

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANA BİLİM DALI

**ERKEN BAŞLANGIÇLI SKOLYOZUN MANYETİK BÜYÜYEN
ROD İLE TEDAVİSİ SONUÇLARI**

UZMANLIK TEZİ

Dr. EREN UYAN

DANIŞMAN

Doç. Dr. MUSTAFA ERKAN İNANMAZ

OCAK 2020

BEYAN

Bu çalışma T.C. Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan 24/05/2019 tarihinde onay olarak hazırlanmıştır. Bu tezin kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.



Tarih:

.././....

Adı-Soyadı

İmza

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine danıştığım her an kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden geleni sunan, her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, güler yüzünü ve samimiyetini esirgemeyen saygıdeğer hocam Doç. Dr. Mustafa Erkan İNANMAZ'a teşekkürlerimi sunarım. Uzmanlık eğitiminin her aşamasında en iyi eğitimi alabilmemiz adına gösterdiği tüm çaba ve harcadığı vakit için saygıdeğer hocam Prof. Dr. Mehmet ERDEM'e teşekkür ederim. Sadece iyi bir hekim olmayı değil, aynı zamanda iyi bir akademisyen ve çok yönlü bir insan olmamız için değerli bilgi ve tecrübelerini paylaşan Prof. Dr. Mustafa UYSAL'a teşekkür ederim. Değerli klinik şefimiz Prof. Dr. Mehmet TÜRKER'e, katkılarından ötürü teşekkürü bir borç bilirim. 5 yıllık asistanlık eğitimi süresince kazandırdıkları her şey için ve beni gelecekte söz sahibi yapacak bilgilerle donattıkları için uzman doktorlarımız sayın Opr. Dr. Alauddin KOCHAİ ve Opr. Dr. Levent BAYAM, Doç. Dr. Özgür ÇİÇEKLİ, Doç. Dr. Hakan BAŞAR, Doç. Dr. Erhan ŞÜKÜR, Opr. Dr. Aytaç CEBESOY, Opr. Dr. Abdullah KIRBIZ, Opr. Dr. Alper KURTOĞLU, Opr. Dr. Hüseyin Nevzat TOPÇU, Opr. Dr. İsmail DALDAL'a, tüm asistan arkadaşlarıma ve kliniğimizin tüm çalışanlarına teşekkür ederim. Sevgi ve saygı kelimelerinin anlamlarını bilecek şekilde yetiştirerek getiren ve benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürler. Bu hayattaki en büyük şansım, hayatımın her anında en büyük destekçim olan biricik eşim Betül UYAN'a ve gülüşü dünyalara değer oğlum Bilge Kağan UYAN'a teşekkür ederim.

Dr. Eren UYAN

İÇİNDEKİLER

KAPAK İÇ YÜZ.....	1
BEYAN.....	2
TEŞEKKÜR.....	3
İÇİNDEKİLER.....	4
KISALTMA VE SİMGELER.....	6
ŞEKİLLER.....	7
TABLolar.....	8
RESİMLER.....	9
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	10
2. GENEL BİLGİLER.....	12
2.1. FİZYOPATOLOJİ.....	14
2.2. SINIFLANDIRMA.....	17
2.3. KLİNİK VE RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME.....	19
2.4. TEDAVİ.....	25
2.4.1. Konservatif Tedavi.....	26
2.4.2. Cerrahi Tedavi.....	28
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	43
3.1. Değerlendirme.....	43
3.2. Cerrahi Teknik.....	43
3.3. Postoperatif Takip.....	46
3.4. Radyolojik Değerlendirme.....	46
4. BULGULAR.....	48
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	53
5.1 Örnek Hastalar.....	61

6. ÖZET.....	69
7. İNGİLİZCE ÖZET (SUMMARY).....	70
KAYNAKLAR.....	71
EKLER	
1. Etik Kurul Onayı.....	85



KISALTMA VE SİMGELER

EOS: Erken başlangıçlı skolyoz

MCGR: Manyetik kontrollü büyüyen rod (Magnetically controlled growing rod)

C-EOS: Erken başlangıçlı skolyoz sınıflanması

RVAD: Kosta–vertebral açı farkı (Rib-vertebral angle difference)

3-D: Üç boyutlu

BT: Bilgisayarlı tomografi

MRG: Manyetik rezonans görüntüleme

TIS: Torasik yetmezlik sendromu

EDF: Uzatma, derotasyon ve fleksiyon

VEPTR: Dikey uzayabilen titanyum kaburga protezi

SMA: Şekil hafıza alaşım (shape memory alloy)

MAGEC: Manyetik ekspansiyon kontrollü

PACS: Resim arşivleme ve iletişim sistemi

FVC: Zorlu vital kapasite

PJK: Proksimal Junctional Kifoz

Preop: Operasyon öncesi

Postop: Operasyon sonrası

T. kifoz: Torakal kifoz

L. lordoz: Lomber lordoz

ŞEKİLLER

Şekil 1: Skolyoz sınıflandırması.....	12
Şekil 2: Alveoler büyüme ve akciğer hacminin yaşa göre gelişimi.....	14
Şekil 3: Adams öne eğilme testi (a: normal, b: skolyoz).....	20
Şekil 4: Skolyozun radyolojik değerlendirmesinde kullanılan bazı terimler.....	22
Şekil 5: Kosta–vertebral açı farkı (RVAD) hesaplanması	23
Şekil 6: Kosta başı ve vertebra örtüşme evreleri.....	24
Şekil 7: Loque Trolley tekniği.....	32
Şekil 8: Shilla tekniği.....	33
Şekil 9: Rodların yerleştirilmesinin şematik görünümü.....	44
Şekil 10: Charroin ve arkadaşlarının yaptığı maliyet hesabı.....	54

TABLULAR

Tablo 1: Erken başlangıçlı skolyozun Vitale tarafından yapılan ilk sınıflaması.....	17
Tablo 2: Erken başlangıçlı skolyozun güncel modifiye sınıflandırması.....	18
Tablo 3: Hastalar, demografik bilgileri ve preop ölçüm değerleri.....	48
Tablo 4: Hastaların erken postop dönemdeki ilk değerleri.....	49
Tablo 5: Hastalar ve karşılaşılan komplikasyon sayıları.....	50
Tablo 6: Hastaların son kontrollerinde ulaşılan değerler.....	51
Tablo 7: Hastaların takiplerinde elde edilen ortalama değerler.....	52
Tablo 8: Hastaların preop, erken postop ve son takiplerinde elde edilen ölçümler...	52

RESİMLER

Resim 1: Kompresyon bazlı sistemlere bir örnek.....	29
Resim 2: The MAGEC® Spinal brace ve distraksiyon sistemi.....	40
Resim 3: Rodları oluşturan kısımlar.....	41
Resim4: Eksternal lokalizatör.....	42
Resim 5: Lokalizatör ile manyetik bölgenin belirlenmesi.....	42
Resim 6: Proksimal ve distal iki ayrı cilt insizyonu yapılarak rodların yerleştirilmesi.....	45
Resim 7: Rodlar yerleştirildikten sonra insizyon görüntüsü.....	45
Resim 8: Manyetik rod sisteminin radyolojik kalibrasyonunda kullanılan değerler..	47
Resim 9: Karşılaşılan komplikasyonlardan bir örnek (vida prominensi).....	50

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Skolyoz, literatürde omurganın laterale deviasyonu olarak tanımlanmaktadır. Skolyoz, laterale deviasyon şeklinde tanımlanmasına rağmen aslında skolyoz 3 boyutlu (aksiyel, koronal ve sagittal) bir deformitedir. Ancak kliniğe başvurunun asıl sebebi koronal plandaki deformitenin neden olduğu gövde kayması, dengesiz omuz yüksekliği, skapula yükseklik farkı, kaburga belirginleşmesi, meme asimetrisi veya bel asimetrisi gibi kozmetik sorunlardır. Omurganın, koronal planda vertikal çizgiden 10° den fazla lateral deviasyonu ve genellikle eşlik eden sagittal planda hipokifoz ve/veya aksiyel planda rotasyonel komponenti de bulunan üç boyutlu kompleks deformitesine skolyoz denir (1).

Skolyoz hastaları eğriliğin bulunduğu vertebra segmentine, eğriliğin şiddetine ve eğriliğe eşlik eden anomali varlığına göre ciddiyeti değişen, bazı fizyolojik problemlere de sahip olabilirler. Örnek vermek gerekirse, torakal eğrilikler omuz gövde dengesinin bozulmasına, servikal omurga patolojilerine ve deformitenin büyüklüğüne göre kardiyopulmoner disfonksiyona neden olabilir (2,3). Aynı şekilde deformitenin lomber bölgede olması sonucu yine eğriliğin ciddiyetiyle değişen oranlarda pelvik oblisite, bacak uzunluk farkı, gövde kayması, yürüme bozukluğu ve günlük yaşamı etkileyen başka fonksiyonel bozukluklara sebep olabilir.

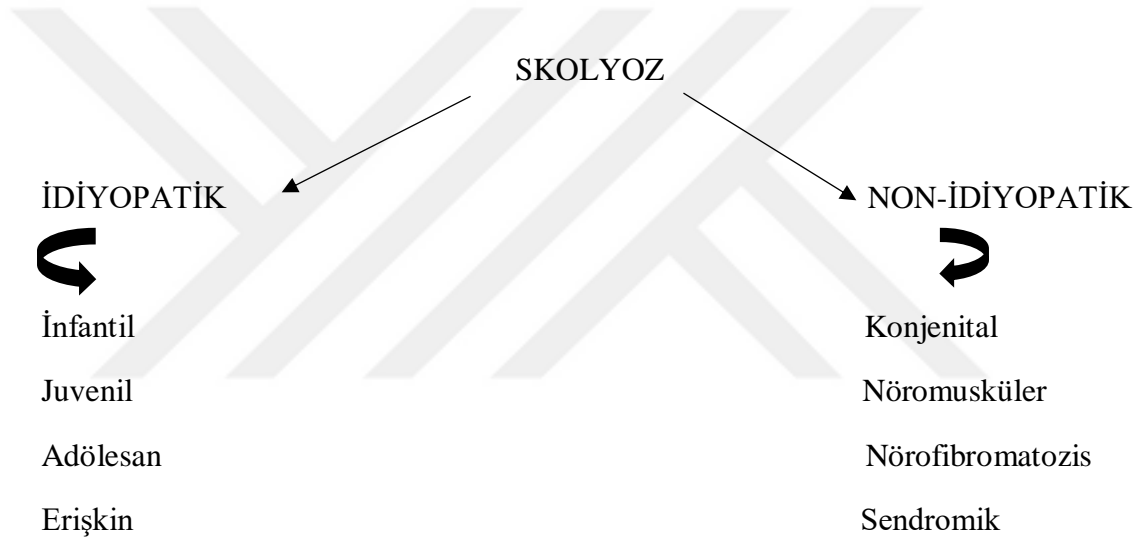
Erken çocukluk döneminde akciğer ve toraks gelişimi, iskelet gelişimi ile orantılı olarak hızlı bir ilerleme gösterir. Skolyoz deformiteleri de iskelet büyümesinin hızlı olduğu dönemlerde daha fazla ilerleme göstermektedir (10). Toraks gelişimine engel teşkil eden ilerleyici skolyozlarda restriktif pulmoner hastalık, pulmoner arteriyel hipertansiyon ve kor pulmonale gibi hayatı tehdit eden kardiyopulmoner anormallikler görülebilir (2,3). Özellikle torakal omurganın etkilendiği erken başlangıçlı skolyozlarda yeterli omurga uzunluğunun sağlanamaması ve bunun sonucunda yeterli torakal kavitenin oluşmaması torasik yetmezlik sendromuna (TIS) neden olur. Bu nedenle erken başlangıçlı skolyoz tedavisinde uygulanan cerrahi tekniklerin hedefi akciğer ve toraksın maksimum büyümesine izin vererek omurga uzamasının devam etmesini sağlayıp, eğriliğin ilerlemesine engel olmaktır.

Çalışmanın amacı, erken başlangıçlı skolyoz hastalarında son yıllarda giderek artan oranda kullanılan manyetik büyüyen rod tekniğinin, deformitenin düzeltilmesine ve normal omurga gelişimine etkisini, orta ve uzun dönem sonuçlarını klinik ve radyolojik olarak değerlendirmektir.



2. GENEL BİLGİLER

Skolyoz, altta yatan sebebin bilinmediği idiyopatik ve eşlik eden patolojinin bilindiği non-idiyopatik olarak iki ana gruba ayrılır. Non-idiyopatik grup, başka hastalıklar ile ilişkilidir ve esas olarak konjenital, nöromusküler, nörofibromatozis ve sendromik skolyoz olarak ayrılır. Büyümenin devam ettiği idiyopatik gruba ait hastalar genellikle başlangıç yaşına göre infantil (0-3 yaş), juvenil (4-9 yaş), adölesan (10 yaş – erişkin) ve erişkin tip skolyoz olarak alt gruplara ayrılır (4). (Şekil 1).



Şekil 1: Skolyoz sınıflandırması

Spinal büyüme hızı infant ve adölesan dönemde artmışken, juvenil dönemde büyüme hızı sabittir (5). Bu nedenle Dickson, juvenil dönemde skolyozun nadir olarak başlangıç gösterebileceği ve gerçek juvenil başlangıçlı skolyozun ayrı bir grup olarak kabul edilmemesini gerektiğini söyleyerek, idiyopatik skolyozun erken başlangıçlı (0-5 yaş) ve geç başlangıçlı (>5 yaş) olarak iki gruba ayrılmasını önermiştir (6). Dickson'un bu çalışmasından sonra erken başlangıçlı skolyozun tanımı genişleyemeye devam etmiş (7), birçok cerrah prognozu belirleyen önemli bir faktör olması nedeniyle erken başlangıçlı skolyozun tanısındaki 5 yaş kriterinin 10 yaşa çıkarılmasını

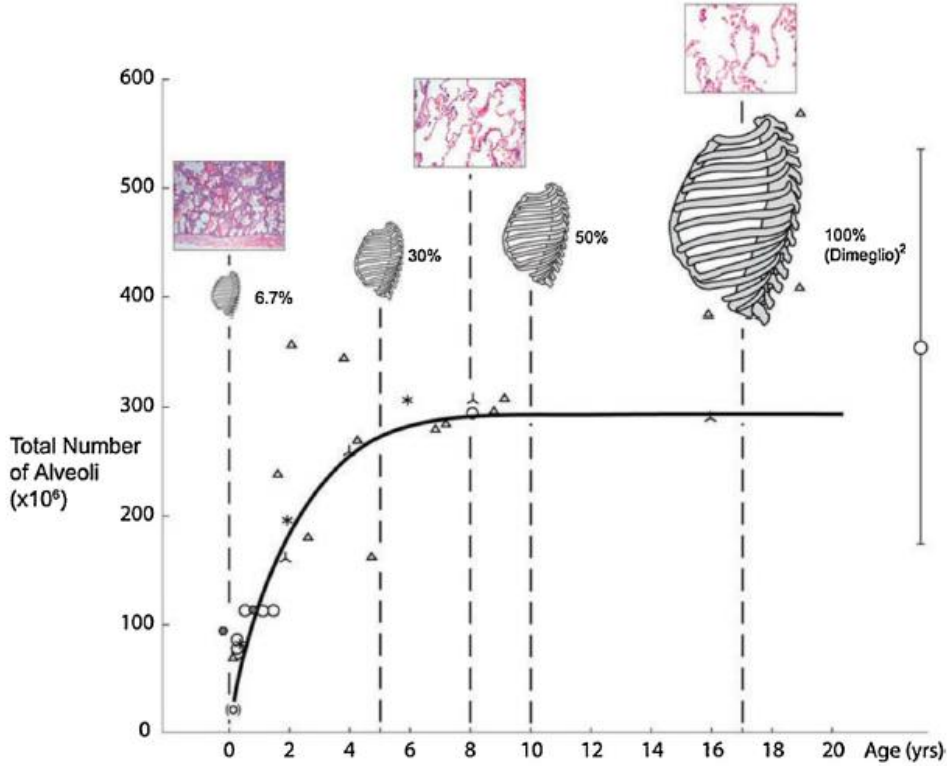
önermişlerdir (8). Erken başlangıçlı skolyozun doğru tanımlanması, gelişim çağında vertebra gelişiminin, toraks gelişimi ile korele olduğunun anlaşılmasından sonra daha da önem kazanmıştır.

Çocuklarda gelişmeyle beraber, akciğerin hacim olarak büyümesinin yanı sıra, alveoler hacim ve arteriyel damar hacmi olarak da ikiye katlanmaktadır (9). Bu yüzden 5 yaş öncesi büyük eğrilikleri olan çocuklarda restriktif pulmoner hastalık, pulmoner arteriyel hipertansiyon ve kor pulmonale gibi hayatı tehdit eden kardiyopulmoner anormallikler görülebilir (2, 3).

Skolyoz deformiteleri, iskelet gelişim sürecinde daha fazla ilerleme göstermektedir (10). Eğriliğin konkav tarafı büyümeyi baskılayan kompresyona maruz kalırken, eğriliğin konveks tarafı ise büyümeyi stimüle eden distraksiyona maruz kalarak normal omurga gelişim fizyolojisinin dışına çıkmaktadır. Bu ek kuvvetler skolyoz hastalarını, deformitenin artışına sebep olan kısır döngüye sokmaktadır. Kompresyon-distraksiyon kuvvetleri ve bu kuvvetlerin kemiklerin büyümesine olan etkileri ilk olarak Hueter-Volkman yasası ile tanımlanmış olup, büyüyen omurga deformitelerinin birçoğunun tedavi yöntemlerine ilham olmuştur (11). Bu yasadan yola çıkarak, distraksiyona maruz kalan konveks taraf omurgaya kompresyon uygulanması ya da kompresyona maruz kalan konkav tarafa distraksiyon uygulanması gibi cerrahi yöntemler geliştirilmiştir.

2.1. FİZYOPATOLOJİ

Erken başlangıçlı skolyozun öneminin anlaşılabilmesi ve tedavi yönetimi için skolyoz ve toraks gelişimi arasındaki ilişkiyi iyi bilmek gerekir. Kişinin doğumundan itibaren erişkinliğe ulaşmaya kadar solunum sisteminde terminal respiratuvar üniteadaki alveol sayısı ve hacmi artmaktadır. Özellikle yaşamın ilk 8 yılında alveol sayısı 10 kattan fazla artmaktadır (12). Omurga ve toraks gelişimine paralel olarak akciğer parankiminde de artış olmaktadır. Toraks hacmi ise doğumda erişkin hacmin %6'sı iken, 5 yaşında erişkin dönemin yaklaşık olarak %30'una ve 10 yaşında %50'sine ulaşmaktadır. Kız ve erkeklerde nihai torasik volüme 15 yaşında ulaşılmaktadır (13). (Şekil 2).



Şekil 2: Alveoler büyüme ve akciğer hacminin yaşa göre gelişimi (14)

Doğumdan erişkinliğe uzanan süreçte, omurga uzunluğu yaklaşık olarak iki katına çıkmaktadır. T1-S1 mesafesi doğumda ortalama 20 cm, 5 yaşında 30 cm, 10 yaşında 35 cm ve iskelet matüritesi tamamlandığında 45 cm iken; T1-T12 mesafesi doğumda 12 cm, 5 yaşında 18 cm, 10 yaşında 22 cm ve iskelet matüritesi tamamlandığında yaklaşık olarak 27 cm olmaktadır (15). Buradan yola çıkarak, T1-S1 mesafesi yaşamın ilk 5 yılında 2 cm/yıl, 5-10 yaş arasında 1 cm/yıl ve 10 yaş-erişkin dönemde 1,8 cm/yıl olmaktadır. T1-T12 arasında büyüme hızı ise yaklaşık olarak ilk 5 yılda 1,3 cm/yıl, 5-10 yaş arasında 0,7 cm/yıl, adölesan çağda ise 1,1 cm/yıl olmaktadır diyebiliriz.

Erken başlangıçlı ve progresif skolyoz, özellikle ilk 5 yaşta alveol ve pulmoner arteriollerde büyümeyi inhibe etmesinden dolayı solunum sistemini ve dolaşım sistemini etkileyen ölümcül patolojilere sebep olabilmektedir. Erken başlangıçlı skolyoz tanılı hastalarda görülen patolojik ventilasyonun sebebi akciğer ve pulmoner damarlanmanın gelişiminin tamamlanamamasıdır (16). Omurganın ve toraks deformitesinin artışı ile birlikte pulmoner yapının progresif harabiyetinin, alveol gelişimini baskıladığı düşünülse de erken başlangıçlı skolyozda akciğer dokusu üzerine yapılan histolojik çalışmalar alveollerin normal şekil ve sınırdaki olduğunu ancak alveollerde sayı olarak azalma olduğunu göstermektedir. Ayrıca, düşünüldüğü gibi akciğer boşluğundaki kısıtlanmanın etkisinden daha fazla olarak, birim akciğer volümü başına düşen alveol hacminde azalma meydana gelmektedir (17). Bu etkinin başlangıç yaşı ile direkt olarak ilişkili olduğu düşünülmektedir çünkü en hipoplastik akciğerlerin, başlangıç yaşının en erken olduğu skolyoz hastalarında olduğu görülmüştür (9).

