



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

**LENKE TİP 5, RİSSER EVRE 4-5 ADÖLESAN İDİOPATİK
SKOLYOZ HASTALARINDA BREYS TEDAVİSİNİN ETKİNLİĞİ
VE PELVİK PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİLERİ**

DR. ALTAN AKSU
TIPTA UZMANLIK TEZİ

SAMSUN - 2023



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

**LENKE TİP 5, RİSSER EVRE 4-5 ADÖLESAN İDİOPATİK
SKOLYOZ HASTALARINDA BREYS TEDAVİSİNİN ETKİNLİĞİ
VE PELVİK PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİLERİ**

DR. ALTAN AKSU
TIPTA UZMANLIK TEZİ

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Hüseyin Sina COŞKUN

SAMSUN - 2023

ÖNSÖZ

Adölesan idiopatik skolyoz hastalarında iskelet matüritesi, hastalığın progresyonu ve primer eğrilik dışında kalan vücuttaki etkilerinin anlaşılması günümüzde halen güncelliğini korumaktadır. Günümüzde teknolojinin gelişmesi, sağlık imkanlarının artması ile adölesan idiopatik skolyoz konusunda farkındalık artmaktadır. Artan bu hasta sayısı ile AİS hakkında ilgili daha fazla bilgi sahibi olmak amacıyla bu çalışmayı yapmayı plandık.

Uzmanlık eğitimimde birlikte çalışma onuruna erdiğim, cerrahi ve akademik anlamda destekleyen ve yol gösterici olan anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Nevzat Dabak başta olmak üzere benim üzerimdeki emekleri için Prof. Dr. Yılmaz Tomak, Prof. Dr. Davut Keskin, Prof. Dr. Ahmet Pişkin, Prof. Dr. Ferhat Say ve Dr. Öğr. Üyesi İsmail Büyükceran'a,

Bu çalışmayı planlama ve yapma konusunda ilk günden itibaren yanımda olan, kaynaklarını ve arşivini bana açarak çalışmayı dizayn eden hem hocam hem ağabeyim Doç. Dr. Hüseyin Sina Coşkun'a,

Uzmanlık eğitimim sırasında zaman zaman bizlere kızan ancak bunu bize olan sevgisi ve koruma içgüdüsüyle yaptığını bildiğimiz bölümümüzün ablası/annesi Prof. Dr. Ebru Kelsaka'ya,

Birlikte çalışma şansına nail olduğum tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Beni yetiştiren, hayatımın her anında destekleriyle kendimi güvende hissettiren, bugünlere gelebilmem için ellerinden geleni yapan sevgili anne babam Güler Aksu ve Teoman Aksu, ağabeylerim Alper ve Atilla Aksu'ya,

Ve son olarak da yürüdüğüm yol boyunca yanımda olan, düştüğümde elini uzatıp beni kaldıran biricik eşim Sevde Hilal Aksu'ya sonsuz teşekkürler.

BEYAN

“Lenke Tip 5 Risser Evre 4-5 Adölesan İdiopatik Skolyoz Hastalarında Breys Tedavisinin Etkinliği Ve Pelvik Parametreler Üzerine Etkileri” başlıklı tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, başka bir çalışmadan kopya edilmediğini, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.



ÖZET

Amaç: Skolyoz omurganın en sık görülen deformitesidir. Olguların çoğu idiopatikdir ve bu en sık görülen skolyoz formunu oluşturur. İdiopatik vakalar en sık adölesan yaş grubunda (10-18 yaş) gözlenir. İskelet matüritesi devam ettiği sürece eğriliğin büyüme potansiyeli mevcuttur. Risser 4 spinal büyümenin sonu, Risser 5 ise iskelet matüritesi olarak kabul edilmektedir. Son yıllarda popüler bir inceleme konusu olan sagittal plan parametreleri ve spino-pelvik parametreler, adölesan yaş grubunda değişiklik göstermektedir ve AIS hasta popülasyonunda hastalıkla ilişkisi ve hastalığın seyrine etkisi net olarak anlaşılamamıştır. Bu nedenle özellikle adölesan yaş grubunda iskelet büyümesinin geç fazlarında karşımıza çıkan Lenke tip 5 adölesan idiopatik skolyoz vakalarında breys tedavisinin etkinliği ve bu tedavinin pelvik parametreler üzerindeki etkisini araştırmayı amaçladık.

Hastalar ve Yöntem: 2020-2023 yılları arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji polikliniğine başvuran Lenke tip 5 adölesan idiopatik skolyoz hastaları tarandı. Bu tarama sonucu başvuran 184 hastadan yeterli takip süresi olan ve dahil edilme koşulunu sağlayan 63 hasta ile çalışma oluşturuldu. Hastaların başvuru sırasında ve kontrollerinde çekilmiş olan skolyoz grafileri üzerinde koronal, sagittal ve pelvik parametrelerin ölçümleri yapılarak kayıt altına alındı. Ölçümler arasındaki farklar hesaplanarak not edildi. Korse kullanan hastalar Grup 1, sadece izlem ile takip edilen hastalar Grup 2 olarak sınıflandırıldı.

Bulgular: Yöntemde belirtilen 63 hastanın 44'ü kız (%70) 19'u erkektir (%30). Hastaların ortalama yaşı 14'tür (en küçük 11, en büyük 17). Hastaların ortalama takip süreleri 6 ay olup (en düşük 5 en fazla 26) ilk ölçümler sırasında 34 hasta Risser evre 4 (%55), 29 hasta Risser evre 5 (%45) olarak bulunmuştur. Grup 1'de torakal ve torakolomber eğrilik istatistiksel olarak anlamlı bir azalma saptandı ($p<0.05$). Aynı zamanda Grup 1'de omuz dengesinin sol tarafa kaydığı bulunmuştur. Bu ölçümlerle birlikte pelvik parametrelerdeki değişim incelenmiş ve Grup 1'de sakral slop'ta -7.0 derece (en düşük -10.0, en fazla -2.0) medyan değerli bir azalma olurken, Grup 2'de +1 derece medyan değeri olan (en düşük -7.0 en fazla +4.0) bir değişim görülmüştür. Sakral sloptaki bu değişim sonucunda pelvik tilt Grup 1'de +1.0 derece (en düşük-

5.0, en fazla 8.0), Grup 2’de 0 derece (en düşük -6.0, en fazla 5.0) medyan değerleri ile değişim göstermiştir. Pelvik insidans ise Grup 1’de -6.0 derece (en düşük -14.0, en fazla +5.0), Grup 2’de 1.0 derece (en düşük -6.0, en fazla 10.0) medyan değerleri ile değişim göstermiştir. Grup 1’deki hastalarda sakral slop ve pelvik insidans azalmaları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p<0.05$)

Sonuç: Risser 4 omurga büyümesinin, Risser 5 iskelet büyümesinin sona erdiğinin göstergesi olarak kabul edilse de bu dönemdeki Lenke tip 5 AİS hastalarında uygun vakalarda korse kullanımının ana eğriliği azalttığı ve bu eğriliği azaltırken pelvik parametreleri de etkilediği görölmüştür.



ABSTRACT

Objective: Scoliosis is the most common deformity of the spine. It is idiopathic in most cases, and this is the most common form of scoliosis. Idiopathic cases are most commonly observed in the adolescent age group (10-18 years). As long as skeletal maturity continues, the curve has the potential to grow. Risser 4 is the end of spinal growth, and Risser 5 is skeletal maturity. Sagittal plane and spinopelvic parameters, a popular subject of investigation in recent years, vary in the adolescent age group. Their relationship with the disease and their effect on the course of the disease in the AIS patient population is not clearly understood. Therefore, we aimed to investigate the efficacy of bracing treatment and its effect on pelvic parameters in Lenke type 5 adolescent idiopathic scoliosis cases, which occurs in the late phases of skeletal growth in the adolescent age group.

Patients and Methods: Lenke type 5 adolescent idiopathic scoliosis patients admitted to the Orthopedics and Traumatology outpatient clinic of Ondokuz Mayıs University Faculty of Medicine Hospital between 2020 and 2023 were screened. Of 184 patients who applied due to this screening, 63 with sufficient follow-up time and met the inclusion criteria were included in the study. Coronal, sagittal, and pelvic parameters were measured and recorded on the scoliosis radiographs taken at admission and follow-up. Differences between the measurements were calculated and noted. Patients who used bracing were classified as Group 1, and patients who were followed up only with follow-up were classified as Group 2.

Results: Of the 63 patients, 44 were female (70%), and 19 were male (30%). The mean age of the patients was 14 years (minimum 11, maximum 17). The mean follow-up period was six months (minimum five and maximum 26), and 34 patients were in Risser stage 4 (55%), and 29 patients were in Risser stage 5 (45%) during the first measurements. There was a statistically significant reduction in thoracic and thoracolumbar curvature in Group 1 ($p<0.05$). It was also found that shoulder balance shifted to the left side in Group 1. With these measurements, the change in pelvic parameters was analyzed, and a decrease in sacral slope with a median value of -7.0 degrees (minimum -10.0, maximum -2.0) was observed in Group 1, while a change with a median value of +1 degree (minimum -7.0, maximum +4.0) was

observed in Group 2. As a result of this change in sacral slope, pelvic tilt changed with a median value of +1.0 degrees in Group 1 (minimum -5.0, maximum 8.0) and 0 degrees in Group 2 (minimum -6.0, maximum 5.0). Pelvic incidence varied with median values of -6.0 degrees (minimum -14.0, maximum +5.0) in Group 1 and 1.0 degrees (minimum -6.0, maximum 10.0) in Group 2. Reductions in sacral slope and pelvic incidence in patients in Group 1 were statistically significant ($p<0.05$).

Conclusion: Although Risser 4 is considered an indicator of the end of spinal growth and Risser 5 as an indicator of the end of skeletal growth, it has been observed that the use of bracing in appropriate cases in Lenke type 5 AIS patients in this period reduces the main curve and affects pelvic parameters while reducing this curve.



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
BEYAN	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
GRAFİKLER DİZİNİ.....	xii
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. TARİHÇE	3
3. GENEL BİLGİLER.....	5
3.1 Embriyoloji.....	5
3.2 Anatomi	7
3.2.1. Bulunma Yerine Göre Vertebralar.....	10
3.2.1.1. Servikal Vertebralar	10
3.2.1.2.Torakal Vertebralar	12
3.2.1.3.Lomber Vertebralar.....	13
3.2.1.4 Sakrum	14
3.2.1.5.Koksiks.....	14
3.2.2. İntervertebral Disk.....	15
3.3.3. Eklemler	16
3.3.4. Ligamanlar	16
3.3.4.1. Ligamentum Longitudinale Anterior (ALL)	17
3.3.4.2. Ligamentum Longitudinale Posterior (PLL)	17
3.3.4.3. Ligamentum Flavum	18
3.3.4.4. Ligamentum Supraspinale	18
3.3.4.5. Ligamentum İntertransversaria	18
3.3.4.6. Ligamentum İnterspinalia.....	18
3.3.4.7. Ligamentum Sacrococcygeum.....	18
3.3.4.8. Ligamentum capsulare	18
3.3.5. Kaslar.....	19
3.3.6. Omurganın Vasküler Yapıları	20
4. BİYOMEKANİK VE DENGİ.....	22
5. SKOLYOZ.....	26

5.1. İdiopatik Skolyoz	26
5.2. Adölesan İdiopatik Skolyoz	27
5.2.1. Prevalans	27
5.2.2. Etyoloji	27
5.2.3. Patofizyoloji	28
5.3. Klinik Değerlendirme	29
5.3.1. Anamnez	29
5.3.2. Fizik Muayene	30
5.4. Radyolojik Değerlendirme	32
5.4.1. Direkt Grafi	32
5.4.2. Eğriliğin Büyüklüğünün Ölçümü	33
5.4.3. Vertebra Rotasyon Ölçümü	37
5.4.4. Koronal Dengenin Değerlendirilmesi	39
5.4.5. Sagittal Dengenin Değerlendirilmesi	40
5.4.6. Pelvik Parametrelerin Değerlendirilmesi	42
5.4.7. Sağlıklı Popülasyonda Omurga Sagittal plan ve Pelvis İlişkisi	43
5.4.8. Manyetik Rezonans Görüntüleme	44
5.4.9. Bilgisayarlı Tomografi	44
5.5. Terminoloji	45
5.6. İskelet Matüritesinin Tayini	47
5.7. Doğal Seyir	49
5.8. AIS Sınıflamaları	51
5.8.1. King-Moe Sınıflaması	51
5.8.2. Lenke Sınıflaması	52
5.9. Adölesan İdiopatik Skolyoz Tedavisi	55
5.9.1. İzlem	55
5.9.2. Konservatif Tedavi	55
5.9.3. Cerrahi Tedavi	57
5.9.3.1. Posterior Enstrümantasyon ve Füzyon	57
5.9.3.2. Anterior Enstrümantasyon	60
6. GEREÇ VE YÖNTEM	62
6.1 İstatistiksel Analiz	67
7. BULGULAR VE SONUÇLAR	69
7.1. Korelasyonlar	75
8. TARTIŞMA	76
9. ÇIKARIMLAR	83

10. KAYNAKLAR.....	84
EKLER.....	91
EK-1: Etik Kurul Onay Formu	91
EK-2: Turnitin Orijinallik Raporu	92
EK-3: Çalışma İzni.....	93



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: 20 günlük bir embriyoda somitlerin, nöral oluk ve nöral katlantıların oluşmaya başlaması [9].	6
Şekil 2: Omurganın gelişimin değişik evrelerindeki oluşumu. A. Sklerotomik segmentler 4. haftada dansitesi daha az olan intersegmental dokuya ayrılmıştır. B. Sklerotomun kaudal yarısı proliferasyon olarak intersegmental mezenşimin ve bitişindeki sklerotomun kranial yarıya doğru ilerlemesi. C. Vertebralar art arda gelen sklerotomların üst ve alt yarıları ve intersegmental dokudan meydana gelir [9].	7
Şekil 3: Omurganın ön, yan ve arkadan görünümü	8
Şekil 4: Fetal yaşamdan erişkin hale kadar olan omurganın gelişimi [16].	9
Şekil 5: Tipik vertebra olarak lomber vertebranın görünümü. A ve B kemik görünümünü temsil ederken C fonksiyon parçaları, D intervertebral forameni göstermektedir [17].	10
Şekil 6: C1 ve C2 vertebraların anatomik özellikleri [19].	11
Şekil 7: C7 vertebranın anatomik özellikleri [19].	12
Şekil 8: Torakal vertebraların anatomik özellikleri [19].	13
Şekil 9: Lomber vertebralar ve özellikleri [19].	14
Şekil 10: Sakrum ve Koksiks'in görünümü ve anatomik özellikleri [19].	15
Şekil 11: İntervertebral disk ve yapısı [24].	16
Şekil 12: Omurga ligamanları [25].	17
Şekil 13: Yüzeyel Sırt Kasları [31].	19
Şekil 14: Derin Sırt Kasları [31].	20
Şekil 15: Omurganın hareketleri [35].	22
Şekil 16: Denis'in üç kolon teorisi [36].	23
Şekil 17: Kartezyen koordinat sisteminde rotasyon anlık eksen ve hareketleri [40].	24
Şekil 18: İdiopatik skolyoz etyolojisinde rol oynayan etmenler.	28
Şekil 19: Skolyozu olan erkek çocuğu arkadan görünüm ve Adams öne eğilme testi.	31
Şekil 20: Çekilen AP ve Lateral grafiğin görünümü.	33
Şekil 21: Cobb metodu ile direkt grafi üzerinden eğrilik büyüklüğünün ölçümü.	34
Şekil 22: Şekil 23'teki hastanın eğriliğinin Ferguson yöntemi ile ölçümü.	35
Şekil 23: Stagnara grafisi [44].	36
Şekil 24: Sağ ve sol yana eğilme grafiği.	37
Şekil 25: Spinöz çıkıntıların rotasyonla birlikte değişen görünümü [16].	38
Şekil 26: Nash-Moe yöntemi ile vertebra rotasyonu ölçülmesi [57].	39
Şekil 27: Frontal plan dengesini değerlendirmede kullanılan radyografik değişkenler.	40
Şekil 28: SVA'nın çekül çizgisi ile değerlendirilmesi ve şematik olarak sagittal dengenin belirlenmesi ve direkt grafi üzerinde gösterilmesi [64].	42
Şekil 29: Pelvik tilt, Sakral slop ve Pelvik insidans'ın ölçümlerini şematik gösterimi.	43
Şekil 30: Ameliyat öncesi çekilmiş 3 boyutlu bilgisayarlı tomografi.	45

Şekil 31: Terminolojide belirtilen terimlerin şematik gösterimi [72].	47
Şekil 32: İskelet matürasyonu tayini için kullanılan Risser bulgusunun şematik gösterimi.	48
Şekil 33: a'dan h'ye Sanders sınıflandırması [76].	49
Şekil 34: Di Meglio büyüme ve progresyon piramidi [77].	51
Şekil 35: King-Moe Sınıflaması.	52
Şekil 36: Lenke Sınıflaması Bileşenleri [64].	53
Şekil 37: Lenke sınıfı bileşenleri [64].	54
Şekil 38: T4-L3 posterior enstrümantasyon ve füzyon uygulanan 15 yaşında erkek hasta. Lenke Tip 3C. Sagital modifier: N.	60
Şekil 39: Korse uygulanmadan önce hastanın ve eğriliğin görünümü.	63
Şekil 40: Korse uygulandıktan sonra hastanın görünümü.	63
Şekil 41: Skolyoz Değerlendirme Formu.	65
Şekil 42: Örnek grafi üzerinde pelvik parametrelerin ölçümü.	66

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1: Korse uygulanmasına göre hasta grupları ve yüzdeleri 64

Grafik 2: Hastaların birinci ve ikinci ölçümlerindeki Risser evreleri. 69



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1: Grup 1 gruptaki ölçümlerde pelvik parametrelerin değerleri.	72
Tablo 2: Grup 2 gruptaki ölçümlerde pelvik parametrelerin değerleri.	72
Tablo 3: Grup 1 (korse kullanan) hastalarda yapılan ölçümlerdeki değişimlerin median değerleri ve istatistiksel sonuçları.	74
Tablo 4: Grup 2 (korse kullanmayan) hastalarda yapılan ölçümlerdeki değişimlerin median değerleri ve istatistiksel sonuçları.	74



1. GİRİŞ VE AMAÇ

Skolyoz omurganın en sık görülen deformitesidir. Üç boyutlu bir deformite olup koronal planda çekilmiş direkt grafilerde görülen 10 derece ve daha büyük lateral eğrilikler olarak tanımlanır. Konjenital, sendromik ve idiyopatik olarak 3 ana gruba ayrılabilir [1].

Görülen bu eğrilik yalnızca koronal planda değildir. Üç boyutlu bir deformite olmasının nedeni koronal planda gözüken eğrilikle birlikte, aksiyel planda bir rotasyon ve artmış veya azalmış sagittal planda değişiklikler eşlik eder. İdiyopatik skolyoz normal büyümenin herhangi bir zamanında ortaya çıkabilir.

Yapısal sebepli skolyozun yaklaşık %80'i idiyopatik skolyozdur ve dolayısıyla hastalığın sebebi henüz net olarak ortaya koyulamamıştır. Buna rağmen idiyopatik skolyoz tanısı iyi bir fizik muayeneyle birlikte diğer nedenlerin (nörolojik hastalıklar, konjenital hastalıklar gibi) ekarte edilmesiyle konulabilir.

İdiyopatik skolyoz üç farklı zamanda pik gösteri bunlar; yaşamın ilk yılında görülen skolyoza infantil idiyopatik skolyoz, 5-6 yaş döneminde ortaya çıkan skolyoza juvenil idiyopatik skolyoz, ve adölesan dönemin başlangıcı olan 10-11 yaşlarında görülen skolyoza adölesan idiyopatik skolyoz (AİS) denir [1].

AİS, çocuklarda en sık görülen idiyopatik skolyoz tipi olup, 10-18 yaşları arasında ortaya çıkan üç boyutlu bir omurga deformitesidir. AIS prevalansı tüm dünyada %0,47 ila %5,20'dir [2]. İnsidansı erkek ve kadında benzerdir. Bununla birlikte kadınlarda 30 derece veya daha fazla Cobb açısına sahip eğriliklerin progresyon ihtimali daha fazladır.

AİS etyolojisinde çeşitli etkenler ortaya atılmış ancak net bir neden ortaya koyulamamıştır. Başlıca etmenler arasında genetik, mezenşim dokusunun yapısı, büyüme hormonu, melatonin salgısı, propriosepsiyon bozuklukları, trombosit yapısı, kalmodulin, nörosantral sinkondrozun anormal gelişimi, beyin sapı gibi birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerden yola çıkarak multifaktöriyel bir etyolojiye sahip olduğu söylenebilir [3]. Ancak bu bilgiler teori aşamasında kalmıştır.

Bugüne kadar yapılan araştırmaların birçoğunda AİS etyoloji ve tedavisi üzerine yoğunlaşmıştır. Koronal ekseninde tedavi konservatif, breys ve cerrahi yöntemler ile

sağlansa da, sagittal ekseninde düzelme göreceli olarak ihmal edilmiş, sagittal ve pelvik parametrelerin hastalığın seyrinde ve tedavideki değişimlerine yönelik araştırma sayısı oldukça azdır. Son yıllarda özellikle erişkin deformitelerin değerlendirilmesinde büyük bir önem kazanan sagittal ve pelvik parametreler artık adölesan hastalar için de önem kazanmış durumdadır.

Bu bilgiler ışığında biz de kliniğimize başvuran adölesan yaş grubundaki skolyoz hastalarının bilgilerini ve verilerini inceleyerek AIS hastalarında sagittal ve pelvik parametrelerin hastalığın doğal seyrine olan etkisini ve tedavi ile bu değerler arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçladık. Bu çalışma ile skolyozun üç boyutlu yapısının daha iyi anlaşılmasını, hastalığın progresyonuna etki eden faktörleri azaltmayı ve sekonder olarak da korse kullanan hastalarda matüritenin eğrilik gelişimindeki etkisini araştırmayı hedefledik.

2. TARİHÇE

Skolyoz tarihin eski çağlarından itibaren bilinen Yunanca eğrilik, kıvrıklık olan bir kelime olan ‘scoliosis’ kelimesinden köken alır. Omurganın en yaygın deformitesidir.

Skolyoz ilk kez Hipokrat (M.Ö. 460-377) tarafından koronal plandaki eğrilikler olarak tanımlanmış tedavisinde “scamnon” adını verdiği bir traksiyon cihazı kullanılmıştır. Kifoz, lordoz, skolyoz kelimeleri ise başka bir Yunan olan Galen tarafından M.S. ikinci yüzyılda tanımlanmıştır.

650 yıllarında Yunanlılar skolyoz hastalarını tahta çubuklar ile bağlayarak ilk breys tekniğini geliştirdiler. Bundan sonra yıllar boyunca traksiyon tekniği skolyoz hastalarında aktif olarak kullanılmıştır. Ambroise Paré (1510-1590) adında Fransız bir cerraha kadar skolyozla ilgili detaylı bir çalışma yapılmamıştır. Ambroise Paré skolyoz hastalarında metal bir breys kullanmıştır ancak bu da tedavi edici olmamış sadece postürü düzeltmekle sınırlı kalmıştır.

Nicholas Andry, skolyozun asimetrik kas gerginliğinden kaynaklandığına inanıyordu ve bu nedenle, Fransızların spinal deformitenin nedeni olarak "konvülsif kas kasılması" inancını güçlendirmeye yardımcı olmuştur. Andry, skolyozun omurgalardan kaynaklanmadığını, vücudun ön tarafındaki kasların kısa olmasından dolayı eğrilğin meydana geldiğini ve bu nedenle tedavide askı, iple germe gibi tedaviler ve fizik tedavi egzersizleri uygulamıştır [4]. Andry ayrıca 18. yüzyılda ortopedinin evrensel simgesi olan ağacı tasarlamıştır. Bu ağaç günümüzde halen birçok kliniğin logosunun temelini oluşturmaktadır ve çocuk deformitelerine atfedilmektedir.

1865 yılında, René Guérin adlı bir Fransız cerrah tarafından ilk cerrahi girişim olan miyotomi uygulanmış ancak yine tedavide yetersiz kaldığı görülmüştür [5].

1876 yılında X ışını keşfedilmesiyle skolyoz tanısı koyulmasında büyük bir gelişme yaşanmıştır.

1900’lü yılların başlarında Russell Hibbs tarafından ilk defa omurgada posterior füzyon operasyonu gerçekleştirildi. Bu ilk başta tüberkülozlu hastada yapılmış olsa da omurga deformitesi nedeniyle 1914 yılında da uygulandı. Hibbs cerrahi

sonrasında da yara iyileşmesini takiben alçı ile yapılan bir traksiyon korsesi uygulanmıştır.

Cobb ve Risser 1940'lı yıllarda cerrahi tedavinin temel prensiplerini oluşturmuştur. Cobb skolyozun radyolojik ölçümlerini tariflemiş Risser de hem iskelet matürasyonunu göstermek için bir şablon oluşturmuş hem de deformiteyi düzeltici alçı sistemini tariflemiştir.

1945 yılında breys ile tedavi için Walter Blount ve Al Schmidt Milwaukee korsesini geliştirmiştir. Bu yıllarda Boston ortezi de kullanılmıştır.

Cerrahide Harrington tarafından yapılan enstrümantasyon sisteminin kullanılmasıyla büyük bir ilerleme sağlanmıştır [6]. Anterior cerrahi 1969 yılında ilk kez Dwyer tarafından yapılmış ancak kullanılan enstrümanlar nedeniyle tedavide yetersiz kalmıştır.

Skolyozda deformitenin üç boyutlu olduğunun anlaşıldığı 1980'li yıllarda hem koronal, sagittal ve aksiyel eksenlerde düzelmeyi sağlayan enstrümanlar olan Cotrel-Dubousset, TSRH, Isola, Alıcı sistemleri kullanılmaya başlanmıştır [7].

3. GENEL BİLGİLER

3.1 Embriyoloji

Omurganın gelişimi yaşamın üçüncü haftasında başlar. Bu gelişme aşamasındaki embriyo bilaminer germ diski adı verilen iki katmanlı bir hücre yapısı olarak bulunur. Yaklaşık 15. günde bilaminer germ diskinin orta hattında bir oluk oluşur ve buna primitif oluk denir. Primitif oluk embriyonun kranial ucunda ilk derinleşmeyi oluşturup kaudale doğru ilerler. Bu derinleşme primitif çukur olarak adlandırılır ve bu primitif çukuru çevreleyen hücrelerin toplanması primitif düğümü oluşturur. Embriyonun başı bu primitif çukur/düğümde oluşur.

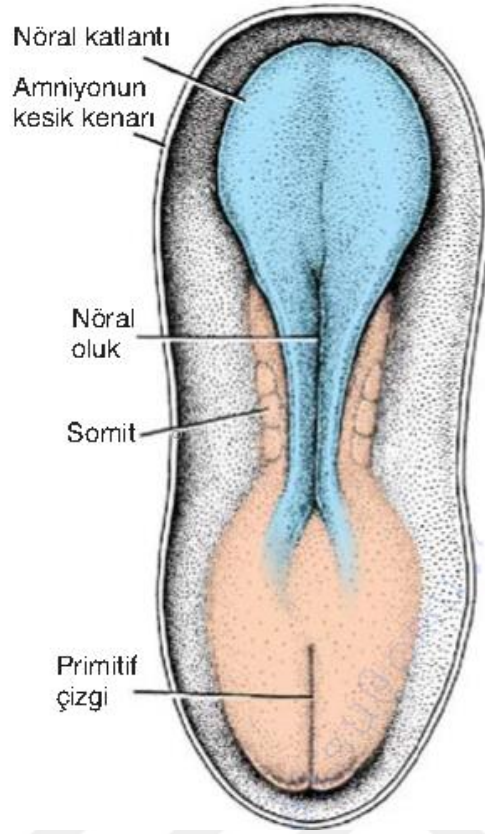
Epiblast hücrelerinin göçü ile üç katmanlı bir yapı oluşur. Bu katmanlar endoderm, mezoderm, ektoderm olarak adlandırılır.

Mezodermde iki orta hat yapısı gelişir; prekordal plak ve notokordal çıkıntı. Notokordal çıkıntı içi boş bir mezodermal tüp olarak başlar ve notokord adı verilen katı bir çubuk şeklinde yapıya dönüşür. Notokord, vertebraların oluşumunu indükler ve daha sonra bu vertebral gövdeler notokordun etrafında birleşerek nucleus pulposus'un oluşmasına neden olur.

Notokord gelişiminin ardından mezodermde üç farklı yapı oluşur: paraksiyel mezoderm, intermediat mezoderm ve lateral plak mezoderm. Omurga ve omurilikle ilgili olarak, notokordun bitişiğinde yer alan paraksiyel mezoderm, somit adı verilen kritik yapıları oluşturan hücre dizilerine yol açar. Somitler aksiyel iskeletin, istemli kas sisteminin ve deri dermisinin oluşumundan sorumludur.

Somit Formasyonu ve Farklılaşması

Somitler gebeliğin yaklaşık 20. gününde çiftler olarak ortaya çıkarlar. (Şekil 1). Başlangıçta notokordda 42-44 adet somit çifti bulunur. Kranial somit çiftleri kafatasının tabanını oluşturur. Kaudal 5-7 somit geriler ve gelişim için 37 somit çifti kalır. Somit çiftlerinden 1-4 oksipital kemik yanı sıra yüz ve iç kulak kemiklerini oluşturur. 5-12. Somitler servikal vertebraları, 13-24. somitler torakal vertebraları, 25-29. somitler lomber vertebraları ve 30-34. somitler sakrumu oluşturur. Geri kalan 3 somit koksiksi meydana getirir [8].



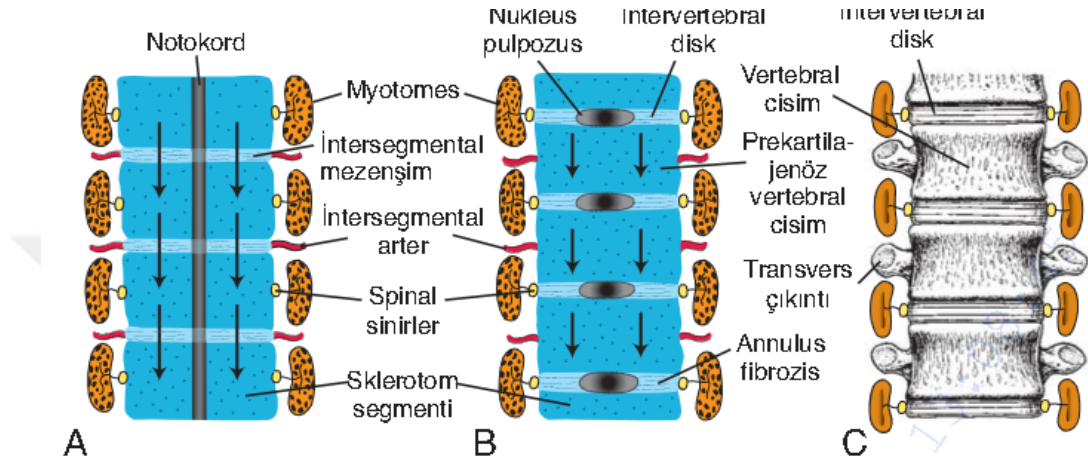
Şekil 1: 20 günlük bir embriyoda somitlerin, nöral oluk ve nöral katlantıların oluşmaya başlaması [9].

