

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
İZZET BAYSAL EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ



**ADÖLESAN İDİOPATİK SKOLYOZ (AİS) HASTALARINDA ALT
VE ÜST END VERTEBRA ARASINDAKİ OMURLARIN
MORFOLOJİK YAPILARININ COBB AÇISINA ETKİSİ**

Dr. Mahmut KURTBOĞAN

UZMANLIK TEZİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

BOLU 2021

T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
İZZET BAYSAL EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ



ADÖLESAN İDİOPATİK SKOLYOZ (AİS) HASTALARINDA
ALT VE ÜST END VERTEBRA ARASINDAKİ OMURLARIN
MORFOLOJİK YAPILARININ COBB AÇISINA ETKİSİ

Dr. Mahmut KURTBOĞAN

UZMANLIK TEZİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Cengiz IŞIK

BOLU - 2021

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca büyük emekleri olan, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, mesleki ve sosyal hayatta tecrübelerini esirgemeyen saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Kutay Engin Özturan, Prof. Dr. Hüsamettin Çakıcı, Dr.Öğr.Üyesi.Yasin Emre KAYA'ya, Dr.Öğr.Üyesi Tacettin AYANOĞLU'na,

Tez çalışmaları sırasında her asamada desteğini esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Cengiz IŞIK'a,

Ortopedi ve Travmatoloji eğitiminin her aşamasını birlikte öğrendiğim, mutluluğu ve üzüntüyü birlikte paylaştığımız pek kıymetli ortopedi asistanı ağabeylerime ve kardeşlerime,

Zorlu hastane koşullarında her an omuz omuza çalıştığımız bütün sağlık personeli arkadaşlarıma,

Hayatımın her aşamasında karşılıksız destek ve fedakârlıklarıyla hep yanımda olan canım aileme,

Uzmanlık eğitimim boyunca yanımda olup desteğini hiç esirgemeyen, bu zorlu eğitim sürecini kolaylaştıran, hayattaki en büyük destekçim, sevgili eşime

Sonsuz sevgi, teşekkür ve saygılarımla...

Dr. Mahmut KURTBOĞAN

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	viii
GİRİŞ VE AMAÇ	1
1. TARİHÇE	3
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Embriyoloji	5
2.2. Anatomi	8
2.3. Vertebra Yapısındaki Bölgesel Değişiklikler	13
2.3.1. Servikal vertebralar	13
2.3.2. Torokal Vertebralar	15
2.3.3. Lomber Vertebra	15
2.4. Sakrum	16
2.5. Koksiks	17
2.6. İntervertebral Disk	17
2.7. Eklemler	18
2.8. Bağlar	19
2.9. Kaslar	21
2.10. Omurganın Dolaşımı	24
2.11. Skolyoz	30
2.11.1. Terminoloji	34
2.11.2. İdiyopatik Skolyoz	36
2.11.3. Adölesan İdiyopatik Skolyoz	36
2.11.4. Prevelans	37
2.11.5. Etyoloji	37
2.11.6. Patofizyoloji	39
2.11.7. Klinik Değerlendirme	40
2.11.8. Skolyoz tedavisi	57
3. GEREÇ ve YÖNTEM	69

4. BULGULAR.....	71
5. TARTIŞMA	79
KAYNAKLAR.....	83



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Paraksiyal mezoderm somitomerlere ve daha sonra somitlere dönüşür	5
Şekil 2.2. Vertebra gelişim evreleri	7
Şekil 2.3. Vertebral kolon ön, arka ve yan görünümü	9
Şekil 2.4. Omurganın kavisleri.	10
Şekil 2.5. Spinal kolonun bölümlerinin aksiyel planda görünümü	11
Şekil 2.6. Tipik bir vertebranın temel anatomik yapıları	12
Şekil 2.7. Atlas (C1 vertebra).....	13
Şekil 2.8. Axis(C2).....	14
Şekil 2.9.Torakal vertebranın üstten ve yandan görüntüsü	15
Şekil 2.10. Lomber Omurga Üstten ve Arkadan görünümü	16
Şekil 2.11. Sakrum	16
Şekil 2.12. Koksiks	17
Şekil 2.13. A: İntervertebral diskin anterior görünümü ve korpuslarla ilişkisi.....	18
B : İntervertebral diskin sagittal görüntüleri	18
Şekil 2.14. Omurga etrafındaki bağların anatomik görünümü.....	20
Şekil 2.15. Omurga yüzeysel sırt kasları.....	23
Şekil2.16. Omurga derin sırt kasları	24
Şekil 2.17. Omurganın arterial ve venöz dolaşımı	25
Şekil 2.18. Medulla spinalis'in posterior görünümü. (Dural kılıf açılmış).....	26
Şekil 2.19. Medulla spinalis aksiyel görüntüsü (47).....	26
Şekil 2.20. Vertebranın üç-boyutlu koordinat düzlemindeki şematik gösterimi.	27
Şekil 2.21. Coupling fenomeni.	28
Şekil 2.22. Faset eklemlerin oryantasyonları.	30
Şekil 2.23. İdiyopatik skolyoz etiolojisinde rol oynayan etkenler	39
Şekil 2.24. Skolyozlu omurgada vertebral rotasyonun ve hörgüç (rib-hump) deformitesinin şematik gösterimi	40
Şekil 2.25. Koronal denge. C7 spinöz çıkıntından çizilen dikey çizgi gluteal oluk merkezinin en fazla 1-2 cm lateralinde olmalıdır (Çekül ile omurga dengesinin değerlendirilmesi).	42
Şekil 2.26. Gövde dengesi.....	42