Erken başlangıçlı skolyoz total akciğer kapasitesi ve vital kapasitede azalmaya, rezidüel volümde artışa neden olur. Deformitenin ciddiyeti ile vital kapasitedeki azalma birbirleriyle yakın ilişki içerisindedir. Adölesan dönemde başlangıç gösteren eğriliğe sahip hastalarda skolyoz deformitesi, vital kapasite üzerine ya çok az etkilidir ya da hiç etki göstermemektedir (16). Sonuç olarak erken başlangıçlı skolyoz; restriktif akciğer hastalığına, yani alveoler hipoventilasyona, hipoksik vazokonstriksiyona ve bunlara bağlı olarak pulmoner arteriyel hipertansiyona ve nihai son olarak kor pulmonaleye neden olmaktadır. Skolyozlu hastalarda arteriyel hipoksi, primer

olarak hava değişimindeki bozulmadan ziyade, küçük tidal volüme sekonder olarak dakika başına ventilasyonda azalma nedeniyle meydana gelmektedir (18). En küçük tidal volüm ve dakika başı ventilasyon miktarında en büyük azalmalar, en yüksek Cobb açılarına sahip hastalarda görölmektedir. Kardiyopulmoner yetmezlik, tahmin edilen normal vital kapasitenin %40'dan daha azına düştüğünde ortaya çıkmaktadır. Klinik olarak 5 yaşından önce belirgin hale gelen skolyozlarda kardiyopulmoner komplikasyon riskinde artış görölmektedir ve bu komplikasyonlar daha çok genç orta yaş veya öncesinde ortaya çıkmaktadır (2, 9).



2.2 SINIFLANDIRMA

Erken başlangıçlı skolyoz hastaları için standart bir yöntem olmadığından tedavinin bireysel olmaması adına farklı alt grupların ayrımı için kriterlere ihtiyacımız vardır. İlk olarak Vitale erken başlangıçlı skolyozlara standart sınıflandırma geliştirmiştir ve 13 potansiyel değişken tanımlanmıştır (19). Bunların içinde etiyojoloji, yaş, Cobb açısı, kifoz ve progresyon hızı en fazla ilişkili olarak bulunmuştur. Sınıflandırma sistemine en fazla 4 değişkenin dahil edilmesine karar verilmiştir. Omurga fleksibilitesi ve progresyon oranları opsiyonel değişken olarak gösterilmiştir (Tablo 1).

ETİYOLOJİ	COBB AÇISI (Majör eğrilik)	FLEKSİBİLİTE	MAKSİMUM TOTAL KİFOZ	PROGRESYON (Opsiyonel)
İdiyopatik	1:<20°	Fleksibl	(-) <20°	P0: <10°/yıl
Sendromik	2:21°-50°	Rijit	N:21°-50°	P1: 10°-20°
Hipotonik nöromüsküler	3:51°-90°		(+) >50°	P2: >20°
Hipertonik nöromüsküler	4:>90°			
Konjenital/yapısal				

Tablo 1: Erken başlangıçlı skolyozun Vitale tarafından yapılan ilk sınıflaması

Deneyimli bir grup cerrah erken başlangıçlı skolyozun tedavisinde orijinal sınıflamayı modifiye etmişlerdir (8). Bu sınıflandırma sisteminde 5 majör değişiklik vardır. Bunlardan üçü etiyojoloji grubuna ayrılmıştır. Hipotonik ve hipertonic nöromüsküler hastalıkları tek bir nöromüsküler gruba kombine etmişler. En sık rastlanan tanılar C-EOS alt grup olarak tanımlanmıştır. Mikst etiyojolojiye sahip vakaların öncelik sırası, etiyojoloji sıklığı açısından en sık rastlanılandan en az rastlanana doğru sırasıyla

konjenital ya da yapısal, nöromüsküler, sendromik ve idiyopatik olarak belirlenmiştir. Mikst vakalarda hastalar sıklığı en yüksek olan gruba dahil edilmiştir. Diğer iki değişiklik ise eğrilik fleksibilitesinin, opsiyonel değişken olmaktan çıkartılıp sınıflamadan kaldırılması ve eğriliğin progresyon miktarının opsiyonel belirleyici niteliğinden çıkarılıp ana belirleyicisi olarak tanımlanması olmuştur. Yaş sabit bir örnek olarak tanımlanmıştır (Tablo 2).

YAŞ	ETİYOLOJİ	COBB AÇISI (Majör eğrilik)	FLEKSİBİLİTE	MAKSİMUM TOTAL KİFOZ	PROGRESYON
Sabit ön ek	İdiyopatik	1:<20°	Fleksibl	(-) <20°	P0: <10°/yıl
	Sendromik	2:21°-50°	Rijit	N:21°-50°	P1: 10°-20°
	Nöromüsküler	3:51°-90°		(+) >50°	P2: >20°
	Konjenital/yapısal	4:>90°			

Tablo 2: Erken başlangıçlı skolyozun güncel modifiye sınıflandırması (C-EOS)

Eğrilik ilerlemesinin belirtilmesinde standart bir tanım için her iki ölçüm süresince minimum 6 ay takip gerektiren bir yıllık progresyon oranı geliştirilmiştir. Erken başlangıçlı skolyoza sahip hastaların çoğunda lomber omurgaya uzanan kifoz görüldüğü için Lenke tarafından tanımlanan adölesan idiyopatik skolyoz sınıflandırma sisteminin aksine kifoz ölçümü herhangi iki seviye arasında ölçülebilen maksimum kifoz derecesi olarak tanımlanmıştır.

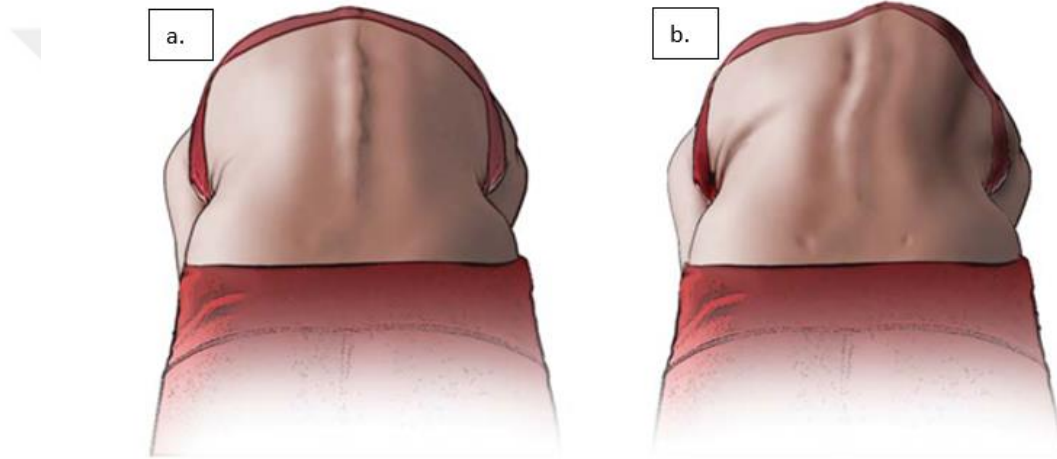
2.3. KLİNİK VE RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME

Her muayenede olduğu gibi skolyoz hastalarının değerlendirilmesi de sistematik bir anamnez ile başlar. Annenin sağlık problemleri dahil önceki doğumları ve kullandığı ilaçlar sorgulanmalıdır. Çocuğun doğum süresi, doğum şekli (vajinal ya da sezaryen), doğum ağırlığı ve komplikasyonların varlığı araştırılmalıdır. Bazı hastalarda mental geriliğinin varlığı eğrilik progresyonu ile ilişkilidir. Bu yüzden çocukların kognitif gelişim basamaklarını tamamlayıp tamamlamadığına özellikle dikkat edilmelidir (20, 21).

Birinci derece akrabalarında skolyoz tanısının varlığı sorgulanmalıdır. 1. derece akrabada skolyoz olması genel popülasyona göre skolyoz görülme olasılığını %11 arttırmaktadır. Anne ve kızda görülme olasılığı (%17-19); baba ve oğulda görülme olasılığı (%3-4) şeklindedir (22). Yine görülme sıklığı monozigot kardeşlerde %73 iken; dizigotik kardeşlerde %36 olmaktadır (23,24).

Detaylı anamnezin ardından fizik muayene hasta değerlendirilmesinde diğer aşamadır. Gövde imbalansı, omuz asimetrisi, kotlar belirginlik ve pelvik oblisite skolyozun spesifik olmayan fiziksel bulgulardır. Fizik muayene cilt muayenesi, tüm omurga, baş, pelvis ve ekstremitelerin muayenesini içermelidir. Nörofibromatoziste görülen “Cafe au lait” lekeleri ve aksiler deri lezyonların varlığı, spinal disrafizimde görülen orta hatta kıllanma artışı değerlendirilmelidir. Göğüs ya da gövde asimetrisi ve göğüs hareketinin şekli de değerlendirilmelidir çünkü sendromik skolyoz ve torasik yetmezlik sendromunda göğüs hareket kısıtlılığı saptanabilir (25). İnfantil idiyopatik skolyozu sahip hastalarda başın dikkatli bir şekilde muayene edilmesi önemlidir. Plagiosefali sık görülür. İnfantil idiyopatik skolyoz çocuklarda başı etkileyen diğer durumlardan birisi konjenital musküler tortikolistir. Pelvis muayenesi, infantil idiyopatik skolyoz ile ilişkili olan gelişimsel kalça displazisini ekarte etmek için yapılmalıdır (26). Alt ekstremitte muayenesi ile skolyozun başka bir nedeni olan bacak uzunluk farkının olmadığı ekarte edilmelidir. Bacak uzunluk farkına bağlı bir skolyoz varsa, lomber bölgede belirgin taraf uzun ekstremitte ile aynı tarafta yer alır. Bacak

uzunluk eşitsizliği nedeniyle oluşan fonksiyonel skolyoz tanısı, hastaya oturur pozisyonda öne eğilme ya da kısa alt ekstremitenin altına destek konularak her iki alt ekstremitiyi eşitleyerek anlaşılır. Adams öne eğilme testi ile torakal deformitelerde hörgüç görünümü fizik muayenede kullanılan testlerden biridir (Şekil 3).



Şekil 3: Adams öne eğilme testi (a: normal, b: skolyoz)

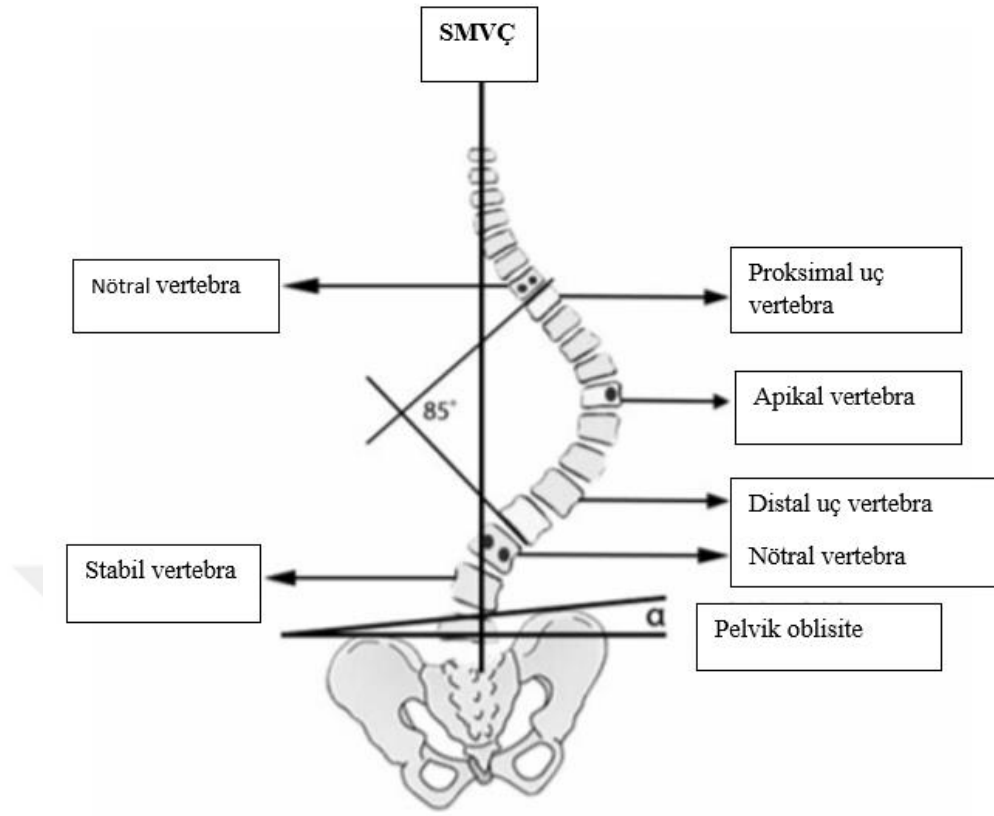
Sistemik muayene, nöromüsküler hastalığı olan çocuklarda yüzükoyun pozisyonda yapılmalıdır. Bacak uzunluk eşitsizliği, pelvis asimetrisi ve yer çekim etkisine bağlı oluşan anormalliklerin ekarte edilmesi için hasta masa kenarında alt ekstremiteler fleksiyon pozisyonunda uzanarak muayene edilir. Nörolojik değerlendirme abdominal refleksleri de içermelidir. Muhonen ve ark, Chiari malformasyonuna sahip bazı hastalarda görülen tek objektif bulgunun abdominal refleksin yokluğu olarak tanımlamıştır (27).

Ayakta çekilmiş posteroanterior (PA) ve lateral skolyoz grafileri, skolyozun radyolojik değerlendirmesinde mutlak gereklidir. Kaliteli bir skolyoz grafisi proksimalde servikal

omurları ve distalde en az femur başları görülür halde pelvisi (sakrum ve iliak kanatları) de içine alacak şekilde 36X14 inç'lik kasetlere çekilmelidir (28,29). Bacak boyu eşitsizliği olması durumunda kısa olan bacak altına kısalık miktarınca yükselti konulmalı veya skolyoz grafisi hasta oturur pozisyonda iken çekilmelidir (29). Skolyoz tanısı, takip ve tedavisi esnasında hastaların çok sayıda röntgen çekilmesi gerekebildiği için özellikle tiroid, meme, kornea gibi yumuşak dokuların X ışınlarına maruz kalmasını önlemek açısından koronal değerlendirme için çekilecek grafilerin anteroposterior değil posteroanterior olarak çekilmesi önemlidir çünkü bu şekilde maruz kalınan radyasyon 5 ila 11 kat azaltılabilmektedir (28,30).

Film çekimi sırasında pozisyon olarak hasta dizlerini tam ekstansiyonda kilitleyip ayaklarını omuz genişliğinde açarak karşıya doğru bakmalıdır. Hastanın duruşuna bağlı olarak kifoz ve lordoz açıları büyük değişiklikler gösterebildiği için lateral skolyoz grafisinin çekiminde belli standartlara uyulması önemlidir. Lateral grafi, hasta dirsekleri tam fleksiyonda ve omuzları öne fleksiyonda iken el parmaklarını çapraz şekilde karşı taraf klavikulasına dayar şekilde ve başı düz karşıya bakarken çekilmelidir. PA olarak çekilen skolyoz grafisi PA akciğer grafisinin aksine sağ tarafı sağda olacak şekilde (doktorun hastayı sırtına bakarak muayene ettiği gibi) asılır ve eğriliklerin isimlendirmesi anatomik bölge ve tarafa göre yapılır (ör: sağ torakal).

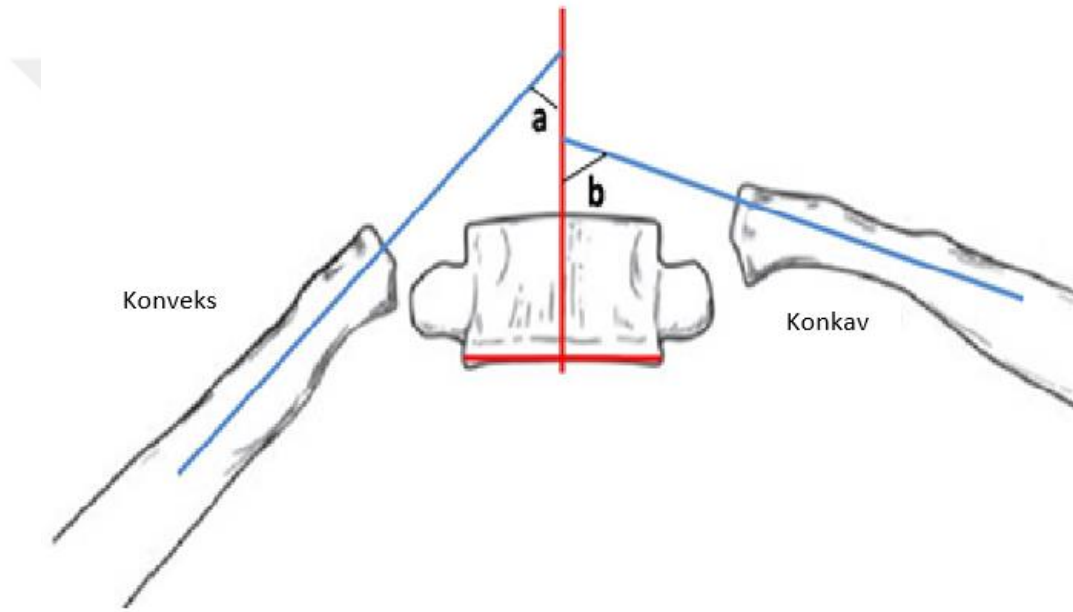
Bu aşamada skolyozun radyolojik değerlendirmesinde, ölçüm ve cerrahi planlamasında sıklıkla kullanılan bazı terimleri kısaca tanımlamakta fayda vardır (Şekil 4).



Şekil 4: Skolyozun radyolojik değerlendirmesinde kullanılan bazı terimler (**SMVÇ:** Sakrum Merkezli Vertikal Çizgi, **Uç Vertebra:** SMVÇ' ye göre en fazla açılma gösteren proksimal ve distal vertebralar, **Rotasyon:** Vertebranın transvers düzlemdeki dönüklüğü, **Apikal Vertebra:** SMVÇ' ye en uzak ve rotasyonu en fazla olan vertebra, **Pelvik Oblisite:** Pelvisin horizontal düzlemdeki açılması, **Nötral Vertebra:** Eğriliğin proksimali ve distalinde rotasyonu olmayan ilk vertebraya verilen isim, **Stabil Vertebra:** SMVÇ tarafından tam ortadan bölünen vertebra)

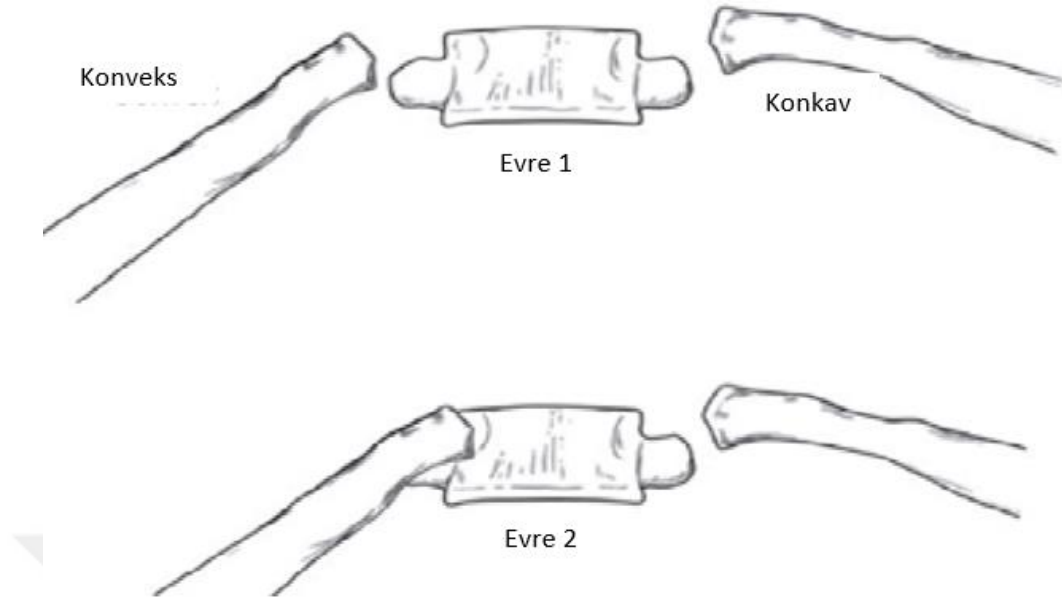
Skolyotik deformitenin progresyonunda güncel olarak en güvenilir gösterge 1972'de Mehta tarafından tanımlanan "Kosta-vertebral açı farkı (RVAD: Rib Vertebral Angle Difference)'dır. Vertebra gövdesi ile kosta arasındaki eklemi değerlendiren Mehta, kaburgaların konveks taraftaki vertebralarla yaptığı açının, konkav taraftaki vertebra ile yaptığı açıdan farklı olduğunu gözlemlemiş ve buna dayanarak eğriliğin progresyonu hakkında fikir edinebilmeyi sağlayan bir yöntem tanımlamıştır. Mehta'nın kosta-vertebral açı farkı (RVAD), apikal torasik end vertebraya dik olarak

çizilen bir çizginin ve konkav ve konveks taraftaki kaburgaların merkezinden çizilen çizgi ile arasındaki açı farkıdır. RVAD, konveks taraftaki açının konkav taraftaki açıdan çıkarılması ile elde edilir (31) (Şekil 5). RVAD'nın 20° ve altında olması ve eğriliğin 25° den daha az Cobb açısına sahip olması, deformitenin progresyon riskinin düşük olduğunu, muhtemelen gerileyebileceğini ve skolyozun genellikle tekrar etmeyeceğini gösterir. 25° den fazla Cobb açısı ve RVAD'nın 21° ve üzerinde olması eğriliğin ilerleme potansiyelinin yüksek olduğunu gösterir (32).