Gebeliğin yaklaşık 6. haftasında mezodermdeki omurga prekürsörü bir kıkırdak modeline dönüşür. Vertebra gövdesinde iki sentrum adı verilen iki kondrifikasyon(kıkırdaklaşma) merkezi gelişir. Sentrum tek bir vertebra gövdesinin kıkırdak öncüsünü oluşturmak için orta hatta kaynaşmaya devam eder. Bu tek kaynaşmış kıkırdaklaşma merkezi ossifikasyon merkezine dönüşür. Kıkırdaklaşma merkezlerden biri oluşmazsa sadece kontralateral merkez gelişecek bu da hemivertebraya neden olup doğuştan gelen bir skolyoza neden olacaktır. Nöral kanal lateralinde kümelenen 2 kıkırdaklaşma merkezinin dorsal füzyonu processus spinosus ve nöral arkı oluşturur. Buradan iki kıkırdaklaşma merkezi daha belirterek processus transversusları oluşturur. Yaklaşık 8. haftada kondral omurganın etrafındaki interstisyel matriksten ön ve arka bağlar oluşur [10, 11].

Vertebral Ossifikasyon

Ossifikasyon intauterin dönemde başlar ve yaşamın ikinci dekatının ortasına kadar devam eder. Yaklaşık 5 yaşında vertebral arklar kaynaşır. Lomber vertebralardan

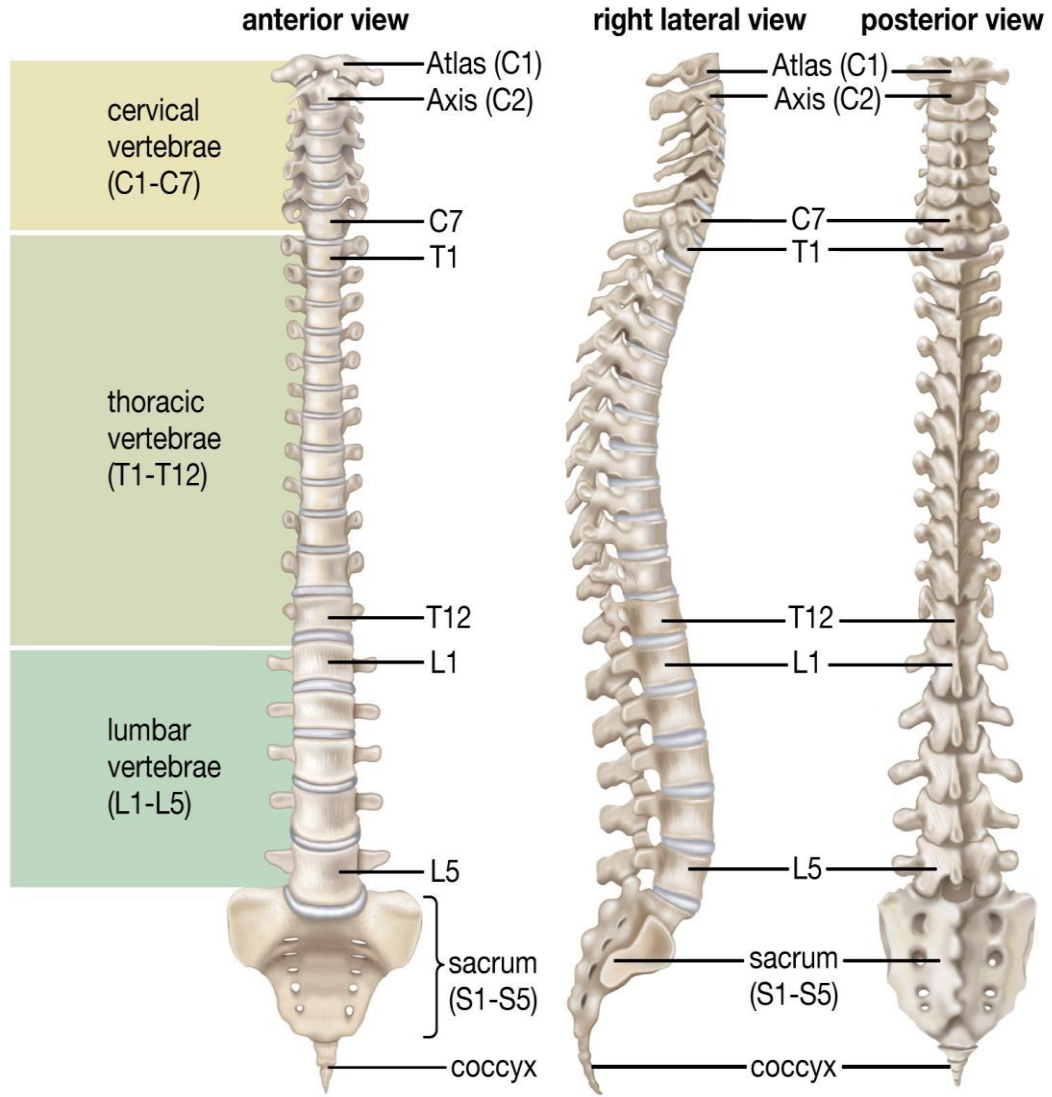
ossifikasyon başlayarak kraniale doğru uzanır. (Şekil 2). Nörosantral eklemler 6 yaşında ossifiye olarak gövde arkların birbirine kaynaması gerçekleşmiş olur [10, 11]. Pubertede her vertebrada 5 adet ikincil ossifikasyon merkezi belirir. Bunlardan bir tanesi processus spinosusta, ikisi transvers processuslarda, iki tanesi de vertebra korpusunun epifiz kısmında görülür. Yaklaşık 25 yaşlarında bu ikincil ossifikasyon merkezleri birbirleriyle füzyona uğrar ve omurganın gelişimi tamamlanmış olur [8].



Şekil 2: Omurganın gelişimin değişik evrelerindeki oluşumu. **A.** Sklerotomik segmentler 4. haftada dansitesi daha az olan intersegmental dokuya ayrılmıştır. **B.** Sklerotomun kaudal yarısı proliferate olarak intersegmental mezenşimin ve bitişiğindeki sklerotomun kranial yarıya doğru ilerlemesi. **C.** Vertebralar art arda gelen sklerotomların üst ve alt yarıları ve intersegmental dokudan meydana gelir [9].

3.2 Anatomi

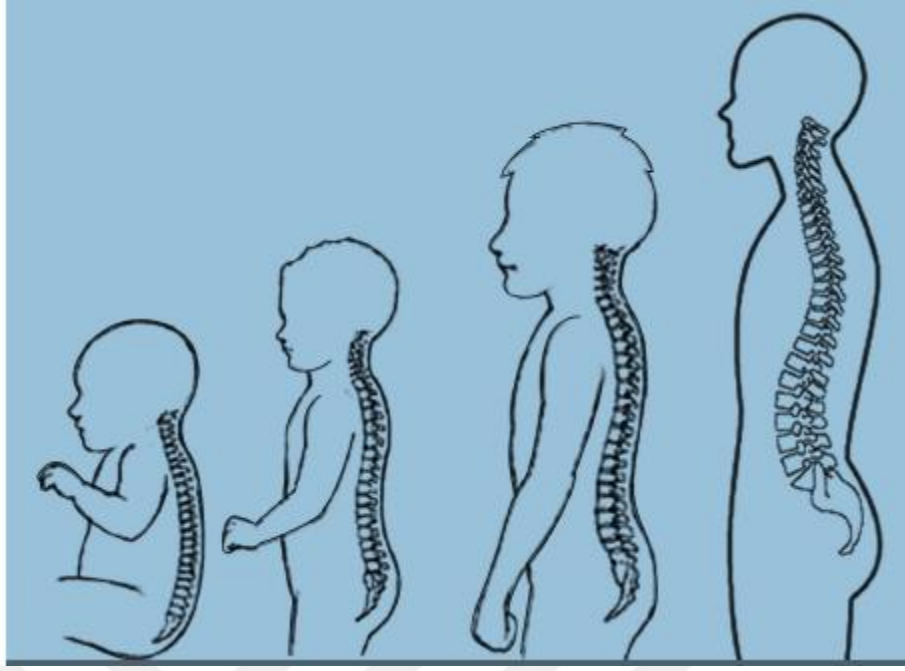
7 servikal, 12 torakal, 5 lomber vertebralar 5 sakral vertebranın birleşmesiyle oluşan sakrum ve 4 koksigeal vertebranın birleşmesiyle oluşan koksiks ile birlikte omurgayı oluşturur (Şekil 3). Servikal, torakal ve lomber vertebralar hareketli vertebralardır, bunların arasında hareketi sağlayan intervertebral diskler bulunur. Bu hareketli vertebralara gerçek vertebra denirken sakrum ve koksiksin hareketinin olmaması sebebiyle yalancı vertebra olarak adlandırılır [12, 13].



© Encyclopædia Britannica, Inc.

Şekil 3: Omurganın ön, yan ve arkadan görünümü

Omurganın öne doğru olan eğriliklerine lordoz, arkaya doğru olanlarına kifoz denir [14]. Omurgada sagittal planda 4 adet fizyolojik eğrilik vardır. İnfanıl dönemde herhangi bir eğrilik yoktur ve omurga düzdür. Büyüme sırasında başın dik tutulmaya başlamasıyla birlikte servikal lordoz olur. Dik oturma ve ayağa kalkma hareketleri ile de lomber lordoz meydana gelir. Torakal ve sakral bölgeler kifotiktir. Erişkin hayatta bu eğriliklerin normal değerleri; 30-80 derece servikal lordoz, 20-50 derece torakal kifoz, 30-70 derece lomber lordoz, 40-60 derece sakral kifozdur (Şekil 4) [15].

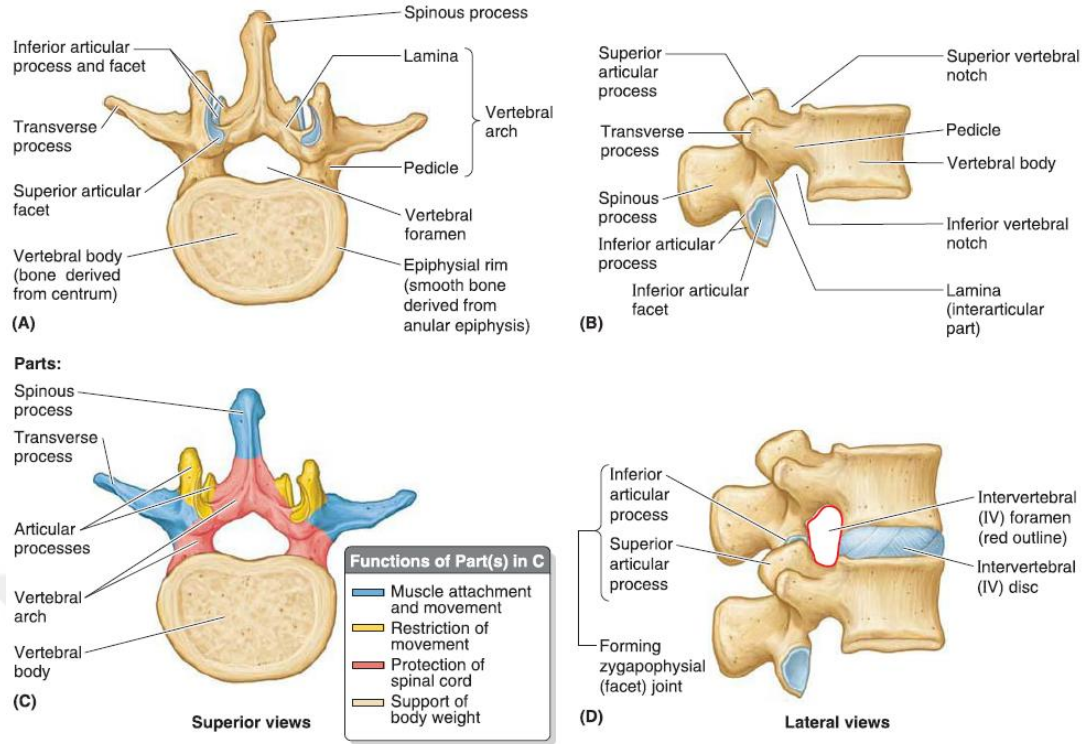


Şekil 4: Fetal yaşamdan erişkin hale kadar olan omurganın gelişimi [16].

Omurga intrensek ve ekstrensek yapılar tarafından stabilize edilir. Ekstresek stabilite göğüs kafesi tarafından sağlanıp kostalar, interkostal kaslar ve ligamanlar destek olurken, intrensek yapıları vertebralar, intervertebral diskler, faset eklemler ve kapsülleri, ligamentum flavum, anterior ve posterior longitudinal ligamentler, intraspinoz ve supraspinoz ligamentler, intervertebral kaslar ve m.erector spinae oluşturur.

Vertebralar bulunduğu bölgeye göre değişiklik göstermesine rağmen genel ortak özellikleri vardır (Şekil 5). Bunlar;

1. Korpus Vertebra
2. Arkus Vertebra
3. Foramen Vertebra
4. Spinöz çıkıntı
5. Transvers çıkıntı
6. Süperior ve inferior artiküler çıkıntılar

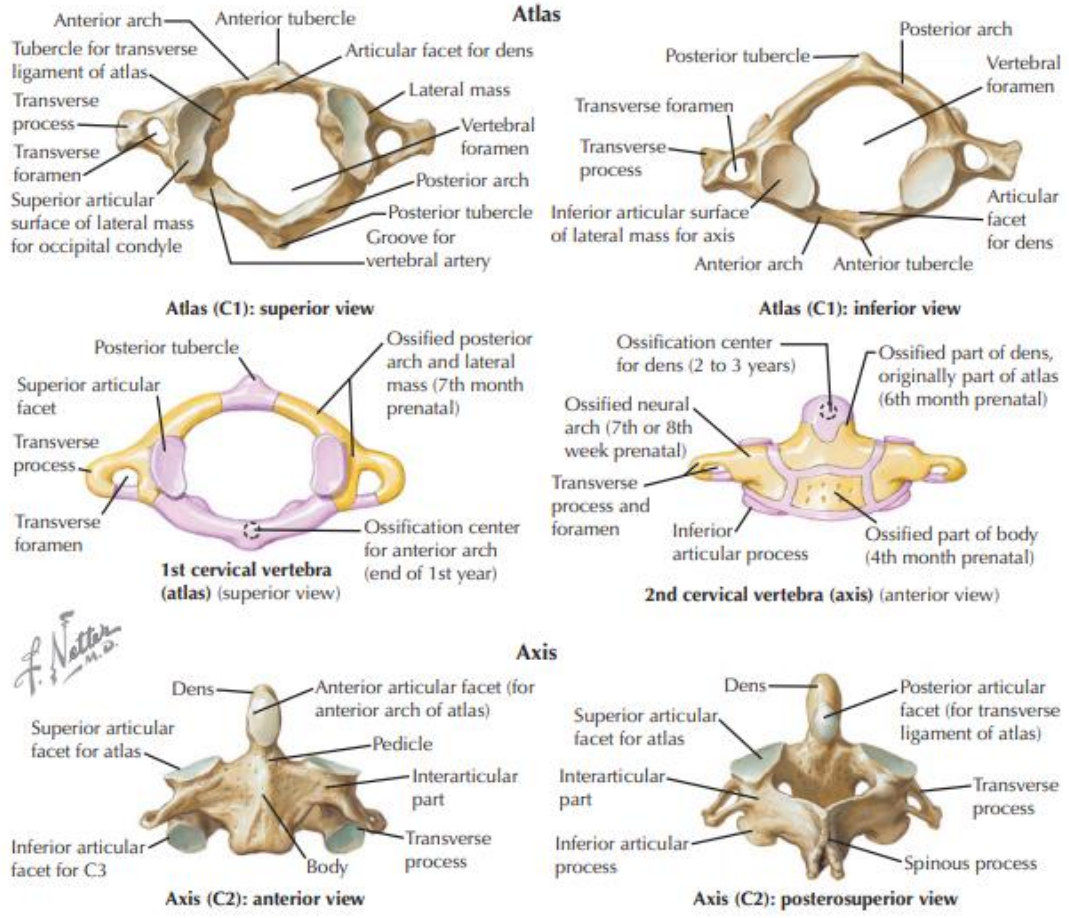


Şekil 5: Tipik vertebra olarak lomber vertebra'nın görünümü. A ve B kemik görünümünü temsil ederken C fonksiyon parçaları, D intervertebral forameni göstermektedir [17].

3.2.1. Bulunma Yerine Göre Vertebralar

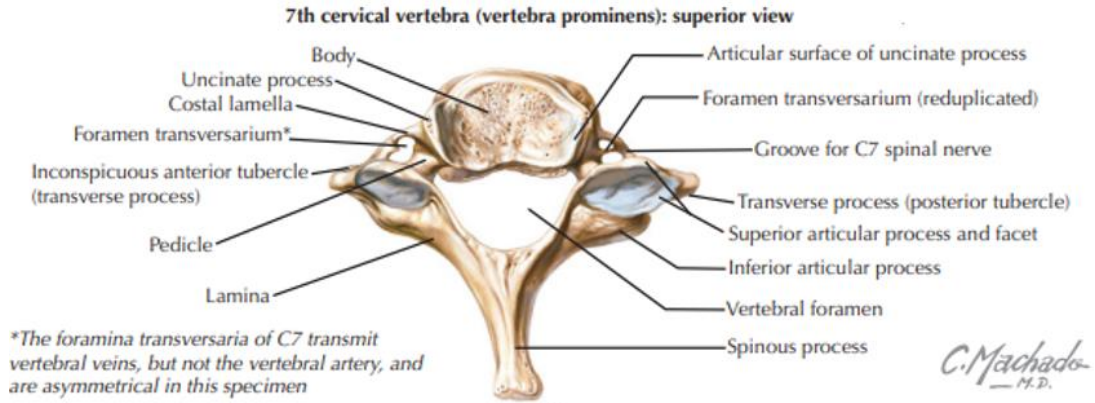
3.2.1.1. Servikal Vertebralar

Servikal vertebralar 7 tanedir. Genel olarak gövdeleri küçüktür, foramen vertebraları büyük ve üçgen şeklindedir. Processus transversuslarında foramen transversarium bulunur. Processus spinosuslar çatallı, korpusları küçük ve yassı kenarlıdır. Korpus vertebraelerin süperioru konkav olduğu için kenarları yukarı doğru gelişmiştir. Bunlara processus uncinatus denir. Korpusların inferioru ise konveks bir yüzeye sahiptir. Bu, altındaki vertebra'nın processus uncinatusu ile eklem yapmasını sağlar [18].



Şekil 6: C1 ve C2 vertebraların anatomik özellikleri [19].

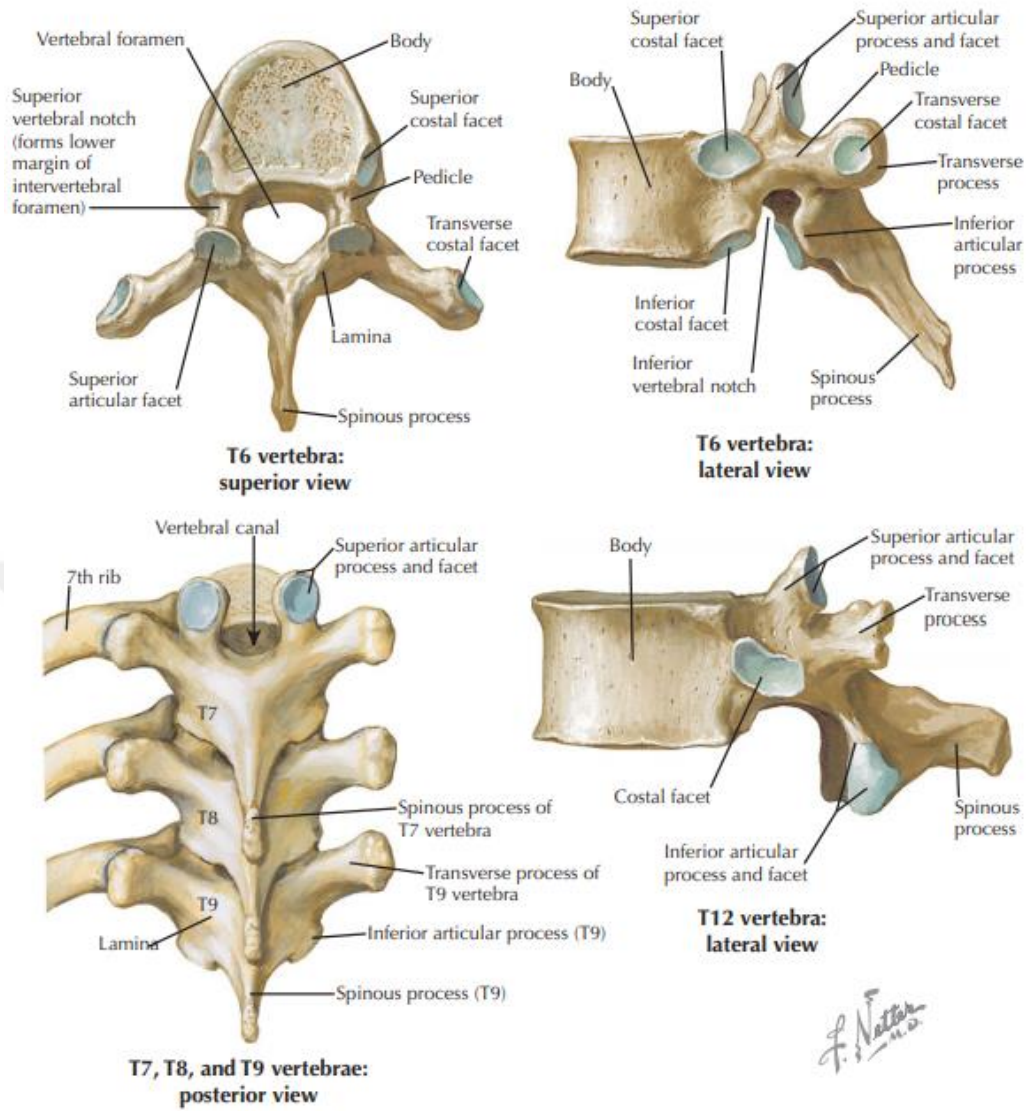
Servikal bölgede C1 (atlas), C2 (axis) ve C7 vertebralar diğerlerinden farklılık gösterir (Şekil 6). C1'in diğer vertebralardan farklı olarak korpüsü ve processus spinosus yoktur. Halka şeklindedir ve her iki yanında massa lateralis bulunur. Massa lateralis oksipital kemikte bulunan condylus occipitale ile eklem yapar. Processus transversuslar normalden daha lateraldir. C2'de dens axis isimli bir çıkıntı bulunmaktadır. Posteriorunda medulla spinalis, anteriorunda fovea dentis bulunmaktadır. Processus transversusları geniş ve sağlamdır. C7 vertebranın ise diğer servikal vertebralardan farklı olarak processus spinosus çatallı değildir (Şekil 7).



Şekil 7: C7 vertebranın anatomik özellikleri [19].

3.2.1.2.Torakal Vertebralar

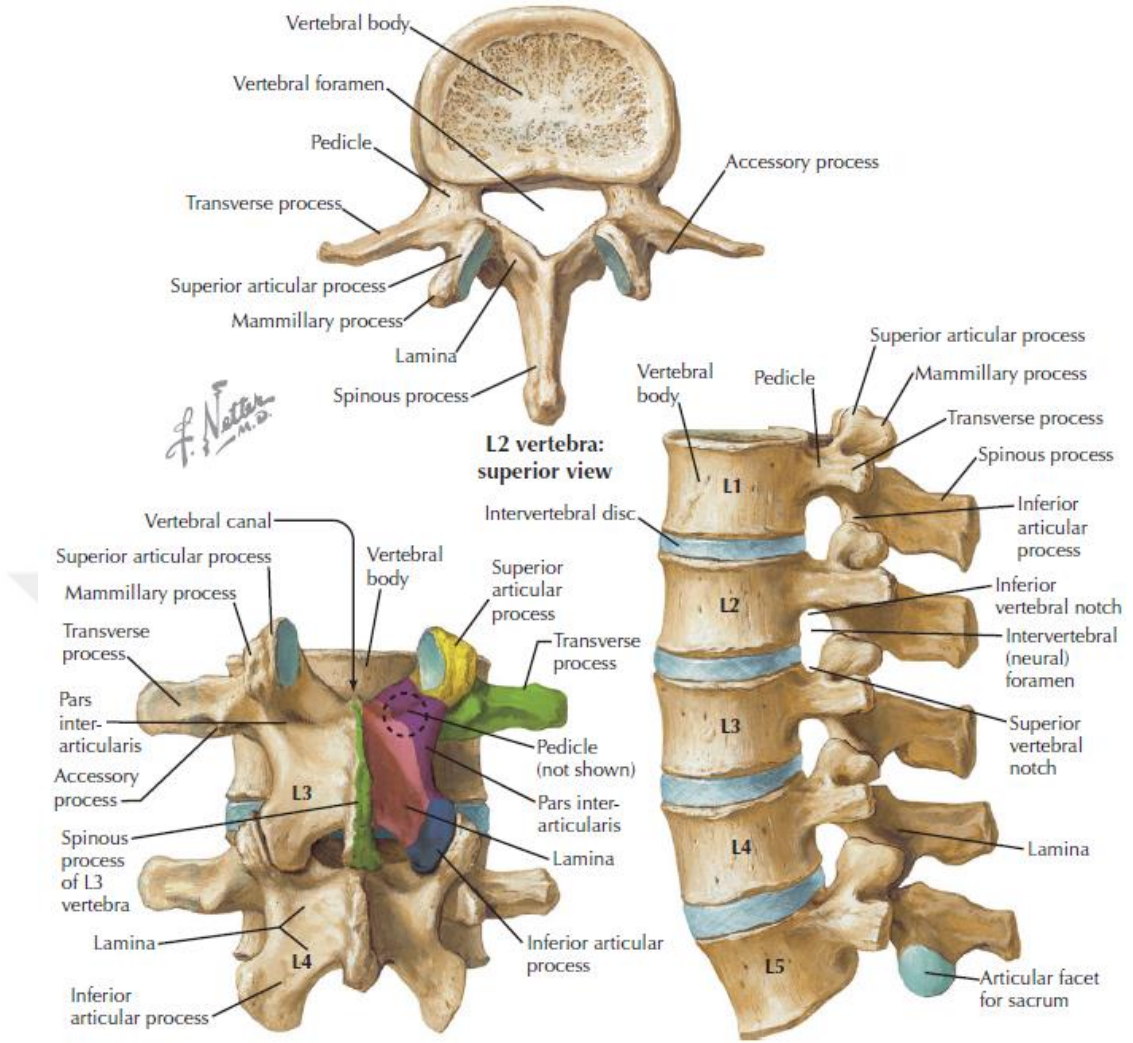
Torakal vertebralar genellikle 12 tanedir, servikal vertebralar ile lomber vertebralar arasında geçiş bölgesidir. En tipik özellikleri kostalar ile eklem yapması nedeniyle bir gövdede bir de spinosus transversusta eklem yüzleri bulunur (1,11,12. vertebralar hariç). T11-L1 arası torakolomber bölgedir ve stabil bölgeden hareketli bölgeye geçiş zonudur (Şekil 8). Burası travma ve diğer omurilik hasarlarının sık görüldüğü lokalizasyondur [20]. Ayrıca medulla spinalisin içinde bulunduğu kanal bu bölgede servikal ve lomber vertebraların bulunduğu bölgeye göre oldukça dardır, dolayısıyla bu bölgedeki yaralanmalar parapleji ile sonuçlanabilir.



Şekil 8: Torakal vertebraların anatomik özellikleri [19].

3.2.1.3. Lomber Vertebralar

Diğer vertebralara göre daha büyük korpus, daha güçlü processus transversus ve processus spinosus'a sahip lomber vertebralar genellikle beş tanedir. Süperiorunda processus mamillaris adında tüberküller mevcuttur (Şekil 9). En geniş hareket açıklığı fleksiyon ve ekstansiyondadır ve bu yaşla birlikte azalır [21]. Pedikülleri en geniş vertebralar lomber vertebralardır.



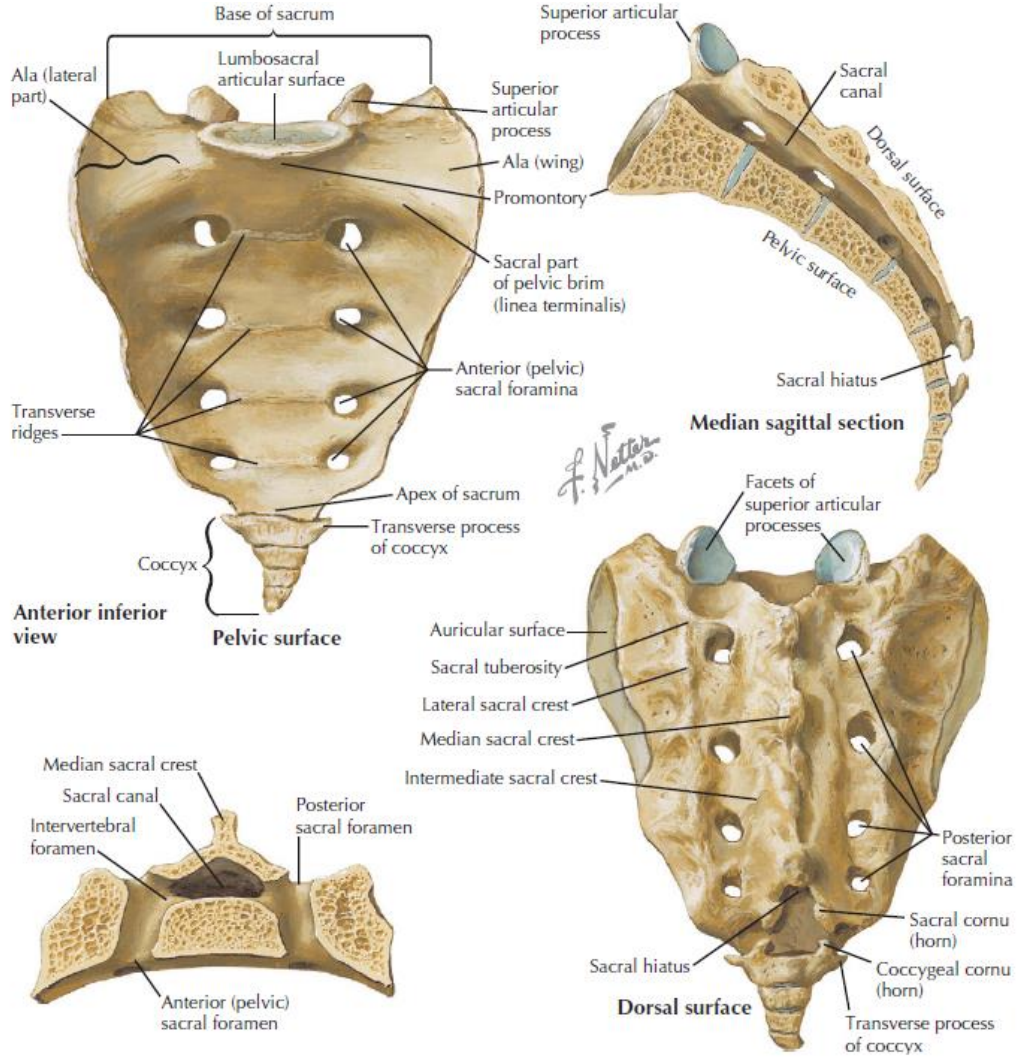
Şekil 9: Lomber vertebralar ve özellikleri [19].

3.2.1.4 Sakrum

5 sakral vertebranın füzyonu ile sakrum oluşmuştur. Koksiks ve iliak kanatlar ile eklemi vardır. Spinal sinirlerin geçtiği foramenler ön ve arkasında bulunmaktadır. Doğal eğriliği kifotiktir [22].

