil eğriliklerde veya ilerlemeden ziyade stabil olması muhtemel iskelet olarak matür çocuklarda aynı anda yaklaşım kontrendikedir. Eğrilik progresyonuna yol açan başlıca faktörler; eğriliğin >40°, iskelet olarak immatür, torasik eğrilik, alt lomber ve

sakral motor disfonksiyona neden olan eğrilikler olarak kabul edilir. Ancak aynı anda yapılacak yaklaşımdan faydalanabilecek hastaların doğru bir şekilde saptanmasında bu yaklaşımın kullanımının yaygınlaşmadan önce ileri araştırmaların gerekli olduğu bildirilmiştir⁽³⁰⁾.

Deformite düzeltilmesi sırasında oluşabilecek komplikasyonlar ve alınabilecek önlemler üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Somatosensoriyel uyarılmış potansiyeller (SEP) ve spinal kord fonksiyonlarındaki değişikliklerin uygun tedavi optimum zamanda yapıldığında geri döndürülebildiği gösterilmiştir⁽³⁸⁾. Nörolojik komplikasyon gelişme riskine karşı Xie, düzeltme sırasında konveks taraftan segmental kompresyon yaparak deformitenin primer korreksiyonunun aşamalı olarak yapılmasını önermiştir. Ek olarak, preoperatif konveks eğilme radyografilerindeki ana eğriliğin kalan açısı sıklıkla en son gelinecek düzeltme miktarını gösterdiğini ve spinal kordun korunması için pozitif bir rol oynadığını vurgulamıştır⁽⁵⁰⁾. VCR yapılan grupta ortalama Cobb açısı skolyoz ve kifoz için 90° (ortalama skolyoz için 100.1°, kifoz için 97.1°) den fazla bulunmuş, korreksiyon oranı ise skolyoz için % 63.3, kifoz için %71.1 ölçülmüştür. CM için herhangi bir nöroşirürjik işlem yapılmamıştır. Bu çalışmaya göre dural kesenin 2-3 cm den daha fazla büzüşmesi ve katlanması kabul edilebileceği ve bunun nörolojik olarak baskı artışına yol açmadığı gösterilmiştir⁽⁵⁰⁾.

Kawahara, hayvan deneylerine göre vertebra yüksekliğinin 1/3 ü kadar yapılan kısaltmaların spinal kordda herhangi bir olumsuz değişikliğe yol açmadığını göstermiştir⁽²³⁾. Biz de olgularımızda faset osteotomileri ve interspinöz gevşetmeyi dikkatlice yaptıktan sonra, vertebral kolonun

üzerine distraktif kuvvetlerin binmesini engellemek için ilk rodumuzu eğriliğin konveks tarafından daha az sagittal profile bükerek translasyon manevrası ile kranialden kaudale doğru tek tek vida başlarına yerleştirdik. Spinal kolonda gerilme ve nörolojik açıdan risk oluşumunu azaltmak için konveks tarafa nazik manipulasyonlarla kompresyon uyguladık. Konkav tarafa ise rod daha fazla sagittal profil verilerek yine translasyon manevrası ile kranialden kaudale doğru çok kontrollü bir şekilde yerleştirdik. Distraktif kuvvetlerden uzak durduk. Tüm bu işlemler esnasında 2 olgumuz nöromonitörizasyon ile yakından takip edildi, diğer 3 olgumuzda çok kontrollü ve yavaş korreksiyon manevraları ile düzeltme tamamlanınca wake-up uygulanarak erken aşamada nörolojik durumları kontrol edildi. Bu yöntemle hiç bir hastamızda erken yada geç nörolojik bir olumsuzlukla karşılaşmadı.

Spinal cerrahi süresince motor uyarılmış potansiyel monitörizasyonu (MEP) kortikospinal yolun intraoperatif bütünlüğünün değerlendirilmesini sağlar⁽²⁶⁾. Tethered kord sendromu (TKS) spinal kordun veya spinal kord kalıntılarının çevre dokulara yapışıklığından dolayı olur, sıklıkla spinal disrafizmle ilişkilidir ve genellikle spinal kordun distal porsiyonunu içerir. Bu yüzden, büyüme sırasında kordun doğal olarak yükselmesi ve bu hareket sırasında spinal kordda gerilim uygulanmasına neden olur. Teorik olarak bu tekrarlayan gerilmeler potansiyel olarak geri dönüşsüz disfonksiyona, spinal kordun yapısal hasarına, alt ekstremitelerde progresif motor ve sensoriyal klinik belirtilerin ortaya çıkmasına, ağrı, mesane ve/veya bağırsak disfonksiyonuna ve skolyoz gibi kas iskelet deformitelerine yol açabilir. Progresif semptomlar ortaya çıktığında