Şekil 5: Kosta–vertebral açı farkı (RVAD) hesaplanması, $RVAD = a \text{ açısı} - b \text{ açısı}$.

Mehta eğrilik progresyonunun tahmininde başka bir prognostik faktör daha tanımlamıştır. Apikal vertebra ile kosta başı arasındaki ilişki “kaburga başı evresi” olarak adlandırılır. Evre 1’de kaburga başı ya da boynunun apikal vertebra ile arasında örtüşme yoktur (Şekil 6). Evre 1 ilişkiye sahip olan eğrilikler, RVAD ölçülebilir ve progresyonun tahmininde kullanılabilir. Evre 2 eğriliklerde (Resim 5), apikal vertebranın konveks tarafındaki kaburga başı vertebra ile örtüşür ve RVAD kural olarak ölçülmez çünkü bu eğriliklerin ilerlemesi mutlaklıdır (31).



Şekil 6: Kosta başı ve vertebra örtüşme evreleri (Evre 1: Kaburga başı ile vertebra arasında bir örtüşme yok. Evre 2: Kaburga ile vertebra arasında örtüşme mevcut)

Radyolojik yöntemlerde ortoröntgenografilerin yanı sıra özellikle 3-D rekonstrüksiyonlu BT tetkiki omurganın daha iyi görüntülenmesinde vertebraların konjenital deformitelerinin ekarte edilmesinde ve aynı zamanda konjenital skolyozun preoperatif planlanmasında kullanılırken, 20° nin üzerinde progrese olan durumlarda meningomyelose, diastometomyeli ya da tethered cord gibi santral sinir sisteminin gizli lezyonlarının değerlendirilmesinde MRG gerekli olabilir (33). Güncel çalışmalar, nöral aks anormalliklerinin yüksek olduğu infantil idiyopatik skolyoz gibi erken başlangıçlı skolyozlu bazı çocuklarda tüm omurganın manyetik rezonans görüntülemenin yapılması gerektiğini savunmuşlardır (34). Ferreira ve James kendi hasta popülasyonunda RVAD ve kosta başının evresini test etmişlerdir ve Mehta ile benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Evre 1 kaburgaya olan ve RVAD'nin 20° ve altında olduğu hastaların %99'unda eğriliğin gerilediğini, RVAD'nin 20° ve üzerinde olduğu ya da Evre 2 kaburga ilişkisine sahip hastalarda eğriliğin progrese olduğu görülmüştür (35).

2.4. TEDAVİ

Erken başlangıçlı skolyoz özellikle torakal bölge deformitelerine eşlik ettiği için pulmoner gelişim defektine sebep olur. Bu yüzden ilerleyen dönemlerde ölümlere sebep olabilir. Pehrsson ve ark. skolyoz tedavisi almayan 115 kadında ölüm oranını araştırmıştır. Bebeklik dönemindeki tedavi edilmeyen skolyozlu 29 infantil başlangıçlı hastada ölüm oranı %32 bulunmuş ve bu oranın juvenil başlangıçlı skolyoz hastalarına nazaran daha yüksek olduğu görülmüştür. Ölen hastaların %40'ında ölüm nedeni solunum yetmezliği olarak yer almıştır. Ölüm yaş ortalaması 54 yaş olduğu görüldü fakat 16 yaşa kadar olanlarda buna dahildi. Solunum yetmezliği nedeniyle ölen 21 hastada (%90) dokuz yaşından önce skolyoz tanısı vardı (2). Bu bilgiler erken başlangıçlı skolyozun tedavisinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Tedavi yönteminin belirlenmesinde de ulaşılmak istenen sonucun avantaj ve dezavantajları iyi değerlendirilmelidir.

Adolesan idiyopatik skolyozun aksine, eğriyi düzeltmek her zaman erken başlangıçlı skolyoz hastalığının tedavisi olduğu anlamına gelmez. Özellikle torasik bölgesinde birden fazla segment füzyonu olan genç bir çocuğun omurgasında, meydana gelen kısa gövdeye, orantısız beden ve "Crankshaft" fenomeni (36) daha ileri deformite geliştirme imkânına ek olarak, omurga ve toraksın (37) normal büyümesini engelleyerek benzer yetersiz ve hatta daha kötü sonuçlara yol açabilmektedir. Yani eskiden bilinen kısa ama düzgün omurga uzun ve çarpık omurgadan daha iyidir görüşü artık kabul edilmiyor (39, 40). Zamanından önce füzyona uğramış omurganın kardiyopulmoner fonksiyon üzerine olan olumsuz etkilerinden dolayı (36) çocuk büyüyüp olgunlaştıkça gelecekteki omurga deformitesini önleyemeyecektir (38). Erken başlangıçlı skolyoz tanılı hastalarda definitif omurga füzyonunun göğüs kafesinin büyümesini önlediği, çalışmalarla gösterilmiştir. Karol ve arkadaşlarının çalışmalarında (37) Dimeglio (13) tarafından yayınlanan normal değerlerle karşılaştırıldığında erken spinal füzyon hastalarında toraks büyüme geriliği görüldü.

Bu bilgiler ışığında erken başlangıçlı skolyoz hastalarına yaklaşım, olabildiğince fizyolojik uzunlukta ve düz omurga sağlamaya yönelik olmalıdır. Bu da deformitenin ilerlemesinin önlenmesi ve füzyon uygulanan segmentlerin en aza indirilmesiyle elde edilir. Klinik erken başlangıçlı skolyoz araştırmalarına dayalı bulgu yetersizliğinden dolayı birincil olarak hekimin tedavi planında klinik deneyimlerine güvenilmektedir. İlerleyen dönemlerde elde edilen verilerin artmasıyla bir standart oluşturulabilir.

2.4.1. Konservatif Tedavi

Mehta'nın prognostik kriterlerinin idiyopatik skolyozlu bebeklerde zamanla düzelen veya ilerleyici eğrilikleri birbirinden ayırmada çok yararlı olduğu kanıtlanmıştır. Bu yüzden cerrahi endikasyonu olan ve olmayan hastaların ayırımında Mehta kriterleri oldukça faydalıdır. Tanı konulduğunda 25°den daha az skolyozlu genç çocuklar için gözlem tercih edilir. Cobb açısı 25°den az ve RVAD \leq 20° olan hastalarda eğriliğin ilerleme riski düşüktür. Gözlem 4-6 aylık periyodlarla çekilen ortoröntgenografilerle sağlanır. İlerleyici olmadığı düşünülen eğriliklerde bile hastanın yıllık rutin kontrollere gelmesi ile büyüme atakları sırasında deformitenin artışı görüldüğünde müdahale etme şansı sağlanır.

Mehta (31) ve Akbarnia'nın (41) koyduğu prensiplere göre bir Cobb açısı 25° den büyük, RVAD 20° den büyük, faz II kaburga ve 1 yaşından sonra başlangıç tamamen eğri ilerlemesinin belirtileridir. Ceballos ve arkadaşları çift eğrili olan hastalarda eğriliğin ilerleme ihtimalinin daha fazla olduğunu ve yakından takip edilmesi gerektiğini göstermiştir (42). 25° den büyük eğrileri olan hastalarda Cobb açısı ya da RVAD 5° ile 10° artarsa tedaviye başlanır.

Cerrahi yöntemler gelişmeden önce tüm skolyoz tedavilerinin standart tedavisi alçılama idi. Üç nokta bükme prensibine dayanan derotasyonel alçılama tekniğini büyük ölçüde ortadan kaldıran Risser alçılama tekniğinde bası yaraları, superior mezenterik arter sendromu ve kaburga veya alt çene deformiteleri dahil çeşitli komplikasyonlar yaygın olarak görülürdü. (43, 44, 45).

Modern teknik 'EDF' alçılama olarak adlandırılır (uzatma, derotasyon, ve fleksiyon). Spinal deformiteler 3 boyutlu deformitelerdir. EDF alçılmaları da bu üç boyuta hitap edebilir. Proksimal ve distal traksiyon uygulanmasına izin veren ve başı, kolları ve bacakları destekleyen gövdenin alçılanmasına uygun hale getiren özel olarak tasarlanmış bir masa ihtiyacı vardır. 2 ya da 4 ayda bir eğri $<10-20^{\circ}$ olduğunda alçıdan vazgeçilir ya da brace kullanılarak tedaviye devam edilir. Alçılama yapılacak çocuklarda duyu kusuru olmaması ve akciğer fonksiyonlarının zayıf olmamasına dikkat edilmeli.

Bebek ilk yılında hemen hemen iki kat hızla ve ikinci yıllarında ergenlik dönemi, büyüme atağı hızıyla büyür (13). Çeşitli modern çalışmalar alçılama tedavisinin olumlu sonuçlarını belgelemektedir. Mehta'nın 136 hastalı serisinde, tedaviye başlandığında sonuçlar yaş ve eğri şiddeti ile ilgiliydi. Ortalaması 1,6 yaş olan çocuklarda ve 32° lik (grup 1) koronal deformitesi olan çocuklarda skolyoz 4 yaşına doğru düzeldi ve ek tedavi gerekmedi. Ortalaması 2.5 yaş ve 52° lik ortalama deformite (grup 2) ile tedavi gören çocukların deformitelerinde ilerleme oldu ve bu çocukların 15'ine spinal füzyon gerekti (45). Sanders ve ark. (46) tarafından benzer sonuçlar bildirildi. Belgelenmiş veya ilerleme beklentili 55 hastada, bebek skolyozunda ardışık alçı ile düzeltmenin 20 aydan önce başlandığında 60° daha az idiyopatik eğrileri olan bebeklerde çoğunlukla tam düzelme ile sonuçlandığı sonucuna vardılar. Daha büyük eğrili veya non-idiyopatik tanılı olan ileri yaştaki çocuk hastalarda alçı ile düzeltme halen göğüs ve vücut biçiminde düzelme ile birlikte eğrilikte iyileşme ile sonuçlanır. Dolayısıyla, küçük yaştaki progresif infantil skolyozun tedavisinde önemli rol oynarken daha ileri yaştaki ve sendromik hastalarda cerrahiyi geciktirmede ve eğrilik derecesinin azalmasında da rol oynadığı görülüyor (47).

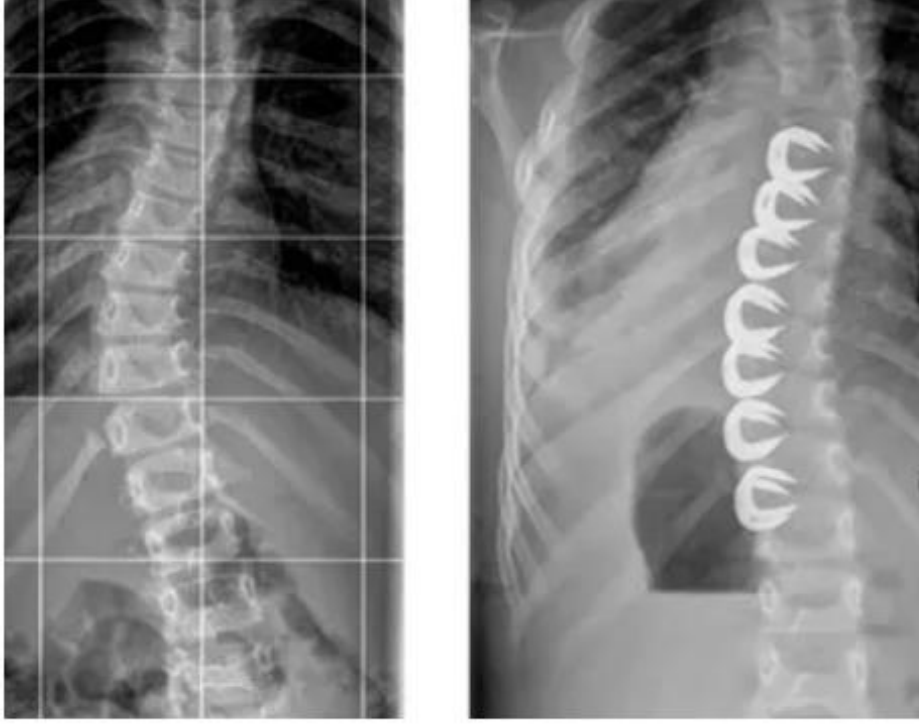
2.4.2. Cerrahi Tedavi

Erken başlangıçlı skolyozun cerrahi tedavisinin hedefi akciğer ve toraksın maksimum büyümesini sağlarken omurga uzamasının devam etmesine izin vermek, aynı zamanda eğriliğin ilerlemesini engellemektir. İleri eğrilikleri olan (Cobb $\geq 45^\circ$) ve matüriteye ulaşmamış çocuklar için infantil idiyopatik skolyoz cerrahi tedavisi tavsiye edilir (48). Eğri ilerlemesi sırasında hastanın yaşı ve matüritesi, seçilen cerrahi prosedürün türünü belirleyecektir. Skagg's implantın omurga üzerine uyguladığı düzeltme kuvvetlerine dayalı olarak büyüme dostu spinal implant sistemlerini distraksiyon bazlı, kompresyon bazlı ve kılavuzlu büyüme sistemleri olarak 3'e ayırır (49).

Distraksiyon bazlı implantlar, omurgaya yönelik ya da kaburgaya yönelik uygulanabilen büyüyen rodler, dikey uzayabilen titanyum kaburga protezi (VEPTR) ve dışarıdan uzatılabilen cihazlardır. Kompresyon bazlı sistemler konveks büyüme inhibisyonuna neden olan eğrinin konveksitesine uygulanan sıkıştırma gücüyle spinal deformiteleri düzeltir. Bu sıkıştırma kuvveti, zaman içinde spinal implantlar tarafından engellenmiş omurga end platerinin uzunlamasına büyümesiyle ortaya çıkmasının yanı sıra mekanik implantasyonu sırasında da oluşturulabilir. Kompresyon bazlı sistemlerin örnekleri omurga zimbaları (staple) ve bağlayıcılar (tether). Kılavuzlu büyüme sistemleri, ilk implantasyon sırasında translasyon ve diğer mekanik kuvvetler vasıtası ile birden fazla omurgayı (genellikle apikal vertebra dâhil) rodlara bağlayarak spinal deformiteyi düzeltir. Ankorların çoğu rodlara sıkıca bağlı değildir ve böylece çubuklar üzerinde zamanla kayarak uzunlamasına büyüme sağlarlar. Kılavuzlu büyüme sistemleri Luque trolley ve Shilla'dır.

Yapılan distraksiyonun büyüme uyarıp, kompresyonun büyüme baskıladığı Hueter-Volkman yasasına göre kanıtlanmıştır (11). Ayrıca Aronson ve arkadaşlarının dana kuyruğunda uyguladıkları bir çalışmada büyüebilen omurgalarda kompresyon güçleri büyüme engellerken, distraksiyon güçlerinin büyüme uyardığı görülmüştür.

Kompresyon bazlı sistemler omurga deformitesini konveks taraftaki eğriliğe kompresyon yapıp büyümesi durdurularak sağlanır. Böylece konkav tarafta büyüme devam eder ve skolyoz düzelir. (Resim 1)



Resim 1: Kompresyon bazlı sistemlere bir örnek (staple)

Staple tekniğinde konveks tarafın büyümesinin engellenmesi önden veya arkadan yapılan hemiepifizyodez ile yapılmaktadır (57, 58). Bu uygulama konjenital skolyozlarda etkili iken erken başlangıçlı skolyozlarda etkinliği gösterilmemiştir. Günümüzde epifizyodez yapmak için SMA (shape memory alloy) “Staple” (59) ve “Tethers” (60) kullanılmaktadır. Bu tekniklerin çoğu deneysel olmasına rağmen büyük çocuklarda SMA “Staple” tedavisi ile ilgili klinik deneyimler bildirilmiştir (59, 61).

Bir kompresyon bazlı yaklaşımın potansiyel avantajları hareket ve disk canlılığının korunması, ayrıca omurga deformite korreksiyonunu tek bir cerrahi prosedür ile sağlanabilmesidir (62). Dezavantajı ise diskde fizis bölgesindeki değişiklikler ve

implant problemleridir (63). Ayrıca büyümei kısıtlayabildiği için çocuklarda en ideal yöntem değıldir.

Staple'lerin skolyoz tedavisinde kullanımını ilk olarak 1954'te yayınlanmıştır (64). Staple'ın uygulanan yerden çıkması erken gelişen implant problemidir ve bu problem Nitinol Staple (Nickel Titanium Naval Ordnance lab) kullanılarak çözülmüştür. Nitinol Staple, vücut ısısı ile sıcaklığı arttığında "C" şeklini almakta ve daha stabil olmaktadır. Bu işlem için önerilen uygun hastalar, büyümenin tamamlanmasına en az 1 yıl kalan ve aynı zamanda korse tedavisi düşünölebilen hastalar olmalıdır. Betz ve arkadaşlarına göre torakal ve lomber bölge eğrilikleri 45° den küçük ve minimal rotasyonlu olmalıdır. Aynı zamanda 20° den az esnemeli, sagittal torasik eğrilik 40° den küçük olmalıdır (59).

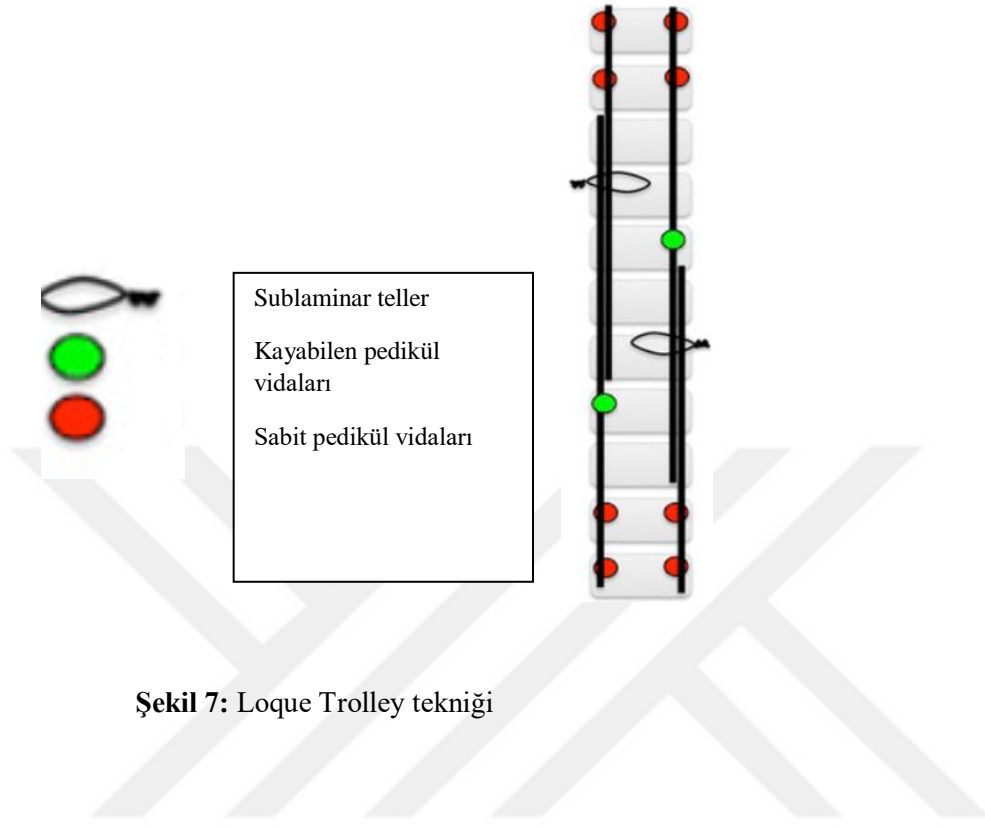
Betz ve arkadaşları staple kullanarak tedavi ettiğı bir seride 26 torasik, 15 lomber bölge eğriliğı olan toplam 41 çocuk vardır. Çocukların ortalama yaşları 9'dur. Torakal eğriliğı olan grupta 35° den düşük eğriliklerde başarı oranı %78 iken yüksek eğriliğı olan grupta (50° den büyük) %75 ilerleme olmuştur. 10 yaş altı torakal eğriliğı olan grup da başarı oranı %75 ile en yüksektir. Hipokifoza olan hastalarda staple uygulanmasının sagittal konturun düzeltilmesinde de faydalı olduğı görölmüştür. Torakal kifoz için kontraendikedir. Lomber eğriliklerdeki başarı %87 iken, on yaş altında bu oran %100'dür. Tekniğın komplikasyonları; diyafragma hernisi, eğriliklerde aşırı düzeltme (overcorrection), atelektazi ve superior mezenterik arter iskemisidir.