3.2.1.5.Koksiks

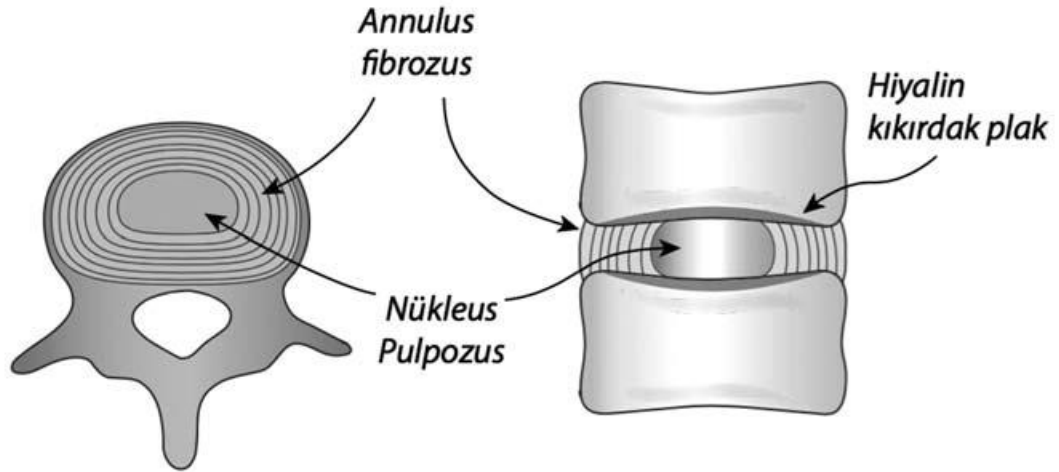
4 veya 5 koksigeal vertebranın birleşmesiyle koksiks oluşur. Kranial kısmında sakrum ile eklemleşir, kaudalinde üçgen şeklinde bir şekil alarak kuyruk sokumunu oluşturur (Şekil 10). Hareketsiz olup omurganın son segmentidir [23].



Şekil 10: Sakrum ve Koksiks'in görünümü ve anatomik özellikleri [19].

3.2.2. İntervertebral Disk

İntervertebral diskler bulunduğu bölgeye göre kalınlık ve şekil olarak farklılıklar gösteren, vertebraların arasında bir yastıkçık görevi gören, servikalde 6, torakalde 12, lomber bölgede 5 tane olan yapılardır. Dışta anulus fibrosus içte de nucleus pulposus meydana gelir (Şekil 11) [14]. İç kısım spongiöz kemikten, dış kısımlar periferik komşu damarlardan beslenir. Nucleus pulposusun yaklaşık % 90'ı su içeriklidir ve yaş ile beraber proteoglikan yapımı azaldığı için bu su miktarı azalır. İntervertebral disklerin kalınlıkları bulunduğu segmentin taşıdığı yük ile doğru orantılıdır ve kranial-kaudal yöne gittikçe artar [12].



Şekil 11: İntervertebral disk ve yapısı [24].

3.3.3. Eklemler

Omurgada eklemler farklı bölgelerde farklı tiplerde olabilir. Basit iki eklem yüzlü (simpleks), multiple eklem yüzlü (kompleks), hareket olmayan (fibröz), yarı oynar (symphysis), hareketli (synoviales) tiplerinde olabilir. Eksenlerine göre tek eksenli (trochoidea), iki eksenli (elipsoidea), ya da birbiri üzerinde hareket eden (plana) tiplerine ayrılır [14].

Eklemler Tipleri ve Örnekleri

Atlanto-axialis eklemi trochoide ve plana tipinde,

Kostovertebral eklemi plana tipinde,

Zygapophysiales (faset eklem) eklemi plana tipinde,

Lumbosakral bileşke eklemi symphysis tipinde,

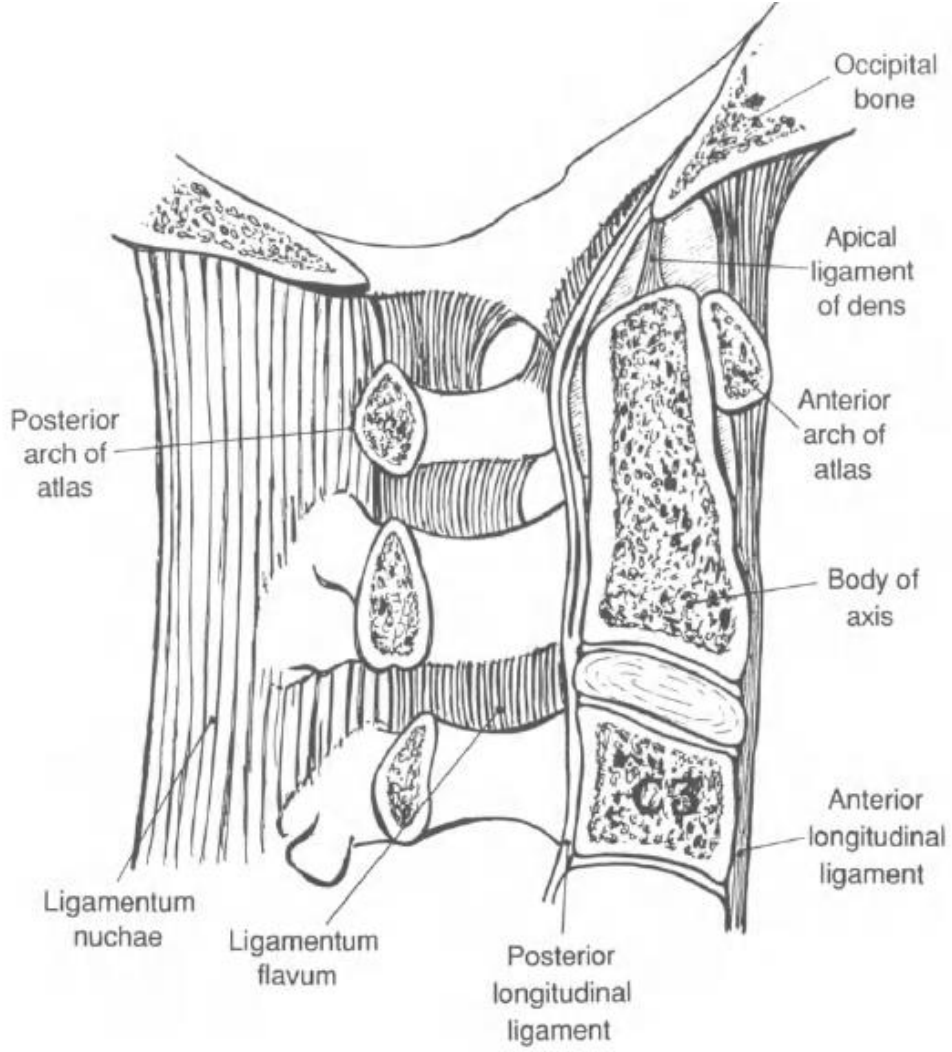
Symphysis intervertebralis eklemi yarı oynar tipte,

Sakrokoksigal eklem yarı oynar tipte,

Sakroiliak eklem sinkondroz tipinde ama erişkinde plana tipindedir.

3.3.4. Ligamanlar

Vertebral kolonun direnci ve hareketleri için oluşmuş özel viskoelastik yapılardır (Şekil 12).



Şekil 12: Omurga ligamanları [25].

3.3.4.1. Ligamentum Longitudinale Anterius (ALL)

Origosu oksipital kemikte, insersiosu sakrum anterosuperiorundadır. Vertebral kolonun anterior yüzeyini örter. Vertebra korpuslarına kuvvetli disklere ise nispeten daha zayıf şekilde tutulum vardır [12, 14].

Ana görevi hiperekstansiyonu sınırlamak ve aşırı distraksiyonu önlemektir. Yapısında yoğun miktarda kollajen lif bulunur [26].

3.3.4.2. Ligamentum Longitudinale Posterius (PLL)

Origosu oksipital kemikte, insersiosu sakrum postero-superiorundadır. Vertebralar ve disklere yapışarak oksipital kemikten sakruma doğru ilerler. Spinal kanalın anterior

yüzeyini oluşturur. ALL'den farklı olarak vertebralara gevşek disklere daha kuvvetli yapışır. Tektorial membran olarak devam eder ve hiperfleksiyonu sınırlar. Lomber bölgede kalınlığı azaldığı için herniler genellikle bu bölgede oluşur [14, 27].

3.3.4.3. Ligamentum Flavum

Origosu aksis insersiosu birinci sakral vertebradır. Spinöz çıkıntıdan faset eklemlere kadar uzanır. Vücudun en büyük elastik ligamanıdır. Komşu laminaları birbirine bağlar. Alt laminanın ventral yüzeyinden sonraki vertebra laminasının dorsal kenarına doğru gider. Omurganın aşırı fleksiyon ve ekstansiyonunu kısıtlayarak spinal kordu korur [14, 28, 29]. Omurganın diğer ligamanlarından farklı olarak yapısında elastin daha fazla bulunur.

3.3.4.4. Ligamentum Supraspinale

Origosu C7 insertiosu sakrumdur. Spinöz çıkıntıları birbirine bağlar. Fibröz, kuvvetli bir yapıya sahiptir. C7'den kraniale doğru ligamentum nuchae adını alır. Öne eğilmede veya rotasyonda gerilerek aşırı fleksiyonu engeller [14, 29].

3.3.4.5. Ligamentum İntertransversaria

Komşu transvers çıkıntılara uzanır. Sadece torakal ve üst lomber vertebralarda görülürler. Sırt derin kaslarına yapışır ve lateral fleksiyonu kontrol eder [12, 30].

3.3.4.6. Ligamentum İnterspinalia

Komşu spinöz çıkıntıları birbirine bağlar. Torakal vertebralarda dar ve uzunken, lomber vertebralarda geniş ve kalındır. Spinal ligamanların en zayıf olanıdır. Öne eğilmede ve rotasyonda gerilir [10].

3.3.4.7. Ligamentum Sacrococcygeum

Sakrumdan koksikse uzanır. Pelvisin stabilizasyonunda görevlidir [14].

3.3.4.8. Ligamentum capsulare

Fasetlerin hareketle kaymasını sağlayan ligamandır. Faset eklemlerin çevresinde bulunur [30].

3.3.5. Kaslar

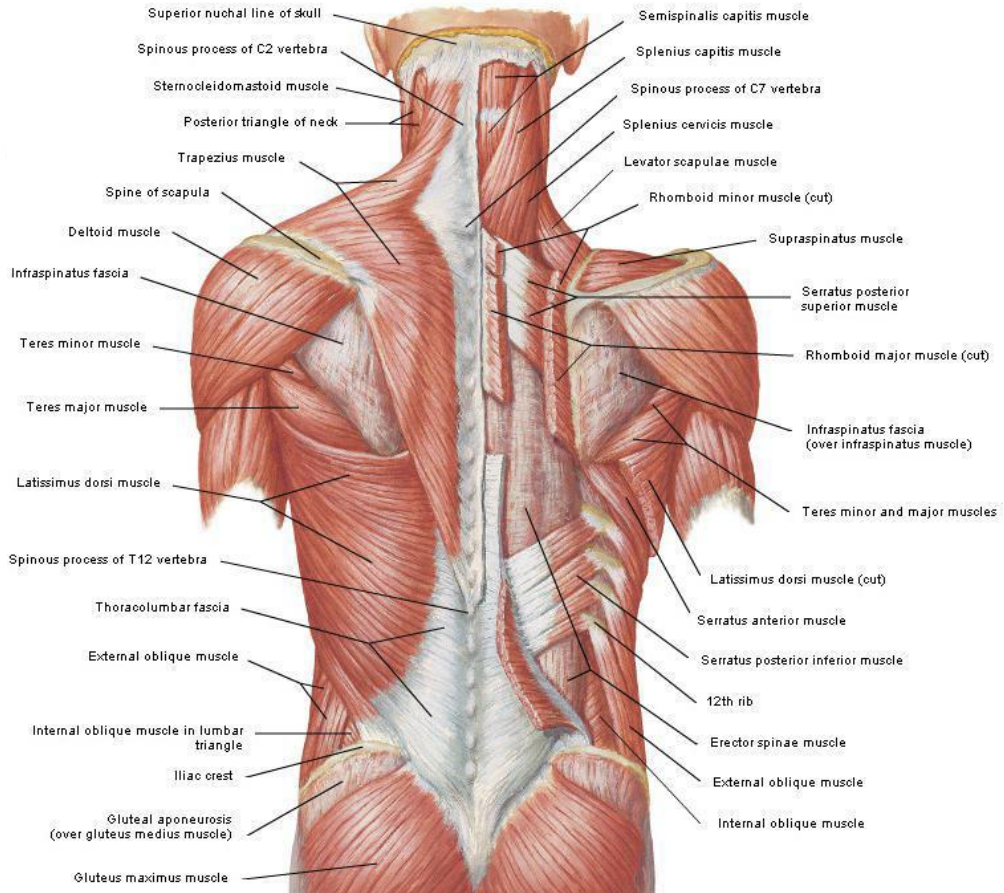
İntrensek ve ekstrensek kaslar olarak ikiye ayrılır.

Ekstrensek kaslar sırt bölgesinin yüzeysel kaslarıdır ve üst ekstremitiyi sabitleyip hareketinden sorumludur. Bunlar; m.levator scapulae, m.latissimus dorsi, Mm.trapezius, m.rhomboideus majör ve minördür.

İntrensek kaslar ise vertebra ya da kostalara yapışarak omurgayı destekler ve hareketinden sorumludur. Yüzeysel, ara ve derin tabakalar halinde gruplandırılırlar.

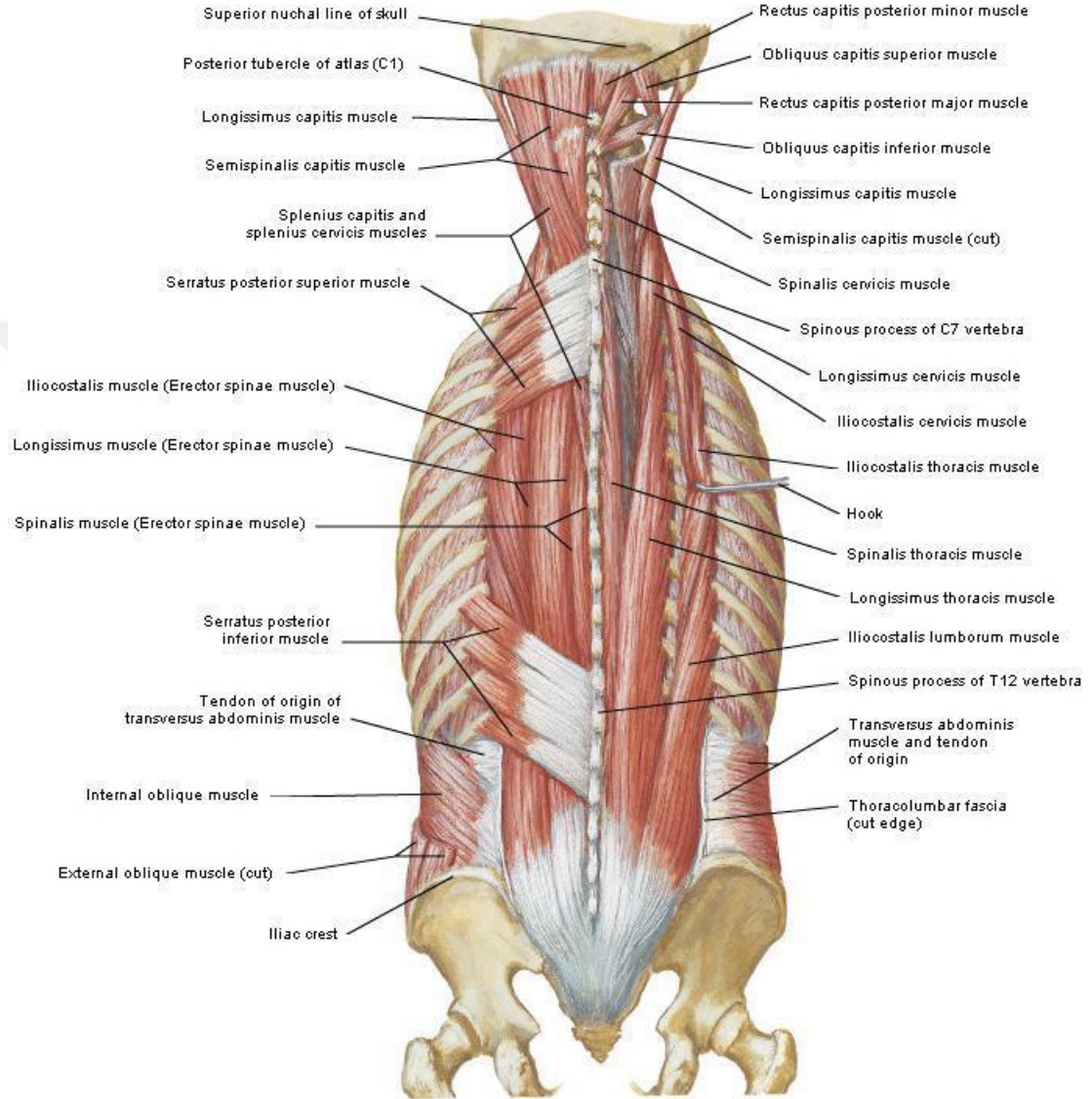
Yüzeysel kas tabakası; n.splenius capitis ve m.splenius cervicis tarafından oluşturulur (Şekil 13). Baş ve omurganın boyun kısmına ekstansiyon, rotasyon ve lateral fleksiyon yaptırırlar.

Ara kas tabakası (m.erector spinae); m.spinalis, m.longissimus ve m.iliocostalis tarafından oluşturulur. Omurganın ekstansiyon ve lateral fleksiyonunda görevlidir.



Şekil 13: Yüzeysel Sırt Kasları [31].

Derin kas tabakası; m.semispinalis, Mm.interspinales, Mm.intertransversarii, Mm.levator costarum, Mm.rotatores, Mm.multifidi tarafından oluşturulur (Şekil 14). Baş ve omurganın ekstansiyon, rotasyon ve lateral fleksiyonunda görevlidir [12, 13, 32]



Şekil 14:Derin Sırt Kasları [31].

3.3.6. Omurganın Vasküler Yapıları

Omurganın vasküler beslenmesinde birçok farklı arter görev alır. Desenden aortadan ayrılan a.segmentalis, a.lumbalis, a.intercostalis posterior torakal ve lomber bölgeyi, a.vertrebalis ve a.cervicalis ascendens servikal bölgeyi, a.iliolumbalis, a.sacralis medialis, a.sacralis lateralisler sakral bölgeyi beslemekte görev alır.

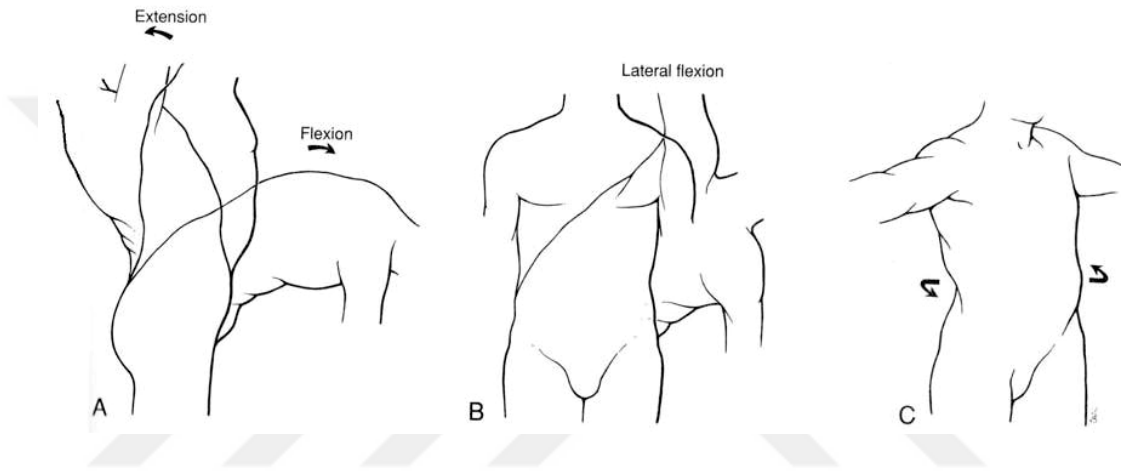
Adamkiewics arteri ise omuriliğin alt 2/3'ünü besleyen, genellikle aortun T10-T12 vertebralar düzeyinde ve çoğunlukla sol tarafta olan önemli bir oluşumdur. Bu arter omuriliğin alt 2/3'ünü besler ve yukarıda anterior spinal arterin uzantısı olarak devam eder. Klinik olarak aort diseksiyonu veya anevrizma operasyonları sırasında iskemisine bağlı parapleji gelişebilir.

Anterior ve posterior pleksus vertebralis eksternus vertebraların etrafındadır. Pleksus vertebralis internus ise epidural aralıktadır. Bu iki pleksus vertebraların venöz dolaşımında görev alırlar [32].



4. BİYOMEKANİK VE DENGİ

İnsan omurgası stabil bir yapıya sahiptir. Hareketle birlikte omurga üzerinde kompresyon, torsiyon, makaslama, gerilme gibi kuvvetler oluşur (Şekil 15). Bu kuvvetlere karşı kaslar, ligamanlar, intervertebral diskler görev yaparak omurgayı stabilize ederler. Aynı zamanda omurgada fonksiyonel birim bulunur ve bu da harekette görevlidir. Bu fonksiyonel birim iki vertebra gövdesi, intervertebral disk, intervertebral eklemler, transvers ve spinöz çıkıntı ile birlikte anterior ve posterior ligamanlardan oluşur [33, 34].



Şekil 15: Omurganın hareketleri [35].

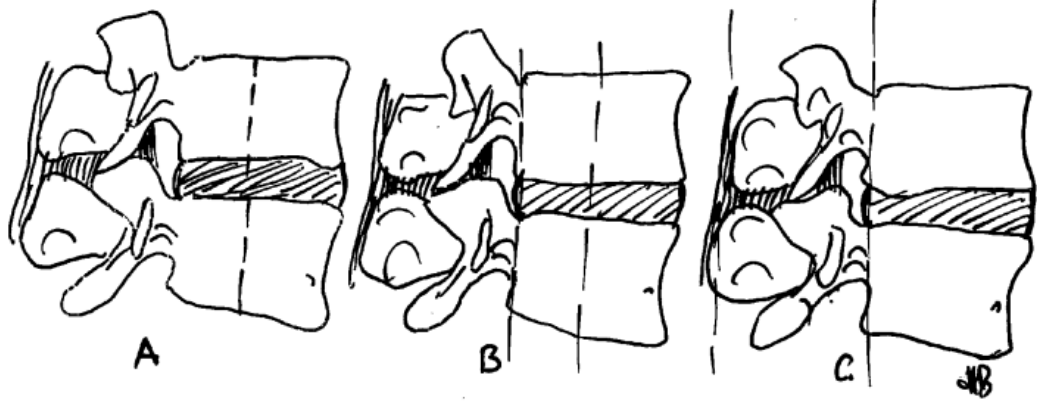
Denis'in Üç Kolon Teorisi

Denis omurgayı oluşturan yapıları ön, orta ve arka kolonlar olmak üzere üç bölüme ayırmış ve omurga yaralanması ile nöral yapılar arasında ilişkiyi açıklamaya çalışmıştır.

Ön kolonu; anterior longitudinal ligaman, vertebra korpusunun 2/3'lük ön kısmı,

Orta kolonu; posterior longitudinal ligaman, vertebra korpusunun 1/3'lük arka kısmı,

Arka kolon; pediküller, fasetler, ligamentum flavum, spinöz çıkıntı, posterior ligaman kompleks oluşturur (Şekil 16).

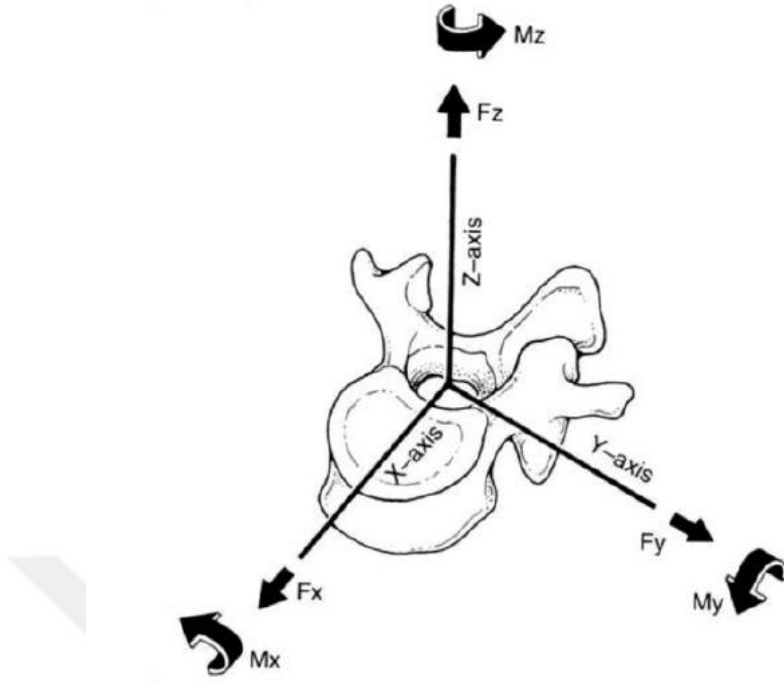


Şekil 16: Denis'in üç kolon teorisi [36].

Denis'e göre kırıkların instabilite yaratması için en az iki kolunun yaralanmış olması gerekmektedir. Yine Denis'e göre orta kolon omurga stabilizasyonunda anahtar rolü oynayan kolondur [37].

Omurga stabilizasyonunda görev yapan ve posterior kolona katılan posterior ligamentöz kompleksi supraspinöz ve interspinöz ligamanlarla birlikte ligamentum flavum ve faset kapsülü tarafından oluşturulur. Bu yapı omurga yaralanmalarında primer stabilizatör olarak görev yapar.

Omurga hareketleri değişken bir yapıya sahip olduğu için hareketleri rotasyonun anlık eksen (Instantaneous axis of rotation) ile değerlendirilmelidir. Kartezyen koordinat sistemi omurga hareketlerini incelemeye genel olarak kabul edilen bir sistemdir. Bu sistemde X, Y ve Z eksenleri tanımlanmış ve omurganın bu eksenlerde iki rotasyon ve iki kayma hareketi yapabileceğinden rotasyonun anlık ekseninde potansiyel 12 hareket ortaya çıkar. (Şekil 17) Rotasyonun anlık eksenini bulunduğu vertebranın merkezidir ve vertebra bu ekseninde hareket eder [38, 39].



Şekil 17: Kartezyen koordinat sisteminde rotasyon anlık eksen ve hareketleri [40].

Sagital ekseninde denge durumundayken ortalama 20-40 derecelik servikal lordoz, 20-50 derecelik torakal kifoz, 20-80 derecelik lomber lordoz değerleri mevcuttur. Sagital balansı ölçmek için C2 vertebranın merkezinden indirilen dik çizginin S1 vertebranın arka üst köşesine göre konumlandırılır. Bu noktanın arkasında kalındığında negatif (-), önünde ise pozitif (+) sagital dengeden söz edilir.

Sagital ekseninde fleksiyon ve ekstansiyon olmak üzere iki hareket yapılır. Fleksiyon hareket açıklığı servikal bölgede 40 derece, torakolomber bölgede 105 derece ve lomber bölgede 60 dereceye kadardır. Ekstansiyon hareket açıklığı ise servikal bölgede 75, torakolomber bölgede 60, lomber bölgede 35 derecedir [33, 34].

Koronal ekseninde ise lateral fleksiyon hareketi olur. Lateral fleksiyon hareketi ortalama servikal bölgede 40, torakal ve lomber bölgede 20'şer derece olmak üzere toplam 80 derecedir [34, 38].

Rotasyon ise kranialden kaudale doğru azalır. Servikal bölgede rotasyon daha fazlayken (45-50 derece), lomber bölgede bu oldukça az (5 derece) bir rotasyon mevcuttur [33, 38].

Omurgada hareketler tek ekseninde değil birbiriyle ilişkili olarak meydana gelir. Bu birlikteliklere Coupling fenomeni denir. Coupling fenomeninde T7 ve üstündeki vertebralara eğilmeye doğru bir aksiyel rotasyon gösterirken, alt seviyedeki vertebralara karşı yöne bir rotasyona uğrar [33].

Servikal vertebralardan lomber vertebralara doğru gidildikçe vertebraların büyüklüğü ve ağırlığı artar. Bu, artan yüke karşı bir adaptasyondur. Vertebra gövdeleri gelen yükü kortikal kemik ve spongiöz kemik ile bir sonraki vertebraya iletir. Gelen yükün bir kısmını trabeküler kemik absorbe eder. Vertebranın endplate'i, trabeküllerden gelen kuvveti diske, diskten gelen kuvveti de trabeküllere iletir. Burada bulunan intervertebral diskler gelen kuvvete karşı elastik deformasyon yeteneğinden dolayı en dayanıklı yapıdır [33, 39].

Faset eklemler rotasyon anlık eksenine yakın olmasından dolayı ön-arka kolon arasında menteşe görevi görerek stabilizasyona katkı sağlar. Gelen kuvvetleri taşımada görev alırlar ve özellikle hiperekstansiyonda en fazla kuvvete maruz kalırlar [33, 39].

Ligamanlar omurgadaki gerilmeye karşı direnç göstererek stabilizasyonda rol oynar. Anteriorda bulunan ligamanlar ekstansiyona, posteriorda bulunan ligamanlar ise fleksiyona karşı direnç gösterirler [33, 39].

5. SKOLYOZ

Anteroposterior ayakta çekilmiş direkt grafilerde koronal planda 10 derece ve üzerinde yan eğrilik olması skolyoz olarak isimlendirilir. Skolyoz omurganın en sık görülen deformitesidir. Bu deformite sadece tek ekseninde oluşmaz. Koronal ekseninde eğrilik görülürken, sagittal ekseninde intervertebral ekstansiyon, aksiyel ekseninde de rotasyon meydana gelir. Bu değişimler nedeniyle skolyoz üç boyutlu bir deformitedir [1].

Skolyozla ilgili etyolojiye göre yapılan en geniş sınıflandırma halen de geçerliliğini koruyan Amerikan Skolyoz Araştırma Cemiyeti (SRS) tarafından yapılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre skolyoz tipleri yapısal ve yapısal olmayan olarak ikiye ayrılır. Yapısal skolyoz olarak değerlendirilen skolyoz tipleri; idiopatik skolyoz, nöromüsküler skolyoz, konjenital skolyoz, nörofibromatozis, mezenşimal ve romatolojik hastalıklar, travmaya bağlı oluşan skolyoz, osteokondrodistrofi, ekstrapinal kontraktürler, akut veya kronik osteomyelit, metabolik hastalıklar, tümörler ve lumbosakral eklem patolojileri sebepler içindedir. Yapısal olmayan skolyoz sebepleri ise postüral skolyoz, histerik skolyoz, sinir kök basısı nedeniyle oluşan skolyoz, alt ekstremité asimetrisiyle oluşan skolyoz, kalça eklemünde oluşan kontraksiyona bağlı skolyoz ve inflamatuvar sebeplerce oluşan skolyozdur [41].

5.1. İdiopatik Skolyoz

Nedeni tam olarak bilinmeyen yapısal kökenli skolyozların yaklaşık %80'ini idiopatik skolyoz oluşturur. İyi bir fizik muayene ve diğer nedenlerin ekartasyonu ile tanı koyulur.

İdiopatik skolyozun görülme sıklığının yaşamın üç evresinde pik yaptığı görülmüştür. Ortaya çıkma zamanına göre üçe ayrılır; 3 yaşın altında görülen eğriliklere infantil idiopatik skolyoz, 3 ile 10 yaş arasında görülenlere juvenil idiopatik skolyoz, 10 yaş ve iskelet matüritesi tamamlanana kadar olan bölümde görülen skolyozda da adolesan idiopatik skolyoz denir [42].