veya spinal deformite ile ilişkili olarak belirgin bir korreksiyonda cerrahisi gereklidir. Tetringe bağlı normal anatomi değiştiğinden dolayı, cerrahi tamir sinir köklerinde istenmeyen yaralanmalara neden olabilir. Bu gibi durumların önlenmesi için nörofizyolojik intraoperatif monitörizasyon (NIOM), elektromyelografi ile SEP ve transkranyal-evoked potansiyeller (TCMEP) iyatrojenik nörolojik yaralanma ve postoperatif defisit riskini minimize etmek için sıklıkla kullanılır⁽²⁶⁾. Çeşitli çalışmalar gevşetme sonrası nörolojik fonksiyonların düzeldiğini ve hatta tedavi sonucunun gevşetmenin derecesine bağlı olduğunu yayınlamıştır^(25,41). NIOM filum izole, disseke edilip ve kesilirken oluşabilecek sinir kökü yaralanmaları riskinden dolayı TKS cerrahisinin ayrılmaz parçalarından biridir. Tipik olarak cerrahi bulguları ve semptomları ilerleyici olan hastalar için uygundur. Cerrahi için endikasyon; ağrı, progresif skolyoz, nörolojik defisit ve spastisite içeren durumlardır. Biz de mümkün olan tüm olgularımızda nöromonitörizasyon kullanmaya çalıştık. İki olgumuzda nöromonitörizasyon uygulayabildik. Ancak nöromonitörizasyon olsun olmasın deformite düzeltilir düzeltilmez wake-up testi ile hastaların nörolojik açıdan kontrollerini yaptık.

Sonuç olarak nöral kanal anormallikleri konjenital veya nöromusküler skolyozlarda nadir değildir. Erken tanı ve skolyozun yakın takip edilmesi bu hasta gurubunda çok önemlidir. İntraspinal patolojiler spinal eğriliklerin cerrahi korreksiyonu öncesi tanımlanmalı ve tedavi edilmelidir. Bazı hastalar intraspinal patolojileri olmasına rağmen herhangi bir nörolojik bulgu vermeyebilir. MRG skolyoz cerrahisi öncesi bu patolojilerin anlaşılmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Çalışmamız kısıtlı hasta sayısı içermektedir. Ancak intraspinal patoloji ile

birlikte omurga deformitesi ilerleme göstermiş ve yüksek açılı skolyoz/kifoz deformitesi olan hastalarda intraspinal patolojiye yönelik operasyonu takiben daha sonra yapılacak posteriorde deformite korreksiyonunun klinik ve radyolojik olarak tatmin edici sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Hastalarımızda olduğu gibi iki cerrahi arası geçen süre uzun olsa bile bu sonucu olumsuz etkilememiştir. Cerrahi teknikte dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri spinal kordu germeden korreksiyon uygulanmasıdır. Nöromonitörizasyon uygulaması enstrümantasyon ve korreksiyon esnasında cerrahinin güvenliğini arttırmaktadır.

KAYNAKLAR:

1. Acaroğlu E, Alanay A, Akalan N, Atilla B, Bulutçu E, Surat A. Risk factors associated with corrective surgery in congenital scoliosis with tethered cord. *Turk J Pediatr* 1997; 39: 373–378.
2. Akhtar OH, Rowe DE. Syringomyelia-associated scoliosis with and without the Chiari I malformation. *J Am Acad Orthop Surg* 2008; 16: 407–417.
3. 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: 380–386.
4. Barley JS, Mooney JF, Glazier SS, Johnson T, Kornegay AL, Turner RP, Edwards JC. Sudden appearance of new upper extremity motor function while performing neurophysiologic intraoperative monitoring during tethered cord release: a case report. *J Pediatr Orthop* 2010; 30: 624–628.
5. Belmont PJ, Kuklo TR, Taylor KF, Freedman BA, Prahinski JR, Kruse RW. Intraspinal anomalies associated with isolated congenital hemivertebra: the role of routine magnetic