Tethers, staple uygulmasına benzer şekilde eğriliğın konveks tarafında büyümei engellemektedir. Sistem vertebralara vida veya çapa ile fikse edilir. Teorik olarak vertebral arası disklere daha az zarar verir. Diskleri koruduğı hayvan modeli çalışmada ortaya konmuştur (65). Pek çok deneysel deneyimlerin yanı sıra Tethers'ın insanda kullanıldığı sadece bir adet vaka bildirimini bulunmaktadır. Crawford ve Lenke'nin yayınlamış olduğı vaka bildiriminde 8 yaşında erkek hastanın 40° torakal skolyozu bulunmaktadır ve T6-T12 arası vida konarak 4-5 mm poliprolen tether ile tedavi edilmiştir (66). Ameliyat sonrası erken grafisinde eğrilik 40° den 26° ye

gerilemiş, 4 yıllık takibi sonrası 6° daha gerilemiştir. Torakal kifoz preop 26° iken postop 14° olmuş ve 4 yıllık takip sonrası 18° olmuştur.

Kılavuzlu büyüme sistemlerinin en önemli dezavantajı tekrarlayan cerrahi uzatmanın gerekebilmesidir. Her iki uç noktada da aynı oranda büyüme meydana geldiği için hastanın kifozunda değişikliğe sebep olmaz. Nitekim distraksiyon bazlı sistemlerde komşu segment kifozu meydana gelebilmektedir. Bu sistemleri kullanmaktaki ana hedef hastayı tedavinin sonunda implantsız bırakmak olmasına rağmen, önceden hangi hastaya tedavi sonrası füzyon gerekeceği ya da hangi hastadan implantların çıkarılacağı tahmin edilememektedir. Luque Trolley ve Shilla teknikleri kılavuzlu büyüme sistemlerine örnektir.

1977 yılında Luque ve Cardoso füzyonsuz segmental spinal füzyonu tanımladılar (50) ve kırk yedi hastada Harrington rodları ile sublaminer telleri kombine kullanarak opere ettiği bir seri yayınladı (51). Bu seride kullanılan teknikle enstrümante edilen omurgada ortalama 2,6 cm uzama ve eğrilikte %78 düzelme elde edildi. Daha sonra bu teknik 'L' şeklinde rod ve teller eklenerek "Luque Trolley" tekniği olarak modifiye edildi. Bu teknikte sublaminer teller füzyon riskini azaltmak için minimal subperiostal diseksiyonla yerleştirildi. Sonra yerleştirilen sublaminer teller rodlardan geçirilerek mekanik çektirme uygulandı. Böylece hem ameliyat sırasında eğriliğin düzelmesine hem de omurganın uzamasına izin verildi. (Şekil 7)



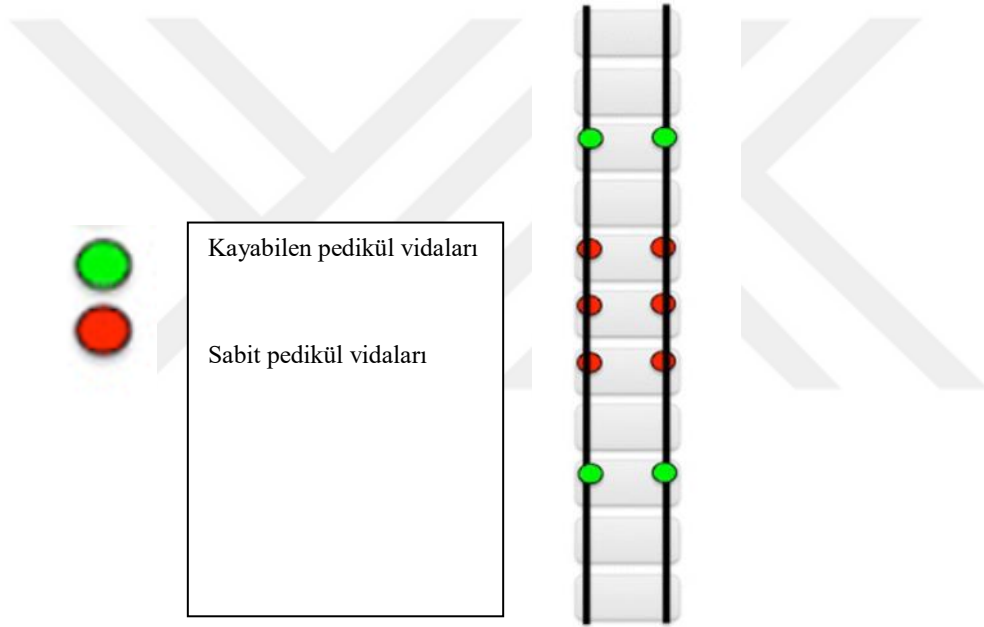
Şekil 7: Luque Trolley tekniği

Bu teknikte uzama sırasında implantlar, rodlar üzerinden kayabildiği için tekrarlayan cerrahi müdahale gereksinimi olmamaktadır (52). Tekniğin güçlü olmasından dolayı ameliyat sonrası immobilizasyona gerek kalmamaktadır. Rod kırılması ya da hastanın uzatma prosedürlerine uymaması bu tekniğin en sık görülen komplikasyonlarıdır. Yine sublaminer telleri subperiostal eksplorasyon yapmadan uygulamak oldukça zordur ve tüm çabalara rağmen genç hastalarda bazen spontan füzyon olabilmektedir (53).

Pratt ve ark. (54) yapmış olduğu çalışmada Luque trolley uygulanan 18 hastanın 5 yıllık takibinde beklenen büyümenin %32'sine ulaşıldığını, tek başına Luque uygulanan hastalarda Cobb açısının daha kötüleştiği, Luque trolley ve konveks epifizyodez yapılan 13 hastanın 2'sinde Cobb açısının zamanla düzeldiği belirtilmiş. Pek çok farklı merkezde yapılan çalışmalar gösteriyor ki Luque trolley tekniği ameliyat sonrası 5 yılda kendiliğinden füzyona ve implant uygulanan vertebralarda büyümenin kısıtlanmasına neden olmaktadır. Geniş subperiostal diseksiyon gerekliliği nedeniyle laminalar arası ankiloz ve yapışıklık görülebilmektedir. Bu tekniğin avantajı

ise tek cerrahi uygulama ile yapılmasıdır. Böylece komorbiditesi yüksek olan bu çocuklarda uzatmalar için yeni ameliyatlara gerekmemektedir.

McCarthy ve arkadaşlarının geliştirmiş olduğu Shilla tekniği büyümeye izin veren rod ve pedikül vidalarının kullanıldığı bir sistemdir. Önce apikal deformite tüm planlarda (koronal, sagittal ve aksiyal) nötral olacak şekilde düzeltilir. İki adet rod ve pedikül vidaları kullanılarak eğrilik düzeltilir. Omurga büyümesi alt ve üst kısımdan devam ederken vida altından rodlar kayar ve istenmeyen yapışiklıklar önlenmiş olur. (Şekil 8)



Şekil 8: Shilla tekniği

Bu tekniğin etkinliği keçi modelinde ispatlanmıştır (55). Günümüzde Shilla tekniğinin uzun dönem takipli serisi yoktur. McCarthy ve arkadaşları yayınında 10 hasta vardır ve bu hastaların ortalama yaşları 7, en az takip süresi 2 yıldır. Ameliyat öncesi eğrilik açısı ortalama 70°, erken postoperatif eğrilik 27° ve 2 yıllık takiplerde bu düzeltmenin korunduğu görülmüştür. Üç hastada implant nedeni, 2 hastada da enfeksiyon nedeniyle toplamda 5 ameliyat plan dahilinde olmadan yapılmıştır. C7-S1 arasındaki uzunluk ameliyat ve takiplerde ortalama %12 kadar artmıştır. Fakat ameliyattan sonra bu uzunlukta ne kadar artış olduğu belirtilmemiştir (56).

Distraksiyon bazlı sistemler, deforme olan omurga segmenti boyunca omurga, kaburga ya da pelvise tutunan implantın proksimali ve distaldaki ankorlar yardımıyla distraktif bir güç uygulanarak spinal deformiteyi düzeltirler (67).

Kompresyon temelli sistemlerin aksine distraksiyon temelli sistemler kompresyon nedeniyle, end platelerdeki vasküler kanal hacmi ve disk yüksekliğin restorasyonu ve çevre basıncın azaltılması yolu ile disk rejenerasyonu sağlama avantajına sahiptir (68).

Distraksiyon bazlı implantların günümüzdeki örnekleri geleneksel büyüyen rodler, VEPTTR ve manyetik büyüyen rodlerdir.

Füzyonlu kaburgalar ile ilişkili torasik konjenital skolyoz, pulmoner gelişim üzerinde negatif etkiye sahip olabilmektedir. Torasik omurganın kısıtlı büyümesi ve sonucunda gelişen toraks boşluğunun kötü fonksiyonu torasik yetmezlik sendromuna (TIS) yol açar. Bu durum normal solunumla akciğer gelişiminde toraksın kapasite yetersizliği şeklinde tanımlanır.

Yeni bir cerrahi teknik Robert Campell tarafından geliştirilmiştir. Bu teknik daha önce kullanılan spinal artrodezi içermemektedir. Bunun yerine açık kama torakostomi yolu ile ekspansiyon torakoplasti uygulanır ve torasik rekonstrüksiyon spinal eğriliğin tedavisinde kaburgadan omurgaya ya da kaburgadan pelvise VEPTTR'ın eklenmesi ve kısıtlı hemitoraksın hacmini arttırmak için başka bir kaburgadan kaburgaya VEPTTR konulması ile stabilize edilir (57). Bu yeni prosedür direkt olarak kısıtlı hemitoraksı genişletmek ve uzatmak yolu ile torasik yetmezlik sendromunu tedavi eder ve torakal omurga ile toraks gelişimini sağlar, dolaylı olarak omurga füzyonuna ihtiyaç duymadan konjenital skolyozu tedavi eder (57).

Füzyonlu kaburgalar ve konjenital skolyoza sekonder torasik yetmezlik sendromlu çocukları tedavi etmek amacıyla progresif erken başlangıçlı skolyozların (konjenital, nöromusküler ve füzyonlu ya da füzyonsuz sendromik skolyoz) bütün etyolojilerini içerecek şekilde genişlemiştir. Campell ve arkadaşları, füzyonlu kaburga ile ilişkili

konjenital skolyozu olan 27 çocuğu incelemiş ve ortalama skolyoz düzelmesi 74°den 49°ye düşmüştür. Torakal omurga yüksekliği ortalama 7,1 mm/yıl artmıştır (77). 22 hastada 52 komplikasyon (%193) görölmüştür. En sık komplikasyon 7 hastada kaburgalarından geçen cihazın proksimal migrasyonu olmuştur. Hasler ve arkadaşları konjenital olmayan erken başlangıçlı skolyoza sahip 23 hastayı araştırmıştır. Cobb açısı preoperatif 68°den son takipte 54°ye düşmüştür. 23 komplikasyonun 16'sında yara yeri komplikasyonu 7'sinde implant ilişkili komplikasyon görölmüştür (78).

Güncel bilgiler göğüs duvarı üzerinde VEPTTR tipi enstrümantasyonun kullanımında bazı çekinceler oluşturmuştur. Spesifik olarak VEPTTR kullanımı göğüs duvarı ve deformitesinin sertliğini arttırmasına ek olarak spinal dengeyi kötüleştirebilen spontan kaburga ve vertebral füzyonlar ile ilişkili bulunmuştur (79, 80). VEPTTR tedavisinden 4 yıl sonra bu ossifikasyon riskinin artabileceğini göstermiştir.

Göğüs deformitesi ile ilgili erken başlangıçlı skolyoz için tedavi edilen çocuklarda yeterli büyüme sağlandığında omurganın nihai artrodezi sıklıkla gereklidir. Lattig ve arkadaşları omurganın nihai artrodezinin yüksek torakal hiperkifoz gelişimi, kosta ve vertebral cisimlerin otofüzyonu ve eğriliğin progresyonuna sekonder VEPTTR ile tedavi edilen hastalarda riskli ve zorlayıcı bulunmuştur. Ancak VEPTTR, torakal yetmezlik sendromundaki yetersiz gelişmiş toraks varlığında hala en gelişmiş cerrahi tekniktir. Güncel olarak toraks deformitelerinin germe etkisi ile oluşan omurga eğrilikleri ve kısıtlı harekete sahip toraksı olan çocuklar için daha iyi alternatif tedavi yoktur. Bununla birlikte spinal eğriliğe sekonder oluşan torakal deformiteler için spinal implantlar tercih edilmelidir (primer spinal deformite).

Modern büyüyen rod tekniğini skolyoz tedavisinde ilk olarak tarifleyen kişi Harrington'dır. Bu tekniği 1962 yılında tariflemiştir. Harrington subkutan olarak uygulanan, deformitenin konkav tarafının her iki uç noktasına yerleştirilmiş laminal hook'lara bağlanan tek bir distrasyon rodunun olduğu füzyon gerektirmeyen bir cerrahi teknik tanımlamıştır. Cerrah, bu tekniği uygularken rod kırığı ve hook'un uygulanan bölgeden ayrılması gibi komplikasyonlarla karşılaşmış, ancak uzun dönemli takip sonuçları belirtilmemiştir. Harrington, 10 yaşından küçük ilerleyici

skolyozların füzyon uygulanmadan bu distraksiyon rodu ile tedavi edilebileceğini söylemiş ancak 10 yaşından daha büyük bir çocukta ise füzyonun ilk operasyon ile birlikte yapılmasını önermiştir (69). Modern erken başlangıçlı skolyoz cerrahisinde mihenk taşı olmuştur.

Harrington'ın çalışmasından sonra, Moe ve arkadaşları subperiosteal disseksiyonu hookun yerleştirildiği bölgeye sınırlandırarak bu tekniği modifiye etmişlerdir (70). Hook'un yerleştiği bölgeye füzyon uygulanmamıştır. Rodun, yerleştirilmesini kolaylaştırma, skar oluşumunun engellenmesi aynı zamanda sagittal konturun verilmesine olanak sağlamak için orta bölgesi modifiye edilmiştir. Düzeltme kaybı 10° ve üzerinde olduğunda aparat uzatılması 6-12 ay aralıklarla uygulanmaktadır. Bu tekniğin sonuçları enstrümantasyon uygulanan hastalarda, enstrümantasyon bölgesinde ortalama 2,9 cm büyüme olduğunu göstermiştir. Füzyon uygulanan hastalarda büyüme ortalama 3,8 cm iken, füzyon uygulanmayan aynı hastalarda tahmini büyüme 4,5 cm olmuştur. Moe ve arkadaşları, rod ve laminadan hook'un ayrılmasının yer aldığı %50 oranında komplikasyon oranları rapor etmiştir.

Uzayabilen tek rod kullanımı ile ilişkili sonuçların ve komplikasyonların değerlendirildiği birçok seri mevcuttur. Bu serilerden biri Klemme ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. 67 skolyoz hastasının tedavisinde 20 yıllık uzun dönem sonuçlarını bildirilmiştir (71). Hastalara tedavinin başlangıcından son füzyona kadar ortalama 6.1 cerrahi prosedür uygulanmış. Cerrahi tedavi yöntemi hastaların %66'sında progresyon olmaması ve ortalama %30'unda eğrilikte düzelme görülmesi nedeniyle başarılı bulunmuş. Geri kalan nöromüsküler skolyoz tanıları hastalarda %33 oranında eğriliğin ilerlediği görülmüş. Bu yöntem kullanılarak tedavi edilen hastalarda toplam spinal büyüme, normal büyüme ile karşılaştırılabilir olarak bulunmuş. Toplam prosedürlerin %8'sinde implant yetmezliği görülmüş.

Tek bir büyüyeabilen rod, bileşke bölgesine uygulanan sınırlı bir füzyonla hook ya da pedikül vida kullanılarak uygulanır. Tek bir pediatrik (4,5 mm) ya da erişkin (6,2 mm)

rod, eğriliğin yerleşimine göre proksimal ya da distal bileşkenin 4-5 cm aşağı veya yukarısına bırakılır. Yan yana konnektörler ile birbirine bağlanan ve ortada birbiri üzerine binen iki rod kullanılabilir. Uzatmalar belli aralıklarla yapılır. Çocuk yeterli yaş ve fiziksel büyüklüğe ulaşıncaya kadar tamamlayıcı bir posterior füzyon enstrümantasyon ya da alternatif olarak segmenter spinal enstrümantasyonla birlikte anterior ve posterior füzyon uygulanabilir (72).

Akbarnia tarafından uygulanan çift büyüyebilen rod tekniği, tek büyüyebilen rod ile aynı prensipte çalışır (72, 73). Bununla birlikte deformiteyi daha iyi düzeltme ve artmış stabilite sağlar. Tek rodlar ile karşılaştırıldığında çift rodların artmış katılıkları nedeniyle omurganın füzyonuna yol açabilme dezavantajına sahip olmasına rağmen deformitenin düzeltilmesinde daha etkilidir. Çift büyüyebilen rod kullanımı ile yapılan en büyük seriler 2005'te Akbarnia tarafından yayınlanmıştır (73). Ortalama eğrilik miktarı preop 82°den, ilk cerrahi sonrası 38° ye ve son takipte 36° ye ulaşmıştır. Hastalara ortalama 6,6 defa, T1-S1 uzunluk artışı ortalama 1,2 cm/yıl olacak şekilde uzatma prosedürü uygulanmıştır. Toplam 23 hastanın 11'inde (%48) çeşitli nedenlerden ötürü komplikasyon görülmüştür.

Bess ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada tek büyüyebilen rod uygulanan hastalarda çift rod uygulanan hastalara göre 1,2 kat fazla oranda komplikasyon geliştiği gösterilmiştir (74). Tek rod ile karşılaştırıldığında çift rod kullanımının mekanik stresi azalttığı gösterildi. Bu özellik füzyonsuz teknikler için oldukça önemlidir, çünkü implant yüklenme ve mikroharekete maruz kalarak metal yorgunluğu ve mekanik yetmezliğe yol açar. Çift rod kullanımı, tek rod ile karşılaştırıldığında rod başına düşen stres miktarını azaltır. Ayrıca bir rodda meydana gelen yetmezlik durumunda, sağlam olan rod stabiliteyi sağlar ve bir sonraki planlanan uzatma prosedürüne kadar implant revizyonunu geciktirir.

6 ay ve daha az ara ile yapılan cerrahi uzatma belirgin oranda daha fazla büyümeye ve korreksiyona neden olur (75). Bununla beraber uzatma için optimal aralığı belirlemek

için her ek cerrahinin %24 oranında komplikasyon riskini arttırdığı göz önünde bulundurulmalıdır (74). Tekrarlayan distraksiyonun 'diminishing returns' kuralına bağlı olduğunu gösterilmiş. Bu kurala göre tekrarlayan uzatmalar her defasında daha az uzatma ile sonuçlanmaktadır. 38 hasta içeren bir yayında ilk uzatmadan itibaren gözlemlenen ortalama T1-S1 mesafesindeki kazanç 1,04 cm iken 7 inci uzatmada bu kazanç 0,41 cm'e düşmektedir (76). Bu çalışma distraksiyon bazlı cihazların kullanıldığında muhtemelen faset eklemlerin yıllar içerisinde hareket kaybı nedeniyle omurganın otofüzyonu ile sonuçlandığı konusunda tedirginliğe neden olmuştur.

Büyüeyebilen rodlarda proksimaldeki ankorlarda olduğu üzere proksimal torakal bölgenin füzyonu akciğer fonksiyonlarını negatif yönde etkilemektedir (37). Standart hook'ların kullanıldığı hibrid sistemleri proksimal ankor olarak kaburgaları kullanmak bu füzyonu önlerken, distal omurgadaki ankorlar sıklıkla füzyon olmayan supralaminer hook ya da pedikül vidaları ile sınırlı füzyonu sağlar. 6 merkezde yapılan 28 hastayı içeren bir çalışma ortalama 37 aylık takip süresi ile %35 implant ilişkili komplikasyon oranı yanında Cobb açısı, T1-S1 uzunluğu ve akciğer için kullanılabilir alan hacminde artış saptamıştır. Komplikasyonlar primer olarak tek rod yapılanlarda görülmüştür. Çift taraflı ve 3 ya da daha fazla hook kullanıldığında hiç fiksasyon kaybı görülmemiştir (81).