5.2. Adölesan İdiopatik Skolyoz

AIS toplumda %0.47-5.2 prevalansa sahip, cinsiyet ile yakın ilişki gösteren bir hastalıktır. Skolyozun kızlarda erkeklere göre görülme sıklığı sekiz yaşın altında neredeyse eşitken sekiz yaşın üstünde kızlar lehine bozulmaktadır. 30 derece ve üzeri eğriliklerde ise kızlarda erkeklere göre yaklaşık 10 kat daha fazla gözlenmektedir [43].

5.2.1. Prevalans

AİS prevalansı Türkiye’de yaklaşık %3’tür. Yapılan bir çalışmada hastalığın cinsiyetle olan ilişkisi araştırılmış ve kız erkek oranı derecesi düşük olan eğriliklerde benzerlik gösterirken ileri dereceli tedavi gereksinimi olan eğriliklerde kız/erkek oranı 7 kattan fazla olduğu görülmüştür [44, 45].

5.2.2.Etyoloji

AIS etyolojisinde birçok faktör öne atılmış olmasına rağmen net olarak sebebi ortaya koyulamamıştır. Genetik, mezenşim dokusunun yapısı, büyüme hormonu, melatonin salgısı, proprioepsiyon bozuklukları, trombosit yapısı, kalmodulin, nörosantral sinkondrozun anormal gelişimi gibi nedenler etyolojide yer almaktadır [3].

Skolyozlu hastalarda genetik faktörler incelendiğinde birinci derece akrabalarda görülme sıklığının daha yüksek olduğu (%11) görülmüştür. Hastalığın kızlarda daha sık olmasının nedeniyle X kromozomu ile ilişkili olduğuna dair teoriler ortaya atılmış, otozomal 6, 9, 16 ve 17. kromozomun da AIS etyolojisiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir [46].

Melatonin eksikliğinin de hastalığın sebepleri arasında yer aldığı düşünülmüş ve pineal bezin çıkarılmasıyla yapılan bir deneyde tavuklarda skolyoz geliştiği görülmüştür. Bu tavuklara eksojen melatonin desteğiyle skolyotik eğriliklerin %80 azaldığı gözlenmiştir [47]. Ancak skolyoz etyolojisi hakkındaki bu bilgi teoriden ileriye gidememiştir.

Kalmodulinin kas kontraksiyonunda görevli olması sebebiyle skolyozla ilişkili olabileceği düşünülmüş ve deformitenin konveks tarafındaki paraspinal kaslarda normalden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda hayvan deneylerinde

Etyolojide biyomekanik faktörler de yer almaktadır. Anterior spinal aşırı büyüme ve intervertebral disklerdeki hasarlar var olan eğrilikte artışa neden olabilmektedir [49]. Günümüzde Hueter-Volkman kanunu skolyoz patofizyolojisini açıklamakta kullanılan en yaygın kanundur. Bu kanuna göre büyüme plağına etki eden baskı arttıkça büyüme indirgenirken, azaldığında büyüme stimüle olmaktadır [50].

```
graph TD; GENETİK[GENETİK] --> MELATONİN[MELATONİN AZALMASI]; GENETİK --> İDİOPATİK[İDİOPATİK SKOLYOZ]; GENETİK --> NÖROFİZYOLOJİK[NÖROFİZYOLOJİK EĞİLİM]; MELATONİN <--> KALMODULİN[KALMODULİN ARTIŞI]; KALMODULİN --> PUBERTE[PUBERTE]; PUBERTE --> İDİOPATİK; BAĞ_DOKU[BAĞ DOKU ANOMALİLERİ] <--> İDİOPATİK; ANORMAL_MEKANİK[ANORMAL MEKANİK KUVVETLER] --> İDİOPATİK; NÖROFİZYOLOJİK --> İDİOPATİK;
```

5.2.3. Patofizyoloji

28

eğriliğin konkav yönüne doğru döner. Gelişen omurgada basınç ve çekme kuvvetleri ile konveks tarafta yükseklik artışı olurken konkav tarafta ise yükseklik kaybı ve kama vertebra oluşumuna neden olabilir [51].

Konveks tarafta laminalar daha geniş ve birbirinden ayrı dururken konkav tarafta dar ve birbirine daha yakındır. Yine konkav tarafta pediküller kısa ve daha kalındır. Bu yapılar nedeniyle intraspinal kanalda asimetri gelişir ve konkav tarafta daralma gelişebilir [51]. Ayrıca spinal kord, konkav tarafa doğru yer değiştirmiştir.

Artmış basınç konkav tarafta intervertebral disk mesafesini azaltır. Nükleus pulposus konveks tarafa göç eder. Diskte azalmış viskoelastik yapıyla birlikte zamanla dejeneratif değişiklikler görülebilir, komşu vertebraların korpusunda skleroz ve zamanla osteofitler görülebilir [42].

5.3. Klinik Değerlendirme

AIS hastaları genellikle deformiteye bağlı olan sırtta eğrilik, omuz yüksekliğinde eşitsizlik, kaburgalarda kamburluk, gövde ve kalça asimetrisi gibi nedenler ile hekime başvururlar. Bazı hastalar ise çekilen akciğer grafileri ve diğer grafilerde tesadüfen eğrilik tespit edildikten sonra ilgili hekime yönlendirilir [42, 52].

Bu hastalardan detaylı bir anamnez alınmalı, iyi bir fizik muayene sonrasında radyolojik incelemeler ile deformite analizi yapıp takip ve tedavi planı oluşturulmalıdır.

5.3.1. Anamnez

Başvuruda ilk yapılması gereken hastanın yaşı ve cinsiyetini kaydetmektir. Geliş şikayetinin ne zaman fark edildiği öğrenilir. Deformitenin sistemik bulgularla (ağrı, nörolojik semptomlar, kardiyolojik ve pulmoner problemler) olan ilişkisi sorgulanır.

Ağrı olup olmaması önemlidir. İleri düzeyde lomber eğriliği olan AIS hastaları dışında ağrı çok sık görülmez. Ağrının ön planda olduğu durumda spondilolizis, spondilolistezis, Scheurmann hastalığı ve ya tümörler düşünülmelidir [42, 44].

Respiratuar semptomlar çok sık görülmez. Kardiyopulmoner yetmezlikle ilgili yapılan bir çalışmada semptomları görülmesi için eğriliğin 100 derece ve üzerinde

olması, vital kapasitenin düşük olması ve toraks ön-arka çapında ileri derecede daralma olması gerekmektedir [42, 44].

Nörolojik defisit görülmesi nadirdir. AIS hastasında nörolojik semptomların olması durumunda ileri tetkiklerle hastanın değerlendirilmesi gereklidir. Nörolojik defisit olan durumlarda tüm omurganın manyetik rezonans inceleme ile değerlendirilmesi önerilir.

Matürite AIS hastalarının tedavi planlamasında ve prognoz tahmininde kritik bir öneme sahiptir. AIS hastalarında iskelet matüritesinin saptanması için çeşitli yöntemler olsa da hasta anamnezinde hastanın ilk adet tarihi, sekonder cinsiyet karakterlerinin gelişimi sorgulanır. Aksiller kıllanmada artış iki cinsiyette de büyüme hızında azalmaya işaret ederken, kızlarda menarş hızlı büyümenin gerçekleştiğini ve büyümenin yavaşlayarak sona ereceğinin göstergesidir.

5.3.2. Fizik Muayene

AIS hastasının muayenesi tüm sırtı, omuzları ve iliak kanatları görebilecek şekilde çıplak yapılmalıdır. Muayenede ilk basamak inspeksiyondur. İnspeksiyonda hastanın genel durumu ve postürü incelenir. Örneğin nörofibromatoziste café au lait lekeleri, meningomiyeloselde bel bölgesinde aşırı kıllanma ve gamze görüntüsü, tortikolizde de yüzde asimetriye dikkat edilmelidir. Ekstremitelerde asimetri ve vücut ekstremitelerinde dengesizlik çeşitli bağ doku hastalıklarını düşündürmelidir [15, 42, 51].

İnspeksiyondan sonra hastanın oturma boyu ve ayaktaki boyu ölçülerek kaydedilir. Eğriliğin tarafı ve lokasyonu not edilir. Hastanın koronal plan muayenesi değerlendirildikten sonra sagittal planı değerlendirmek için hasta yan tarafından muayene edilir.

Omuz dengesi, skapulaların pozisyonları, baş, boyun ve omuzların pelvise göre dengesi ve konumu değerlendirilir. Hasta arkadan incelenerek akromioklaviküler eklemlerin arasında seviye farkı değerlendirilir ve omuz dengesine bakılır.

Başın pelvis üzerindeki konumu incelenerek omurganın koronal dengesi değerlendirilir. C7 vertebranın spinöz çıkıntısı üzerinden bir şakül sallandırılır. Şakül gluteal yarıkla hizalıysa skolyozun koronal dengede olduğu düşünülür. Eğer gluteal

yarıktan 1-2 cm lateraldeyse dekompanse bir eğrilik ön planda düşünülmeli ve bu lateralize uzaklık not edilmelidir [42, 53].

Adams öne eğilme testi omurganın rotasyonu ve eğriliğin yönünü değerlendirmede en iyi testtir. (Şekil 19) Hastanın dizleri düz, ayaklar bitişik, kolları yanda ve aşağıya doğru sarkmış durumdayken hekim, hastanın arkasından omurga yatay olana kadar inceler. Sırtta oluşan tek taraflı yükseklik vertebraların rotasyonunu gösterir. Bu rotasyonel anomali skolyometre ile ölçülebilir [42, 54]. Skolyometre aksiyel rotasyonun ölçümünde kullanılan bir alettir. Eğriliğin magnitudü hakkında kesin bir bilgi vermez. Skolyometri ile ölçülen 7 derecelik aksiyel rotasyon, yaklaşık 20 derecelik Cobb açısına denk gelmektedir.



Şekil 19: Skolyozu olan erkek çocuğu arkadan görünüm ve Adams öne eğilme testi.

Hastaya konveks ve konkav tarafa doğru fleksiyon yaptırılarak omurganın esnekliği belirlenmeye çalışılır. Bu hareketler ile düzelme olup olmadığına bakılır. Öne eğilme testiyle aynı zamanda lordoz fleksibilitesi de incelenir. Hastaya pron pozisyonundayken hiperekstansiyon yaptırılarak kifoz esnekliği de değerlendirilebilir.

AIS tanısı koyulabilmesi için nörolojik semptomların olmaması gereklidir. Bu nedenle detaylı bir nörolojik muayene yapılır. Abdominal refleks kaybı veya asimetri durumlarında siringomiyeli akla getirilmelidir [42].

5.4. Radyolojik Değerlendirme

5.4.1. Direkt Grafi

Direkt grafler skolyoz ve omurganın incelemesi için olmazsa olmaz ve ilk basamak değerlendirme yöntemidir. Omurganın direkt grafi ile incelenmesinde rutin olarak 90x35 cm büyüklüğündeki film kasetleri kullanılarak ön-arka ve yan grafler ile başlanır. Bu graflerde skolyoz tipi, eğriliğin paterni ile birlikte koronal denge, iskelet matüritesi de değerlendirilir. Lateral graflerde ise servikal, torakal ve lomber vertebraların lordoz/kifoza değerlendirilmekle birlikte spondilolizis ve spondilolistezis de görülebilir [51].

AIS hastalarında görüntülemenin sık olması durumunda artan radyasyon yükü ile tiroid ve meme kanser riskinde hafif düzeyde bir artış bildirilmiştir. Bu nedenle bu hastalarda mümkün olduğunca az direkt grafi çekilmelidir.

Graflerin çekimi sırasında hastaların mümkün olduğunca dik durması gereklidir. (Şekil 20) Alt ekstremitelerde asimetri olması durumunda hastanın kısa olan ekstremitesi dengeye alınmadan çekim yapılmamalıdır. Kollar ile omurga görüntülerinin süperpoze olmaması için omuzlar 90 derece fleksiyonda olmalıdır [51].

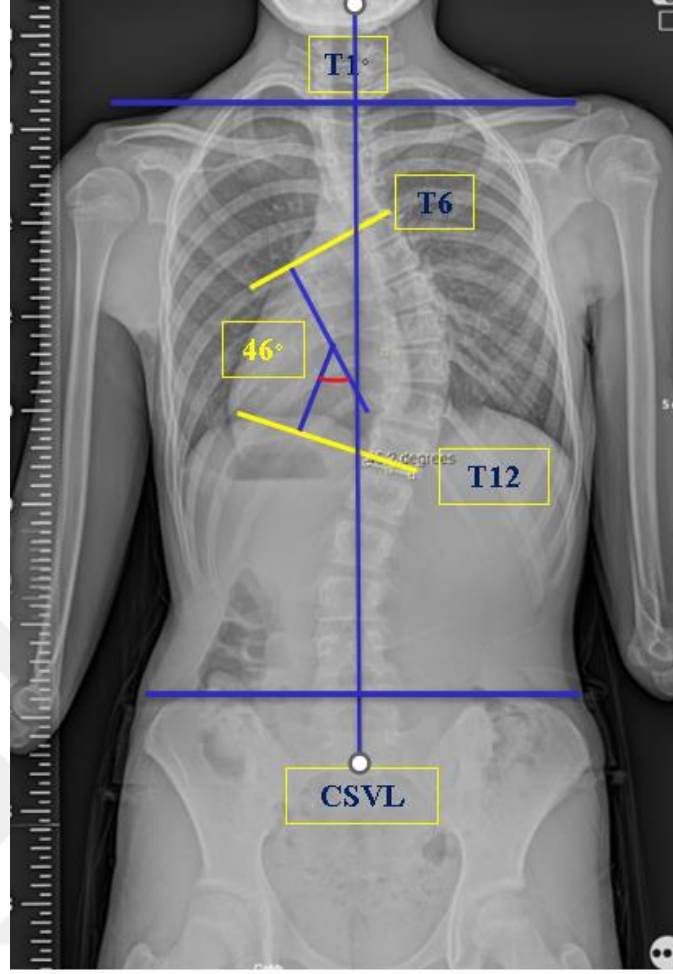
Omurganın fleksibilitesini ameliyat öncesi değerlendirmek için hasta supin pozisyondayken bending (yana eğilme) grafleri çekilir. Bu grafler füzyon seviyesinin belirlenmesinde de oldukça önemlidir [53, 54]. Füzyonun selektif olup olmayacağına, üst ve alt enstrümante vertebra seçimini bending grafilere ek olarak traksiyon grafisi ile de karar verilebilir. Özellikle anestezi altında çekilmiş olan traksiyon grafisi (TRUGA) seviye seçiminde son yıllarda artan önem arz etmektedir [55].



Şekil 20: Çekilen AP ve Lateral grafiğin görünümü.

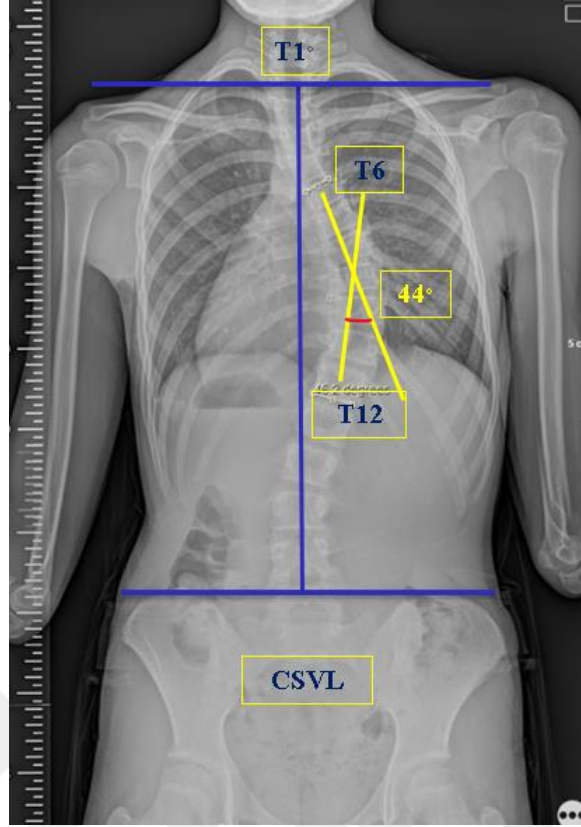
5.4.2. Eğriliğin Büyüklüğünün Ölçümü

Cobb yöntemi eğriliğin derecesini belirlemede standart kullanılan ölçüm yöntemidir. Ölçüm için gerekli olan end vertebraların belirlenmesidir. Üst end vertebranın üst yüzeyi ve alt end vertebranın alt yüzeyinde eğrilik en fazladır. Eğriliğin konkav tarafında vertebralar arası mesafe üst end vertebranın kranialinde artmış kaudalinde ise daha azalmıştır. Alt end vertebrada ise bu durumun tersi olur. Üst end vertebranın üst end plağına ve alt vertebranın alt end plağına dik doğrular çizilerek bu doğrular arasında kalan açı ölçülür. Bu açıya Cobb açısı denir[42, 51, 53, 54]. (Şekil 21)



Şekil 21: Cobb metodu ile direkt grafi üzerinden eğrilik büyüklüğünün ölçümü.

Eğriliğin büyüklüğünü ölçmede kullanılan bir diğer yöntem de Ferguson yöntemidir. Bu yöntemde eğriliğin alt ve üst son vertebraalarının merkezi ile eğriliğin apeks vertebraasının merkezi arasındaki açı skolyoz açısıdır (Şekil 22). Cobb metodu ile benzer sonuçları verir.



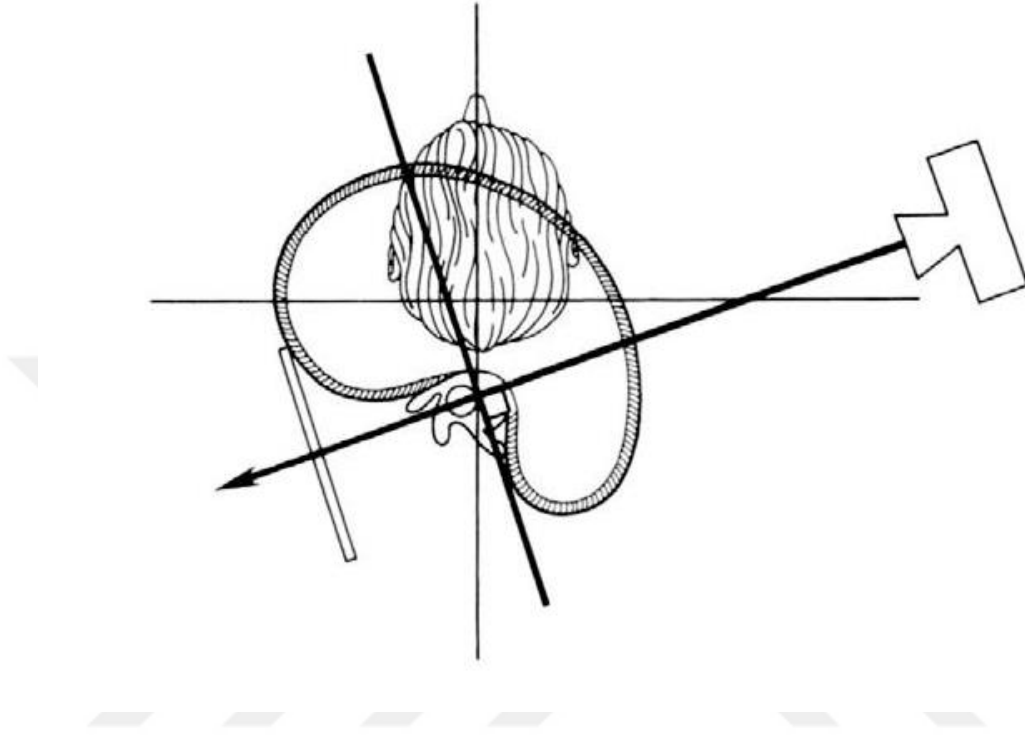
Şekil 22: Şekil 23'teki hastanın eğriliğinin Ferguson yöntemi ile ölçümü.

Bir omurgada bazen birden fazla eğrilik olabileceği unutulmamalıdır. Bu durumlarda her eğriliğin Cobb açısı ayrıca hesaplanmalıdır. Eğrilik apeksi T2-T12 arasında ise torasik, T12-L1 arasında ise torakolomber, L1-L4 arasında ise lomber eğrilik olarak adlandırılır.

Sagittal planda, yan grafide torakal bölgede T2-T4 vertebralar arası genellikle humerus başları ile süperpoze olduğu için, genellikle T4-T12 ölçümüne 5-7 derecelik ekleyerek kifoz hesaplaması yapılır. Bu bölgede T1 vertebranın servikal vertebralar ile benzer özellikler gösterdiği ve genellikle posterior füzyon sahalarına dahil edilmediği akılda tutulmalıdır. Kifoz pozitif (+) olarak tanımlanırken lordoz negatif (-) olarak tanımlanır [53, 54].

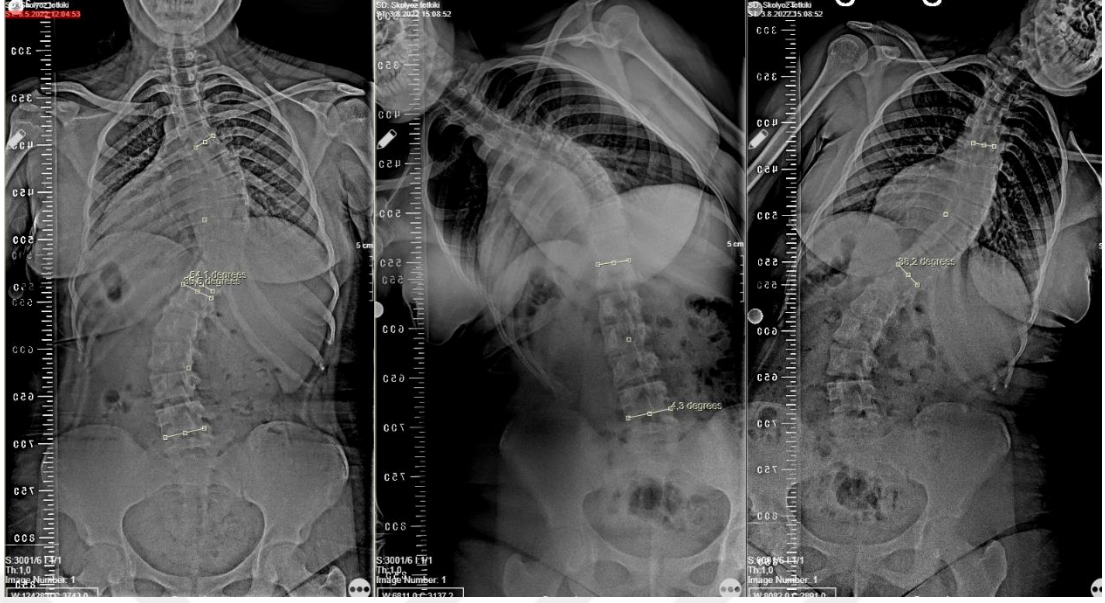
Cobb ölçüm yöntemi standart teknik olarak kabul edilse de kişinin yaptığı iki ölçüm arasında veya farklı iki hekim ölçümleri arasında açısal büyüklük farkları olabilir. Büyük açıya sahip eğriliklerde rutin yöntemle eğriliğin büyüklüğünün daha küçük değer olarak ölçüldüğü düşünülerek rotasyonel komponenti en aza indirmek için Stagnara tarafından bir direkt grafi yöntemi tanımlanmıştır (Şekil 23) [42, 51]. Aynı

eğriliğin, aynı kişi tarafından farklı zamanlarda ölçümünde bile değişiklikler olabileceği mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Pratik uygulamada genellikle hata payı olarak 5 derece üst sınır kabul edilmektedir.



Şekil 23: Stagnara grafisi [44].

AIS hastalarında eğriliğin esnekliği, eğriliğin konveks tarafına doğru yana eğilme direkt grafi ile değerlendirilir. İlk ölçümde belirlenen üst ve alt vertebralar kullanılarak tekrar ölçüm yapılır. İki ölçüm arasındaki fark düzelme derecesini gösterir. Bu düzelme farkı nötral pozisyondaki ölçümün yarısı ve daha fazla ise bu eğrilik fleksibl bir eğrilik, düzelme yok ise strüktürel bir eğrilikten söz edilir (Şekil 24) [42, 51, 53, 54].



Şekil 24: Sağ ve sol yana eğilme grafileri.

5.4.3. Vertebra Rotasyon Ölçümü

Skolyoz 3 boyutlu bir deformitedir ve rotasyon bu deformitenin anahtarıdır. Nash-Moe ve Perdriolle direkt grafilerde koronal planda rotasyonun belirlenmesi için kullanılan en yaygın iki yöntemdir. Perdriolle yöntemi için, torsiyometre grafi üzerinde apikal vertebranın ucuna koyulur. Bu apikal vertebranın pedikülünü mid-vertikal kesen doğru torsiyometri üzerindeki derecelendirmeden rotasyonu gösterir [56].

Vertebranın rotasyonu apikal vertebradan kraniale ve kaudale doğru gidildikçe azalır. Rotasyonun en fazla olduğu vertebra apikal vertebradır (Şekil 25).



Şekil 25: Spinöz çıkıntıların rotasyonla birlikte değişen görünümü [16].

Nash-Moe yöntemi ise pediküller ile vertebra korpusu arasındaki ilişkiyi inceler (Şekil 26) [42, 56].

Vertebra rotasyonu beş evrede incelenir.

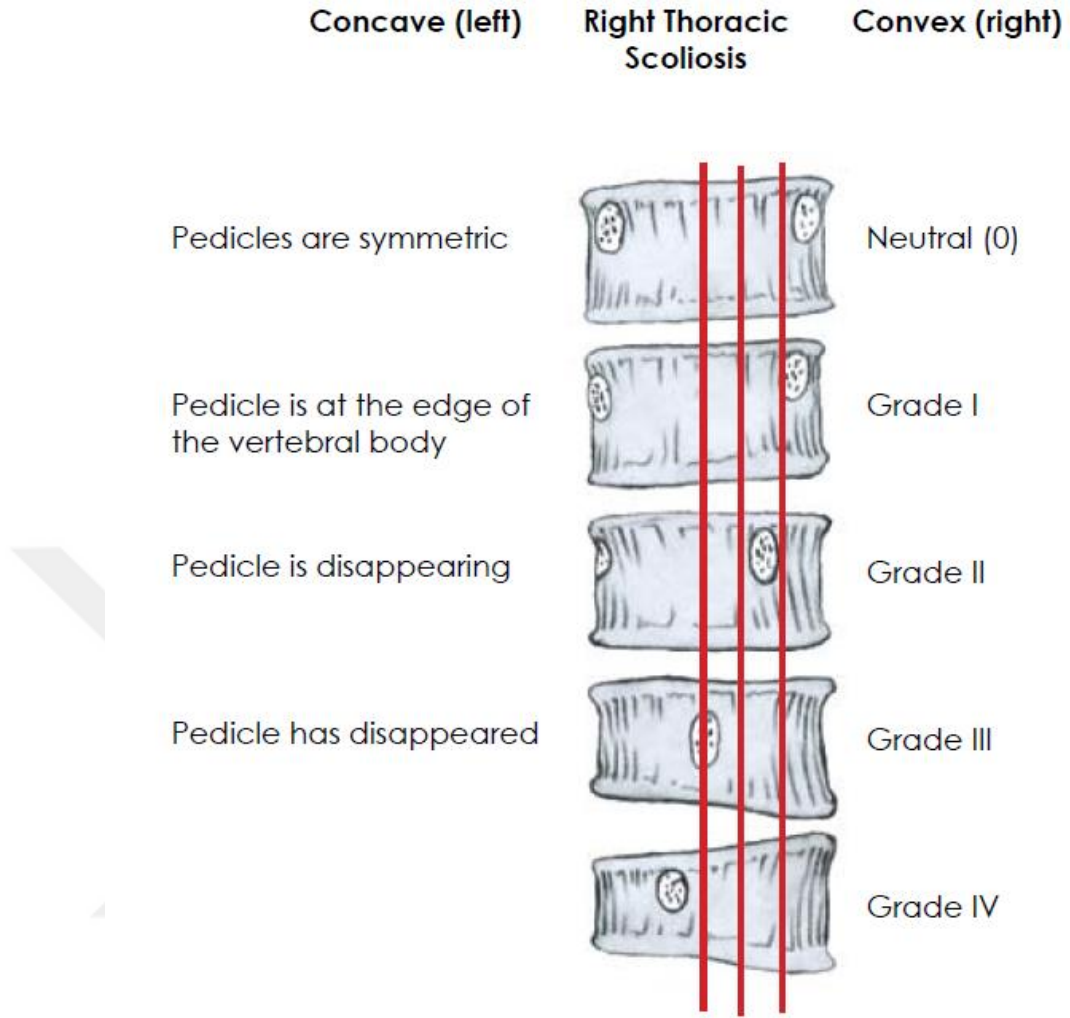
Evre 0: Pediküller eşleniktir.

Evre 1: Konveks taraftaki pedikül korpusun kenarındadır.

Evre 2: Evre 1 ile Evre 3 arasındadır.

Evre 3: Konveks taraftaki pedikül korpusun merkezine gelmiştir.

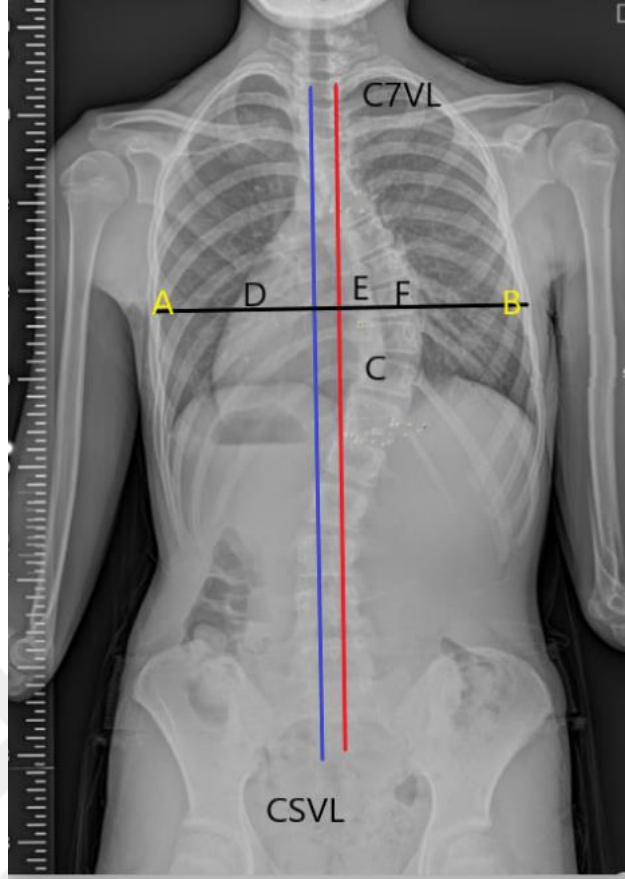
Evre 4: Konveks taraftaki pedikül merkezden ilerde orta hattı geçmiştir.



Şekil 26: Nash-Moe yöntemi ile vertebra rotasyonu ölçülmesi [57].

5.4.4. Koronal Dengenin Değerlendirilmesi

Koronal denge değerlendirilirken ilk yapılması gereken ön-arka grafide midsakral çizgiyi belirlemektir. Midsakral çizgiyi belirlemek için pelvis normal pozisyondayken krista iliakaların üst sınırına paralel olan çizgiye dik olup sakrumun merkezinden geçen çizgi çizilir. Asimetrik bir pelviste ise kristaların üzerinden grafinin longitudinal eksenine dikey çizilen çizgilerin ortasındaki paralel olan çizgiye çizilen dik çizgidir. Midsakral çizginin ortasından geçen eğriliğin distalindeki vertebraya da stabil vertebra denir (Şekil 27) [42, 54, 58]. Koronal denge için C7 vertebra'nın spinöz çıkıntısı ile midsakral çizgi arasındaki mesafenin 10 milimetreden az olması beklenir [51].



Şekil 27: Frontal plan dengesini değerlendirmede kullanılan radyografik değişkenler.