- resonance imaging. *J Bone Joint Surg* 2004; 86-A: 1704–1710.
6. Bhangoo R, Sgouros S. Scoliosis in children with Chiari I-related syringomyelia. *Childs Nerv Syst* 2006; 22: 1154–1157.
7. Bradley LJ, Ratahi ED, Crawford HA, Barnes MJ. The outcomes of scoliosis surgery in patients with syringomyelia. *Spine* 2007; 32: 2327–2333.
8. Brockmeyer D, Gollogly S, Smith JT. Scoliosis associated with Chiari I malformations: the effect of suboccipital decompression on scoliosis curve progression: a preliminary study. *Spine* 2003; 28: 2505–2509.
9. Bowman RM, Mohan A, Ito J, Seibly JB, McLone DG. Tethered cord release: a long-term study of 114 patients. *J Neurosurg Pediatr* 2009; 3: 181–187.
10. Cardoso M, Keating RF. Neurosurgical management of spinal dysraphism and neurogenic scoliosis. *Spine* 2009; 34: 1775–1782.
11. Charry O, Koop S, Winter R, Lonstein J, Denis F, Bailey W. Syringomyelia and scoliosis: a review of twenty-five pediatric patients. *J Pediatr Orthop* 1994; 14: 309–317.
12. Daszkiewicz P, Barszcz S, Roszkowski M, Maryniak A. Tethered cord syndrome in children-impact of surgical treatment on functional neurological and urological outcome. *Neurol Neurochir Pol* 2007; 41: 427–435.
13. Davids JR, Chamberlin E, Blackhurst DW. Indications for magnetic resonance imaging in presumed adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 2004; 86-A: 2187–2195.
14. Do T, Frasc C, Burke S, Widmann RF, Rawlins B, Boachie-Adjei O. Clinical value of routine preoperative magnetic resonance imaging in adolescent idiopathic scoliosis. A prospective study of three hundred and twenty-seven patients. *J Bone Joint Surg* 2001; 83-A: 577–579.
15. Dobbs MB, Lenke LG, Szymanski DA, Morcuende JA, Weinstein SL, Bridwell KH, Sponseller PD. Prevalence of neural axis abnormalities in patients with infantile idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg* 2002; 84-A: 2230–2234.
16. Eule JM, Erickson MA, O'Brien MF, Handler M. Chiari I malformation associated with syringomyelia and scoliosis: a twenty-year review of surgical and nonsurgical treatment in a pediatric population. *Spine* 2002; 27: 1451–1455.
17. Farley FA, Song KM, Birch JG, Browne R. Syringomyelia and scoliosis in children. *J Pediatr Orthop* 1995; 15: 187–192.
18. Flynn JM, Sodha S, Lou JE, Adams SB Jr, Whitfield B, Ecker ML, Sutton L, Dormans JP, Drummond DS. Predictors of progression of scoliosis after decompression of an Arnold Chiari I malformation. *Spine* 2004; 29: 286–292.
19. Gupta P, Lenke LG, Bridwell KH. Incidence of neural axis abnormalities in infantile and juvenile patients with spinal deformity. Is a magnetic resonance image screening necessary? *Spine* 1998; 23: 206–210.
20. Hamzaoglu A, Öztürk C, Tezer M, Aydoğan M, Sarier M, Talu U. Simultaneous surgical treatment in congenital scoliosis and/or kyphosis associated with intraspinal abnormalities. *Spine* 2007; 32: 2880–2884.
21. Hankinson TC, Klimo P Jr, Feldstein NA, Anderson RC, Brockmeyer D. Chiari malformations, syringohydromyelia and scoliosis. *Neurosurg Clin N Am* 2007; 18: 549–568.
22. Inoue M, Minami S, Nakata Y, Otsuka O, Takaso M, Kitahara H, Tokunaga M, Isobe K. Preoperative MRI analysis of patients with idiopathic scoliosis: a prospective study. *Spine* 2005; 30: 108–114.
23. Kawahara N, Tomita K, Kobayashi T, Abdel-Wanis ME, 456 Murakami H, Akamaru T. Influence of acute shortening on the spinal cord: an experimental study. *Spine* 2005; 30: 613–620.