Geleneksel büyüeyebilen rodlarda ihtiyaç duyulan çoklu uzatmalar hastaları birçok komplikasyona maruz bırakır (82). Bu tekrarlayan cerrahiler cilt problemleri, yara enfeksiyonu ve implant ilişkili komplikasyonlarda artmış riskle ilişkilidir (83). Geleneksel büyüeyebilen rodlarda komplikasyonların fazla olması kullanımı sınırlar ve bazı cerrahlar geciktirici yöntemleri tercih ederken (47) diğerleri erken başlangıçlı skolyozu hastalarda cerrahi endikasyonları azaltmaya başlamışlardır.

Tüm bu gelişmeler komplikasyonları azaltan ve daha iyi sonuçlar elde etmeye yarayan alternatif metotlar aramaya teşvik etmiştir. Bu açıdan bakıldığında cerrahi müdahaleye ve komplikasyonlara yol açmadan non invaziv multipl uzatma düşüncesi ilgi çekici hale gelmiştir. Uzaktan kontrollü uzatma ile büyüeyebilen rod teknolojisi bu hastaların tedavisinde yeni bir çığır açmıştır.

Takaso ve arkadaşları 1998 yılında uzaktan kumandalı bir manyetiğin büyüeyebilen bir rod için itici güç olabileceğini göstermiştir. 12 köpekle yaptığı hayvan çalışmasında 12 haftalık bir süre boyunca 4 distraksiyon sonrasında 24° olarak yaratılmış olan skolyozun ortalama 3° ye düzeltildiğini göstermiştir. Bu deneylerin 2004'te Phenox rod isimli uzaktan kontrollü manyetik rodun gelişimi izlenmiş (84) ve insanlarda ilk defa kullanılan manyetik rodlar olmuştur (85). Bu cihazın klinik sonuçları kısıtlıdır; Wick (85) ve Miladi (86) kısa takip süreli sınırlı bir insan deneyimi rapor etmiştir. Daha sonra Ellipse teknolojileri MAGEC (Magnetic Expansion Control) olarak adlandırılan yeni bir uzaktan kontrollü spinal distraksiyon sistemi geliştirmiştir. İlk çalışma Akbarnia ve arkadaşları tarafından 6 immatür domuzlarda uygulanmıştır (87). 7 haftalık bir sürede ortalama distraksiyon herhangi bir implant ilişkili komplikasyonu olmadan 39 mm olarak bulunmuştur. Bu tekniğin erken komplikasyonu olan distraksiyon kaybı ilk jenerasyon tasarımlarda görülmüş ve bu problem bir sonraki jenerasyonda implantasyon ya da bir sonraki distraksiyonda kaybı önlemek için manyetik distraksiyon elemanlarına kilitleme mekanizması eklenerek çözülmüştür (88). İnsanlarda bu teknikle alakalı az sayıda yayım mevcuttur (88-89).

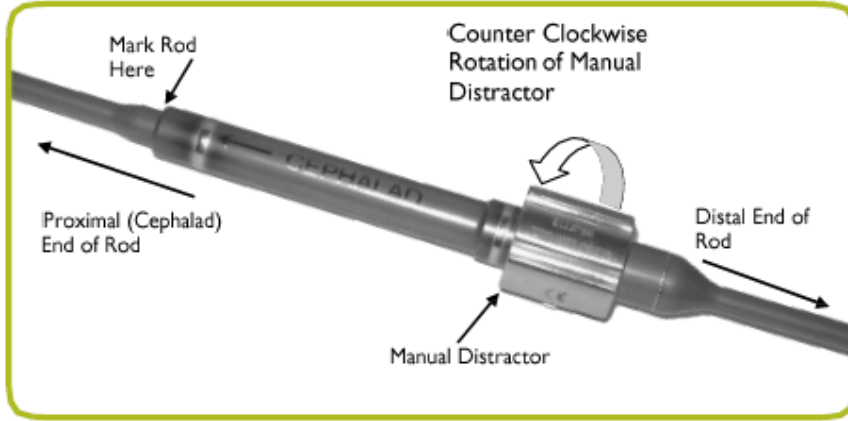
MAGEC sistemi tek ya da çift olarak kullanılan steril titanyum büyüeyebilen rodlar ve non invaziv uzatma için uzaktan kontrol edilebilen bir kumandaya sahiptir. (Resim 2) Kullanılan rodların genişliği çocuğun vücut ağırlığına bağlıdır (27 kiloya kadar olan çocuklarda 4,5 mm, 36 kiloya kadar olan çocuklarda 5.5 mm olarak tercih edilir). Tek ya da çift rodun yerleşimi çocuğun büyüklüğüne bağlı olarak cerrah tarafından yapılır. Her bir MAGEC rodun bir parçası 9-10,5 mm genişliğinde ve 90 mm uzunlukta nadir bulunan metal alaşımlardan (rare earth magnet) oluşan iç silindiri içeren actuatore ait özel bir distraksiyon elemanına sahiptir. (Resim 3) Sistem ayrıca implantasyon öncesinde implantı kontrol etmek için manuel bir distraktöre (Resim 3) ve internal manyetiğin yerini belirlemek için bir lokalizatöre sahiptir. (Resim 4, Resim 5)

MAGEC rodları geleneksel büyüeyebilen rodlar gibi aynı şekilde cerrahi olarak yerleştirilir. Actuator içindeki manyetik non invaziv olarak uzaktan kumandalı cihaz

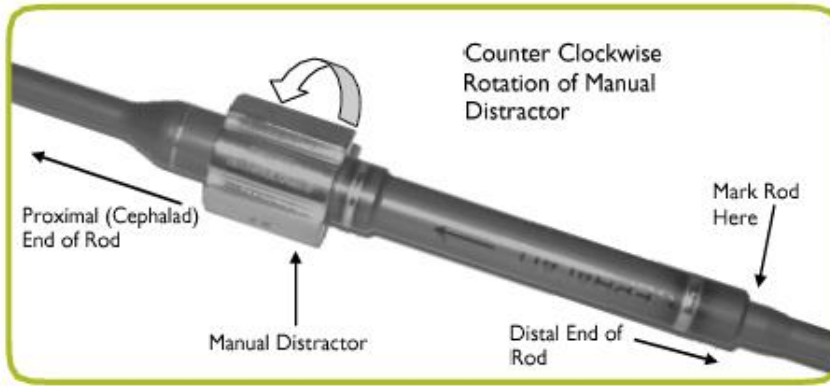
ile döndürölür. Bu uzaktan kumandalı cihaz rodun uzamasını ve omurganın distraksiyonunu sağlar.



Resim 2: The MAGEC® Spinal brace ve distraksiyon sistemi



Standard Rod



Offset Rod

Resim 3: Rodları oluşturan kısımlar



Resim 4: Eksternal lokalizatör



Resim 5: Lokalizatör ile manyetik bölgenin belirlenmesi

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. DEĞERLENDİRME

Sakarya Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde 2011 yılından itibaren uygulanmaya başlanan ve 2018 yılına kadar opere edilen hastalar retrospektif olarak tarandı. Erken başlangıçlı skolyoz tanısı ile manyetik büyüyen rod tekniği kullanılarak opere edilen toplam 11 hasta kayıtlarına ulaşıldı. Çalışmaya 10 yaş altı, en az 1 yıl takip edilen erken başlangıçlı skolyoz tanılı 10 hasta (6 kız, 4 erkek) dahil edildi. 1 hasta ise takiplerine dış merkezde devam ediyor olması nedeniyle çalışmaya alınmadı. Dahil edilen hastaların ortalama yaşları 7 yıl 2 ay (3 yıl 4 ay – 9 yıl 11 ay), takip süreleri ortalama 4 yıl 9 aydı (1 yıl 5 ay-7 yıl 1 ay).

3.2. CERRAHİ TEKNİK

Genel anestezi altında ve antibiyotik profilaksisinde, prone pozisyonda, enstrümantasyon planlanan proksimal ve distal segmentlere orta hat üzerinden, iki ayrı cilt insizyonu yapıldı (Şekil 9). Minimal subperiosteal disseksiyon uygulandı ve olası iyatrojenik otofüzyonu önlemek için enstrümantasyon planlanan proksimal ve distal hareketli segment ile sınırlandırıldı. Bikortikal olarak pedikül vidaları uygun uzunluk, kalınlık ve pozisyonda gönderildi. Tüm hastalarda çift rod kullanıldı. Standart roda uygun şekil verilerek intramuskuler olarak yerleştirildi. Daha sonra düzeltme manevraları uygulandı ve geçici rod tarafından kısmi düzeltme elde edildi. Uygun torakal kifoz ve lomber lordoz açısı verildi. Uygun uzunlukta kesilen manyetik rod konveks taraftaki intramuskuler bölgeye sabitlendi. Daha sonra başka bir manyetik

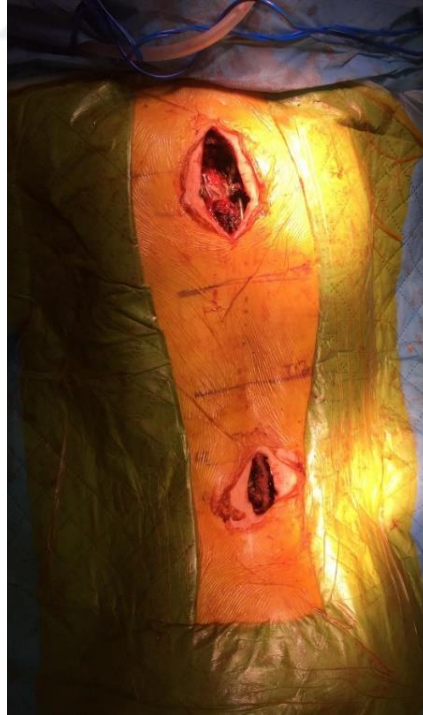
roda Şekil verilerek, konkav taraftaki geçici rod yerine yerleŐtirilmek için tercih edilen Şekil ve büyüklükte kesilip kontur verildi (Resim 8) (Resim 9). Bazı hastalarda sınırlı bir füzyon elde etmek için ekspoze olan bileşke seviyelerinde lokal kemik grefti ve kansellöz allogreft uygulandı. Saha irrigasyon solüsyonu ile yıkanarak katlar anatomik olarak kapatıldı ve operasyona son verildi.



Şekil 9: Rodların yerleştirilmesinin Şematik görünümü



Resim 6: Proksimal ve distal iki ayrı cilt insizyonu yapılarak rodların yerleştirilmesi



Resim 7: Rodlar yerleştirildikten sonra insizyon görüntüsü

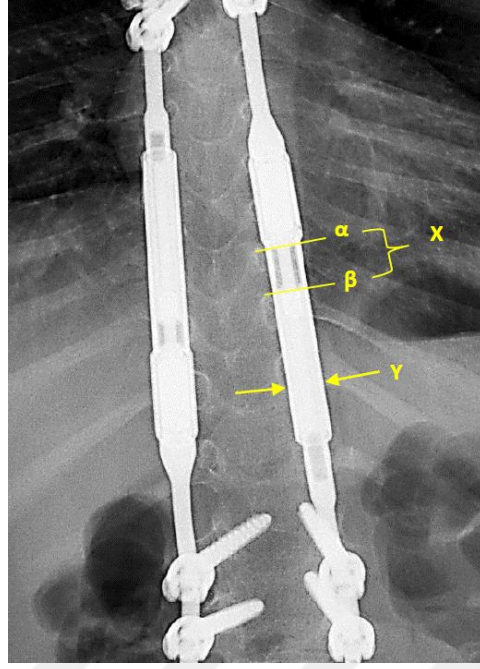
3.3. POSTOPERATİF TAKİP

Hastalara ameliyat günü sonunda yatak başında direk grafi çekildi. Postoperatif 1. günde direnleri çekildi ve oturtuldu. Tolere edebilen hastalar yürütüldü. Erken postoperatif dönemde yara yeri ve genel durum sorunu yaşamayan hastalar 3-4. günlerde ortoröntgenografileri çekilerek taburcu edildi.

Hastalar ortalama 3 ay arayla kontrole çağrıldı ve uzatmaları yapıldı. Hastaların uzatmaları öncesi ortoröntgenografileri çekildi. Uzatma esnasında hastaların ağrı hissetmesi durumunda ağrıya neden olan rodun uzatmasına o seans için son verildi. Her 3 aylık seansta hastalara 1,3mm ila 3,5mm uzatma uygulandı Muayene bulguları ve röntgen görüntüleri sonucu belirlenen uzatma işlemi poliklinik şartlarında yapıldı. Eksternal lokalizatör kullanılarak rod manyetik bölgeleri cilt dokusuna işaretlendi (Resim 5). Manuel bir eksternal uzaktan kontrol cihazı internal manyetik üzerine uygulanarak, manyetik alan yaratıldıktan sonra rod içindeki dönebilen mekanizma rodun uzamasını ya da kısalmasını sağladı. Bu sayede belirlenen uzunlukta omurganın distrakte edilmesi sağlandı.

3.4. RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME

Radyolojik görüntüler için Picture Archiving and Communication system (PACS) kullanıldı. Ölçümler Surgimap uygulaması ile kalibre edilerek yapıldı. Her görüntünün kalibrasyonu manyetik rodun gerçek değeri bilinen Y değeri (Resim 7) ile sağlandı. Elde edilen uzunluk gerçek değeri 9,02mm olan Y değeri ile orantılandı. Hastaların preop, erken postop ve son kontrollerde elde edilen radyolojik verileri Cobb açısı, torakal kifoz ve lomber lordoz açıları, T1-T12, T1-S1 yükseklikleri ölçüldü ve değerler analiz edildi.



Resim 8: Manyetik rod sisteminin radyolojik kalibrasyonunda kullanılan değerler α : Distraktör proksimal ucu, β : Distraktör distal ucu, X: Distraksiyon miktarı, Y: Gerçek değeri bilinen rod kalınlığı (9,02mm).

4. BULGULAR

Erken başlangıçlı skolyoz tanısı alarak opere edilen ve çalışmaya dahil edilen toplam 10 hastanın manyetik büyüyen rod kullanmadan önceki ölçümleri değerlendirildi ve not edildi (Tablo 3).

HASTA	YAŞ	CİNSİYET	COBB	SEVİYE	T.KİFOZ	L.LORDOZ	T1-L1 (cm)	T1-S1 (cm)
TY	3 yıl 4 ay	K	48	T10-L4	32	43	16,5	24,3
ZA	7 yıl 7 ay	K	45	T4-T8	6	56	19	32,2
SA	8 yıl 10 ay	K	47	T5-L1	14	86	21,1	34,6
AÇ	6 yıl 10 ay	E	33	T5-T12	38	49	15,6	25,2
AÖ	5 yıl 3 ay	E	84	T8-L5	68	83	17,8	27,1
RK	8 yıl 10 ay	K	45	T4-T11	44	55	19,6	34,5
Eİ	7 yıl 3 ay	E	52	T5-T10	47	54	20,4	32,7
EÇ	5 yıl 3 ay	K	65	T11-L4	73	37	16	27,1
SEY	9 yıl 11 ay	E	31	L1-L4	53	58	22,2	34
BÇ	8 yıl 7 ay	K	40	T10-L4	16	30	19,1	29
Ortalama	7 yıl 2 ay		49		39	55	18,7	30,1

Tablo 3: Hastalar, demografik bilgileri ve preoperatif ölçüm değerleri

Hastaların tamamına ilk operasyon sırasında çift rod uygulandı. Operasyon sırasında rodlar sabitlenmeden önce distraksiyon yapılan hastaların postoperatif ilk ortoröntgenografilerinde elde edilen radyolojik değerler not edildi (Tablo 4).

HASTA	COBB	T.KİFOZ	L.LORDOZ	T1-L1 (cm)	T1-S1 (cm)
TY	34	25	43	17,8	25,8
ZA	30	17	41	19	32,2
SA	10	11	73	23,5	37,2
AÇ	27	18	53	17,4	28,7
AÖ	24	26	36	18,3	29,7
RK	22	29	32	21,4	36,3
Eİ	15	35	58	23,5	37,3
EÇ	13	15	37	18	29
SEY	7	33	33	22,3	35,1
BÇ	25	12	6	19	29,2
Ortalama	21	22	41	20	32,1

Tablo 4: Hastaların erken postop dönemdeki ilk değerleri

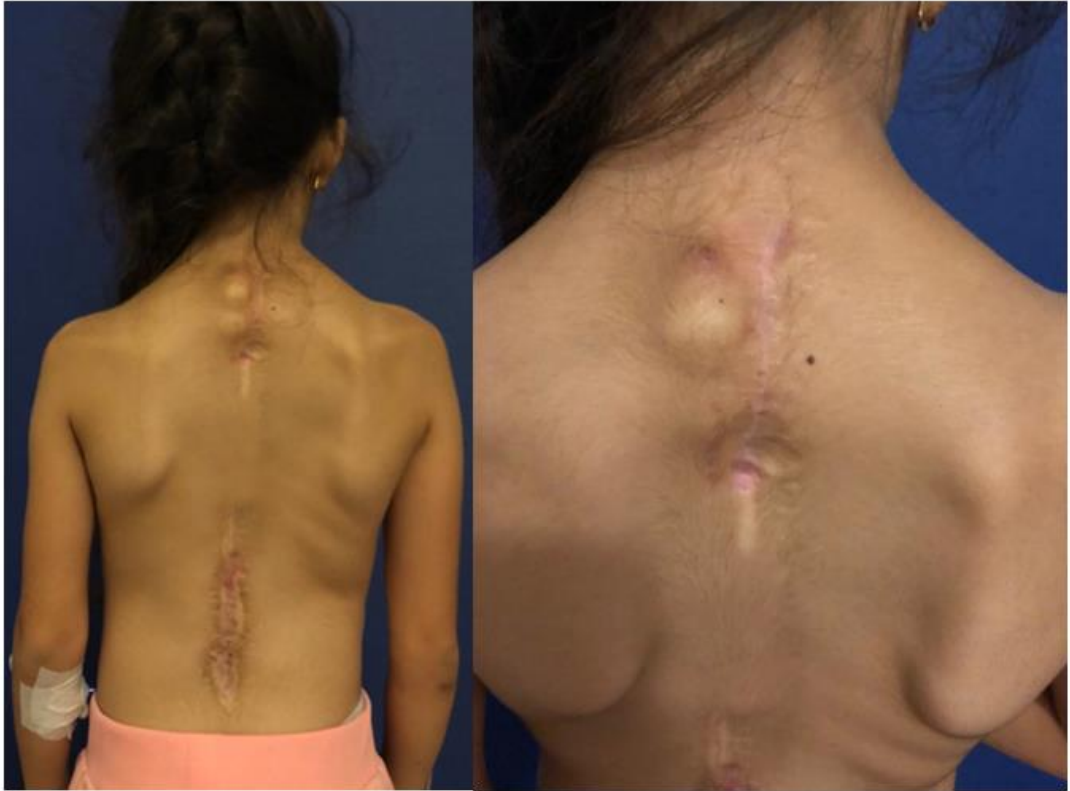
Hastalar ilk operasyon gününden itibaren ortalama 84(\pm 9) günde ilk uzatma için çağırıldılar. Poliklinik şartlarında anestezi gerektirmeden önce ortoröntgenografileri görülerek uzatmaları yapıldı. Hastalara tek seansta en çok 3,5 mm en az 1,3 mm uzatma yapıldı.

Mevcut 10 hastadan 6 tanesinin tedavisinde sona ulaşıldı. Bu 6 hastanın 4 tanesinin nihai ameliyatı füzyon oldu. Diğer 2 hastada ise implant tahliyesi uygulandı, füzyona ihtiyaç duyulmadı. Tedavisi henüz sonlanmayan 4 hastanın ise uzatmalarına devam ediliyor.

Hastalara rod implante edilmesi, füzyon ve implant tahliyesi de dahil olmak üzere toplam 26 operasyon uygulandı. Hastalar ortalama 2,6 kez opere edildi. Hastalara, komplikasyon nedeniyle uygulanan operasyon sayısı toplam 9'du. 3 hastada nihai ameliyatına kadar hiç komplikasyon gelişmedi. 1 hasta ilk operasyonunu geçirdi ve şu ana kadar herhangi bir komplikasyon olmadan uzatmalarına devam ediyor. Kalan 6 hastada ise çeşitli sebeplerden ötürü komplikasyonlar gelişti (Tablo 5) (Resim 10).

HASTA	KOMPLİKASYON
TY	2
ZA	0
SA	0
AÇ	1
AÖ	1
RK	1
Eİ	2
EÇ	2
SEY	0
BÇ	0

Tablo 5: Hastalar ve karşılaşılan komplikasyon sayıları.