CSVL: Midsakral çizgi

C7VL: Midsakral çizgiye paralel C7'den çizilen dik çizgi

|AB|: Eğriliğin apeksinden geçen merkezi çizgi $|AC|=|BC|$,

|DC|: Torasik trunk shift

|DE|: Koronal dengesizlik

|DF|: Apikal vertebra translasyonu

5.4.5. Sagittal Dengenin Değerlendirilmesi

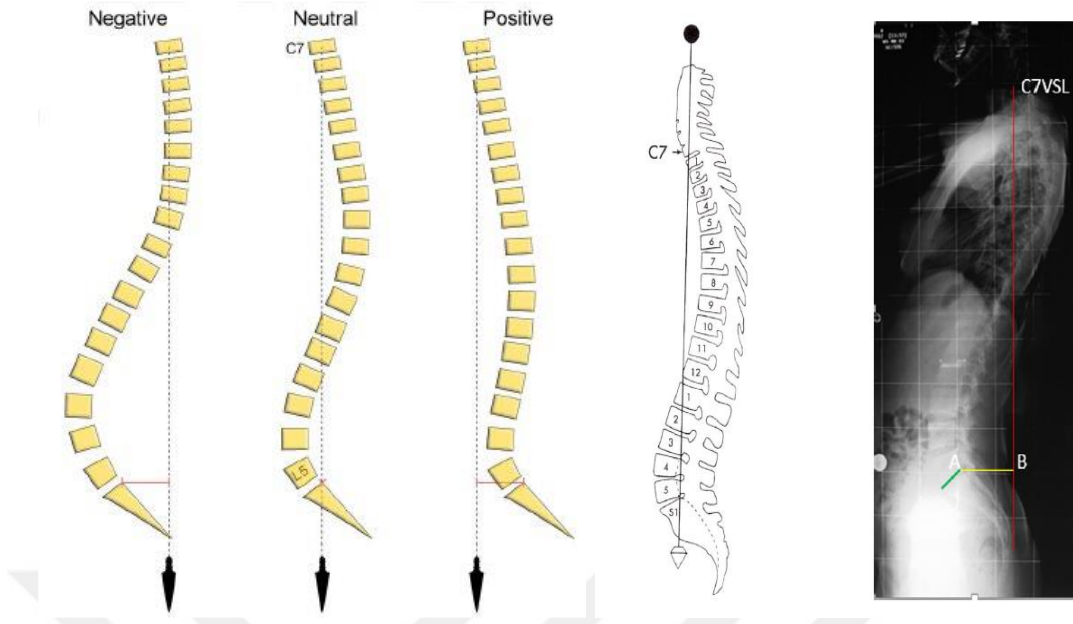
Sagittal denge bütün olarak değerlendirilebileceği gibi segmental veya bölgesel de değerlendirilebilir. Ardışık iki vertebra arasındaki ilişki segmental değerlendirmeyken, torakal, lomber veya torakolomber bölgelerin incelenmesi bölgesel değerlendirmedir [59].

Omurganın sagittal dengesi denildiğinde bir bütün olarak düşünülür ve bunun değerlendirilmesinde için C2 vertebradan düşürülen plumb line konumuna göre yorum yapılır. Bu çizgi genelde S1 vertebranın postero-süperior köşesinden geçer. C2 vertebra rutin grafilerde görülemediği için bu plumb line başlangıç noktası olarak C7 vertebranın korpusunun ortası orijin alınır [58]. Buradan başlayarak aşağıya uzanan düz çizgiye sagittal vertebral aks (SVA) denir (Şekil 28). SVA S1 cisminin posterior kenarına göre eğer 2 cm ve daha fazla anteriorda ise pozitif (+), 2 cm ve daha fazla posteriorunda ise negatif (-) olarak değerlendirilir. Erişkin hastalar için bu aralık 5 cm'dir [60]. Burada negatif ve pozitif mesafeler milimetre olarak ölçülür ve not edilir [58].

Spino sakral açısı (SSA) global sagittal dengeyi tanımlamak için kullanılan yöntemlerden ilkidir. Bu yöntemde C7 vertebranın merkezi ile sakrum platosunun merkezi ile birleştiren doğruyla sakrum platosundan geçen doğru arasındaki açı ölçülür. Sağlıklı popülasyonda ortalama 135 ± 8 derecedir [61, 62].

Yukarıda tanımlanan C7PL ile sakro-femoral hat arasındaki uzaklık global sagittal denge değerlendirmesinde kullanılan ikinci yöntemdir. Bu yöntemde C7PL sakrumun posterior köşesinden geçiyorsa 0, bikokso-femoral hat ile kesişiyorsa 1, posterior köşenin arkasına düşüyorsa negatif (-), önüne düşüyorsa pozitif (+) değer alır. Sağlıklı popülasyonda 0.9 ± 1 normal değer kabul edilir [63].

Sagittal planda doğal eğriliklerin ölçümleri yapılır. Torakal ve sakral bölgeler kifotiktir. Erişkin hayatta bu eğriliklerin normal değerleri; 30-80 derece servikal lordoz, 20-50 derece torakal kifoz, 30-70 derece lomber lordoz, 40-60 derece sakral kifozdur [15].



Şekil 28: SVA'nın çekül çizgisi ile değerlendirilmesi ve şematik olarak sagittal dengenin belirlenmesi ve direkt grafi üzerinde gösterilmesi [64].

5.4.6. Pelvik Parametrelerin Değerlendirilmesi

Skolyoz grafilerinde pelvis mutlaka görünür olmalıdır. Bu grafilerde spinopelvik parametrelerin ölçümleri yapılabilir. Bu parametreler ilk kez Duval-Beaupère tarafından tanımlanmıştır ve lomber bölgenin pelvis ile olan ilişkisi hesaplanır. Sagittal planda pelvik vertebranın değerlendirilmesi için üç parametre incelenir;

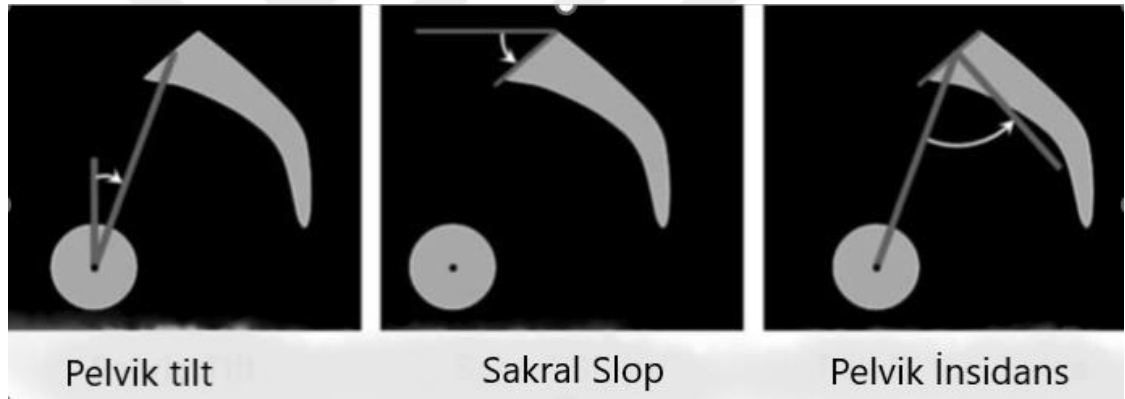
- **Pelvik İnsidans (PI):** sakral platoya çizilen dik doğru ile femur başının merkezinden çizilen doğru arasında kalan açıdır. Pelvik insidans yaş grupları arasında farklılık gösterebilir. Gelişimin başında yürüme ve ayakta durma ile PI artış gösterir [65]. Adölesan döneminde PI artış gösterirken büyüme tamamlandıktan sonra PI'da herhangi bir değişiklik görülmez [66].
- **Pelvik Tilt (PT):** Sakral plato ortasından çizilen doğru ile femur merkezinden çizilen vertikal doğru arasındaki açıdır. Pelvik tilt pelvisin dengeleyici unsuru olarak düşünülür. Artan yaş ile birlikte omurganın öne eğimi sırasında postürün korunmasını sağlar. Pelvik tiltin artması sakral platonun yataylaşması anlamına geldiğinden asetabulum ve femur arasındaki örtünme posteriorda fazlalaşır. Bu duruma özellikle erişkin yaşlarda yapılan kalça artroplasti operasyonlarında dikkat edilmelidir. Dikkat edilmediği durumlarda anterior dislokasyon riski vardır.

- Sakral Slop (SS): Sakral platonun ortasından geçen yatay doğru ile sakral platoya teğet geçen doğru arasındaki açı olup lomber lordoz ile ilişkilendirilir.

$PI=PT+SS$ formülü ile hesaplanabilir (Şekil 29).

Çocukluk çağında yaş ile birlikte bu değerler farklılıklar gösterse de erişkinlerde yaklaşık $PI\ 52\pm10$, $PT\ 13\pm7$, SS ise 40 ± 8 derecedir [66, 67].

Pelvik insidansı düşük olan kişiler AP planda dar bir pelvik halkaya sahiptir. Yüksek pelvik insidanslı kişilerde ise geniş AP plan aksı vardır. Omurganın fleksibilitesi ankilozan spondilit, dejeneratif omurga gibi hastalıklara bağlı olarak azalabildiği durumda pelvis retrovert hale gelerek kompansement mekanizmalarını devreye sokar. Bu mekanizmada femur başı ve sakral vertebra arasındaki yatay mesafe artar, SS azalır. PI ve PT arasındaki geometrik ilişki nedeniyle, düşük PI olan kişilerin kompansementu daha azken yüksek PI 'lı kişilerin kompansementu daha fazladır [62].



Şekil 29: Pelvik tilt, Sakral slop ve Pelvik insidans'ın ölçümünü şematik gösterimi.

5.4.7. Sağlıklı Popülasyonda Omurga Sagital plan ve Pelvis İlişkisi

Omurga sagital planda fetal dönemden erişkinliğe kadar değişkenlik gösterir. Erişkin dönem omurgası çocukluk döneminin büyütölmüş hali değildir [68]. Doğumda intrauterin pozisyonun bir sonucu olarak tüm omurga "C" şeklinde kifotik bir formasyondadır. 6. ayda gelişen baş kontrolü ve karşıya bakma içgüdüğü ile beraber öncelikle servikal lordoz oluşur. Çocuk oturmaya başladığında ise lomber kifoz önce düzleşir ve yürüme çağının başlarında lomber lordoz oluşmaya başlar.

Ayakta dururken omurga ve pelvis dengededir. Bu denge enerji yıkımını minimize eder. Birbirinin karşı yönünde olan sagital plan eğrilikleri spinal kolonun yükünün

emilmesinde görevlidir. Bu eğriliklerden lomber lordoz özellikle dik duruşta görevlidir [69].

Normal semptomatik olmayan kişilerde bakıldığında lomber lordoz, L1 ve S1 vertebraların üst end platelerinden geçen çizgilere dik olarak çizilen çizgilerin arasındaki açı olarak isimlendirilir. Normal lomber lordoz 40-70 derece arasındadır. Lomber lordozun vertebralar ile olan ilişkisi incelendiğinde lordozu büyük oranda sağlayanların alt lomber vertebralar olan L4-L5 ve L5-S1 segmentlerinden kaynaklandığı (yaklaşık %60) görülmüştür [70, 71].

Torakal kifoz ise T4 üst endplate-T12 alt end plate arasında kalan açıdır. Normal torakal kifoz değerleri 20-50 derece aralığındadır [70].

Servikal lordozun ise C4 tepe nokta olarak kabul edilerek yapılan değerlendirmeyle normal değerleri 25-50 derecedir.

5.4.8. Manyetik Rezonans Görüntüleme

Son yıllarda teknolojik imkanların gelişmesiyle birlikte yaygınlaşan bir görüntüleme yöntemi olan manyetik rezonans görüntüleme spinal kanaldaki anomalilerin görüntülenmesi için oldukça etkili bir yöntemdir. Tüm idiopatik skolyoz tanısı alan hastalara uygulanmasına gerek yoktur [51].

Manyetik rezonans görüntülemenin gerektiği durumlar

- Baş ağrısıyla birliktelik gösteren ve nörolojik semptomların olması
- Normal artış hızının dışında bir artış gösteren eğrilikler
- İleri dereceli sol torasik eğrilikler
- SRS tanımına göre 10 yaşın altında başlayan, tüm erken başlangıçlı skolyoz (EOS) vakaları
- Eğriliğin apeksinde kifoz olması

5.4.9. Bilgisayarlı Tomografi

Radyasyon yükünün fazla olması nedeniyle rutin uygulamadan kaçınılması gereklidir. Bilgisayarlı tomografi psödoartroz şüphesinde ve kemik füzyonunun belirlenmesinde etkili bir yöntemdir [42, 51]. Ameliyat öncesi bilgisayarlı tomografi

ile elde edilen 3D rekonstrüksiyonlar, özellikle cerrahi planlama açısından kolaylık sağlamaktadır (Şekil 30).



Şekil 30: Ameliyat öncesi çekilmiş 3 boyutlu bilgisayarlı tomografi.

5.5. Terminoloji

Yapısal eğrilik (strüktürel eğrilik): Yana eğilme ve traksiyon grafilerinde düzelme olmayan fleksibilitesini yitirmiş fiks eğriliklerdir.

Yapısal olmayan eğrilik: Yana eğilme ve traksiyon grafilerinde büyük ölçüde düzelen, yerleşmiş bir rotasyonu ve angulasyonu olmayan eğriliklerdir.

Primer eğrilik: Önce oluşan eğriliğe verilen ad.

Kompansatuar (sekonder) eğrilik: Primer eğrilik sonrası vücudun aksını tekrar sağlamak için oluşan eğriliktir. İlk oluştuğunda esnektir ve düzelebilir ancak zaman ilerledikçe yapısal eğrilik haline gelebilir.

Majör eğrilik: Derecesi büyük olan ve her daim yapısal olan eğriliktir.

Minör eğrilik: Derecesi küçük olan eğrilik.

İkili majör eğrilik: Benzer derece ve rotasyona sahip iki yapısal eğriliğin birlikte olmasıdır.

Apikal Vertebra: Eğrilikte olması gereken pozisyondan en fazla uzaklaşan ve en fazla rotasyon gösteren vertebradır.

Apikal Disk: Apikal vertebranın üst veya altındaki intervertebral disk.

Nötr vertebra: Eğrilik kranial ve kaudalinde rotasyonu göstermeyen ilk vertebra.

Stabil vertebra: Mid-sakral çizginin orta noktasından kestiği vertebradır.

Denge, Kompansasyon: Oksiput ile sakrumun, omuzlar ile pelvisin aynı ekseninde yer almasıdır.

Pelvik Oblisite: Koronal planda pelvisin yatay eksen üzerindeki açılanmasıdır.

Rotasyon: Vertebranın aksiyel ekseninde angule olmasıdır.

Eğrilikler apikal vertebranın lokalizasyonuna göre isimlendirilir.

Apikal vertebra;

C1-C6 arasında Servikal,

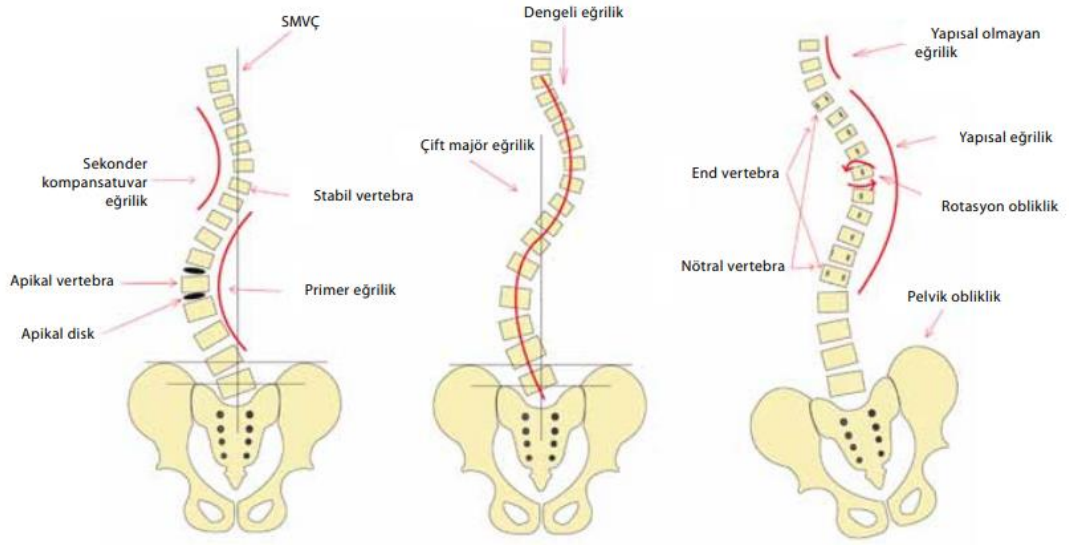
C7-T1 arasında Servikotorakal,

T2-T11 arasında Torakal,

T12-L1 arasında torakolomber,

L2-L4 arasında Lomber,

L5-S1 arasında ise lumbosakral eğrilik adını alır.



Şekil 31: Terminolojide belirtilen terimlerin şematik gösterimi [72].

5.6. İskelet Matüritesinin Tayini

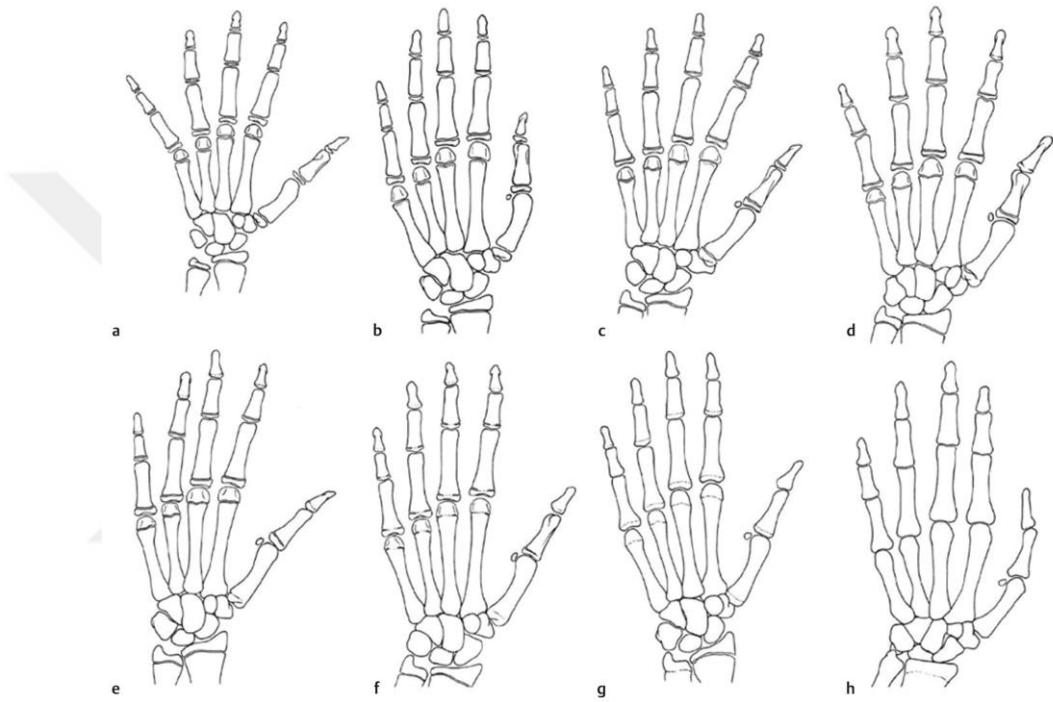
Çocuk büyüdükçe, var olan bir spinal deformite progrese olma eğilimindedir. Bu nedenle hastanın büyüme eğrisinde nerede olduğunu anlamak ve ne kadar büyüyeceğini tahmin etmek önemlidir. Skolyoz grafilerinde pelvis mutlaka görünür olmalıdır. Pelvisi içeren grafilerde iliak kanat apofizinin kemikleşmesi ile iskelet matüritesini değerlendiren ‘Risser Belirtisi’ kullanılabilir (Şekil 32). İliak kanatta apofiz henüz oluşmamışsa Risser 0, apofiz lateral %25’lik kısma kadarsa Risser 1, lateral %25-50 arasındaysa Risser 2, %50-75 arasındaysa Risser 3, %75-100 arasındaysa Risser 4 olarak kabul edilir. Apofizin iliak kanat ile kaynaması Risser 5’tir. Risser 5 kızlarda 14, erkekler 16 yaş civarında görülür. Risser 4 omurganın büyümesinin sonlandığını, Risser 5 ise büyümenin sona erdiğini göstergesi olarak kabul edilmektedir [73]. Bu sistem ek grafi gerektirmediği için radyasyon açısından güvenlidir ve en yaygın kullanılan matürite kriterlerinden birisidir [74].

Sanders 5: puberte durgun erken dönem (tüm distal falanks epifizleri kapanmıştır.)

Sanders 6: puberte durgun geç dönem (mid falanks veya proksimal falanks fizyal kapanma başlar.)

Sanders 7: Erken matür dönem (distal radius fizi kapanmaya başlar). Ayrıca Sanders evre 7 omurga matürasyonunun tamamlandığı evre olarak kabul edilir.

Sanders 8: Matür dönem (distal radius fizi de kapanmıştır.)



Şekil 33: a'dan h'ye Sanders sınıflandırması [76].

Sanders'den sonra, Keith Luk tarafından distal radius ve ulnar (DRU) sınıflandırması, Brian Smith tarafından humerus başı (HH) sınıflandırması dahil olmak üzere başka sınıflandırmalar oluşturulmuş, test edilmiş ve doğrulanmıştır.

5.7. Doğal Seyir

AIS doğal seyrini bilmek hastalığın progresyonunu tahmin etmek ve buna göre takip ve tedavi basamaklarını planlamak için önemlidir. Eğriliğin arttığını söyleyebilmek için iki ölçüm arasında 5-6 dereceden fazla fark olması gereklidir. Eğriliğin progresyonunda hastanın yaşı, cinsiyeti, iskelet matüritesinin durumu, eğrilik büyüklüğü ve şekli önemlidir. Tedavi gereksinimi olan hastaların çoğunluğu kadındır

ve bunun sebebi henüz tam olarak ortaya koyulamamışsa da hormonal süreçlerle ilişkili olduğu düşünülmüştür. Yaş progresyon için tek başına yüksek anlam ifade etmezken, büyüme potansiyellerinin bilinmesi önemlidir. Hastanın Risser evresi, menarş durumu, uzama miktarıyla birlikte büyüme pikinin tahlil edilmesi gereklidir. Örneğin Risser 0 veya menarş olmamış hastalarda büyüme piki gerçekleşmediğinden yakın sürelerle takip etmek gerekmektedir [52].

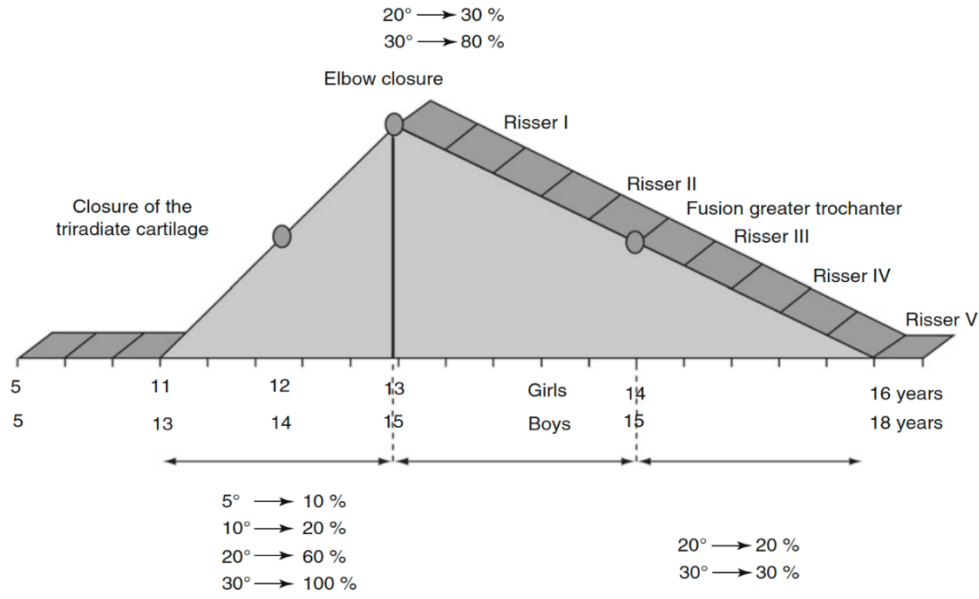
Büyüme piki yıllık erkeklerde 9.5 cm, kızlarda 8 cm ve daha fazla uzamanın olduğu döneme verilen isimdir. Bu dönemde triradiat kıkırdak kapanmasını takiben, Risser 1 ve menarştan hemen önce gerçekleşir (Şekil 34). Büyüme pikinin tayini için hasta 6 aylık aralıklarla takibe gelmeli ve ölçümleri yapılmalıdır. Tercihen bu takip dönemlerinden biri çocuğun doğum günü döneminde olmalıdır. Büyüme pikinin gerçekleşmesi klinik olarak hastanın büyüme hızının azalacağının ve progresyon ihtimalinin de azalacağının göstergesidir [8].

Büyümenin akselerasyon fazında;

- 5 derecelik eğrilik %10 progresyon,
- 10 derecelik eğrilik %20 progresyon,
- 20 derecelik eğrilik %30 progresyon,
- 30 derecelik eğrilik %100 progresyon ihtimali vardır.

Büyümenin deselerasyon fazında;

- Risser 1 için 20 derecede kadar %10, 30 derecede %60 progresyon,
- Risser 2 için 20 derecede %2, 30 derecede %30 progresyon,
- Risser 3 için 30 derecede %12 progresyon ihtimali vardır.
- Risser 4 için erkeklerde progresyon riski kalmamış, kızlarda nadirdir.
- Risser 5 için progresyon ihtimali yoktur [8].



Şekil 34: Di Meglio büyüme ve progresyon piramidi [77].

Aynı zamanda ikili majör, ikili torasik ve torakolomber eğriliklerde ilerleme riski daha yüksektir [33].

5.8. AIS Sınıflamaları

Günümüze kadar AIS için farklı sınıflamalar kullanılmıştır. Bunlardan eski ve yaygın olanı King-Moe sınıflamasıdır. Daha önce Ponseti Friedman tarafından yapılan sınıflamadaki cerrahi sırasındaki seviyenin belirsizliğini ortadan kaldırmak için yapılmıştır. Bu sınıflama eğriliği üç boyutlu olarak ele almaz ve daha çok torakal eğriliklerin cerrahi tedavisindeki seviyeyi belirlemek için kullanılmıştır [78].

5.8.1. King-Moe Sınıflaması

Sınıflama yapılırken orta hat olarak iliak kanatlar arasındaki çizgiye sakrumdan çizilen dik çizgi kabul edilmiştir (Şekil 35). Fleksibilite bu sınıflamada eğriliğin ters yönüne doğru yapılan bending ile ortaya çıkmıştır. Lomber bölgedeki düzelme oranından torakal bölgedeki düzelme oranı çıkartılıp esneklik oranı hesaplanır [79].

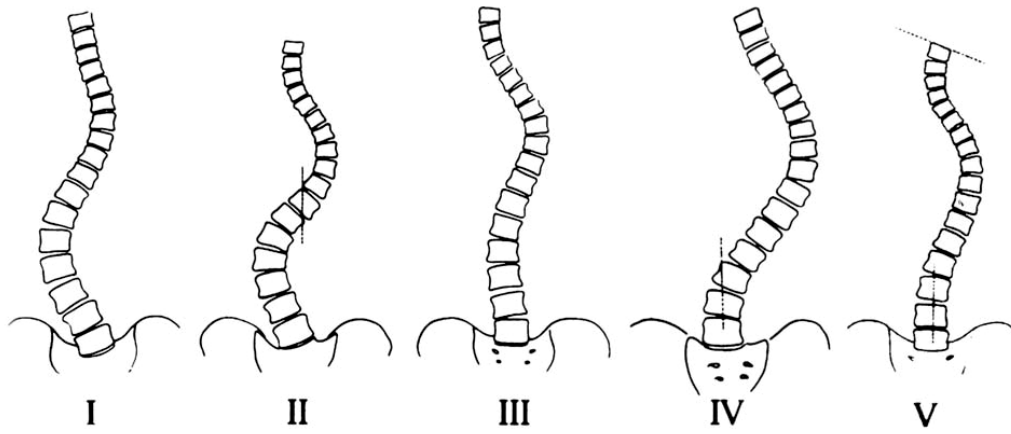
Tip 1: Sakral vertikal çizgiyi (SSVÇ) geçen torakal ve lomber eğriliğin birlikte olduğu tiptir. Lomber eğrilik daha büyüktür. Her iki eğrilik de füzyona dahil edilir.

Tip 2: Sakral vertikal çizgiyi (SSVÇ) geçen torakal ve lomber eğriliğin birlikte olduğu tiptir. Lomber eğrilik daha büyüktür. Yana eğilme grafilerinde lomber eğrilik düzeltilmektedir ve sadece torakal füzyon uygulanması düşünülür.

Tip 3: Ön planda torakal eğrilik varken lomber eğrilik yana eğilme grafilerinde düzelir. Torakal füzyon yeterlidir.

Tip 4: Uzun, sağa yönelik torakal eğrilik vardır. Füzyon için stabil vertebra seçilmelidir.

Tip 5: İkili torakal eğrilik söz konusudur. Her iki eğrilığe de füzyon uygulanmalıdır [80].



Şekil 35: King-Moe Sınıflaması.

5.8.2. Lenke Sınıflaması

Lenke sınıflaması eğriliğin tipi, sagittal torakal modifier ve lomber modifier olmak üzere 3 komponentten oluşur. Eğrilik tipinin tespiti için öncelikle yapısal eğrilik belirlenmelidir (Şekil 36).

Lenke sınıflaması için omurga bölümlere ayrılır. T1-T5 arasına proksimal torasik (PT), T2-T12 arasına ana torasik (MT), T12-S1 arasına da torakolomber bölge (TL/L) olarak adlandırılır. Bu bölgelerde bending grafilerde;

PT eğriliğinin açısı 25 derecenin üzerinde ve T2-T5 kifoza 20 dereceden büyük,

MT ve TL/L eğriliklerinin açısı 25 dereceden büyük ve T10-L2 kifoza 20 derecenin üzerinde ise bu eğrilikler yapısal olarak kabul edilir. Eğriliklerden açısı büyük olan

majör, küçük olan minör eğrilik olarak adlandırılır. Majör eğrilikler her zaman yapısal eğrilik olarak kabul edilir [81].

Lomber modifier; sakrumu ortalayan dik çizginin lomber eğriliğin apeksindeki omurganın pediküllerine göre konumuna göre yapılır. Pediküller arasından geçiyorsa A, pediküllerin arasından geçmeyip korpusun içindeyse ya da korpuse temas ediyorsa B, korpusun dışındaysa C olarak sınıflandırılır (Şekil 37).

Sagittal torakal modifier lateral grafide T4 üst endplate ile T12 alt endplate arasındaki Cobb açısı;

<10 derece ise hipokifoz (-),

10 ile 40 derece arasındaysa normal (N),

>40 derece ise hiperkifoz (+) olarak tanımlanır.