24. Kontio K, Davidson D, Letts M. Management of scoliosis and syringomyelia in children. *J Pediatr Orthop* 2002; 22: 771–779.
25. Lew SM, Kothbauer KF. Tethered cord syndrome: an updated review. *Pediatr Neurosurg* 2007; 43: 236–248.
26. Luk KD, Hu Y, Wong YW, Cheung KMC. Evaluation of various evoked potential techniques for spinal cord monitoring during scoliosis surgery. *Spine* 2001; 26: 1772–1777.
27. MacDonald DB, Al Zayed Z, Khoudeir I, Stigsby B. Monitoring scoliosis surgery with combined multiple pulse transcranial electric motor and cortical somatosensory-evoked potentials from the lower and upper extremities. *Spine* 2003; 28: 194–203.
28. McLone DG, Herman JM, Gabrieli AP, Dias L. Tethered cord as a cause of scoliosis in children with a myelomeningocele. *Pediatr Neurosurg* 1990; 16: 8–13.
29. McMaster MJ. Occult intraspinal anomalies and congenital scoliosis. *J Bone Joint Surg* 1984; 66-A: 588–601.
30. Mehta VA, Gottfried ON, McGirt MJ, MD, Gokaslan ZL, Ahn ES, Jallo GI. Safety and efficacy of concurrent pediatric spinal cord untethering and deformity correction. *J Spinal Disord Tech* 2011; 24(6): 401–405.
31. Muhonen MG, Menezes AH, Sawin PD, Weinstein SL. Scoliosis in pediatric Chiari malformations without myelodysplasia. *J Neurosurg* 1992; 77: 69–77.
32. Ono A, Ueyama K, Okada A, Echigoya N, Yokoyama T, Harata S. Adult scoliosis in syringomyelia associated with Chiari I malformation. *Spine* 2002; 27: E23–E28.
33. Ozerdemoglu RA, Transfeldt EE, Denis F. Value of treating primary causes of syrinx in scoliosis associated with syringomyelia. *Spine* 2003; 28: 806–814.
34. Ozerdemoglu RA, Denis F, Transfeldt EE. Scoliosis associated with syringomyelia: clinical and radiologic correlation. *Spine* 2003; 28: 1410–1417.
35. Pahys JM, Samdani AF, Betz RR. Intraspinal anomalies in infantile idiopathic scoliosis; prevalence and role of magnetic resonance imaging. *Spine* 2009; 34(12): E434–E438.
36. Paradiso G, Lee GY, Sarjeant R, Hoang L, Massicotte EM, Fehlings MG. Multimodality intraoperative neurophysiologic monitoring findings during surgery for adult tethered cord syndrome: analysis of a series of 44 patients with long-term follow up. *Spine* 2006; 31: 2095–2102.
37. Pierz K, Banta J, Thomson J, Gahm N, Hartford J. The effect of tethered cord release on scoliosis in myelomeningocele. *J Pediatr Orthop* 2000; 20: 362–365.
38. Potenza V, Weinstein SL, Neyt JG. Dysfunction of the spinal cord during spinal arthrodesis for scoliosis: recommendations for early detection and treatment. A case report. *J Bone Joint Surg* 1998; 80-A: 1679–1683.
39. Prahinski JR, Polly DWJ., McHale KA, Kathleen A, Ellenbogen RG. Occult intraspinal anomalies in congenital scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2000; 20: 59–63.
40. Qiu Y, Wang B, Zhu ZZ, Lv JY, Yu Y, Zhu LH. Clinical manifestation and treatment strategy of scoliosis associated with Chiari malformation and/or syringomyelia. *Chin J of Orthopaedics* 2003; 23: 564–567.
41. Quinones-Hinojosa A, Gadkary CA, Gulati M, S von Kochl C, Lyon 500 R, Weinstein PR, Yingling CD. Neurophysiological monitoring for safe surgical tethered cord syndrome release in adults. *Surg Neurol* 2004; 62: 127–133.
42. Reigel DH, Tchernoukha K, Bazmi B, Kortyna R, Rotenstein D. Change in spinal curvature following release of tethered spinal cord associated with spina bifida. *Pediatr Neurosurg* 1994; 20: 30–42.

43. Royo-Salvador MB, Solé-Llenas J, Doménech JM, González-Adrio R. Results of the section of the filum terminale in 20 patients with syringomyelia, scoliosis and Chiari malformation. *Acta Neurochir* 2005; 147(5): 515-523.
44. Samdani AF, Asghar J, Pahys J, D'Andrea L, Randal R, Betz RR. Concurrent spinal cord untethering and scoliosis correction: case report. *Spine* 2007; 32: E832-E836.
45. Schijman E, Steinbok P. International survey on the management of Chiari I malformation and syringomyelia. *Childs Nerv Syst* 2004; 20(5): 341-348.
46. Sengupta DK, Dorgan J, Findlay GF. Can hindbrain decompression for syringomyelia lead to regression of scoliosis? *Eur Spine J* 2000; 9: 198-200.
47. Tubbs RS, Doyle S, Conclin M, Oakes WJ. Scoliosis in a child with Chiari I malformation and the absence of syringomyelia: case report and a review of the literature. *Childs Nerv Syst* 2006; 22: 1351-1354.
48. Von Koch CS, Quinones-Hinojosa A, Gulati M, Lyon R, Peacock WJ, Yingling CD. Clinical outcome in children undergoing tethered cord release utilizing intraoperative neurophysiological monitoring. *Pediatr Neurosurg* 2002; 37: 81-86.
49. Wu L, Qiu Y, Wang, Zhu ZZ, Ma WW. The left thoracic curve pattern; a strong predictor for neural axis abnormalities in patients with "idiopathic" scoliosis. *Spine* 2010; 35(2): 182-185.
50. Xie J, Wang Y, Zhao Z, Zhang Y, Si Y, Yang Z, Liu L, Lu N. One-stage and posterior approach for correction of moderate to severe scoliosis in adolescents associated with Chiari I malformation: is a prior suboccipital decompression always necessary? *Eur Spine J* 2011; 20: 1106-1113.
51. Zhu ZZ, Qiu Y, Wang B, Yu Y, Qian B, Zhu F. Abnormal spreading and subunit expression of junctional acetylcholine receptors of paraspinal muscles in scoliosis associated with syringomyelia. *Spine* 2007; 32: 2449-2454.