Resim 9: Karşılaşılan komplikasyonlardan bir örnek (vida prominensi)

Hasta takiplerinde iki adet rodların uzama kapasitesinin sonlanması (clank), bir adet vida prominensi, bir adet yüzeysel enfeksiyon, üç adet proksimal junctional kifoz, bir

adet rod kırılması ve bir adet vida geri gelmesi (pull out) görüldü. Hastaların takipleri sırasında uzama kapasitesi sonlanan veya kırılan rodlar ve cerrahi olarak yenileriyle değiştirildi. Vida çıkıntısı (prominence) oluşan hastanın vidası tahliye edildi ve manyetik rod kısaldı. Proksimal junctional kifoz gelişen üç hastanın her biri için proksimalde seviye yükseltildi ve konnektör yardımıyla manyetik rodlara fikse edildi. Vida geri gelmesi (pull out) oluşan hastanın ise eğriliğin konveks tarafında olması dolayısıyla rodu tamamen çıkarıldı ve konkav taraftaki tek rod ile takibi sürdürülüyor.

Son poliklinik kontrollerinde 6 hastanın tedavisi sonlandırıldı, 4 hastanın ise son uzatmaları yapıldı. Röntgenleri çekildi ve elde edilen değerler not edildi. (Tablo 6).

HASTA	COBB	T.KİFOZ	L.LORDOZ	T1-L1 (cm)	T1-S1 (cm)
TY	19	10	43	20,1	31
ZA	32	12	44	21	34,7
SA	9	15	65	27,2	43,9
AÇ	39	30	58	19,5	32,5
AÖ	32	20	40	22,7	37,4
RK	8	25	47	24,5	42,1
Eİ	27	17	58	24,7	39
EÇ	16	29	41	21,3	33,2
SEY	3	34	37	25,2	38
BÇ	23	10	8	23,5	36,4
Ortalama	21	20	44	23	36,8

Tablo 6: Hastaların son kontrollerinde ulaşılan radyolojik değerler

Hastaların tedaviye başlama yaşı ortalama 7 yıl 2 ay idi. Preop ortalama cobb değeri 49°, torakal kifoz değeri 39° ve lomber lordoz değeri ortalama 55° idi. Erken postop ölçümlerinde ise ortalama cobb değeri 21°, torakal kifoz değeri 22° ve lomber lordoz değeri 41° idi. Hastaların mevcut değerleri ise cobb açısı 21°, torakal kifoz 20° ve lomber lordoz 44° dir. Hastaların takiplerinde ölçülen değerleri Tablo 7’de verilmiştir.

	COBB	T. KİFOZ	L.LORDOZ	T1-L1 (cm)	T1-S1 (cm)
PREOP	49°	39°	55°	18,7	30,1
ERKEN POSTOP	21°	22°	41°	20	32,1
SON KONTROL	21°	20°	44°	23	36,8

Tablo 7: Hastaların takiplerinde elde edilen ortalama değerler

Tüm bu verileri özetlersek; ortalama yaşları 7 yıl 2 ay olan 10 adet hastanın ortalama 4 yıl 9 ay takip süresi sonunda cobb açısı değerinde 28° (%57) düzeltme sağlandı. T1-L1 uzunluğunda 4,3 cm (%23) uzama elde edilirken, T1-S1 uzunluğunda 6,7 cm (%22) uzama elde edildi. Hastaların preop dönemden başlayan tüm radyolojik veriler tablo 8’de özetlenmiştir.

Hasta	Preop					Erken Postop					Son Kontrol				
	Cobb	T.kifoz	L.lordo	T1-L1	T1-S1	Cobb	T.kifoz	L.lordo	T1-L1	T1-S1	Cobb	T.kifoz	L.lordo	T1-L1	T1-S1
TY	48	32	43	16,5	24,3	34	25	43	17,8	25,8	19	10	43	20,1	31
ZA	45	6	56	19	32,2	30	17	41	19	32,2	32	12	44	21	34,7
SA	47	14	86	21,1	34,6	10	11	73	23,5	37,2	9	15	65	27,2	43,9
AÇ	33	38	49	15,6	25,2	27	18	53	17,4	28,7	39	30	58	19,5	32,5
AÖ	84	68	83	17,8	27,1	24	26	36	18,3	29,7	32	20	40	22,7	37,4
RK	45	44	55	19,6	34,5	22	29	32	21,4	36,3	8	25	47	24,5	42,1
Eİ	52	47	54	20,4	32,7	15	35	58	23,5	37,3	27	17	58	24,7	39
EÇ	65	73	37	16	27,1	13	15	37	18	29	16	29	41	21,3	33,2
SEY	31	53	58	22,2	34	7	33	33	22,3	35,1	3	34	37	25,2	38
BÇ	40	16	30	19,1	29	25	12	6	19	29,2	23	10	8	23,5	36,4

Tablo 8: Hastaların preop, erken postop ve son takiplerinde elde edilen ölçümler

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

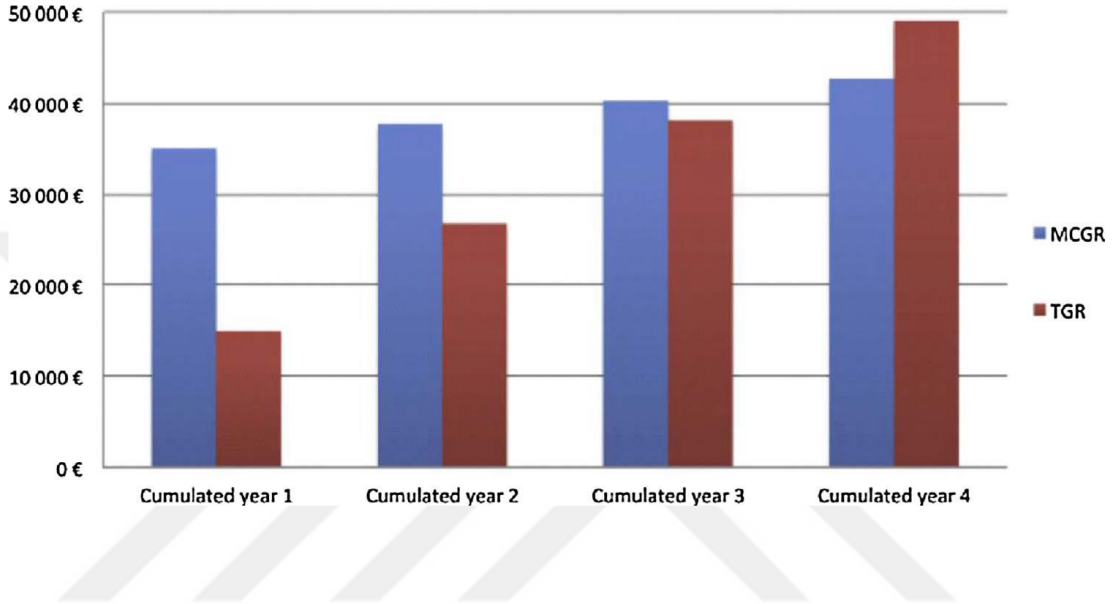
Erken başlangıçlı skolyoz tedavisi zor ve uzun zaman alan, tedavi edilmediğinde ölümcül sonuçları olan bir deformitedir. Bu nedenle erken başlangıçlı skolyozu iyi analiz etmek, olası komplikasyonları iyi yönetmek ve literatürden fikir almak bu çocukların gelişimine önemli katkıda bulunacaktır.

Manyetik büyüyen rod tekniği yakın tarihte kullanılmaya başlanan bir tekniktir. Erken başlangıçlı skolyoz hastalarının yönetimi oldukça zorlu olmasına rağmen özellikle ilk operasyonla elde edilen düzeltme oranı, hastanın ilerleyen zamanlardaki takiplerinde de korunmuş olduğu çalışmamızda gözlenmiştir.

Manyetik büyüyen rod kullanılarak opere edilen hastaların tekrarlayan anestezi komplikasyonlarından kaçınması da önemli avantajlarından bir tanesidir. Geleneksel büyüyen rod tekniği uygulanan hastalarda belirli aralıklarla cerrahi gereksinimi sadece cerrahi komplikasyon değil aynı zamanda tekrarlayan genel anesteziye bağlı komplikasyonlara sebep olabilir. Tekrarlayan genel anestezi maruziyeti, solunum yolu enfeksiyonları gibi kötü sonuçlar doğurabilir (96).

Geleneksel büyüyen rod tedavisinde önerildiği gibi manyetik büyüyen rod tekniğinde de literatür çift rod uygulamasının daha uygun olduğunu savunmaktadır (110). Çift rod kullanımının distraksiyon kuvvetini arttırdığı, sistemin daha stabil olmasını ve deformitenin takiplerinde karşılaşılan açılanma değişikliklerinde farklı uzatma miktarları yapılarak deformitenin kontrol edilmesinde daha etkili olduğu gösterilmiştir (72, 111). Tek rod kullanımı sadece yeterli yumuşak doku örtünmesinin sağlanamayacağı çok zayıf hastalarda, şiddetli rotasyonel deformitesi olan vakalarda ya da gibbus deformitesi gibi rod yerleştirilmesine imkan tanımayan deformitelerin varlığında kullanılabilir.

Manyetik rod kullanımının avantajlarından bir tanesinin, geleneksel büyüyen rod tekniğine nazaran manyetik rod kullanımının hastaneye yatış süresinin düşürerek, tekrarlayan cerrahiye ihtiyaç duymamasını sağlayarak maliyetleri düşürmesi olduğu gösterilmiştir (97) (Şekil 10).



Şekil 10: Charroin ve arkadaşlarının yaptığı maliyet hesabı (Sütun: Maliyet, Satır: Takip eden yıl) (97)

Erken başlangıçlı skolyoz hastalarının tedavisinde kullanılan distraksiyon bazlı ve kompresyon bazlı sistemler mevcuttur (49). Bunlar içerisinde kompresyon bazlı sistemlerin daha küçük eğriliklerde daha faydalı olduğuna yönelik çalışmalar vardır (59). Literatürde mevcut en büyük seri Akbarnia ve arkadaşlarına aittir. Çift büyüeyebilen rod uygulanan hastaların preop 82° den postop 38° ye kadar ve takiplerinde 36° ye kadar düştüğünü rapor etmişlerdir (73). MAGEC uygulanan hastaların erken sonuçları daha önce başka serilerde de rapor edilmiştir (88, 89, 90).

Bizim çalışmamızda da manyetik büyüyen rod sisteminin, skolyotik eğriliği düzeltmede etkin olduğu görüldü. Çalışmamızda preop 49° olan ortalama Cobb açısı erken postop dönemde 21° ye düşürülmüş ve takiplerinde yine 21° olarak

korunmuştur. Çalışmamızın sonuçları literatür bilgisini destekleyici niteliktedir. Örneğin Hickey ve arkadaşları yaptıkları çalışmada preop 74° olan eğriliği erken postop dönemde 42° ye kadar geriletmiş ve 42° olarak tedavilerini sonlandırmışlardır (89). Dannawi ve arkadaşları preop 69° olarak başlatılan çalışmalarını postop 47° ve takiplerde 45° olarak sonlandırmışlardır (88). Yine Akbarnia ve arkadaşları preop 60° olarak başlanan çalışmalarının sonucunda postop dönemde 34° takiplerde 31° Cobb değerleri elde etmişlerdir (90).

Gövde uzunluğunu ölçmek için torakal vertebra uzunluğu ve spinal mesafeler kullanılır. Torakal omurga yüksekliği yeterli solunum kapasitesi için 18-22 cm veya daha fazla olmalıdır (37). Torasik mesafe T1-T12 arasındaki mesafe ölçülerek hesaplanır ve FVC ile ilişkilidir. Spinal yüksekliği ölçmek için daha çok kabul gören metot Dimeglio'ya aittir ve T1-S1 uzunluğunun esas alınmasını önerir (91).

Akbarnia ve arkadaşları bir çalışmada hastaları iki gruba ayırmışlar, birinci grup hastalara ≤ 6 ay, ikinci grup hastalara >6 ay aralıklarla uzatma yapılmış. Sonuçlar geleneksel büyüeyebilen rod uygulanan ve kısa aralıklar ile uzatma yapılan grupta T1-S1 uzaması ve eğriliğin düzelme miktarının uzun aralıklarla uzatma yapılan gruptan daha iyi olduğunu göstermektedir (birinci grupta yıllık uzama 1,8 cm iken ikinci grupta yıllık 1,0 cm) (92).

Çalışmada hastalar 3 ay arayla çağırıp uzatmaları yapıldı. Ancak yakın tarihli bir yayında en iyi uzama şeklinin 6 ay aralıklarla, ay başına yaklaşık 2mm olacak şekilde uzatmanın klank olana kadar maksimum uzamayı sağladığı gösterilmiş ve uzamanın bu şekilde planlanması önerilmiştir (113).

Erken başlangıçlı skolyoz tedavisi sırasında çeşitli komplikasyonlarla karşılaşma riski yüksektir. McCarthy ve arkadaşları (56), Betz ve arkadaşları (59) büyüme kılavuzlu ve kompresyon bazlı sistemler ile ilgili tecrübelerinde birçok komplikasyon rapor etmişlerdir. McCarthy komplikasyonların %50'sinde 3'ü implantla 2'si enfeksiyonla

ilişkili komplikasyon tespit etmişler. Bizim çalışmamızda karşılaşılan 9 komplikasyonun 4'ü implant ilişkili 1'i enfeksiyon kaynaklı olmak üzere bu oran %56 olarak hesaplandı. Büyüyeabilen implantlarda komplikasyonlar yara yeriyle, implantla, spinal dizilimle, anesteziyle, nörolojik ve diğer komplikasyonlar olarak sınıflandırılabilir. Geleneksel büyüyeabilen implantlarda en sık komplikasyon tekrarlayan uzatma prosedürleri nedeniyle oluşan yara yeri ayrışmasıdır (81). Bess ve arkadaşları uzatma cerrahilerinin sayı artışı ile komplikasyon riskindeki artışın ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır (74). Büyüyeabilen rodların diğer önemli komplikasyonları arasında postravmatik stress bozukluğu ve depresyon yer almaktadır (90). Ayrıca hastanın ailesine önemli derecede ekonomik yük getirmektedir. Tekrarlayan cerrahi prosedür, iş ve okuldan kaybedilen zaman sonucunda hastaya ve ailesine yük olmaktadır (94).

Manyetik büyüyeabilen rodla ilişkili en sık komplikasyonlar implantın cilt altında belirgin olması, vida sıyrılması ve junctional kifoz oluşumudur (88, 89, 90). Bizim çalışmamızda da benzer şekilde %33 oranda junctional kifoz görülmüştür. Ayrıca vidanın cilt altında belirginleşmesi ve vida sıyrılması (pull out) komplikasyonlarıyla karşılaşılmıştır. Ancak tekrarlayan cerrahi gerektiren geleneksel yöntemlere nazaran daha az komplikasyon oranlarına sahiptir.

Manyetik büyüyen rodların yerleşimi ile ilgili tartışmalar sürmektedir. Bazı çalışmalar rodların yerleştirilmesi esnasında seçilecek en doğru bölgenin fasya altı olduğunu ve bunun için toraks drenaj tüpünün kullanılması gibi yöntemlerin kullanılabileceğini söylemiştir (112). Ancak intramuskuler yerleşim tavsiye eden çalışmaların sayısı da azımsanamaz. Rodların en uygun yerleşim yerinin belirlenmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Literatüre baktığımızda manyetik rodların mekanik problemlerle karşılaşılma riski, çeşitli çalışmalarda %0 ila %75 arasında belirtilmiş (101, 102, 103). Geleneksel büyüyen rodlarla ilgili bir yayında ise komplikasyon oranlarının %87 olduğu

belirtilmiş (106). Manyetik rodların avantajları göz önüne alındığında komplikasyon oranlarının geleneksel büyüyen rodlara göre kabul edilebilir olduğu görülmektedir. Manyetik büyüyen rodların mekanik problemlerinin başında geleneksel büyüyen rodlarda olduğu gibi implant kırıkları ve PJK gelişimi görülmektedir (115). Enfeksiyon ilişkili komplikasyonların sıklığı azalmaktadır (116). Çalışmamızda karşılaşılan komplikasyonların sebep ya da sebeplerinin ne olduğuna dair bir sonuca varılamamıştır. Ancak bazı çalışmalarda hastanın boyu, kilosu, rodlara verilen kontur, rodlardaki aktuatörlerin birbirlerine yakın olması ve aktuatörlerin eğriliğinin apeksine yakın olması gibi sebeplerden dolayı mekanik komplikasyonlarla karşılaşılacağı belirtilmiştir (100). Bir vaka sunumunda 2 hastada aktuator pininin kırılması gibi komplikasyonlarla karşılaşmış ancak bu problem sık görülen komplikasyonlar arasında değildir (104).

Güncel bir derlemenin sonucunda 29,7 aylık takiplerde, %44,5 hastada planlanmayan ek cerrahi gereksinimi olduğunu ve %33'e kadar revizyon cerrahisi gerekebileceği sonucuna ulaşılmıştır (114).

Bir vaka serisinde, uzun dönem takip edilen ve revizyon cerrahisi gereken hastalarda rod uzama bölgesinde metallozis olduğu gözlemlenmiştir (118). Manyetik büyüyen rodlar Ti-6Al-4V titanyum alaşımından yapılmıştır. Geleneksel büyüyen rod kullanılan hastalarda artmış serum alüminyum ve titanyum iyonları gözlenebilirken manyetik rod kullanılan hastalarda bunlara ek olarak artmış serum vanadium iyon seviyeleri gözlenmiştir. Ayrıca manyetik rodların actuator bölgesinde boron içeriği de vardır ama hasta serumlarında saptanamamıştır (119).

Manyetik büyüyebilen rodların başlıca kısıtlılığı, rodun ve 'actuator' denilen distraksiyon elemanlarının büyüklüğüdür. Aktuator kalınlığı küçük hastalarda yara problemleri ve implant bağlı cilt rahatsızlıkları meydana getirmektedir. Cilt rahatsızlıklarının minimale indirgenmesi için hastanın bir miktar kilo alımının desteklenmesi çocuk hastalıkları uzmanının ve diyetisyen eşliğinde sağlanabilir. Cilt problemi yaşaması ön görülen hastalar için beslenme ile ilgili branşlardan öneri alınması fayda sağlayabilir. Bununla beraber manyetik rodlar uzunlukları nedeniyle

yeterli sagital konturu verilemediğinden sagital planı bozmaktadır. Sonuç olarak bu problemleri minimale indirgenmesi için cerrahın deneyimi önemlidir.

Bazı klinisyenler radyolojik ölçümlerin gerçeği yansıtmadığını söylemektedir (98). Yayınladıkları seride radyolojik olarak ölçülen değerlerin gerçek değerlerden %95 oranında farklılık içerebildiğini, yapılan 9 distraksiyon sonucunda bulmuşlardır. Bu yüzden bazı çalışmalar uzatma esnasında ultrason kullanarak gerçek uzamayı görmeyi tavsiye etmişlerdir (105). Hastanın kilosuna da manyetik büyüyen rodların uzamasında önemlidir. Yapılan çalışmada manyetik rod ile uzaktan kumanda arasında kalan her 1mm yumuşak doku için %2,1 uzama kaybı olduğu gösterilmiştir (117).

Manyetik rodların dezavantajlarından biri ise rod uzamasının görülmesi için distraksiyon öncesi ve sonrasında tekrarlayan skolyoz grafilerinin gerekli olmasıdır (88). Radyolojik görüntülemenin yılda 17 defaya kadar yapılması gerekebilmektedir (89). Bu durum radyasyon maruziyetine sebep olmaktadır. Radyasyonun potansiyel zararlarından kaçınmak için biz çalışmamızda radyolojiyi gerekli durumlar haricinde sadece spinal uzatma öncesi kullandık. Literatürde röntgenografinin bu şekilde kullanılabileceğini desteklemektedir (89).

Manyetik rodun siringomiyeli gibi sürekli MRI incelemesi gerekebilecek hastalarda kullanılması tavsiye edilememektedir. MRI görüntüleme kullanılmasının herhangi bir yan etkisi görülmemesine rağmen, 30cm üzerinde görüntü artefaktına neden olduğu gözlemlenmiştir. Bunun doğal sonucu olarak medulla spinalis lezyonlarının değerlendirilmesi oldukça zorlaşmıştır (107, 108). Ayrıca manyetik büyüyen rod kullanılan hastaların MRI görüntülemesi sırasında açığa çıkan manyetik dalgaların, hastaların yumuşak dokusunda ısınmaya sebep olabileceği ile ilgili tartışmalar söz konusu olmuştur. Ancak yapılan bir kadavra çalışması böyle bir komplikasyonun olmadığını göstermiştir (109).

Bazı yeni çalışmalar radyasyon maruziyetinin azaltılmasına alternatif olarak ultrasonografinin yüksek güvenilirliğe sahip olduğunu göstermiştir (95). Bununla birlikte yeterli hasta takibinin elde edilmesi için skolyotik eğrilik dizilim ve dengenin değerlendirilmesinde spot radyografi gerekli olabilmektedir.