Tip	Proksimal Torasik	Temel Torasik	Torakolomber/Lomber	Eğim Tipi
1	Yapısal olmayan	Yapısal (majör)	Yapısal olmayan	Temel Torasik
2	Yapısal	Yapısal (majör)	Yapısal olmayan	Çift Torasik
3	Yapısal olmayan	Yapısal (majör)	Yapısal	Çift Majör
4	Yapısal	Yapısal (majör)	Yapısal	Üçlü Majör
5	Yapısal olmayan	Yapısal olmayan	Yapısal (majör)	Torakolomber/Lomber
6	Yapısal olmayan	Yapısal	Yapısal (majör)	Torakolomber/Lomber Temel Torasik

Yapısal Kriterler (Minör Eğimler)		Apeksin Konumu	
Proksimal Torasik: Yana eğim açısı $\geq 25^\circ$ -T2-T5 Kifoz $\geq +20^\circ$		Eğim	Apeks
Temel Torasik: Yana eğim açısı $\geq 25^\circ$ -T10-L2 Kifoz $\geq +20^\circ$		Torasik	T2-T11-T12 diski
Torakolomber/Lomber: Yana eğim açısı $\geq 25^\circ$ -T10-L2 Kifoz $\geq +20^\circ$		Torakolomber	T12-L1
		Lomber	L1-L2 diski-L4

Lomber Omurga Modifier		Modifier			Torasik Sagittal Profil	
A	CSV Lomber apekte				T5-T12	
B	CSVL Pediküllerin arasında				- (Hypo)	< 10°
C	CSVL Lomber omur cisminde dokunuyor				N (Normal)	10° - 40°
	CSVL Tamamen medialde				+ (Hyper)	> 40°

Şekil 36: Lenke Sınıflaması Bileşenleri [64].

LOMBER OMURGA DÜZENLEYİCİSİ	EĞRİLİK ÇEŞİDİ (1-6)					
	Tip 1 (Ana torasik)	Tip 2 (çift torasik)	Tip 3 (çift majör)	Tip 4 (üçlü majör)	Tip 5 (TL/L)	Tip 6 (TL/L-MT)
A (eğrilik yok, ya da çok az)	 1A*	 2A*	 3A*	 4A*		
B (orta derecede eğrilik)	 1B*	 2B*	 3B*	 4B*		
C (büyük eğrilik)	 1C*	 2C*	 3C*	 4C*	 5C*	 6C*
Olası sagittal yapı kriteri		 ≥ +20°	 ≥ +20°	 ≥ +20°		
* T5-12 sagittal dizilim düzenleyicisi: -, N, veya + -: < 10° N: 10-40° +: > 40°						

Şekil 37: Lenke sınıfı bileşenleri [64].

5.9. Adölesan İdiopatik Skolyoz Tedavisi

AIS tedavisi izlem, konservatif tedavi ve cerrahi tedavi olarak üçe ayrılır. AIS hastalarının eğrilik derecesi, eğriliğin lokalizasyonu ve progresyon ihtimali tedavi planlamasında dikkat edilecek parametrelerdir. Tedavide amaç deformitenin ilerlemesini durdurmak ve eğrilik derecesindeki düzelmenin korunmasını sağlamaktır [42, 53, 59].

5.9.1. İzlem

25 derece ve altındaki eğriliklerde hastanın iskelet matüritesine bakılmaksızın takip gerekmektedir. İzlem süreleri ve aralığı hastanın eğrilik derecesine ve iskelet matüritesine bağlı değişebilir. Çoğunlukla hastalar 6 aylık takiplerle takip edilir ancak bunun istisnaları da mevcuttur. Eğrilik 20 ile 30 derece arasında ve iskelet matürasyonunun erken evrelerinde ise 3-4 aylık periyotlarla takip edilebilir. Bu takipler sırasında eğrilikte 5 derece ve üzerinde bir artış görülürse tedavi planlanmalıdır. Eğrilik progresyonu olmayan hastalarda iskelet matürasyonu tamamlanana kadar takip edilmeli, takip aralıkları iskelet matürasyonu olgunlaştıkça arttırılmalıdır [53, 59].

5.9.2. Konservatif Tedavi

Yapılan çalışmalarda AIS hastalarında konservatif tedavide ortezlerin (breys) etkinliği kanıtlanmıştır. Konservatif tedavide başarılı olunduğunun söylenilebilmesi için hastalığın doğal seyrine kıyasla daha olumlu sonuçlar elde edilmesi gereklidir [42, 44].

Ortez tedavisinin etkisi pasiftir. Asıl düzeltici etki ortez üzerindeki yastıkların omurgayı transvers eksende itmesiyle gerçekleşir [82].

Ortez tedavisi immatür çocuklarda eğrilik ilerlemesini engellemek amacıyla kullanılmaktadır [42, 44]. Buna göre ortezlerin endike olduğu gruplar;

1. Risser 3'ten küçük olan ve başvuru sırasında 30°den büyük 45°'ten küçük eğriliği olup büyümekte olan adölesanlar,
2. Birinci ölçümü 20° ile 30° derece arasında olmasına rağmen takiplerinde 5 derece veya daha fazla ilerleme gösteren hastalar

Bu hastalar korse tedavisini tolere edebilecek düzeyde kozmetik deformiteye sahip olmalı ve önerilen tedaviyi etkin süre boyunca kullanabilecek olmalıdır [42].

Ortez tedavisinin kontraendike olduğu durumlar;

1. 45 derece ve üzerinde eğriliği olan büyüyen adölesanlar
2. Emosyonel olarak ortezi tolere edemeyen hastalar
3. Aşırı torakal hipokifoz
4. İskelet matüritesini tamamlamış adölesanlar

Rölatif kontraendikasyon olarak ortotik tedaviye yanıtızsız yüksek torakal veya servikotorakal eğriliği olan hastalar [53].

Milwaukee breysi (CTL SO), Boston breysi (TL SO) ve Charleston breysi etkinlikleri kanıtlanmış breysler olup günümüzde halen kullanılmaktadır [53].

Milwaukee breysi servikal-torako-lumbosakral orte zlerin öncüsüdür. Üst bölüm, pelvik bölüm ve yan yastıklar olarak üç parçadan meydana gelir. Lonstein ve Winter tarafından yapılan çalışmada idiopatik skolyoz hastalarında eğriliğin ilerlemesinin engellenmesinde etkili olduğu görülmüştür[83]. Günümüzde orte zin görünüm üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı kullanımı azalmış ve yerini düşük profil breyslere bırakmıştır [42].

Boston breysi halen yaygın olarak kullanılmakta olan bir orte zdir. Termoplastikten yapılır ve prefabrik olarak hazırlanıp hastaya uyarlanır. Ortez in torakal, lomber, trokanterik ve derotasyon yastıkçıkları bulunur. Tek veya çift eğriliği olan ve eğrilik apeksinin T7 ve altında olan deformitelerde etkilidir [42, 84, 85].

Boston orte zlerinin etkisini gösterebilmesi için günlük 20 saatten az kullanılmaması gerekmektedir. Bu yüzden tedavi uyumu zordur. Bu sebepten yola çıkılarak orte z kullanım süresinin azaltılması düşünülmüş, daha düşük zaman dilimlerinde kullanmanın da etkili olduğunu gösteren çalışmaların yayınlanması üzerine Charleston orte zi geliştirilmiştir [42, 53].

Charleston orte zi sadece geceleri hastaya maksimum bending pozisyonunda 8-10 saatlik periyot ile kullanılır. Ortez sadece yatar pozisyondayken kullanılabilir. Charleston orte zinin AIS doğal seyrini engellediği bildirilse de ancak Katz ve

arkadaşları Boston ortezi ile karşılaştırıldığında Charleston ortezinin 35-45 derece eğriliklerde daha az etkili olduğunu göstermişlerdir. Bu ortezin sadece lomber veya torakolomber eğriliklerde kullanılması önerilmiştir [53, 86].

5.9.3. Cerrahi Tedavi

AIS cerrahi tedavisi, son yıllarda hastalığın doğal seyrinin daha iyi anlaşılması, deformite ile ilgili problemlerin tanımlanması, deformitenin üç boyutlu yapısının anlaşılması ve yeni enstrümantasyon teknikleri ile yeni implantların ortaya çıkması ile oldukça gelişmiştir. Bugün cerrahi tedavi endikasyonları hastalığın doğal seyri ve deformitenin erişkinlik döneminde yaratabileceği problemler üzerine tanımlanmıştır. Birçok yazar cerrahi tedavinin 50 derece ve üzerindeki eğriliklerde yapılması gerektiğini söylemiştir ancak bu endikasyon için başka faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır. 50 derecenin altında olan ve beden dengesinde ciddi bozulmaya neden olan, ileri düzeyde kozmetik deformiteye neden olan ve iskelet matüritesini tamamlamamış hastaların klinik durumuna göre cerrahi kararı alınabilir.

Korse kullanmasına rağmen eğriliği ilerleyen hastalarda, eğriliği ilerlemeyen hastalara göre cerrahi tedavi daha sık gerekmektedir.

Adölesanlarda skolyozla birlikte sırt ve bel ağrısı görülmesi ek incelemeler gerektirir. Eğer altta yatan ek bir hastalık bulunamazsa bu hastalarda da spinal füzyon endikasyonu vardır.

Omurga deformite cerrahisinde amaç deformiteyi düzeltirken sagittal balansı ve akciğer fonksiyonlarını korumak, hastanın ağrısını azaltırken ederk hareket fonksiyonlarını arttırmaktır. Bu amaçlara ulaşabilmek için de çeşitli cerrahi teknikler uygulanmaktadır. Son yıllarda özellikle füzyon dışı, büyüme modülasyonu temeline dayanan ipli gerdirme yöntemi (vertebral body tethering, VBT) gittikçe daha geniş bir kullanım sahası kazanmaktadır. Ayrıca posterior spinal füzyon ve VBT'nin beraber kullanıldığı hibrit teknik de, özellikle ikili majör eğriliklerde etkin bir tedavi seçeneği olarak akılda bulundurulmalıdır [44].

5.9.3.1. Posterior Enstrümantasyon ve Füzyon

Posterior spinal enstrümantasyon skolyoz cerrahisinde en yaygın kullanılan girişim olup deformiteyi en iyi şekilde düzeltmeyi ve füzyon sahası stabil olana kadar

vertebraları düzelttiği pozisyonda tutmayı amaçlar. Tüm ortopedik cerrahların aşına olduğu ve tüm vertebral kolona ulaşılabilen geniş ve güvenli bir cerrahidir.

Skolyoz cerrahisinin başarısı etkili bir artrodeze bağlıdır. Hibbs'in klasik ekstraartiküler tekniği yerini faset eklemleri içeren intraartiküler füzyona bırakmıştır. Spinal artrodezin başarısı;

1. Füzyon alanının hazırlığına,
2. Sistemik ve lokal faktörlere,
3. İyileşmeyi uyaran greft materyalinin yeterliliğine,
4. Greft yerleşiminin biyomekanik özelliklerine bağlıdır.

Faset füzyonunda tanımlanan ve daha çok kullanılan Moe ve Hall teknikleri vardır. Füzyonun sağlanabilmesi için cerrahi alandaki yumuşak doku travmasının mümkün olduğunca az olması gereklidir. Greft konulacak yerde avasküler doku olmamalıdır. Füzyon için gerekli olan vasküler gelişimi ve osteoprogenitor hücreleri ortaya çıkarabilmek için kemik yüzey ve fasetler dekortike edilmelidir. Hastanın ek malnütrisyon durumu ve ek hastalıklarının farkında olunmalı ve bunlara yönelik önlemler alınmalıdır. Sigara füzyonun gerçekleşmesini önemli oranda azalttığı için preoperatif ve post operatif dönemde kullanımı bırakılmalıdır. Kemik grefti için en iyi greft yerleri iliak kanatlar ve torakoplasti sırasında kotlardan elde edilen kemiklerdir. Allogreftler de özellikle fazla miktarda greft gereksinimi olan durumlarda, iliak kanat krestinin küçük olduğu gibi durumlarda kullanılabilir. BMP (kemik morfojenik protein) ve inorganik materyallerin kullanımları ile ilgili çalışmalar devam etmektedir [44].

İdeal enstrümantasyon sistemleri, implant yetmezliğine uğramamalı, güvenli ve etkili olmalıdır. Herhangi bir dış desteğe ihtiyaç duymadan tüm yüklemelere karşı dayanabilmelidir. Ameliyat süresini çok uzatmayacak kadar rahat uygulanabilmeli, omurganın aksiye, koronal ve sagittal eksenlerindeki normal konturları restore edebilmeli, yeni bir deformite yaratmamalı ve ekonomik olmalıdır. Mevcut teknolojiye birçok enstrümantasyon sistemi olmasına rağmen bunların tamamını karşılayan tek bir sistem yoktur. Cerrah hastaya ve kendi tecrübesine göre uygun enstrümantasyon sistemini seçip uygulamalıdır [44].

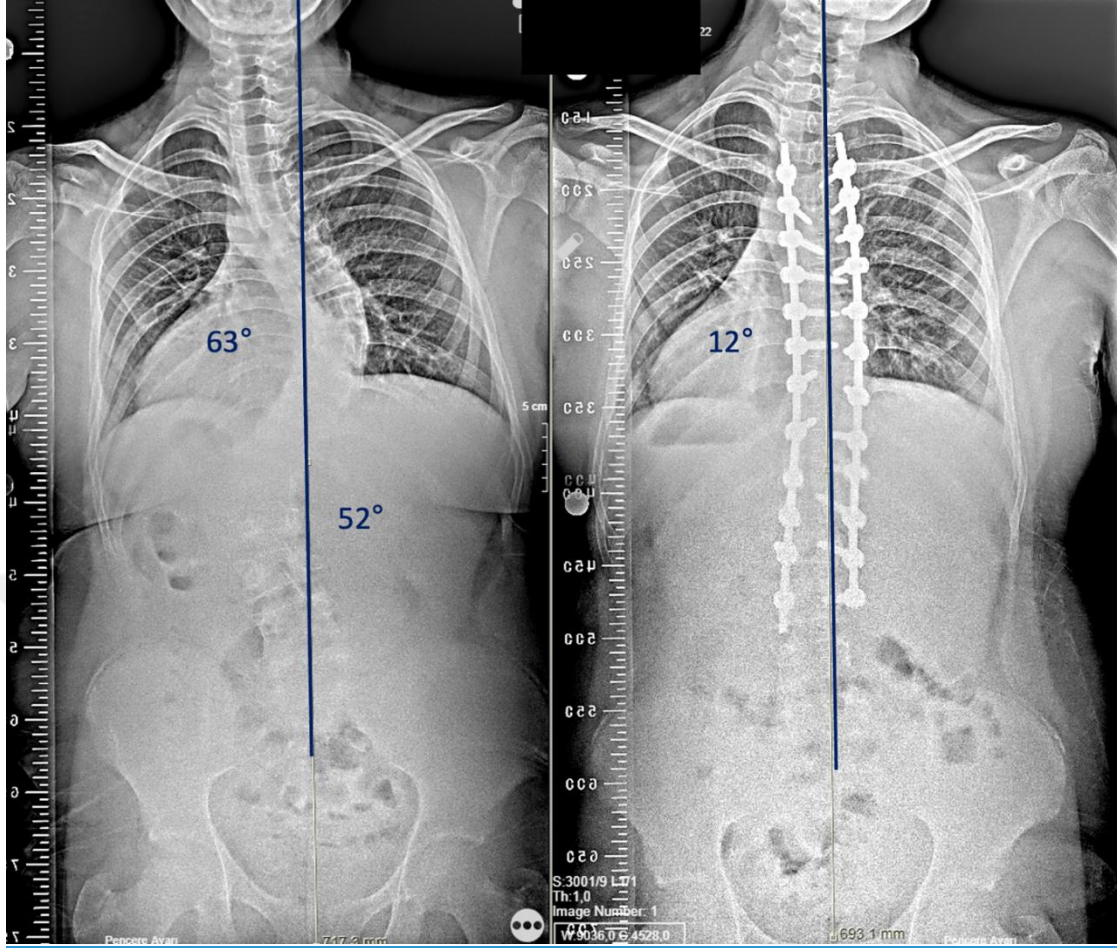
Harrington 1962’de ilk etkili enstrümantasyon sistemini geliştirmiştir. %1’den az nörolojik hasar ve %10’dan az psödoartroz ihtimali olan bu sistem; posterior artrodezle birlikte 6-9 ay arasında alçılı veya korseli bir immobilizasyon ile kombine edilmiş ve yaklaşık 30 yıl boyunca altın standart tedavi olarak kullanılmıştır [44].

Harrington sisteminin iyi sonuçlarına rağmen bazı dezavantajları vardı. AIS hastalarında düzelme oranı yaklaşık %50 civarındaydı. Harrington distraksiyon rodu ile distraktif kuvvet sadece çengellerin yerleştiği laminalar arasında etkili olmaktaydı. Yüklenme laminanın yüklenme sınırını aştığı zaman ise kırık ve düzeltme kayıpları meydana gelmekteydi. Distraksiyon uygulandığında omurganın boyunun uzaması hem koronal hem de sagittal plandaki eğriliklerin azalmasına neden oluyordu.

Moe lomber lordozun azalmasını engellemek için rodun distal ucunu ve buna karşılık gelen çengelin deliğini kare şeklinde değiştirerek rotasyonu önlemeye çalışmıştır. Buna rağmen lomber vertebrada distraksiyonla birlikte lordozda azalma kaçınılmaz olmaktaydı. Aynı zamanda Harrington distraksiyon rodu, AIS hastalarında torakal hipokifoz veya rotasyonel deformite problemine bir çözüm getirememiştir [44].

Omurgada çoklu fiksasyon noktalarıyla birlikte posterior segmenter spinal enstrümantasyon sistemleri aynı rod üstünde rotasyon, kompresyon ve distraksiyon kuvvetlerini uygular. Bu sistemler koronal planda daha iyi bir düzeltme ve daha iyi bir sagittal plan kontrolü sağlar. Torakal hipokifoz düzeltilmekte, lomber lordoz ise korunmakta olup aksiyel plandaki rotasyona etkileri tartışmalıdır. Psödoartroz ve implant yetmezlik oranı Harrington’a göre daha azdır. Bazı dezavantajlarına rağmen avantajlarının fazla olması bu sistemlerin AIS tedavisinde halen kullanılmasını sağlamaktadır [44].

Geçmişte tespit için tel ve çengel kullanılsa da günümüzde pedikül vidaları sağladığı stabilizasyon güvenliği nedeniyle daha sık kullanılmakta ve tercih edilmektedir (şekil 38).



Şekil 38: T4-L3 posterior enstrümantasyon ve füzyon uygulanan 15 yaşında erkek hasta. Lenke Tip 3C. Sagital modifier: N.

5.9.3.2. Anterior Enstrümantasyon

Anterior enstrümantasyon kombine bir yöntem olmadan tek başına da kullanılabilir. Sıklıkla torakolomber ve lomber eğriliklerde kullanılmaktadır. Bu yöntemin daha az füzyon seviyesi ve üç boyutlu olarak deformiteyi daha iyi düzeltmesi avantajlarıdır. Bunların yanında psödoartroz oluşturmaması, rod kırılmalarında artış, torakal ve lomber bölgede kifozu arttırması dezavantajlarıdır [42, 59].

Tek başına tedavide kullanılmasının yanı sıra bu teknikle posterior enstrümantasyon yapılan hastalarda anterior gevşetme, büyük eğriliklerde deformiteyi düzeltmek ve Crankshaft fenomenini engellemek için kombine kullanımları da vardır [87].

Crankshaft fenomeni spinal füzyon uygulanan immatür hastalarda anteriordaki büyümenin devam etmesiyle rotasyonda ve angulasyonda artış olmasıdır. Bu yüzden immatür olarak kabul edilen Risser 0 veya 1, triradiat kıkırdak kapanmamış, Tanner

evre 1-2, büyüme pik döneminde olan hastalarda posterior enstrümantasyonla birlikte anterior girişim kombine olarak kullanılmalıdır [88, 89].

Cerrahi tedavinin komplikasyonlarına bakıldığında erken dönemde yara yeri enfeksiyonu, nörolojik hasar, kemik kırıkları, dura yırtığı, iç organlarda yaralanma gibi komplikasyonlar görülürken geç dönemde psödoartroz oluşumu, geç dönem enfeksiyon, flat back deformitesi (lomber lordozun kaybı) gibi komplikasyonlar görülebilir.

Özetlemek gerekirse, skolyoz omurganın en sık görülen deformitesidir ve toplumda görülme sıklığı %3 kadardır. Ancak son yıllarda farkındalığın artması ile bu oranın daha yüksek olduğu tahmin edilmektedir. Skolyoz ilk başlarda bir koronal plan deformitesi gibi düşünülse de, son yıllardaki çalışmalarda skolyozun sagittal planda da ciddi değişikliklere yol açtığı bildirilmiştir. Özellikle erişkin gruplarda, sagittal denge ile hayat kalitesi arasında yakın ilişki gösteren çalışmalar mevcuttur [90, 91].

Pelvik parametrelerin önemi son yıllarda daha iyi anlaşılmaya başlanmıştır. Özellikle erişkin spinal deformitelerde bu parametrelerin restorasyonu, post-op klinik sonuçlar açısından büyük önem arz etmektedir.

Bu bilgiler göz önüne alınarak biz çalışmamızda literatürde tam olarak aydınlatılamayan AIS hasta popülasyonundaki sagittal ve pelvik parametrelerin hastalığın doğal seyrinde ve ortez tedavisi ile değişimini aydınlatmayı amaçladık. Bu doğrultuda şu soruların cevabını aradık;

1. Risser 4 gerçekten de omurga büyümesinin sonu mu?
2. Lenke 5 grubu hastalarda omurga-pelvis ilişkisi hastalığın seyri ile değişiyor mu?
3. AIS hastalarında pelvik parametreler normal popülasyona göre farklılık gösteriyor mu?
4. Ortez tedavisi uygulanan adölesanlarda pelvik parametreler değişiyor mu?
5. Ortez tedavisi koronal planda düzelmeyi sağlarken sagittal planda ne gibi değişikliklere neden oluyor?

6. GEREÇ VE YÖNTEM

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde 2020 ile 2023 yılları arasında başvuran ve skolyoz tanısı alan hastalar retrospektif olarak incelendi. Hastalar Lenke sınıflamasına göre gruplara ayrıldı. Torakolomber bir eğrilik olan Lenke tip 5 sınıfı hastalar, çalışmaya dahil edildi. Lenke tip 5 sınıfı hastalar içerisinde, spinal büyümesi ve iskelet büyümesini tamamlamış olduğu varsayılan Risser evre 4 ve 5 hastalar çalışma grubunun ana hattını oluşturmak üzere seçildi. En az iki kontrole gelmiş ve bu kontrollerin arasında en az 4 ay bulunan toplam 63 hasta seçildi.

Bu hastalar içerisinde "Adölesan İdiopatik Skolyoz" tanısı alanlar çalışmaya dahil edildi.

Ek kas iskelet sistemi hastalığı olan, iskelet matüritesinin erken safhasında olan, erken başlangıçlı skolyozu olan ve erişkin hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

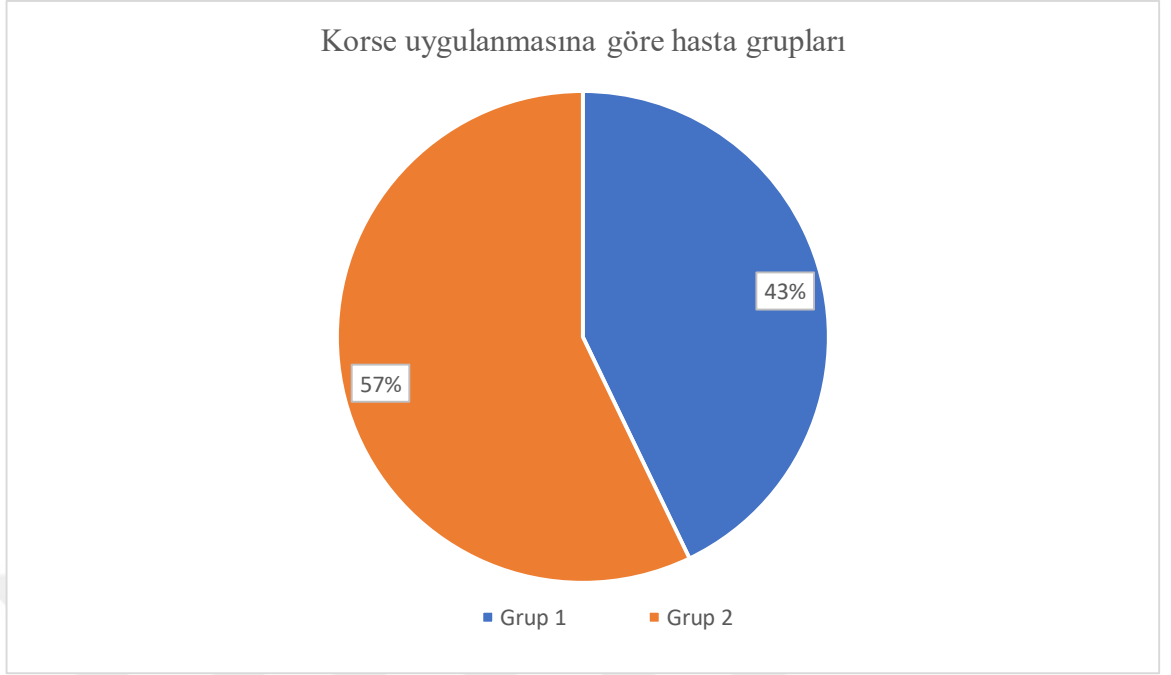
Hastalar korse tedavisi uygulananlar ve izlem ile takip edilenler olarak iki gruba ayrılmıştır. Tedavi endike olan hastalara Sobernheim breysi uygulanmıştır (Şekil 39 ve 40). Korse uygulanarak takip edilen hastalar "Grup 1", sadece izlem ile takip edilen hastalar da "Grup 2" olarak gruplandırılmıştır. Bu gruplar 2 farklı araştırmacı tarafından ölçümler yapılarak incelendi. Grup 1'de toplam 27 hasta, Grup 2'de ise 36 hasta bulunmaktadır. Grup 1'deki kontrol grafipler korse çıkarılarak, korsesiz geçen 24 saatin sonunda elde edilmiştir. Grup 1'deki hastalar için tavsiye edilen korse kullanımı günlük minimum 18 saat olarak belirlenmiştir. Hastaların beyanı ile bu kullanım doğrulanmıştır.



Şekil 39: Korse uygulanmadan önce hastanın ve eğriliğin görünümü.



Şekil 40: Korse uygulandıktan sonra hastanın görünümü.



Grafik 1: Korse uygulanmasına göre hasta grupları ve yüzdeleri

Bu hastaların, yaş, takip süreleri, koronal, sagittal, ve pelvik parametreleri, rotasyon dereceleri, vücut kitle endeksleri (BMI), alt ekstremitelerde kısalık ve geçirilmiş gelişimsel kalça displazisi tanıları incelendi. Bunun için hastaların Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda, skolyoz değerlendirmesi için kullanılan "Skolyoz Değerlendirme Formları" incelenmiştir (Şekil 41).



SKOLYOZ DEĞERLENDİRME FORMU

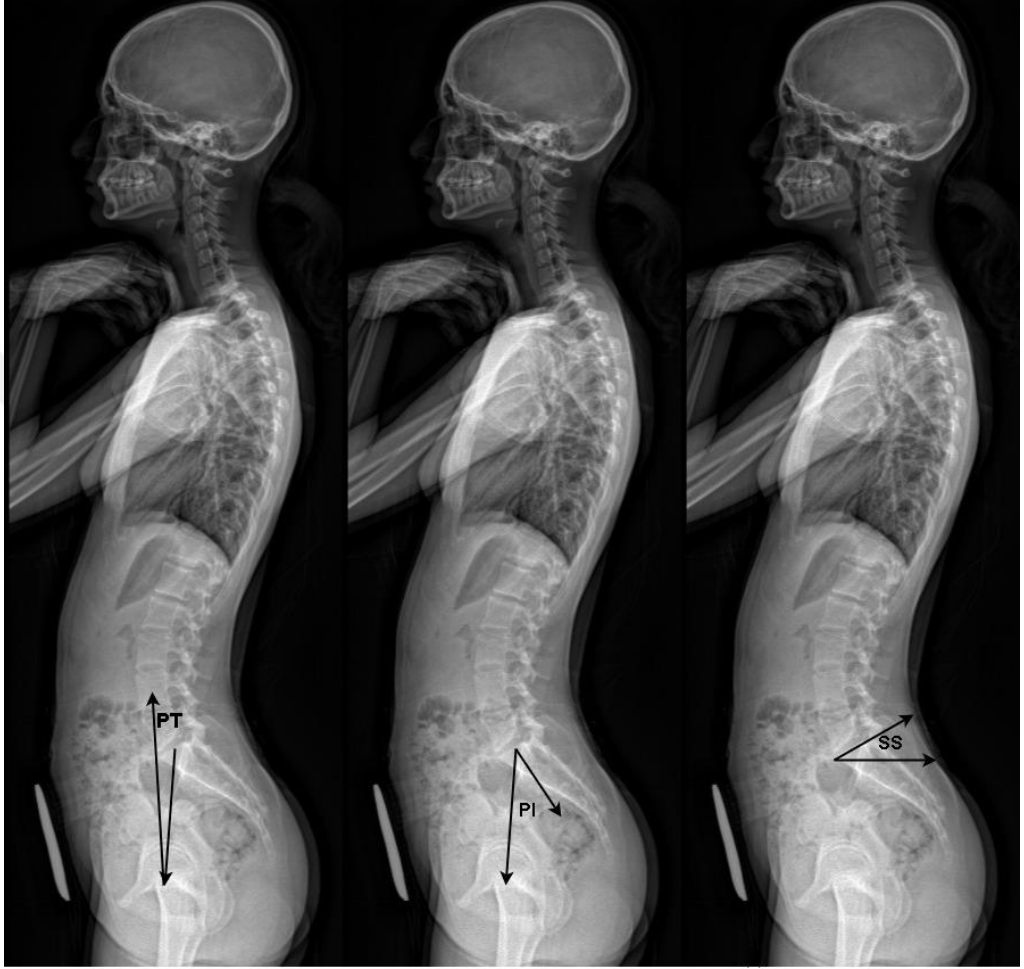
Ad Soyad				Hasta Hakkında Ek Klinik Bilgi		
Film Tarihi						
Yaş		Boy				Kilo
Risser						
Matürite		Sanders				
Menarş						
PA Radyografi						
Proksimal Torasik Eğrilik						
Ana Torasik Eğrilik						
Torakalomber / Lomber Eğrilik						
Koronal Balans (C7PL-CSVL)						
Omuz Dengesi (Klavikula Açısı) (hangi omuz yukarıda ise lütfen belirtiniz)						
Pelvik Tilt						
Bacak-Uzunluk Eşitsizliği						
Lateral Radyografi						
Kifoz T2-T12 (T2'nin gözükmeyeceği durumlarda T5-T12)						
Lomber Lordoz (L1-S1)						
Sagittal Balans						
Pelvik Parametreler				Pelvik Tilt	Sakral Slop	Pelvik İnsidans
Öneriler						

Şekil 41: Skolyoz Değerlendirme Formu.