Çalışmamızın kısıtlı olduğu bazı noktalar vardır. Hasta sayısı bakımından daha geniş bir portföyün dahil edilebilmesi çalışmamızı olduğundan daha değerli kılar. Ayrıca manyetik büyüeyebilen rodlar yeni ve pahalı bir teknoloji olduğundan maliyet yüksek olması dolayısıyla malzeme temini konusunda da bazı sorunlar yaşandı. Sigorta tarafından belirli bir süre karşılanamamış olması opere edilen hasta sayısının artmasına engel olmuştur.

Çalışmamızın en önemli artlarından biri hasta takip süresinin oldukça uzun ve takiplerinin oldukça başarılı olması idi. Dökümantasyon konusunda eksik yaşanmamış olması bu çalışmayı değerli kılan bir özelliktir. Ayrıca dahil edilen 10 hastanın 6 tanesinde nihai sonuca ulaşmış olmamız bu hastaların ileride yaşamlarına nasıl devam ettiği ile ilgili elimize net veriler sunmaktadır.

Erken başlangıçlı skolyoz tedavisinde The National Institution for Health and Care Excellence (NICE) da bir vaka ile beraber MAGEC kullanımını tavsiye eden bir yayın sundu (99). Artık manyetik rod tedavisinin erken başlangıçlı skolyozda altın standart haline gelmesi çok yakındır diyebiliriz.

Manyetik büyüeyen rod sisteminin ilerleyen zamanlarda daha iyi hale getirilmesi, bu sayede daha düşük komplikasyon oranına sahip olması olasıdır. Kontürlerin daha kolay verilebilmesi sagittal dengenin sağlanabilmesi ve korunabilmesi amaçlanarak yeni tasarımlar geliştirilebilir. İmplantların daha ince profille daha sağlam materyaller kullanılabilecek hale getirilmesi küçük ve zayıf çocuklarda kullanılabilirliğinin ve vida prominensi gibi komplikasyonların azalmasını sağlayacaktır. Ayrıca uzatma sıklığı,

uzatma miktarı ve distraksiyon sonrası radyografinin rolü temel alınarak manyetik büyüeyebilen rodlarda uzun dönem sonuçlar üzerine daha ileri çalışmalar yapılmalıdır. Hastaların takip sürecinde elde ettiğı toraks, pulmoner dolaşım ve akciğer gelişimini gösteren bazı parametreler eklenerek manyetik büyüeyebilen rod sisteminin faydaları daha net ortaya konabilir.

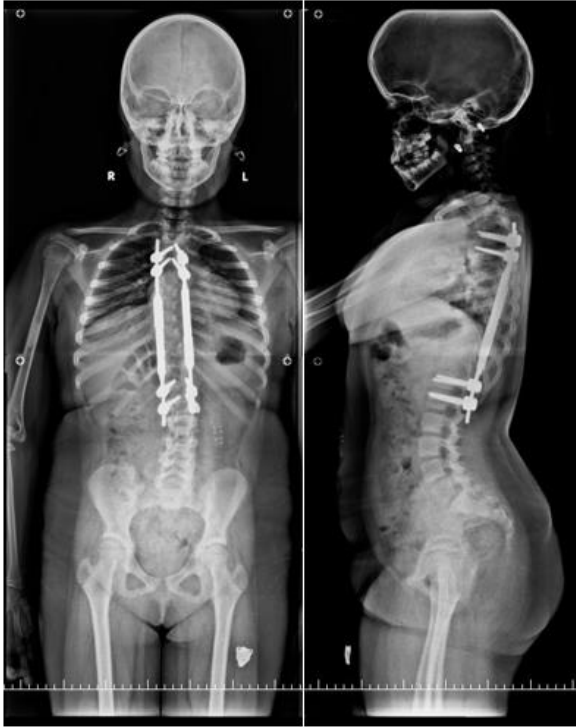
Manyetik büyüeyen rod sistemi erken başlangıçlı skolyoz tedavisinde etkili ve güvenilir bir tekniktir. Komplikasyon oranı düşüktür. Tekrarlayan cerrahi prosedüre ihtiyaç duymadan hastaların toraks gelişimine, omurga deformitesinin azalmasına ve omurga uzunluğunun sağlanmasına imkân tanımaktadır.

5.1. ÖRNEK HASTALAR

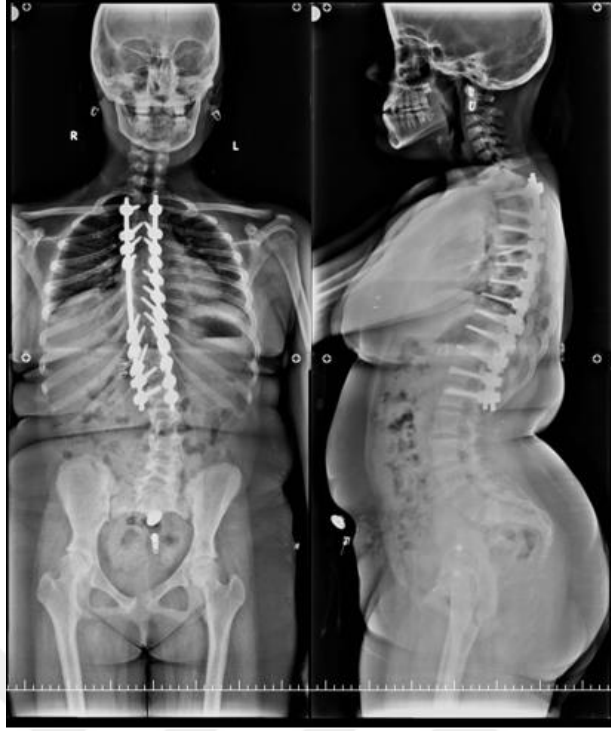
Örnek Hasta 1: SA



8 yaşında kız hasta. 2013 yılındaki preop röntgenleri



2013 yılında postop 1. aydaki röntgenler



2016 yılında mezun edilen hastanın postop radyolojik görüntüleri

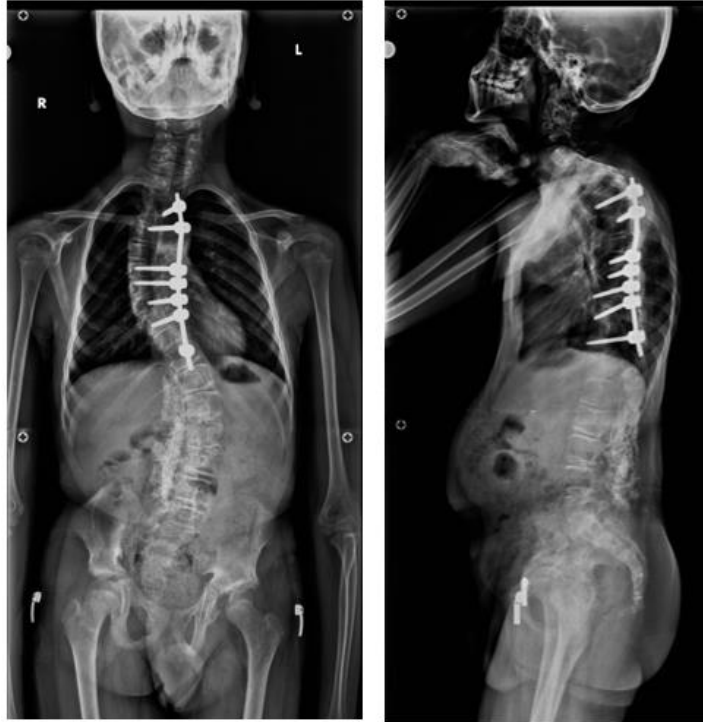
Örnek Hasta 2: AÖ



4 yaşında erkek hasta. 2013 yılındaki preop röntgenler

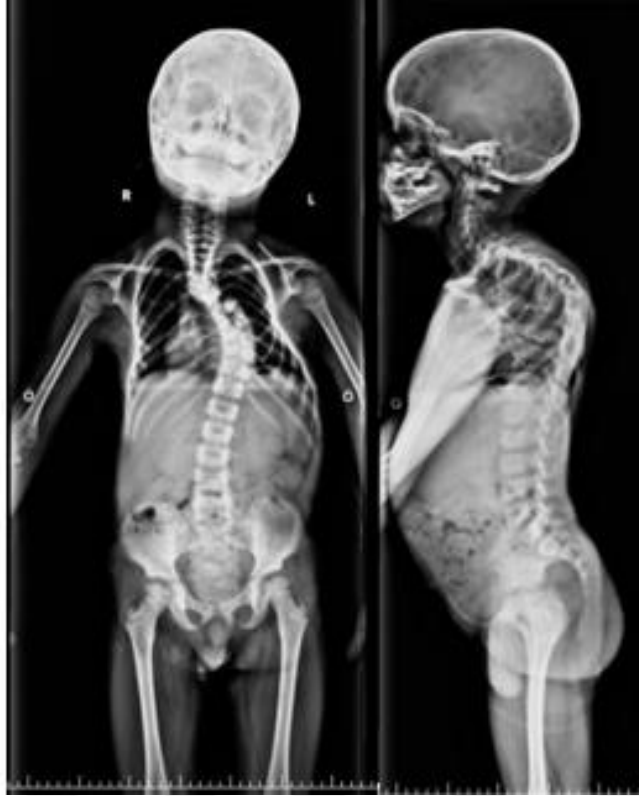


2014 yılında 5 yaşında opere edilen hastanın postop 1. ay röntgenleri



2019 yılında, 11 yaşında segmenter füzyon ile mezun edilen hasta

Örnek Hasta 3: Eİ



2013 yılında 4 yaşında hastanın preop görüntüleri



2014 yılında 5 yaşında hastaya segmenter füzyon uygulanmış. Deformitenin ilerlemesi üzerine manyetik büyüyen rod uygulanmasına karar verildi.



2015 yılında hasta 6 yaşında manyetik büyüyen rod sonrası postop 1. ay görüntüleri

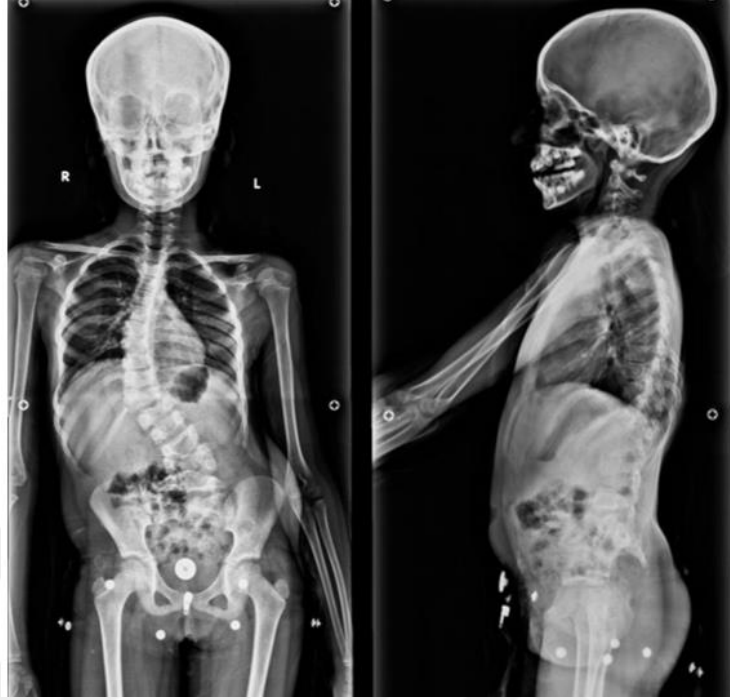


2016 yılında hasta 7 yaşında PJK gelişimi



2016 yılında revizyon uygulanıp proksimale ek implant eklenerek takip edilen hastanın 2019 yılı son kontrolünde elde edilen grafileri (Hasta 10 yaşında).

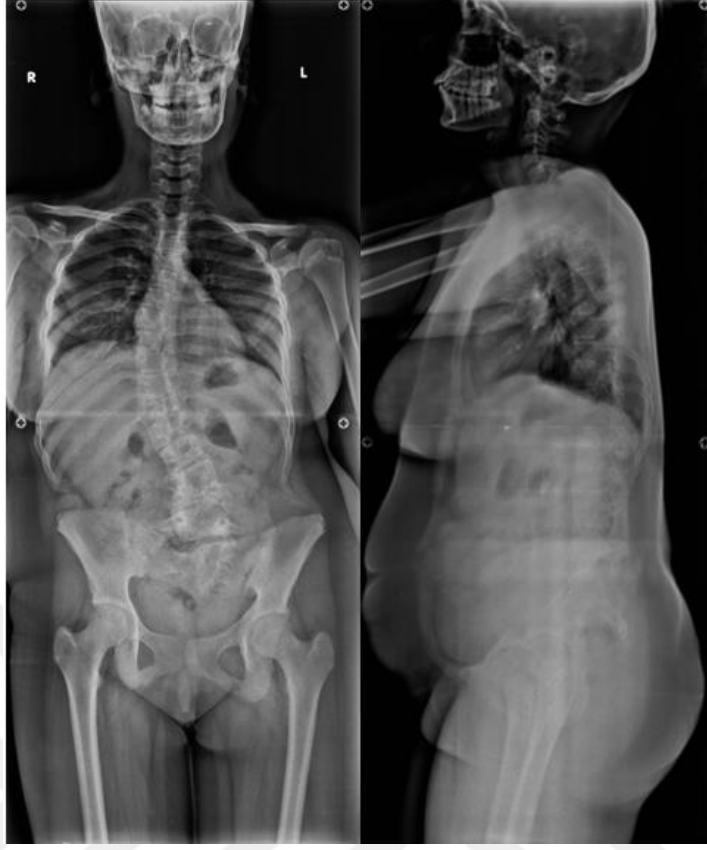
Örnek Hasta 4: BÇ



2013 yılında 6 yaşında hastanın preop röntgenleri



2014 yılında 7 yaşında hastanın postop 1. ay röntgen görüntüleri



2019 yılında 12 yaşında implant tahliyesi yapılarak mezun edilen hastanın röntgenleri

6. ÖZET

Çalışma düzeni: Retrospektif, klinik çalışma

Amaç: Erken başlangıçlı skolyoz hastalarının cerrahi tedavisinde kullanılan manyetik büyüyen rod sisteminin sonuçlarını, etkinliğini ve komplikasyonlarını değerlendirmek.

Hastalar ve Yöntem: Manyetik büyüyen rod implantasyon tekniğiyle cerrahi olarak tedavi edilen toplam 10 hasta (6 kız, 4 erkek) dahil edildi. Hastaların ortalama yaşları 7 yıl 2 ay idi (3 yıl 4 ay – 9 yıl 11 ay). Hastaların takip süreleri cerrahiden sonra ortalama 4 yıl 9 aydı (1 yıl 5 ay-7 yıl 1 ay). Preop, erken postop ve son kontrollerde elde edilen radyolojik verilerden Cobb açısı, torakal kifoz ve lomber lordoz açıları, T1-T12, T1-S1 yükseklikleri ölçüldü ve değerler analiz edildi. Takipler sırasında klinik ve radyolojik bulgular değerlendirildi, karşılaşılan komplikasyonlar not edildi.

Sonuç: Ortalama yaşları 7 yıl 2 ay olan 10 hastanın ortalama 4 yıl 9 ay takip süresi sonunda cobb açısı değerinde 28° (%57) düzeltme sağlandı. T1-L1 uzunluğunda 4,3 cm (%23) uzama elde edilirken, T1-S1 uzunluğunda 6,7 cm (%22) uzama elde edildi. 6 hastanın tedavisi sonlandırıldı. Erken başlangıçlı skolyoz hastalarında kullanılan manyetik büyüyen rod tekniği güvenilir ve etkili bir tekniktir. Bu teknik, deformitenin düzeltilmesini ve ek cerrahi olmaksızın uygulanan uzatma ile omurga büyümesinin sürdürülmesini sağlar. Akciğer ve toraks gelişiminin sürdürülmesine imkân vermektedir. Uzun dönem sonuçlarında komplikasyon oranı düşüktür.

Anahtar kelimeler: Omurga gelişimi, Erken başlangıç, Omurga deformitesi, Skolyoz, Manyetik rod, Büyüme dostu, Uzatma.

SUMMARY

Study pattern: Retrospective, clinical study

Purpose: The purpose of our study is to evaluate the consequences, activities and complications of magnetic growing rod system which is used for the treatment of patients with early onset scoliosis.

Patients and Method: 10 patients (6 female, 4 male) who were treated surgically by magnetic growing rod implantation technique were included in the study. Average age of the patients was 7 years and 2 months (3 years and 4 months - 9 years and 11 months). Post-operative follow-up period of the patients was 4 years and 9 months (1 year and 5 months - 7 years and 1 month). Cobb angle, thoracic kyphosis and lumbar lordosis angles, T1 - T2, T1 - S1 heights obtained from the radiological data from preoperative, early postoperative and latest follow-ups were measured and the values were analyzed. Clinical and radiological findings obtained during the follow-ups were evaluated and the complications were noted.

Result: After a mean follow-up of 4 years and 9 months, 10 patients with a mean age of 7 years and 2 months had a 28 ° (57%) correction of cobb angle. Elongation of 4.3 cm (23%) in length T1-L1 was achieved, while 6.7 cm (22%) in length of T1-S1 was obtained. Treatment of 6 patients had been finished. Magnetic growing rod system which is used for the treatment of patients with early onset scoliosis is a reliable and effective technique. This technique ensures the improvement of the deformity and the maintenance of spine growth with magnetic extending performed without additional surgery. It allows the maintenance of lung and thoracic development. Complication rate of long-term results is low.

Key words: Spine growth, Early onset, Spine deformity, Scoliosis, Magnetic rod, Growth friendly, Lengthening.

KAYNAKLAR

1. Harris JA, Mayer OH, Shah SA, Campbell RM Jr, Balasubramanian. A comprehensive review of thoracic deformity parameters in scoliosis. *S.Eur Spine J.* 2014 Dec;23(12):2594-602
2. Pehrsson K, Larsson S, Oden A, et al. Long-term follow-up of patients with untreated scoliosis. A study of mortality, causes of death, and symptoms. *Spine* 1992;17(9):1091–1096
3. Swank SM, Winter RB, Moe JH. Scoliosis and cor pulmonale. *Spine* 1982;7(4):343–354
4. James JI: Idiopathic scoliosis: The prognosis, diagnosis, and operative indications related to curve patterns and the age at onset. *J Bone Joint Surg Br* 1954;36:36-49
5. Bradford DS LJ, Moe JH. Moe's textbook of scoliosis and other spinal deformities. Philadelphia: WB Saunders, 1978
6. Dickson RA, Archer IA. Surgical treatment of late-onset idiopathic thoracic scoliosis. The Leeds procedure. *J Bone Joint Surg Br* 1987;69(5):709–714
7. Dickson RA, Conservative treatment for idiopathic scoliosis *J Bone Joint Surg Br.* 1985;67:17681
8. Brendal A. Williams, Hiroko Matsumoto, Daren J. McCalla, Behrooz A. Akbarnia. Development and Initial Validation of the Classification of Early-Onset Scoliosis (C-EOS). *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96:1359-67
9. Branthwaite MA. Cardiorespiratory consequences of unfused idiopathic scoliosis. *Br J Dis Chest* 1986;80(4):360–369

- 10.** Progression in untreated idiopathic scoliosis after end of growth. *Acta Orthop Scand* 53(6):897-900

- 11.** Mehlman CT, Araghi A, Roy DR. Hyphenated history: the Hueter-Volkman law. *Am J Orthop* (Belle Mead NJ). 1997;26:798–800

- 12.** Emery JL, Mithal A: The number of alveoli in the terminal respiratory unit of man during late intrauterine life and childhood. *Arch Dis Child* 1960; 35:544-547

- 13.** Dimeglio A. Growth of the spine before age 5 years. *J Pediatr Orthop B*. 1993;1:102–107

- 14.** Campbell Jr RM, Smith MD. Thoracic insufficiency syndrome and exotic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(Suppl 1):108–22

- 15.** Dimeglio A, Canavese F. The growing spine: how spinal deformities influence normal spine and thoracic cage growth. *Eur Spine* 2012;21:64-70

- 16.** Muirhead A, Conner AN: The assessment of lung function in children with scoliosis. *J Bone Joint Surg Br* 1985;67:699-702

- 17.** James JI, Lloyd-Roberts GC, Pilcher MF: Infantile structural scoliosis. *J Bone Joint Surg Br* 1959;41:719-735

- 18.** Kafer ER: Idiopathic scoliosis: Gas exchange and the age dependence of arterial blood gases. *J Clin Invest* 1976; 58:825-833

- 19.** Jaime A. Gomez, MD, Michael G. Vitale: Measuring Outcomes in Children with Early-Onset Scoliosis. *Semin Spine Surg* 2012; 24:140-143

- 20.** Wynne-Davies R. Infantile idiopathic scoliosis. Causative factors, particularly the first six months of life. *J Bone Joint Surg Br.* 1975;57:138-41
- 21.** Conner AN. Developmental anomalies and prognosis in infantile idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Br.* 1969;51:711
- 22.** Parent S, Newton PO, Wenger DR. Adolescent idiopathic scoliosis: etiology, anatomy, natural history, and bracing. *Instr Course Lect* 2005; 54: 529-536
- 23.** Andersen MO1, Thomsen K, Kyvik KO. Adolescent idiopathic scoliosis in twins: a population-based survey. *Spine* 2007; 32(8): 927-930
- 24.** Kesling KL, Reinker KA. Scoliosis in twins. A meta-analysis of the literature and report of six cases. *Spine* 1997; 22(17): 2009-2014; discussion 2015
- 25.** Campbell RM Jr, Smith MD, Mayes TC, Mangos JA, Willey-Courand DB, Kose N, Pinero RF, Alder ME, Duong HL, Surber JL. The characteristics of thoracic insufficiency syndrome associated with fused ribs and congenital scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85:399-408
- 26.** Browne D. Congenital deformities of mechanical origin. *Arch Dis Child.* 1955;30:37-41
- 27.** Muhonen MG, Menezes AH, Sawin PD, Weinstein SL. Scoliosis in pediatric Chiari malformations without myelodysplasia. *J Neurosurg.* 1992;77:69-77
- 28.** Cassar-Pullicino VN, Eisenstein SM. Imaging in scoliosis: what, why and how? *Clin Radiol* 2002; 57(7): 543-562 **29.** Greiner KA. Adolescent idiopathic scoliosis: radiologic decision-making. *Am Fam Physician* 2002; 65(9): 1817-1822

- 30.** Drummond D, Ranallo F, Lonstein J, Brooks HL, Cameron J. Radiation hazards in scoliosis management. *Spine* 1983; 8: 741-748
- 31.** Mehta MH. The rib-vertebra angle in the early diagnosis between resolving and progressive infantile scoliosis. *J Bone Joint Surg Br.* 1972;54:230-43
- 32.** Lloyd-Roberts GC, Pilcher MF: Structural idiopathic scoliosis in infancy: A study of the natural history of 100 patients. *J Bone Joint Surg Br* 1965;47: 520-523
- 33.** 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 Am.* 2002;84:2230-4
- 34.** Dobbs MB, Lenke LG, Morcuende J, Weinstein SL, Bridwell KH, Sponseller PD. Incidence of neural axis abnormalities in infantile patients diagnosed with idiopathic scoliosis: is a screening MRI necessary? Read at the Annual Meeting of the Scoliosis Research Society; 2001 Sept 19-21; Cleveland, OH
- 35.** Ferreira JH, James JIP. Progressive and resolving infantile idiopathic scoliosis. The differential diagnosis. *J Bone Joint Surg Br.* 1972;54:648-55
- 36.** Karol LA, Johnston C, Mladenov K, et al. Pulmonary function, radiographic measures, and quality of life in children with congenital scoliosis : an evaluation of patient outcomes after early spinal fusion. *Spine (phila Pa 1976)* 2008;33 :1242-1249
- 37.** Karol LA, Johnston C, Mladenov K, schochet P, walters P, Browne RH (2008) Pulmonary function following early thoracic fusion in non-neuromuscular scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 90(6) :1227-1281

- 38.** Goldberg CJ, Moore DP, Fogarty EE, Dowling FE. Long-term results from in situ fusion for congenital vertebral deformity. *Spine*. 2002;27:619–628
- 39.** Day GA, Upadhyay SS, Ho EK, Leong JC, Ip M. Pulmonary functions in congenital scoliosis. *Spine*. 1994;19:1027–1031
- 40.** Winter RB, Moe JH. The results of spinal arthrodesis for congenital spinal deformity in patients younger than 5 years old. *J Bone Joint Surg Am*. 1982;64:419–432
- 41.** Akbarnia BA. Management themes in early onset scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(suppl 1):42-54
- 42.** Ceballos T, Ferrer-Torrelles M, Castillo F, Fernandez-Paredes E: Prognosis in infantile idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62:863-875
- 43.** Hutchinson DT, Bassett GS. Superior mesenteric artery syndrome in pediatric orthopedic patients. *Clin Orthop Relat Res*. 1990;250:250–257
- 44.** Moe JH, Gustilo RB. Treatment of scoliosis. Results in 196 patients treated by cast correction and fusion. *J Bone Joint Surg Am*. 1964;46:293–312
- 45.** Mehta MH. Growth as a corrective force in the early treatment of progressive infantile scoliosis. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87:1237–1247
- 46.** Sanders JO, D’Astous J, Fitzgerald M, et al. Derotational casting for progressive infantile scoliosis. *J Pediatr Orthop*. 2009;29:581–587
- 47.** Fletcher ND, McClung A, Rathjen KE, et al. Serial casting as a delay tactic in the treatment of moderate-to-severe early-onset scoliosis. *J Pediatr Orthop* 2012;32:664–71

- 48.** Lenke LG, Dobbs MB. Idiopathic scoliosis. In: Frymoyer, JW, Wiesel SW, editors. The adult and pediatric spine. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2004. p 337-60
- 49.** Skaggs DL, Akbarnia BA, Flynn JM, et al. A classification of growth friendly spine implants. J Pediatr Orthop 2013. [Epub ahead of print]
- 50.** Luque ER, Cardosa A. Treatment of scoliosis without arthrodesis or external support, preliminary report [Abstract]. Orthop Trans. 1977;1:37-8
- 51.** Luque ER. Paralytic scoliosis in growing children. Clin Orthop Relat Res. 1982;163:202-9
- 52.** Leatherman KD, Dickson RA. The management of spinal deformities. London: John Wright; 1988
- 53.** Mardjetko SM, Hammerberg KW, Lubicky JP, Fister JS. The Luque trolley revisited. Review of nine cases requiring revision. Spine. 1992;17:582-9
- 54.** Pratt RK, Webb JK, Burwell RG, et al. Luque trolley and convex epiphysiodesis in the management of infantile and juvenile idiopathic scoliosis. Spine (Phila Pa 1976). 1999;24:1538–1547
- 55.** McCarthy RE, Sucato D, Turner JL, et al. Shilla growing rods in a caprine animal model: a pilot study. Clin Orthop Relat Res. 2010;468:705–710
- 56.** McCarthy R, Luhmann S, Lenke L. Greater than two year followup Shilla growth enhancing system for the treatment of scoliosis in children. J Pediatr Orthop 2014;34:1–7

- 57.** Campbell RM Jr, Smith MD, Mayes TC, Mangos JA, Willey-Courand DB, Kose N, Pinero RF, Alder ME, Duong HL, Surber JL. The characteristics of thoracic insufficiency syndrome associated with fused ribs and congenital scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85:399-408
- 58.** Winter RB. Convex anterior and posterior hemiarthrodesis and hemiepiphysodesis in young children with progressive congenital scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 1981;1:361–366
- 59.** Betz RR, Ranade A, Samdani AF, et al. Vertebral body stapling: a fusionless treatment option for a growing child with moderate idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010;35:169–176
- 60.** Newton PO, Farnsworth CL, Faro FD, et al. Spinal growth modulation with an anterolateral flexible tether in an immature bovine model: disc health and motion preservation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2008;33:724–733
- 61.** Stucker R. Results of treatment of progressive scoliosis with SMA staples. *Orthopade.* 2009;38:176–180
- 62.** PO, Farnsworth CL, Faro FD, et al. Spinal growth modulation with an anterolateral flexible tether in an immature bovine model: disc health and motion preservation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2008;33:724–733
- 63.** Hunt KJ, Braun JT, Christensen BA. The effect of two clinically relevant fusionless scoliosis implant strategies on the health of the intervertebral disc: analysis in an immature goat model. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010;35:371–377
- 64.** Smith AD, von Lackum HL, Wylie R. An operation for stapling vertebral bodies in congenital scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 1954;36:342–348

- 65.** Newton PO, Farnsworth CL, Upasani VV, et al. Effects of intraoperative tensioning of an anterolateral spinal tether on spinal growth modulation in a porcine model. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36:109–117
- 66.** Crawford CH III, Lenke LG. Growth modulation by means of anterior tethering resulting in progressive correction of juvenile idiopathic scoliosis: a case report. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92: 202–209
- 67** Tello CA. Harrington instrumentation without arthrodesis and consecutive distraction program for young children with severe spinal deformities. Experience and technical details. *Orthop ClinNorth Am*. 1994;25:333–351.
- 68.** Guehring T, Unglaub F, Lorenz H, et al. Intradiscal pressure measurements in normal discs, compressed discs and compressed discs treated with axial posterior disc distraction: an experimental study on the rabbit lumbar spine model. *Eur Spine J* 2006;15:597–604.
- 69.** Harrington PR. Treatment of scoliosis: correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg Am*.1962;44:591–634.
- 70.** Moe JH, Kharrat K, Winter RB, et al. Harrington instrumentation without fusion plus external orthotic support for the treatment of difficult curvature problems in young children. *Clin Orthop Relat Res*. 1984;185:35–45.
- 71.** Klemme WR, Denis F, Winter RB, Lonstein JW, Koop SE. Spinal instrumentation without fusion for progressive scoliosis in young children. *J Pediatr Orthop*.1997;17:734-4
- 72.** Thompson GH, Akbarnia BA, Kostial P, et al. Comparison of single and dual growing rod techniques followed through definitive surgery: a preliminary study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30:2039–2044

- 73.** Akbarnia BA, Marks DS, Boachie-Adjei O, et al. Dual growing rod technique for the treatment of progressive early-onset scoliosis: a multicenter study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(17 Suppl):S46–S57
- 74.** Bess S, Akbarnia BA, Thompson GH, et al. Complications in growing rod treatment for early onset scoliosis: analysis of 140 patients. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92:2533–2543.
- 75.** Hardy JH, Curtis BH. Neuromuscular scoliosis. Proceedings of the American Academy of Orthopaedic Surgeons [abstract]. *J Bone Joint Surg Am* 1971;53:1021
- 76.** Sankar WN, Skaggs DL, Yazici M, et al. Lengthening of dual growing rods and the Law of Diminishing Returns. *Spine*. 2010;36: 806–809.
- 77.** Campbell RM Jr, Smith MD, Mayes TC, et al. The effect of opening wedge thoracostomy on thoracic insufficiency syndrome associated with fused ribs and congenital scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86-A:1659–1674
- 78.** Hasler CC, Mehrkens A, Hefti F. Efficacy and safety of VEPTR instrumentation for progressive spine deformities in young children without rib fusions. *Eur Spine J*. 2010;19:400–408
- 79.** Yilgor C, Demirkiran G, Ayvaz M, Yazici M. Is expansion thoracoplasty a safe procedure for mobility and growth potential of the spine? Spontaneous fusion after multiple chest distractions in young children. *J Pediatr Orthop* 2012;32:483–489
- 80.** Groenefeld B, Hell AK. Ossifications after VEPTR (vertical expandable prosthetic titanium rib) treatment in children with thoracic insufficiency syndrome and scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013; 38:E819–E823

- 81.** Skaggs DL, Myung KS, et al. Hybrid Growth Rods Using Spinal Implants on Ribs. Kyoto, Japan: Scoliosis Research Society; 2010
- 82.** Bess S, Akbarnia BA, Thompson GH, et al. Complications in growing rod treatment for early onset scoliosis: analysis of 140 patients. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92:2533–2543.
- 83.** Sankar WN, Acevedo DC, Skaggs DL. Comparison of complications among growing spinal implants. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010;35:2091–2096.
- 84.** Takaso M , Moriya H , Kitahara H , et al. New remote-controlled growing-rod spinal instrumentation possibly applicable for scoliosis in young children . *J Orthop Sci* 1998 ; 3 : 336 – 40
- 85.** Wick JM, Konze J. A magnetic approach to treating progressive early-onset scoliosis. *AORN J.* 2012;96(2):163-73
- 86.** Miladi L, Dubousset J. Magnetic powered extensible rod for thorax or spine. In: Akbarnia BA, Yazici M, Thompson GH, eds. *The growing spine: management of spinal disorders in young children.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag 2010:585–593
- 87.** Akbarnia BA, Mundis GM, Salari P, Yaszay B, Pawelek JB. Innovation in growing rod technique: a study of safety and efficacy of a magnetically controlled growing rod in a porcine model. *Spine (Phila Pa 1976)* 2012;37:1109–1114
- 88.** Dannawi Z (2013) Early results of a remotely-operated magnetic growth rod in early onset scoliosis. *Bone Joint J* 95-B(1):75–80

- 89.** Hickey B, Towriss C., Baxter G., Yasso S., James S. Early experience of MAGEC magnetic growing rods in the treatment of early onset scoliosis. *Euro Spine J* 2014;23:561-565
- 90.** Akbarnia BA, Cheung K, Noordeen H et al. Next generation of growth-sparing technique: preliminary clinical results of a magnetically controlled growing rod (MCGR) in 14 patients with early onset scoliosis. *Spine* 2013;38(8):665-70
- 91.** Dimeglio A, Canavese F. The growing spine: how spinal deformities influence normal spine and thoracic cage growth. *Eur Spine* 2012;21:64-70
- 92.** Akbarnia BA, Breakwell LM, Marks DS, et al. Dual growing rod technique followed for three to eleven years until final fusion: the effect of frequency of lengthening. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33:984–990
- 93.** Suliman S, Mkabile SG, Fincham DS, et al. Cumulative effect of multiple trauma on symptoms of posttraumatic stress disorder, anxiety, and depression in adolescents. *Compr Psychiatry* 2009;50:121–7
- 94.** Caldas JC, Pais-Ribeiro JL, Carneiro SR. General anaesthesia, surgery and hospitalization in children and their effects upon cognitive, academic, emotional and sociobehavioral development: a review. *Pediatr Anaesth* 2004;14:910–915
- 95.** Stokes MO, O'Donovan EJ, Bow CH, Luk KD, Cheung KM. Reducing radiation exposure in early-onset scoliosis surgery patients: novel use of ultrasonography to measure lengthening in magnetically-controlled growing rods. *Spine J.* 2014 Oct 1;14(10):2397-404
- 96.** Wick J, Konze J (2012) A magnetic approach to treating progressive early onset scoliosis. *Assoc Regist Nurses* 96(2):163–173


- 97.** Charroin C, Abelin-Genevois K, Cunin V, et al. Direct costs associated with the management of progressive early onset scoliosis: estimations based on gold standard technique or with magnetically controlled growing rods. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014;100(5):469–474
- 98.** Alastair Beaven, Adrian C. Gardner, David S. Marks, Jwalant S. Mehta, Matthew Newton-Ede, Jonathan B. Spilsbury Magnetically Controlled Growing Rods: The Experience of Mechanical Failure from a Single Center Consecutive Series of 28 Children with a Minimum Follow-up of 2 Years *Asian Spine J* 2018;12(5):794-802
- 99.** Jenks M, Craig J, Higgins J, et al. The MAGEC system for spinal lengthening in children with scoliosis: a NICE Medical Technology Guidance. *Appl Health Econ Health Policy* 2014;12:587-99
- 100.** Cheung JP, Yiu KK, Samartzis D, Kwan K, Tan BB, Cheung KM. Rod lengthening with the magnetically controlled growing rod: factors influencing rod slippage and reduced gains during distractions. *Spine (Phila Pa 1976)* 2018;43:E399-405
- 101.** Choi E, Yaszay B, Mundis G, et al. Implant complications after magnetically controlled growing rods for early onset scoliosis: a multicenter retrospective review. *J Pediatr Orthop* 2017;37:e588-92
- 102.** Yilmaz B, Eksi MS, Isik S, Ozcan-Eksi EE, Toktas ZO, Konya D. Magnetically controlled growing rod in early-onset scoliosis: a minimum of 2-year follow-up. *Pediatr Neurosurg* 2016;51:292-6
- 103.** Teoh KH, Winson DM, James SH, et al. Magnetic controlled growing rods for early-onset scoliosis: a 4-year follow-up. *Spine J* 2016;16(4 Suppl):S34-9
- 104.** Jones CS, Stokes OM, Patel SB, Clarke AJ, Hutton M. Actuator pin fracture in magnetically controlled growing rods: two cases. *Spine J* 2016;16:e287-91
- 105.** Akbarnia BA, Cheung K, Noordeen H, et al. Next generation of growth-sparing techniques: preliminary clinical results of a magnetically controlled growing rod in 14 patients with early-onset scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013;38:665-70


- 106.** Vidyadhar V. Upasani, MD*, Kevin C. Parvaresh, MD, et al. Age at Initiation and Deformity Magnitude Influence Complication Rates of Surgical Treatment With Traditional Growing Rods in Early-Onset Scoliosis Spine Deformity 4 (2016) 344-350
- 107.** Budd HR, Stokes OM, Meakin J, et al. Safety and compatibility of magnetic-controlled growing rods and magnetic resonance imaging. Eur Spine J 2016; 25: 578–582. 39.
- 108.** Woon RP, Andras LM, Noordeen H, et al. Surgeon survey shows no adverse events with MRI in patients with magnetically controlled growing rods (MCGRs). Spine Deform 2018; 6: 299–302.
- 109.** Poon S, Nixon R, Wendolowski S, et al. A pilot cadaveric study of temperature and adjacent tissue changes after exposure of magnetic-controlled growing rods to MRI. Eur Spine J 2017; 26: 1618–1623
- 110.** Subramanian T, Ahmad A, Mardare DM, et al. A six-year observational study of 31 children with early-onset scoliosis treated using magnetically controlled growing rods with a minimum follow-up of two years. Bone Joint J 2018; 100: 1187–1200
- 111.** Cheung KM, Cheung JP, Samartzis D, et al. Magnetically controlled growing rods for severe spinal curvature in young children: a prospective case series. Lancet 2012; 379: 1967–1974.
- 112.** Munigangaiah S, Brown P, Mohamed M, et al. A novel technique for the subfascial insertion of magnetically controlled growing rods—the Alder Hey technique. J Craniovertebr Junction Spine 2018; 9: 250–253.
- 113.** Mardare M, Kieser DC, Ahmad A, et al. Targeted distraction: spinal growth in children with early-onset scoliosis treated with a tail-gating technique for magnetically controlled growing rods. Spine (Phila Pa 1976) 2018; 43: 1225–1231.

- 114.** Thakar C, Kieser DC, Mardare M, et al. Systematic review of the complications associated with magnetically controlled growing rods for the treatment of early onset scoliosis. *Eur Spine J* 2018; 27: 2062–2071.
- 115.** Beaven A, Gardner AC, Marks DS, et al. Magnetically controlled growing rods: the experience of mechanical failure from a single center consecutive series of 28 children with a minimum follow-up of 2 years. *Asian Spine J* 2018; 12: 794–802.
- 116.** Teoh KH, Winson DM, James SH, et al. Do magnetic growing rods have lower complication rates compared with conventional growing rods? *Spine J* 2016; 16: 40–44
- 117.** Gilday SE, Schwartz MS, Bylski-Austrow DI, et al. Observed length increases of magnetically controlled growing rods are lower than programmed. *J Pediatr Orthop* 2018; 38: 133–137
- 118.** Teoh KH, von Ruhland C, Evans SL, et al. Metallosis following implantation of magnetically controlled growing rods in the treatment of scoliosis: a case series. *Bone Joint J* 2016; 98: 1662–1667
- 119.** Yilgor C, Efendiyev A, Akbiyik F, et al. Metal ion release during growth-friendly instrumentation for early-onset scoliosis: a preliminary study. *Spine Deform* 2018; 6: 48–53.

EKLER

1. Etik Kurul Onayı





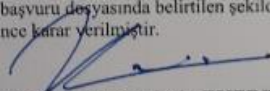
T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Tıp Fakültesi Dekanlığı

Sayı :71522473/050.01.04/8
Konu :Girişimsel Olmayan Etik Kurul
Başvuru Dosyası Hk.

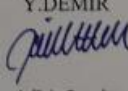
Sayın Doç. Dr. Mustafa Erkan İNANMAZ
Sağlık Bakanlığı Sakarya Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

İlgi : 25.04.2019 tarihli 188 sayılı başvurunuz.

Destekleyicisi olduğunuz "**Erken Başlangıçlı Skolyozun Manyetik Büyüyen Rod Yöntemi ile Tedavi Sonuçları**" isimli çalışmanın ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup; çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen şekilde etik ve bilimsel açıdan sakınca bulunmadığına etik kurul üyelerince karar verilmiştir.
Bilgilerinize rica ederim.


Prof. Dr. Hasan Çetin EKERBİÇER
Etik Kurulu Başkanı

24/05/2019

Y.DEMİR


Evrak Doğrulama için : <http://193.140.253.232/envision.Sorgula/BelgeDogrulama.aspx?V=BEA949VAY>

Fakülte Girişimsel Olmayan Etik Kurulu Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi
Dekanlığı, Karucuk Kampüsü, Keles, Adapazarı/Sakarya
Tel:264 295 6630 Faks:264 295 6629
E-Posta :tip@sakarya.edu.tr Elektronik Ağ :www.tip.sakarya.edu.tr