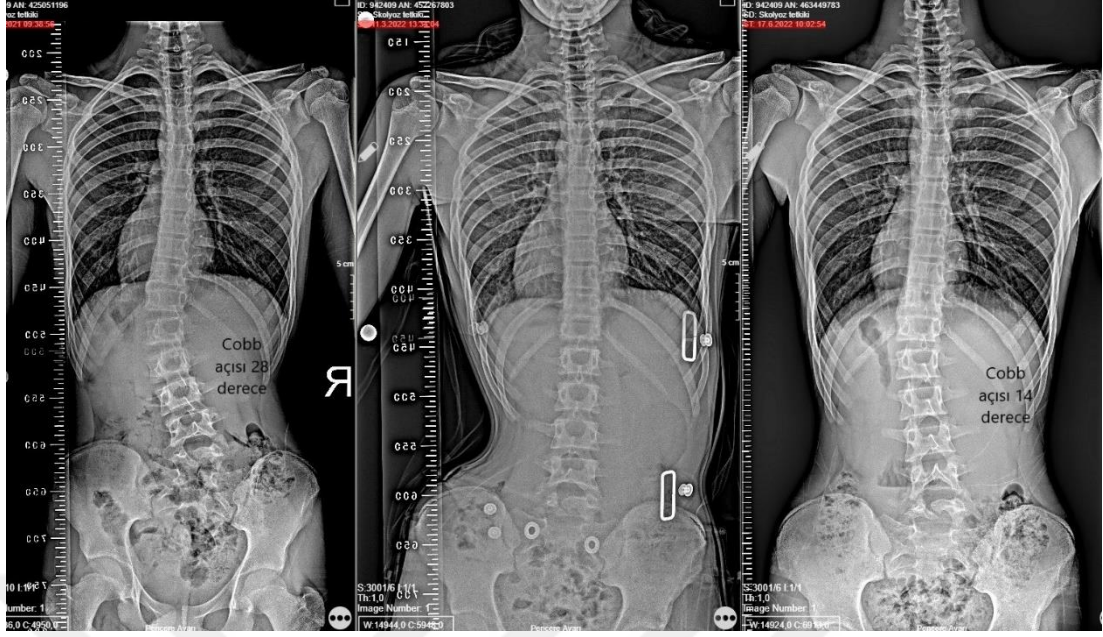
Hastaların her iki kontrolünde de çekilen grafiplerinde eğriliklerin büyüklükleri ölçülerek kayıt altına alındı. Bu grafiplerde omuz dengesi ölçüldü ve CSVL ve C7PL arasındaki mesafe ölçülerek koronal balans değerlendirilerek kaydedildi. Apikal vertebraların Nash-Moe metoduyla rotasyonları ölçüldü. Hastaların pelvik oblisite ve torakal trunk shift değerleri ölçülerek kaydedildi.

Her iki kontrolde de ayakta çekilen lateral vertebra ve pelvik grafiplerinde hastaların, servikal lordoz, torakal kifoz, lomber lordoz değerleri Cobb metoduyla ölçülerek kayıt altına alındı. C7 vertebranın merkezi ile S1 vertebranın süperior-posterior

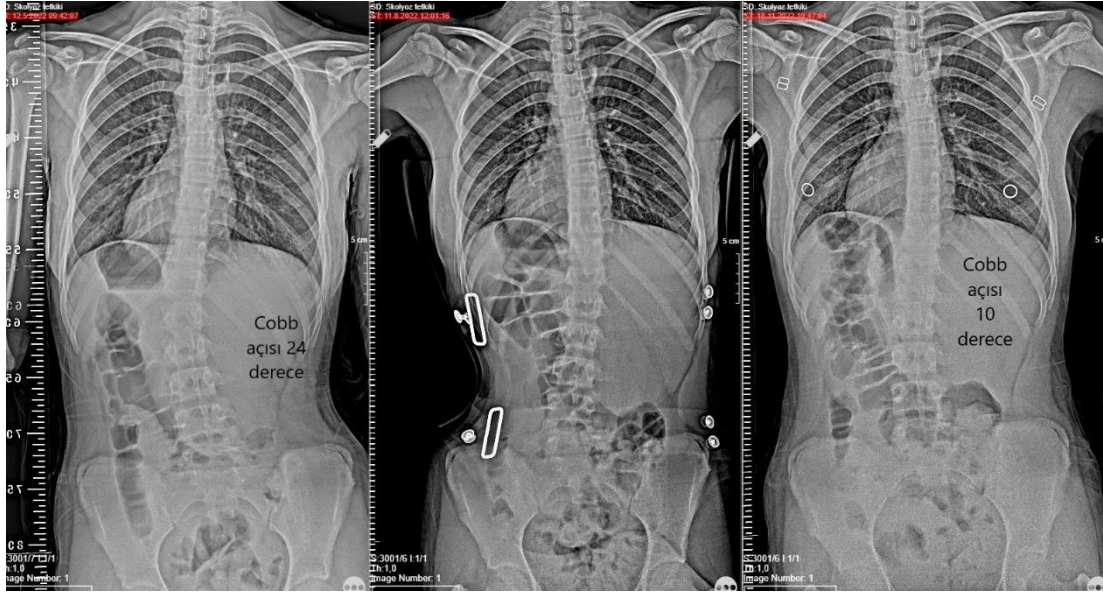
köşesi arasındaki mesafe ölçülerek sagittal balans ölçüldü. Aynı zamanda bu hastaların pelvik parametrelerini incelemek adına sakral slop, pelvik tilt ve pelvik insidas açısal ölçümleri yapılarak kayıt altına alındı. Pelvik parametrelerin $PI=SS+PT$ formülü ile sağlanması yapıldı (Şekil 42).



Şekil 42: Örnek grafi üzerinde pelvik parametrelerin ölçümü.



Şekil 43: 12 yaşında kadın hasta. Menarş sonrası 4. ayda başvuran hasta ilk geliş, korse ve korse çıkarıldıktan sonraki skolyoz grafileri.



Şekil 44: Risser evre 4 14 yaşında erkek hasta ilk geliş, korse ve korse çıkarıldıktan sonraki skolyoz grafileri.

6.1 İstatistiksel Analiz

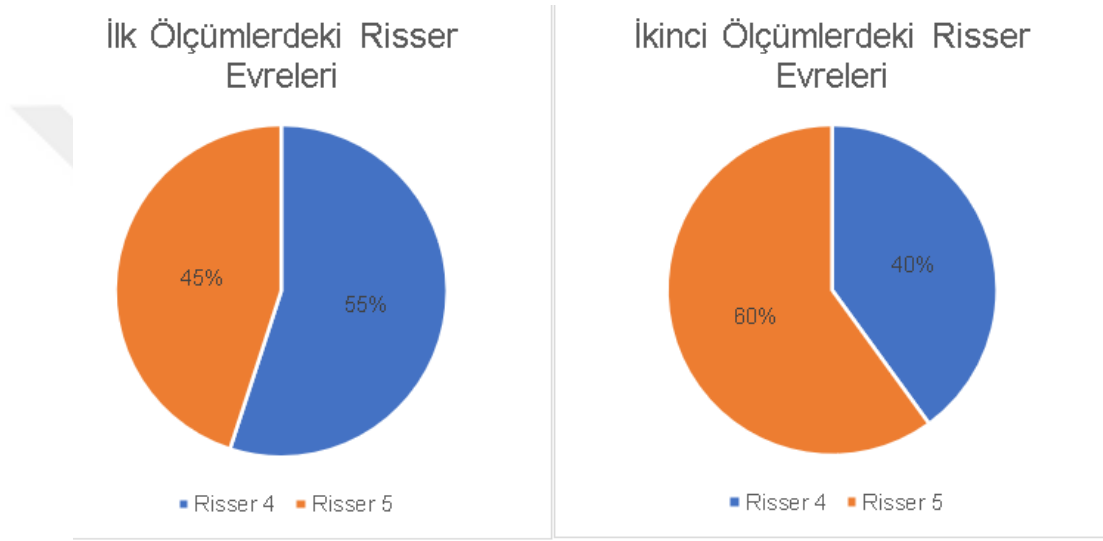
Elde edilen verilerin istatistiksel analizlerinde SPSS 22.0 paket programı kullanıldı. Sürekli değişkenlere ait veriler ortalama $\pm$ standart sapma, ortanca (minimum-maksimum), kategorik değişkenlere ait veriler ise sayı (%) kullanılarak ifade edildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi. Veriler normal dağılım göstermediği için tekrarlayan ölçümlerin karşılaştırılmasında

Wilcoxon T testi, gruplar arası karşılaştırmalarda Mann Whitney U testi kullanıldı. Korelasyon analizinde ise Spearman korelasyon testi yapıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edildi.



7. BULGULAR VE SONUÇLAR

Gereçte belirtilen 63 hastanın 44'ü kız (%70), 19'u erkektir(%30). Hastaların ortalama yaşı 14'tür (en küçük 11, en büyük 17). Hastaların ilk ölçümlerinde 34 hasta Risser 4 (%55), 29 hasta Risser 5 (%45) olarak kaydedilmiştir. Son kontrol grafilerindeki ölçümlerde ise Risser 4 hasta sayısı 25 (%40), Risser 5 hasta sayısı 38 (%60) olarak bulunmuştur (Grafik 2). Hastaların ortalama takip süreleri 6 aydır (en az 5, en çok 26). Hastaların vücut kitle endeksi ortalaması 18,7 (en düşük 15.4, en fazla 23.5) olarak saptanmıştır.



Grafik 2: Hastaların birinci ve ikinci ölçümlerindeki Risser evreleri.

Koronal parametrelerin incelenmesi için proksimal torasik, ana torasik, torakolomber eğriliklerle birlikte koronal balans, omuz dengesi, torakal trunk shift ölçümleri yapıldı. Bu ölçümlerde hastalarda proksimal torasik eğrilik ve torakal trunk shift saptanmadı. Yapılan ilk ölçümlerde hastaların ana torasik eğrilik medyan değeri 11.0 derece (en düşük 0, en fazla 31.0), torakolomber eğrilik medyan değeri 28.0 derece (en düşük 12.0, en fazla 55.0) olarak ölçüldü. Hastaların kontrol ölçümlerinde, main torasik eğrilik medyan değeri 12.0 derece (en düşük 0, en fazla 28.0), torakolomber eğrilik medyan değeri 26.0 derece (en düşük 12.0, en fazla 50.0) olarak ölçüldü.

Hastaların korse kullanımı ile kıyaslandığında iki ölçüm arasında ana torasik ölçümlerde korse kullanımı olmayan hastalardaki değişimin medyan değeri 0 derece (en düşük -4.0, en fazla 20.0) olduğu, korse uygulanan hastalarda ise -4.0 derece

medyan değeri (en düşük -10.0, en fazla 8.0) değışiminin olduğu görüldü. Korse kullanımı ile main torasik eğrilik değışimi arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olduğu saptandı ($p<0.05$).

Torakolomber eğrilik derecelerinin korse kullanımı ile olan ilişkisi incelendiğinde korse kullanmayan hastalardaki değışimin medyan değeri 0 derece (en düşük -8.0, en fazla 9.0), korse kullanan hastalarda ise değışimin medyan değeri -8.0 derece (en düşük -18.0, en fazla 3.0) olarak saptandı. Korse kullanımı ile torakolomber eğrilik değışimi arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olduğu görüldü ($p<0.05$).

Koronal balansın ilk yapılan ölçümlerinde medyan değeri 0 milimetre (en düşük -32, en fazla +34) olarak ölçüldü. Kontrol ölçümlerinde ise medyan değeri yine 0 milimetre (en düşük -35, en fazla +20) olarak ölçüldü. Koronal balans ile korse kullanımı arasındaki ilişki incelendiğinde korse kullanan hastalarda koronal balanstaki değışimin medyan değeri 0 milimetre (en düşük -23, en fazla +29), korse kullanmayan hastalarda ise bu değışimin medyan değeri 0 milimetre (en düşük -48, en fazla 32) olarak ölçüldü. Korse kullanımı ile koronal balans değışimi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0.05$).

Hastaların Omuz Dengesi incelendiğinde yapılan ilk ölçümlerde medyan değeri 0 milimetre (en düşük -14, en fazla +28) olduğu görüldü. Kontrol ölçümlerinde medyan değeri 0 milimetre (en düşük -23, en fazla +30) olarak ölçüldü. Hastaların korse kullanımları ile omuz dengesindeki değışim incelendiğinde korse kullanan hastalarda medyan değeri -4 milimetre (en düşük -32, en fazla +25) olarak ölçüldü ve bu düzelmenin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü ($p<0.05$). Korse kullanmayan hastalarda ise düzelmenin medyan değeri +9 milimetre (en düşük -18, en fazla 22) olarak ölçüldü. Korse kullanmayan hastalarda omuz dengesindeki düzelme arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmadı ($p>0.05$).

Hastaların sagittal parametrelerini incelemek için, servikal lordoz, torakal kifoz, lomber lordoz ve sagittal balans ölçümleri her iki kontrolde de uygulandı.

İlk yapılan ölçümlerde servikal lordoz medyan değeri 10.0 derece (en düşük 3.0, en fazla 17.0) olarak ölçüldü. İkinci ölçümde ise medyan değeri 11.0 derece (en düşük 4.0, en fazla 22.0) olarak saptandı. Bu aşamadan sonra hastaların servikal lordozundaki değışimin korse kullanımı ile olan ilişkisi incelendi. Korse

kullanmayan hastalardaki değişimin medyan değeri 1.0 derece (en düşük -12, en yüksek 6) olarak ölçüldü. Korse kullanan hastalarda ise bu değişimin medyan değeri 0 derece (en düşük -7, en yüksek 13) olarak saptandı. Korse kullanımı ile servikal lordoz arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmadı ($p>0.05$).

Torakal kifoz ölçümleri incelendiğinde ilk yapılan ölçümlerde torakal kifoz medyan değeri 34.5 derece (en düşük 15.0 en fazla 70.0) olarak ölçüldü. Hastaların ikinci ölçümlerinde ise medyan değer 32.0 derece (en düşük 12.0, en fazla 56.0) olarak ölçüldü. Korse kullanımı olan hastalar ile torakal kifozdaki değişimin incelenmesinde korse kullanan hastalarda torakal kifozdaki değişimin medyan değeri -6.0 derece (en düşük -24.0, en fazla 26.0) olarak ölçüldü. Korse kullanmayan hastalarda ise bu değişimin medyan değeri 0 derece (en düşük -22.0, en fazla 11.0) olarak ölçüldü. Bu ölçümlerle birlikte torakal kifozdaki değişim ile korse kullanımı arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı ($p>0.05$).

Lomber lordoz ilk ölçümlerinde medyan değer 58.5 derece (en düşük 44.0, en fazla 84.0) olarak saptandı. İkinci ölçümlerde medyan değer 58 derece (en düşük 38, en fazla 78) olarak ölçüldü. Korse kullanımı ile lomber lordozdaki değişimlerin incelenmesinde korse kullanan hastalarda lomber lordozdaki değişimin medyan değeri -5.0 derece (en düşük -22.0, en fazla 12.0), korse kullanmayan hastalarda ise bu değişimin medyan değeri 0 derece (en düşük -12.0, en fazla 7.0) olarak saptandı. Korse kullanımı ile lomber lordozdaki değişim arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0.05$).

Sagital balans incelemesinde ilk ölçümlerde sagital balans medyan değeri -5.5 milimetre (en düşük -75, en fazla +5) olarak saptandı. İkinci ölçümlerde medyan değer -21.0 milimetre (en düşük -90, en fazla +2) olarak ölçüldü. Korse kullanımı ile sagital balanstaki değişimin arasındaki değerlendirilmesinde, korse kullanan hastalarda sagital balanstaki değişimin medyan değeri -1 milimetre (en düşük -38, en fazla 14), korse kullanmayan hastalarda ise bu değişimin medyan değeri 0 milimetre (-42, en fazla 32) olarak saptandı. Bu değerlerle birlikte korse kullanımı ile sagital balanstaki değişim arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamadı ($p>0.05$).

Pelvik parametrelerin incelenmesi için hastaların, sakral slop, pelvik tilt, pelvik insidans ölçümleri yapıldı (Tablo 1 ve Tablo 2).

Tablo 1: Grup 1 gruptaki ölçümlerde pelvik parametrelerin değerleri.

Grup 1	N	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
SS-1	27	42,07	6,541	29	53
SS-2	27	39,33	5,924	29	51
PT-1	27	11,0	3,836	6	18
PT-2	27	12,47	2,949	8	18
Pİ-1	27	52,73	6,530	39	64
Pİ-2	27	52,07	5,922	40	60

Tablo 2: Grup 2 gruptaki ölçümlerde pelvik parametrelerin değerleri.

Grup 2	N	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
SS-1	36	40,76	7,650	25	58
SS-2	36	40,32	5,375	30	52
PT-1	36	11,12	3,087	6	19
PT-2	36	11,32	2,428	4	15
Pİ-1	36	52,28	8,284	33	59
Pİ-2	36	51,20	5,575	39	51

Sakral slop için yapılan ilk ölçümlerde medyan değer 41.0 derece (en düşük 25.0, en fazla 58.0) olarak ölçüldü. İkinci ölçümlerde sakral slop medyan değeri 41.0 derece (en düşük 29.0 en fazla 58.0) olarak ölçüldü. Sakral sloptaki değişimin korse kullanımı ile olan ilişkisi incelendiğinde sakral sloptaki değişimin medyan değeri korse kullanan hastalarda -7.0 dereceyken (en düşük -10.0, en fazla -2.0), korse kullanmayan hastalarda ise medyan değer 1.0 derece (en düşük -7.0, en fazla 4.0) olarak ölçüldü. Bu değerlerle birlikte korse kullanan hastalarda sakral sloptaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.05$).

Hastaların yapılan ilk ölçümlerinde pelvik tilt medyan değeri 11.0 derece (en düşük 6.0, fazla 19.0) olarak ölçüldü. İkinci ölçümlerde ise pelvik tilt medyan değeri 12.0 derece (en düşük 4.0, en fazla 18.0) olarak saptandı. Korse kullanımı ile pelvik tiltteki değişim arasındaki ilişkinin incelenmesinde korse kullanan hastalarda pelvik tiltteki değişimin medyan değeri +1.0 derece (en düşük -5.0, en fazla 8.0), korse kullanmayan hastalarda bu değişimin medyan değeri 0 derece (en düşük -6.0, en fazla 5.0) olarak saptandı. Hastaların korse kullanımı ile pelvik tiltteki değişimin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamadı ($p>0.05$).

Pelvik insidans incelemesinde yapılan ilk ölçümlerde medyan değer 53.0 derece (en düşük 33.0, en fazla 69.0), ikinci ölçümlerde ise medyan değer 52.5 derece (en düşük 39.0, en fazla 61.0) olarak saptandı. Korse kullanımı ile pelvik insidanstaki değişimin arasındaki ilişki incelendiğinde korse kullanan hastalarda pelvik insidanstaki değişimin medyan değeri -6.0 derece (en düşük -14.0, en fazla +5.0), korse kullanmayan hastalarda ise bu değişimin medyan

değeri 1.0 derece (en düşük -6.0, en fazla 10.0) olarak saptandı (Tablo 3 ve 4). Bu değerlerle korse kullanan hastalarla pelvik insidans değişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulundu ($p<0.05$).

Tablo 3: Grup 1 (korse kullanan) hastalarda yapılan ölçümlerdeki değişimlerin median değerleri ve istatistiksel sonuçları.

Grup 1	Median	Minimum	Maksimum	P değeri
ΔMain Torasik	-4.0°	-10.0°	+8.0°	<0.05
ΔTorakolomber	-8.0°	-18.0°	+3.0°	<0.05
ΔKoronal Balans	0.0mm	-23.0mm	+29.0mm	>0.05
ΔOmuz Dengesi	-4.0mm	-32.0mm	+25.0mm	<0.05
ΔServikal Lordoz	0.0°	-7.0°	+13.0°	>0.05
ΔTorakal Kifoz	-6.0°	-24.0°	+26.0°	>0.05
ΔLomber Lordoz	-5.0°	-22.0°	+12.0°	>0.05
ΔSagital Balans	0.0	-38.0mm	+14.0mm	>0.05
ΔSakral Slop	-7.0°	-10.0°	-2.0°	<0.05
ΔPelvik Tilt	+1.0°	-5.0°	+8.0°	>0.05
ΔPelvik İnsidans	-6.0°	-14.0°	+5.0°	<0.05

Tablo 4: Grup 2 (korse kullanmayan) hastalarda yapılan ölçümlerdeki değişimlerin median değerleri ve istatistiksel sonuçları.

Grup 2	Median	Minimum	Maksimum	P değeri
ΔMain Torasik	0.0°	-4.0°	+20.0°	>0.05
ΔTorakolomber	0.0°	-8.0°	+9.0°	>0.05
ΔKoronal Balans	0.0	-48.0mm	+32.0mm	>0.05
ΔOmuz Dengesi	+9.0	-18.0mm	+38.0mm	>0.05
ΔServikal Lordoz	+1.0°	-12.0°	+6.0°	>0.05
ΔTorakal Kifoz	+2.0°	-22.0°	+11.0°	>0.05
ΔLomber Lordoz	0.0°	-12.0°	+7.0°	>0.05
ΔSagital Balans	0.0	-42.0mm	+32.0mm	>0.05
ΔSakral Slop	+1.0°	-7.0°	+4.0°	>0.05
ΔPelvik Tilt	0.0°	-6.0°	+5.0°	>0.05
ΔPelvik İnsidans	+1.0°	-6.0°	+10.0°	>0.05

7.1. Korelasyonlar

Bağımsız grupların birbiri ile olan korelasyonunu değerlendirmek için Spearman korelasyon testi uygulandı. Bu test sonucuna göre;

- ✓ Sakral sloptaki değişim ile main torasik eğrilikteki değişim arasında orta düzeyde doğrusal bir ilişki saptandı ($p<0.05$).
- ✓ Sakral sloptaki değişim ile koronal balanstaki değişim arasında orta düzeyde ters bir ilişki saptandı ($p<0.05$).
- ✓ Sakral sloptaki değişim ile pelvik insidanstaki değişim arasında yüksek düzeyde doğrusal bir ilişki saptandı ($p<0.05$).
- ✓ Sakral sloptaki değişim ile omuz dengesindeki değişim arasında orta düzeyde doğrusal bir ilişki saptandı ($p<0.05$).
- ✓ Pelvik tiltteki değişim ile pelvik insidanstaki değişim arasında orta düzeyde doğrusal bir ilişki saptandı ($p<0.05$).
- ✓ Pelvik insidanstaki değişim ile koronal balanstaki değişim arasında orta düzeyde doğrusal bir ilişki saptandı ($p<0.05$).
- ✓ Pelvik insidanstaki değişim ile omuz dengesindeki değişim arasında orta düzeyde doğrusal bir ilişki saptandı ($p<0.05$).
- ✓ Torakal kifozdaki değişim ile lomber lordozdaki değişim arasında orta düzeyde doğrusal bir ilişki saptandı ($p<0.05$).
- ✓ Torakal kifozdaki değişim ile sagital balanstaki değişim arasında orta düzeyde doğrusal bir ilişki saptandı ($p<0.05$).

8. TARTIŞMA

Adölesan idiopatik skolyoz cinsiyetle yakın ilişkisi olan ve %0.47-5.2 prevalansa sahip toplumda yaygın görülen bir hastalıktır. Kızlarda erkeklere göre daha sık görülür. Etyolojisinde birçok etken araştırılmış ancak net olarak sebebi ortaya koyulamamıştır [42, 44].

AIS derecesiyle vertebralarda ve yumuşak dokulardaki değişiklik korelasyon gösterir. Eğriliğin apeksinde bu yapısal değişiklikler en fazladır ve apeksten uzaklaştıkça bu değişiklikler azalır [51].

Koronal ve aksiyel eksenlerdeki değişikliklerle beraber omurganın skolyotik kısım sagittal ekseninde lordotiktir. Bu AIS'in omurganın üç boyutlu bir deformite olduğunu gösterir [42].

Hastalar deformiteye bağlı sırtta eğrilik, omuz yüksekliğinde eşitsizlik, kostalarda kamburluk, gövde ve kalça asimetrisi gibi klinik semptomlarla hekime başvururken bazı durumlarda çekilen antero-posterior akciğer grafilerinde insidental olarak görülüp hekime yönlendirilirler[42, 51]. Bu hastalardan detaylı bir anamnez alınmalı, iyi bir fizik muayene sonrası radyolojik tetkiklerle birlikte deformite analizi yapıp tedavi planı oluşturulmalıdır.

AIS tanısı için hastanın anamnez ve fizik muayene basamaklarından sonra radyolojik olarak skolyoz grafileri çekilir. Skolyoz grafilerinde koronal planda 10 dereceden fazla eğrilik olması skolyoz olarak tanımlanır. Skolyoz tanısı koyulduktan sonra etyolojideki diğer sebepler dışlandıktan sonra idiopatik skolyoz tanısı koyulur. Bu noktadan sonra hekim hastalığın doğal seyrini bilmeli, tedavi ve takip alternatifleri için planlama yapmalıdır.

Hastaların radyografik incelemesinde ilk olarak yapılması gereken Cobb açısının ölçülmesidir. Koronal planda eğrilik saptandıktan sonra sagittal planda servikal lordoz, torakal kifoz ve lomber lordoz eğriliklerinin ölçümleri yapılır. Bu aşamadan sonra hastaların pelvik parametrelerinin ölçülmesi pelvis-omurga ilişkisini görmek için gereklidir. Pelvik parametrelerden sakral slop, pelvik tilt ve pelvik insidans ölçümleri yapılır. Pelvik insidans yapılan çalışmalarda geometrik olarak sakral slop ile pelvik tiltin toplamına eşittir [61, 62]. Pelvik insidansı düşük olan kişiler AP planda kısa bir pelvik halkaya sahiptir. Yüksek pelvik insidanslı kişilerin ise geniş bir

AP plan aksına sahiptir. Omurganın fleksibilitesi ankilozan spondilit, dejeneratif omurga gibi hastalıklara bağılı olarak azalabildiğı durumda pelvis retrovert olarak kompanzasyon yapar. Bu mekanizmada femur başı ile sakral endplate arasındaki horizontal mesafe artar ve SS azalır [62].

Pelvis insidans $52,6 \text{ derece} \pm 10,4 \text{ derece}$; pelvik tilt $13 \text{ derece} \pm 6,8 \text{ derece}$ ve sakral slop (eğim) ise $39,6 \text{ derece} \pm 7,9 \text{ derecedir}$. Sonuç olarak omurgada normal bir denge için pelvik tilt, pelvik insidansın yarısından küçük, sakral slope ise pelvik insidansın yarısından büyük olmalıdır [67, 68].

Ölçümler yapıldıktan sonra hastalığın doğal seyrinin bilinmesi ve buna göre planlama yapılması gereklidir. Hastalığın doğal seyrinde iskelet matüritesinin hangi aşamasında olduğı bilinmelidir. İskelet matüritesi için iliak kanat apofizlerinin kemikleşmesiyle takip edilen Risser Belirtisi geçmişten günümüze en yaygın olarak kullanılan işarettir. Hastanın büyüme potansiyeli ne kadar fazlaysa omurgadaki deformitenin de ilerleme potansiyeli o kadar fazladır. Risser belirtisine göre omurga gelişimi Risser 4'te sona ererken aksiyel büyüme Risser 5'te son bulur. Risser iskelet matürasyon sisteminin zayıf noktası dönemin yaklaşık %60'ını kapsamaması ve büyüme pikini yakalayamamasıdır [52, 74, 75].

Eğrilik progresyonu olduğunu söyleyebilmek için iki kontrolde yapılan ölçümler arasında koronal plandaki eğrilikte en az 5 derece artışın olması gereklidir. Progresyonda hastanın yaşı, cinsiyeti, iskelet matürasyonunun durumu, eğrilik büyüklüğü, eğrilik yeri ve şekli önemlidir [42].

AIS hastalarında tedavi, izlem, konservatif tedavi ve cerrahi tedavi olarak üçe ayrılır. Tedavide amaç deformitenin ilerlemesini durdurmak ve eğrilik derecesindeki düzelmenin korunmasını sağlamaktır [42, 53, 59]. Çoğu hastada takip yeterlidir. Tedavi için hastaların eğrilik derecesi, eğriliğin lokalizasyonu ve progresyon ihtimaline göre plan yapılır.

Eğriliğı 25 derece ve altında olan hastalar tedavisiz izlem ile takip edilebilir. Tedavisiz izlem ile takip edilen hastalar en fazla 6 ay olmak üzere kontrole çağırılırlar. Progresyon ihtimali yüksek olan hastalar daha sık kontrole çağırılabilir. Takip eden kontrollerinde eğrilikte 5 dereceden fazla bir artış görülürse hastaya tedavi planlanmalıdır [53, 59].

Konservatif tedavi seçenekleri arasında ortezlerin başarısı kanıtlanmıştır. Bu başarı hastalığın doğal seyrindeki ilerlemeyi engeller ve deformiteyi düzeltici etki olarak gösterilmiştir. Ortez tedavisinin etkisi pasiftir, asıl düzeltici etki ortez üzerindeki yastıkların omurgaya transvers ekseninde uyguladığı kuvvetle sağlanır[42, 44, 82]. 30-45 derece arasında eğriliği olan Risser 0, 1, 2 hastalar ve iki ölçüm arasında 5 dereceden fazla artışı olan 20-30 derece arasında eğriliğe sahip hastalarda ortez tedavisi endikedir. Etkinliği kanıtlanan çeşitli ortezler mevcuttur ve bu çalışmada da olduğu gibi bunlardan en yaygın kullanılanı Boston ortezleridir (TLSO) [84, 85]. Bu çalışmada da uygun hastalara Boston ortezinin bir modeli olan Sobernheim ortezi uygulanmıştır.

1990'lı yıllardan itibaren sagittal dengenin pelvik parametreler ile yakın ilişkili olduğu farklı çalışmalarca gösterilmiştir. Buradan yola çıkılarak sakrumun omurganın bir kaidesi olduğu ve sakrumun, kranialindeki eğriliklerin büyüklüğünü belirlediği düşünülebilir. Lomber lordozun pelvik parametrelere göre değişebildiği önceki çalışmalarda kanıtlanmıştır [92]. Büyük lomber lordoz, büyük torakal kifoz ve servikal lordozla da ilişkilidir.

Normal pelvik büyüme ile ilgili oldukça az veri vardır. Pelvik parametreler son yıllarda tanımlanmış ve sakral slop ile pelvik tiltin toplamının pelvik insidansı gösterdiği görülmüştür. Pelvis ile sakrum ilişkisi tam olarak aydınlatılamamış ve büyüyen çocuklarda pelvik parametreler ile ilgili yeterince çalışma yapılmamıştır. Mac-Thiong ve arkadaşlarının yaptığı 341 normal çocuk ve adolesanin dahil edildiği bir çalışmada normal pelvik parametre değerleri PI için 49 ± 11 , SS için 41 ± 8 ve PT için 8 ± 8 derece olarak bulunmuştur [93]. Daha sonra yine Mac-Thiong ve arkadaşlarının yaptığı ve 646 sağlıklı çocuk ve adolesanin dahil edildiği çalışmada da 3-10 yaş arasında PI 43 ± 10.6 , SS 38.2 ± 7.7 , PT 5.5 ± 7.6 , 10-18 yaş arası çocuklarda PI 46.9 ± 11.4 , SS 39.1 ± 7.6 , PT 7.7 ± 8.3 derece olarak bulunmuştur [94]. Bu verilerle birlikte çocuklarda yaş ile birlikte PI ve PT'nin arttığı kabul edilmiştir. Bu büyümeden yola çıkılarak pelvisin büyümesi pelvik morfoloji değiştirerek omurga üzerinde potansiyel bir etki yaratabilir [92].

Son yıllarda sagittal plan patolojileri ve pelvik parametreler omurga camiasında daha önemli bir şekilde gündeme alındı çünkü sagittal plan bozulmasının yetişkinlerde

daha düşük yaşam kalitesi ve daha fazla mekanik komplikasyona neden olduğu düşünülmektedir [95]. Çocuklarda ve adölesanlarda da sagittal denge skolyoz cerrahisinde optimal dizilim ve uzun dönemde mekanik yetmezlik riskini değiştirdiği için oldukça önemlidir [96]. Tedavi ve takip planlaması için oldukça hayati bir konu olan pelvik parametrelerde halen ortak bir kılavuz oluşmamıştır ve çalışmalar devam etmektedir. Pesenti ve arkadaşları yaptıkları çoklu merkezli büyük bir çalışmaya 1059 asemptomatik çocuk üzerinde pelvik parametreleri taramışlar ve bunları Risser sınıflamasına göre gruplandırarak gruplar arasında pelvik parametre sonuçlarını yayınlamışlardır. Bu sonuçlar da Mac-Thiong'un sonuçları ile benzerlik göstermekte ve yaşla birlikte PI ve PT artarken SS değişmemektedir [92].

Bu bilgiler göz önüne alınarak biz çalışmamızda literatürde tam olarak aydınlatılamayan AIS'li hasta popülasyondaki sagittal ve pelvik parametrelerin hastalığın doğal seyrinde ve konservatif tedavi ile değişimini aydınlatmayı amaçladık. Bu doğrultuda şu soruların cevabını aradık.

Güncel omurga cerrahisi literatüründe kabul gören genel kaniya göre Risser 4 omurga büyümesinin sona erdiğini gösterir. Omurga büyümesi tamamlandığı için omurgadaki deformite de ilerleme/gerileme göstermez [77]. Ancak Risser 0 evresi, pubertenin 2/3'ünü içerdiği için, iskelet matüritesi için başka radyolojik değerlendirme parametreleri ihtiyacı doğmuştur. Özellikle Sanders evreleme sistemi, güncel olarak kullanılan bir matürasyon kriteridir. Anterior vertebral body tethering yaygın kullanım kazanması ile, Sanders evrelemesi daha ön plana çıkmıştır. Ancak bu sistemin de bazı eksiklikleri mevcuttur. Bölgesel ve ırka bağlı farklılıklar göstermesi, her evrenin homojen olmaması en büyük eksikliklerindendir.

Çalışmamızda dahil kriteri olan pre-matürasyon aşamasında omurgaya sahip olan hastalarda yapılan ilk ölçümlerde Grup 1 hastaların Cobb açısı ortalama 30.1 ± 5.7 'den 23.4 ± 7.5 dereceye geriledi. Grup 2 hastalarda ise ortalama Cobb açısı ilk ölçümde 28.9 ± 9.7 iken ikinci ölçümde 28.9 ± 7.9 olarak sabit kaldı. Bu sonuçlar korse tedavisinin olduğu Risser 4 hastalarda da eğriliği düzeltici etkisi olduğunu kanıtladı ($p < 0.05$). Böylece Risser 4 omurga büyümesinin tamamlanmasını gösterse de omurgadaki elastikiyetin devam ettiği varsayılmalı ve mevcut korse tedavisi bu hastalarda devam ettirilmelidir. Ancak Risser evre 4 ve yeni tanı almış hastalarda,

korse tedavisine başlamak için diğer matürasyon kriterlerinin de beraber göz önüne alındığı bir klinik değerlendirme daha uygun olacaktır.

Ortez tedavisinin koronal planda eğriliğin progresyonunu engelleyici ve eğriliği azaltıcı etkileri kanıtlanmıştır. Tedavinin sagittal planda neden olduğu değişikliklere bakıldığında çalışmamızda kullanılan ortez çeşidi servikal vertebraları kapsamamaktadır ve bu nedenle servikal lordozda herhangi bir değişime neden olmamıştır (korse kullanmayan hastalarda ilk ölçümde 10.0 ± 3.1 , ikinci ölçümde 10.5 ± 2.9 , korse kullanan hastalarda ilk ölçümde 9.6 ± 3.8 , ikinci ölçümde 9.8 ± 5.5). Torakal kifoz ölçümlerinde ise korse tedavisi ile torakal kifoz açısı azalsa da bu istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Hastaların lomber lordoz ölçümleri yapıldığında da korse kullanan hastalarda lomber lordoz açısında ortalama 4.0 ± 8.9 derece azalma görülmüş ancak bu azalma da istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Bu sonuçlar Chêneau ortezi ile tedavi edilen adölesan idiopatik skolyozu olan hastalarda Li ve arkadaşlarının yaptığı çalışma ve Scheuermann kifozu nedeniyle ortez uygulanan hastalarda Azar ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaların sonucu ile benzerdir [97, 98]. Sagittal plandaki bu değişimlerle birlikte sagittal balansta, korse ile tedavi edilen hastalarda edilmeyenlere göre balansa negatif yönde bir değişim olurken bu değişim de istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Sağlıklı popülasyonda yapılan çalışmalarda yaşla beraber PI ve PT derecelerinde artma görülürken SS derecesi değişmemektedir [93]. Daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada, özel olarak belirlenen Lenke tip 5 hastalarda, patolojinin torakolomber bölgede olduğu hastalarda spino-pelvik ilişkiyi ortaya koyuldu. Pelvik parametreler korse uygulanan ve uygulanmayan hastaların ilk ölçümlerinde benzerlik gösterdi (korse uygulanan hastalarda PI 53.7 ± 6.5 , SS 42.0 ± 6.5 , PT 11.0 ± 3.8 , korse uygulanmayan hastalarda PI 52.2 ± 8.2 , SS 40.7 ± 7.6 , PT 11.1 ± 3.0). Hastaların tedavi ve takip süreçlerinden sonra yapılan ölçümlerde ise korse kullanan hastalarda SS ve PI derecelerindeki azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülürken PT’de olan değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Bu sonuçlar sağlıklı kişilerde yapılan çalışmaların sonuçlarıyla ters düşerken hasta grubunda yapılmış ve tedavi uygulanmış olan Li ve arkadaşlarının

yaptığı çalışma ve Azar ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaların sonucu ile uyumluluk göstermektedir.

Bu parametrelerin birbiri ile ilişkisine bakıldığında sakral sloptaki değişim ile pelvik insidans arasında yüksek düzeyde bir ilişki mevcuttur. $PI=SS+PT$ formülü ile bu ilişki açıklansa da sağlıklı popülasyonda çocukluk döneminden itibaren yaşla birlikte PI artarken SS sabit kalır ve PT artar [99]. Bununla birlikte SS'teki değişim ile main torasik eğrilik ve koronal balans ile de orta düzeyde bir ilişki bulunmaktadır. Bunların sebebi korsenin koronal plandaki düzeltici etkisini arttırmak için uygulanan sagital plandaki daralma sebebiyle sagital plan değişikliklerine pelvisin gösterdiği yanıt olarak düşünülebilir. Ortez lomber lordozla birlikte sakral slopu azaltırken pelvik tilt göreceli olarak daha az artış gösterir ve bu nedenle SS ile birlikte PI'da azalış göstermektedir.

Her bireyin pelvis yapısı kendine özgü olup pelvik parametreler yaş ve zamanla birlikte değişmektedir [100]. Sagital eksen ve spino-pelvik bileşkenin adölesan idiopatik skolyoz hastalarında önemi gün geçtikçe artmaktadır. Çalışmaların çoğu sağlıklı popülasyonda veya cerrahi tedaviler ile sınırlı kalmıştır ancak ortez tedavisi AIS hastalarında tedavi uygulanan hastalarda büyük bir yer tutmaktadır. Bu nedenle ortezin koronal plandaki deformiteyi düzeltici etkisiyle birlikte sagital planda omurga ve pelvise yaptığı etkilerin iyi bilinmesi gereklidir. Bu amaçla koronal, sagital ve pelvik parametrelerin incelendiği sağlıklı kişilerin ve skolyoz hastalarının dahil olduğu çok kesitli çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmanın bazı limitasyonları da mevcuttur. İlk olarak hasta sayısının azlığı ve takip süresinin 6 ay ile kısıtlı olması çalışmanın eksikliklerindendir. Ayrıca kız ve erkek popülasyonunun kendi içinde ayrı ayrı değerlendirilmemesi bir eksikliktir. Matürite kriterlerinden sadece Risser evreleme sisteminin kullanılması çalışmanın bir diğer eksikliğidir. Son olarak, adölesan yaş grubunda pelvik parametreler ile ilgili literatür bilgileri yeni oluşmaktadır. Bu nedenle bu parametreler ile ilgili bilgilerimiz sınırlıdır. Son olarak korse kullanım süresi minimum 18 saat olarak belirlenmiştir ancak istatistiksel olarak hesaplanmamıştır.

Öte yandan çalışma, literatürde Lenke tip 5 hastalara özel (torakolomber eğrilikler), iskelet matürasyonuna yakın AIS hastalarının pelvik parametreler ile ilişkisini

değerlendiren ilk çalışmadır. Ayrıca tek tip korse kullanımı ile standardizasyon sağlanmıştır.



9. ÇIKARIMLAR

1. AIS hastalarında kabul gören ortak görüş Risser evre 4'te omurga büyümesinin durması nedeniyle eğrilikte herhangi bir progresyon olmayacağı yönündedir. Risser evre 5 olan hastalarda dahi eğriliklerin prograse olabileceğini ve magnitudü belli bir büyüklükteki eğriliklerin tedavi gereksinimi olduğunu göstermiş olduk. Sonuç olarak bu hastalarda kalan büyüme potansiyeline, iskelet matürasyonunu gösteren tek bir radyolojik kriterden ziyade, klinik ve diğer radyolojik parametreler (özellikle Sanders evreleme sistemi) ile birlikte karar verilmelidir.
2. AIS hastalığında Risser evre 4 veya 5 olsa dahi, Lenke tip 5 eğriliklerde tedavi uygulamak gerekli olabilir. Bu eğriliklerde tedavisiz izlem ile takipler sonucunda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da eğrilik derecelerinde progresyon görülebilmektedir.
3. Lenke tip 5, Risser evre 4 ve 5 AIS hastalarında, yani matüritesi tamamlanmaya yakın torakolomber eğriliği olan hastalarda uygulanan breys tedavisi ile hastaların eğrilik derecelerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma gözlemlenmiştir. Bunun iskelet matürasyonundan bağımsız olarak, eğriliğin fleksibilitesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak bu koreksiyonun uzun dönem takip sonuçlarına ihtiyaç vardır.
4. Breys tedavisi uygulanan, iskelet matüritesi tamamlandığı kabul edilen hastalarda pelvik parametrelerde değişim gözlenmiştir. Sakral sloptaki azalma ile birlikte pelvik tiltteki minimal değişimler kompensasyon gösterememiş ve pelvik insidans azalmıştır. Sağlıklı popülasyonda adölesan bireylerde başlayan pelvik insidans artışının iskelet matüritesi ile artık sabit kaldığı bilinmektedir. AIS hastalarında tedavi ile oluşan bu azalma yakından incelenmeli ve daha büyük gruplarda çalışmalar yapılmalıdır.
5. İskelet matürasyonunun ileri evresinde olan adölesanlarda meydana gelen koronal plandaki eğriliğin azalması ve pelvik parametrelerin değişimi iskelet matüritesini gösteren güncel parametrelerin tek başlarına olan yetersizliğini gösterir. Bu çalışmadan yola çıkarak iskelet matüritesi, eğrilik fleksibilitesi ve pelvik parametrelerin değişimi üzerinde multiple faktörlerin incelenmesi gereklidir.

10. KAYNAKLAR

1. Altaf F, Gibson A, Dannawi Z, Noordeen H. Adolescent idiopathic scoliosis. *BMJ (Clinical research ed)*. 2013;346:f2508. Epub 2013/05/02. doi: 10.1136/bmj.f2508. PubMed PMID: 23633006.
2. Unnikrishnan R, Renjithkumar J, Menon VK. Adolescent idiopathic scoliosis: Retrospective analysis of 235 surgically treated cases. *Indian journal of orthopaedics*. 2010;44(1):35-41. Epub 2010/02/19. doi: 10.4103/0019-5413.58604. PubMed PMID: 20165675; PubMed Central PMCID: PMC2822417.
3. Peng Y, Wang SR, Qiu GX, Zhang JG, Zhuang QY. Research progress on the etiology and pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. *Chinese medical journal*. 2020;133(4):483-93. Epub 2020/01/24. doi: 10.1097/cm9.0000000000000652. PubMed PMID: 31972723; PubMed Central PMCID: PMC7046244.
4. Negrini S, Zaina F, Romano M, Negrini A, Parzini S. Specific exercises reduce brace prescription in adolescent idiopathic scoliosis: a prospective controlled cohort study with worst-case analysis. *Journal of rehabilitation medicine*. 2008;40(6):451-5. Epub 2008/05/30. doi: 10.2340/16501977-0195. PubMed PMID: 18509560.
5. Boseker EH, Moe JH, Winter RB, Koop SE. Determination of "normal" thoracic kyphosis: a roentgenographic study of 121 "normal" children. *Journal of pediatric orthopedics*. 2000;20(6):796-8. Epub 2000/11/30. doi: 10.1097/00004694-200011000-00019. PubMed PMID: 11097257.
6. Harrington PR. Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg Am*. 1962;44-a:591-610. Epub 1962/06/01. PubMed PMID: 14036052.
7. Birch JG, Herring JA, Roach JW, Johnston CE. Cotrel-Dubousset instrumentation in idiopathic scoliosis. A preliminary report. *Clin Orthop Relat Res*. 1988;227:24-9. Epub 1988/02/01. PubMed PMID: 3338212.
8. Kehr P, Behrooz A, Akbarnia, Muharrem Yazici, George H. Thompson (eds): *The growing spine: management of spinal disorders in young children*: Springer, Heidelberg, Dordrecht, London, New York, 2010, 656 pp, 304 figs., 27 tabs., Hardcover, EUR 179, 95 (net price), CHF 258, 00, USD 239, 00, GBP 162, 00, ISBN: 978-3-540-85206-3. Springer-Verlag Paris; 2012.
9. Sadler TW. *Langman's medical embryology*: Lippincott Williams & Wilkins; 2022.
10. Moore KL, Persaud TVN, Torchia MG. *The developing human-e-book: clinically oriented embryology*: Elsevier Health Sciences; 2018.
11. Montgomery F, Willner S, Appelgren G. Long-term follow-up of patients with adolescent idiopathic scoliosis treated conservatively: an analysis of the clinical value of progression. *Journal of pediatric orthopedics*. 1990;10(1):48-52.

12. Moore KL, Dalley AF, Agur AM. Clinically oriented anatomy: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
13. Paulsen F, Böckers TM, Waschke J, Winkler S, Dalkowski K, Mair J, et al. Sobotta anatomy textbook: English edition with Latin nomenclature: Elsevier Health Sciences; 2018.
14. ERHAN B, HANCI MM. Omurga ve Omurilik Yaralanmaları.
15. Üzümcügil O, Benli İT, Ofluoğlu E. Omurganın sagittal plan deformiteleri: Türk Omurga Derneği Yayınları; 2016.
16. Newton PO, Group HS. Idiopathic scoliosis: the harms study group treatment guide. (No Title). 2022.
17. Agur AM, Dalley AF. Moore's essential clinical anatomy: Lippincott Williams & Wilkins; 2018.
18. Snell RS. Clinical anatomy by regions: Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
19. Thompson JC. Netter's concise orthopaedic anatomy: Elsevier Health Sciences; 2009.
20. Boos N, Dreier D, Hilfiker E, Schade V, Kreis R, Hora J, et al. Tissue characterization of symptomatic and asymptomatic disc herniations by quantitative magnetic resonance imaging. Journal of orthopaedic research. 1997;15(1):141-9.
21. Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system-e-book: foundations for rehabilitation: Elsevier Health Sciences; 2016.
22. Miller M. Miller'' in Ortopedi Kitabı. Çeviri editörü Prof Dr H Yetkin–Prof Dr M Yazıcı Adya. 2006:134-6.
23. Gray H. Anatomy of the human body: Lea & Febiger; 1878.
24. SÖYÜNCÜ Y, Uygur E, Yardımcıları E, BENLİ İT, AYDOĞAN M, OFLUOĞLU E. Omurganın Sagittal Dengesinin Klinik Önemi.
25. Middleditch A, Oliver J. Functional anatomy of the spine: Elsevier Health Sciences; 2005.
26. King AG. Functional anatomy of the lumbar spine. SLACK Incorporated Thorofare, NJ; 1983. p. 1588-90.
27. Myklebust JB, Pintar F, Yoganandan N, Cusick JF, Maiman D, Myers TJ, et al. Tensile strength of spinal ligaments. Spine. 1988;13(5):526-31.
28. Sharma M, Langrana NA, Rodriguez J. Role of ligaments and facets in lumbar spinal stability. Spine. 1995;20(8):887-900.
29. Drez D, DeLee JC. Orthopaedic sports medicine: principles and practice. (No Title). 2003.
30. Gunzburg R, Hutton WC, Crane G, Fraser RD. Role of the capsulo-ligamentous structures in rotation and combined flexion-rotation of the lumbar spine. Clinical Spine Surgery. 1992;5(1):1-7.

31. Thompson JC, Netter FH. Netter's concise atlas of orthopaedic anatomy. (No Title). 2002.
32. Gilroy AM. Anatomy: an essential textbook. 2013.
33. Yoganandan N, Arun MW, Dickman CA, Benzel EC. Practical anatomy and fundamental biomechanics. Benzel's Spine Surgery, 2-Volume Set: Elsevier; 2017. p. 58-82. e2.
34. Protosaltis T, Schwab F, Bronsard N, Smith JS, Klineberg E, Mundis G, et al. The T1 pelvic angle, a novel radiographic measure of global sagittal deformity, accounts for both spinal inclination and pelvic tilt and correlates with health-related quality of life. JBJS. 2014;96(19):1631-40.
35. White A. Clinical biomechanics of the spine. Clinical biomechanics of the spine. 1990.
36. Berk H. Sırt-bel omur kırıkları. TOTBiD Derg. 2008;7(1-2):20-34.
37. DENIS F. Spinal instability as defined by the three-column spine concept in acute spinal trauma. Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007). 1984;189:65-76.
38. Shen J, Xu L, Zhang B, Hu Z. Risk factors for the failure of spinal burst fractures treated conservatively according to the Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score (TLICS): a retrospective cohort trial. PloS one. 2015;10(8):e0135735.
39. Vaccaro AR, Rihn JA, Saravanja D, Anderson DG, Hilibrand AS, Albert TJ, et al. Injury of the posterior ligamentous complex of the thoracolumbar spine: a prospective evaluation of the diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging. Spine. 2009;34(23):E841-E7.
40. Benzel E, Biyomekaniği OS. Prensipler ve Klinik Uygulama, çeviri editörü: Naderi S. Marmara Üniversitesi Nörolojik Bilimler Vakfı Yayınları, İstanbul. 1998;1.
41. McALISTER WH, SHACKELFORD MGD. Classification of spinal curvatures. Radiologic Clinics of North America. 1975;13(1):93-112.
42. Herring JA, Tachdjian M. Pediatric orthopaedics. Benign Musculoskeletal Tumours. 2002.
43. Newton P, Samdani A, Shufflebarger H, Betz R, Harms J. Idiopathic scoliosis: the harms study group treatment guide: Georg Thieme Verlag; 2021.
44. FREEMAN III B. Scoliosis and kyphosis. Campbell's operative orthopedics. 1998;3:2918-23.
45. Rogala EJ, Drummond DS, Gurr J. Scoliosis: incidence and natural history. A prospective epidemiological study. JBJS. 1978;60(2):173-6.
46. Ogilvie J. Adolescent idiopathic scoliosis and genetic testing. Current opinion in pediatrics. 2010;22(1):67-70.

47. Machida M, Dubousset J, Yamada T, Kimura J. Serum melatonin levels in adolescent idiopathic scoliosis prediction and prevention for curve progression—a prospective study. *Journal of pineal research*. 2009;46(3):344-8.
48. Dayer R, Haumont T, Belaieff W, Lascombes P. Idiopathic scoliosis: etiological concepts and hypotheses. *Journal of children's orthopaedics*. 2013;7(1):11-6.
49. Drevelle X, Lafon Y, Ebermeyer E, Courtois I, Dubousset J, Skalli W. Analysis of idiopathic scoliosis progression by using numerical simulation. *Spine*. 2010;35(10):E407-E12.
50. Hueter C. Anatomische studien an den extremitaetengelenken neugeborener und erwachsener. *Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin*. 1862;25(5-6):572-99.
51. Azar FM, Canale ST, Beaty JH. *Campbell's Operative Orthopaedics*, E-Book: Elsevier Health Sciences; 2020.
52. Alıcı E. Omurga hastalıkları ve deformiteleri: Dokuz Eylül Üniversitesi; 1991.
53. Dormans JP. *Pediatric orthopaedics: core knowledge in orthopaedics: Core Knowledge in Orthopaedics*; 2005.
54. Alves DPL, Alves VLdS, Avanzi O. Analysis of musculoskeletal changes in patients with postural roundback. *Coluna/Columna*. 2014;13:188-92.
55. Hamzaoglu A, Ozturk C, Enercan M, Alanay A. Traction X-ray under general anesthesia helps to save motion segment in treatment of Lenke type 3C and 6C curves. *The Spine Journal*. 2013;13(8):845-52.
56. Kim H, Kim HS, Moon ES, Yoon C-S, Chung T-S, Song H-T, et al. Scoliosis imaging: what radiologists should know. *Radiographics*. 2010;30(7):1823-42.
57. O'Brien M, Kuklo T, Blanke K, Lenke L, Group SDS. *Radiographic measurement manual*. Memphis, TN: Medtronic Sofamor Danek Inc. 2004:47-108.
58. O'Brien M, Kulklo T, Blanke K, Lenke L. *Radiographic measurement manual*. Spinal deformity study group (SDSG). Medtronic Sofamor Danek USA. Inc; 2008.
59. Bono CM, Schoenfeld AJ. *Orthopaedic surgery essentials*: Wolters Kluwer Health; 2016.
60. Rose PS, Bridwell KH, Lenke LG, Cronen GA, Mulconrey DS, Buchowski JM, et al. Role of pelvic incidence, thoracic kyphosis, and patient factors on sagittal plane correction following pedicle subtraction osteotomy. *Spine*. 2009;34(8):785-91.
61. Roussouly P, Gollogly S, Nosedá O, Berthonnaud E, Dimnet J. The vertical projection of the sum of the ground reactive forces of a standing patient is not the same as the C7 plumb line: a radiographic study of the sagittal alignment of 153 asymptomatic volunteers. *Spine*. 2006;31(11):E320-E5.
62. SÖYÜNCÜ Y, Uygur E, BENLİ İT, AYDOĞAN M, OFLUOĞLU E. Omurganın Sagital Dengesinin Klinik Önemi.

63. Barrey C, Roussouly P, Le Huec J-C, D'Acunzi G, Perrin G. Compensatory mechanisms contributing to keep the sagittal balance of the spine. *European spine journal*. 2013;22:834-41.
64. Kaya Ö, Yazıcıoğlu Ö. ADOLESAN İDİOPATİK SKOLYOZ CERRAHİSİNDE PEDİKÜL VİDA SİSTEMLERİYLE GLOBAL DEROTASYON MANEVRASI VE TEDAVİ SONUÇLARIMIZ.
65. Jackson RP, Phipps T, Hales C, Surber J. Pelvic lordosis and alignment in spondylolisthesis. *Spine*. 2003;28(2):151-60.
66. Mac-Thiong J-M, Berthodnaud É, Dimar JR, Betz RR, Labelle H. Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth. *Spine*. 2004;29(15):1642-7.
67. Legaye J, Duval-Beaupere G, Hecquet J, Marty C. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *European Spine Journal*. 1998;7:99-103.
68. Cil A, Yazici M, Uzumcugil A, Kandemir U, Alanay A, Alanay Y, et al. The evolution of sagittal segmental alignment of the spine during childhood. *Spine*. 2005;30(1):93-100.
69. Vialle R, Levassor N, Rillardon L, Templier A, Skalli W, Guigui P. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. *JBJS*. 2005;87(2):260-7.
70. Karademir M, Karavelioğlu E, Boyacı MG, Eser O. Omurgada sagittal dengenin önemi ve spinopelvik parametreler. 2014.
71. ÖZER AF, Kaner T. Omurgada sagittal denge. *J Turk Neurosurgery*. 2013;23:13-8.
72. Oğuz E, Ekinci Ş, Erşen Ö. Ergen idiyopatik skolyozda radyolojik değerlendirme ve sınıflama sistemlerinin incelenmesi. *TOTBİD dergisi*. 2013;12(1):73-82.
73. RISSER JC. The iliac apophysis: an invaluable sign in the management of scoliosis. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*. 1958;11:111-9.
74. Sanders JO, Browne RH, McConnell SJ, Margraf SA, Cooney TE, Finegold DN. Maturity assessment and curve progression in girls with idiopathic scoliosis. *JBJS*. 2007;89(1):64-73.
75. Naik P, Ganjwala D, Bhatt C, Vora KS. Usefulness of the Sauvegrain Method of Bone Age Assessment in Indian Children. *Indian journal of orthopaedics*. 2021;55(1):116-24. Epub 2021/02/12. doi: 10.1007/s43465-020-00189-1. PubMed PMID: 33569105; PubMed Central PMCID: PMC7851268.
76. Sanders JO, Khoury JG, Kishan S, Browne RH, Mooney III JF, Arnold KD, et al. Predicting scoliosis progression from skeletal maturity: a simplified classification during adolescence. *JBJS*. 2008;90(3):540-53.
77. Dimeglio A, Canavese F. Progression or not progression? How to deal with adolescent idiopathic scoliosis during puberty. *Journal of children's orthopaedics*. 2013;7(1):43-9.

78. Smith JS, Shaffrey CI, Kuntz IV C, Mummaneni PV. Classification systems for adolescent and adult scoliosis. *Neurosurgery*. 2008;63(suppl_3):A16-A24.
79. King HA, Moe JH, Bradford DS, Winter RB. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *JBJS*. 1983;65(9):1302-13.
80. RIZVANOĞLU İH. Güncel Ortopedi ve Travmatoloji Çalışmaları: Akademisyen Kitabevi; 2020.
81. Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, et al. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *JBJS*. 2001;83(8):1169-81.
82. Harrington PR. 1973 Nicoals Andry Award Contribution: The History and Development of Harrington Instrumentation. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*. 1973;93:110-2.
83. Lonstein JE, Winter RB. The Milwaukee brace for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. A review of one thousand and twenty patients. *JBJS*. 1994;76(8):1207-21.
84. Emans JB, Kaelin A, Bancel P, Hall JE, Miller M. The Boston bracing system for idiopathic scoliosis. Follow-up results in 295 patients. *Spine*. 1986;11(8):792-801.
85. Chase AP, Bader D, Houghton GR. The biomechanical effectiveness of the Boston brace in the management of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 1989;14(6):636-42.
86. Katz DE, Richards BS, Browne RH, Herring JA. A comparison between the Boston brace and the Charleston bending brace in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 1997;22(12):1302-12.
87. Foster MR. A functional classification of spinal instrumentation. *The Spine Journal*. 2005;5(6):682-94.
88. Lee CS, Nachemson AL. The crankshaft phenomenon after posterior Harrington fusion in skeletally immature patients with thoracic or thoracolumbar idiopathic scoliosis followed to maturity. *Spine*. 1997;22(1):58-67.
89. Dubousset J, Herring J, Shufflebarger H. The crankshaft phenomenon. *Journal of pediatric orthopedics*. 1989;9(5):541-50.
90. Barrey C, Roussouly P, Perrin G, Le Huec J-C. Sagittal balance disorders in severe degenerative spine. Can we identify the compensatory mechanisms? *European Spine Journal*. 2011;20(5):626. doi: 10.1007/s00586-011-1930-3.
91. Decker S, Müller C, Omar M, Krettek C, Schwab F, Trobisch P. Sagittal balance of the spine--clinical importance and radiographic assessment. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*. 2015;154(2):128-33.
92. Pesenti S, Charles YP, Prost S, Solla F, Blondel B, Ilharreborde B. Spinal Sagittal Alignment Changes During Childhood: Results of a National Cohort Analysis of 1,059 Healthy Children. *JBJS*. 2023;10.2106.

93. Mac-Thiong J-M, Labelle H, Berthonnaud E, Betz RR, Roussouly P. Sagittal spinopelvic balance in normal children and adolescents. *European Spine Journal*. 2007;16:227-34.
94. Mac-Thiong J-M, Labelle H, Roussouly P. Pediatric sagittal alignment. *European spine journal*. 2011;20:586-90.
95. Yilgor C, Sogunmez N, Yavuz Y, Boissiere L, Obeid I, Acaroglu E, et al. Global alignment and proportion (GAP) score: development and validation of a new method of analyzing spinopelvic alignment to predict mechanical complications after adult spinal deformity surgery. *The Spine Journal*. 2017;17(10):S155-S6.
96. Ferrero E, Bocahut N, Lefevre Y, Roussouly P, Pesenti S, Lakhal W, et al. Proximal junctional kyphosis in thoracic adolescent idiopathic scoliosis: risk factors and compensatory mechanisms in a multicenter national cohort. *European Spine Journal*. 2018;27:2241-50.
97. Li K, Ma G, Zhao H, Han Y, Zuo J, Miao J, et al. Effects of bracing on pelvic parameters in adolescent idiopathic scoliosis: A retrospective study. *Medicine*. 2022;101(34).
98. Azar M, Babaei T, Kamyab M, Ghandhari H. Effect of the type of brace on head to pelvis sagittal alignment of adolescents with Scheuermann's kyphosis. *Assistive Technology*. 2022:1-10.
99. Zhang Y, Shu S, Gu Q, Mandelli F, Zhang T, Jing W, et al. Radiographic study of peak velocity of pelvic incidence in adolescent idiopathic scoliosis. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*. 2022;12(2):1130.
100. Junior CJ, Maia TC, Brazolino MAN, Cardoso IM, Junior JLB. Spinopelvic Parameters Evaluation in a Brazilian Population Sample: A Systematic Review. *Global Spine Journal*. 2016;6(1_suppl):s-0036-1583117-s-0036-.

EKLER

EK-1: Etik Kurul Onay Formu



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/238

11.05.2023

Sayın Doç. Dr. Hüseyin Sina Coşkun

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz Adolesan idiopatik skolyoz hastalarında sagittal ve pelvik parametrelerin incelenmesi ve hastalık progresyonu ile olan ilişkisi başlıklı OMÜ KAEK 2023/162 Karar nolu Dosya taraması +Veri kaynakları taraması nitelikli araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları açısından Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre incelenmiş ve etik açıdan bir sakınca olmadığına, çalışmanın süresi 6 ayı geçerse 6 aylık bildirimlerinin yapılmasına, çalışma tamamlandıktan sonra sonucunun tarafımıza en geç üç(3) ay içerisinde bildirilmesine 10.05.2023 tarihli Etik kurulumuzda oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize arz/rica ederim.

Prof. Dr. Ramis ÇOLAK
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

EK-2: Turnitin Orijinallik Raporu

tez finale

ORIJINALLIK RAPORU

%8

BENZERLIK ENDEKSİ

%8

İNTERNET KAYNAKLARI

%3

YAYINLAR

%0

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1

acikbilim.yok.gov.tr

İnternet Kaynağı

%3

2

docplayer.biz.tr

İnternet Kaynağı

%1

3

www.turkomurga.org.tr

İnternet Kaynağı

<%1

4

dergipark.org.tr

İnternet Kaynağı

<%1

5

www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080

İnternet Kaynağı

<%1

6

www.researchgate.net

İnternet Kaynağı

<%1

7

acikerisim.omu.edu.tr

İnternet Kaynağı

<%1

8

www.utsakcongress.com

İnternet Kaynağı

<%1

9

docs.com

İnternet Kaynağı

<%1

EK-3: Çalışma İzni



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi

Sayı : E-15374210-757.01-443360
Konu : Çalışma İzni

SN. DOÇ.DR. HÜSEYİN SİNA COŞKUN

“Adolesan İdiopatik Skolyoz Hastalarında Sagital Parametrelerin İncelenmesi ve Hastalık Progresyonu ile Olan İlişkisi” başlıklı çalışmanın, Etik Kurul İzni alınarak tarafımıza bildirilmesinin ardından hastanemizde yapılması Merkez Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.
Bilgilerinize arz/rica ederim.

Prof. Dr. Hızır Ufuk AKDEMİR
Merkez Müdür Yardımcısı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : DG9Y-R93A-0VRG Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/ondokuz-mayis-universitesi-ebys>

Adres: Ondokuz Mayıs Üniversitesi 55139 Kurupelit / SAMSUN

Telefon No : 0362 312 19 19

e-Posta :

Fax No : (362) 457 60 29

İnternet Adresi : <http://www.omu.edu.tr/>

Bilgi İçin : Meral TULUM

Veri Giriş Personeli

Telefon No: 2327