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 4.1. Çalışmadaki Kişilerin Demografik Özellikleri	71
Tablo 4.2. Tanımlayıcı istatistik için ortalama $\pm$ std. sapma ve ortanca [min - maks] değerler.....	72
Tablo 4.3. COBB Açık Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri	75
Tablo 4.4. Korpus COBB Açık Toplamı ile Disk COBB ve COBB açık Arasındaki İlişki Değerlendirilmesi.....	75



GİRİŞ VE AMAÇ

Skolyoz, omurganın en yaygın deformitesidir. Yatarak çekilen direkt grafilerde, frontal planda 10 derece ve üzerindeki lateral eğrilikler skolyoz olarak tanımlanmaktadır.

Skolyozda deformite sadece frontal planla sınırlı kalmamakta, sagittal ve aksiyel planları da içine alan üç boyutlu bir deformite ortaya çıkmaktadır. Frontal planda laterale kayma, aksiyel planda rotasyon ve sagittal planda lordoza neden olan intervertebral ekstansiyon görülmektedir [1]. İdiyopatik skolyoz büyüme çağında herhangi bir yaşta ortaya çıkabilir. Ortaya çıkışı bakımından üç zaman diliminde pik yapar. Yaşamın ilk senesi, 5 ile 6 yaşları arası ve 11 yaşından iskelet gelişiminin tamamlanmasına kadar geçen süreç en sık karşılaşılan zaman dilimleridir. Bu şekilde idiyopatik skolyoz, deformitenin başladığı yaşa göre üç gruba ayrılır [1,2]

İdiyopatik skolyoz yapısal nedenli skolyozların yaklaşık % 80'ini oluşturmakta olup deformitenin nedeni bilinmemektedir. İdiyopatik skolyozun tanısı, iyi bir fizik muayene ile nörolojik nedenler ve diğer belirtilerin (örneğin, nörofibromatoziste cilt lekeleri gibi) tespit edilmemesi, radyolojik muayene ile de doğumsal anomalilerin ekarte edilmesi ile konulabilir [1].

AİS etiyolojisi belirsizdir. Farklı bakış açılarına sahip araştırmacılar bu etiyolojiyi daha iyi tanımlamaya çalışmışlardır. Genetik, büyüme hormonu salgılanması, bağ dokusu yapısı, kas yapısı, vestibüler disfonksiyon, melatonin sekresyonu ve platelet mikroyapısı odak noktasıdır. Etiyolojiyi tek bir faktöre göre basitleştiren çalışmalar sonuçsuz ya da başarısız olmuştur. Büyük olasılıkla, etiyoloji multifaktöriyeldir. AIS gelişiminde tüm faktörlerin rolünü daha iyi tanımlamak için araştırma yapılması gerekmektedir [3]. İdiyopatik skolyozun etiyolojisi için genel kabul görmüş bir bilimsel teori yoktur. Skolyoz etiyolojisini anlama ve cerrahide vida yerleştirilmesinde komplikasyonu en aza indirmek amaçlanarak skolyoz hastalarında konkav ve konveks taraftaki pediküller arasında asimetri olduğu tespit edilmiştir [4]. Adölesan idiyopatik skolyozlu bireylerde pediküllerin morfolojik özelliklerinde klinik olarak önemli asimetri vardır. Konveks tarafla karşılaştırıldığında eğrinin konkav tarafı, periapikal olarak yükseklik ve genişlikte daha küçüktür. Ayrıca, pedikülün çevresi eğrinin konveks tarafında, eğrinin tepe noktası etrafındaki konkav tarafla karşılaştırıldığında daha keskindir. [4].

Başka bir çalışmada skolyotik omurgalardan toplam 471 vertebra ve normal örneklerden 510 vertebra ölçüldü. Vertebral kamalaşma, eğrinin tepesine doğru aşamalı olarak arttı ve tepe noktasında maksimuma ulaştı. Vertebral kamalaşma frontal düzlemde daha belirgindi ve sagittal düzlemde minimal kamalaşma vardı [6].

Biz bu çalışmada kliniğimize skolyoz şüphesiyle başvuran hastalarda konkav vertebra yüksekliği ile konveks vertebra yüksekliğinin cobb açısını nasıl değiştirebileceğini görmeyi amaçladık. Böylece elde edilen değerler brace ve cerrahi tedavi ya da her ikisi için tedavi yönetim algoritmasını daha doğru tahmin edilebilir kılar.



1. TARİHÇE

Skolyoz (Scoliosis), omurganın en sık görülen deformitesidir. Skolyoz Yunancadan köken almış olup; çarpıklık, eğrilik anlamına gelen bir kelimeden türetilmiştir. Eski çağlardan beri bilinmektedir.

İlk kez Hipokrat tarafından tarif edilmiştir. Literatürde omurganın koronal planda eğriliklerini belirtmede kullanılmıştır (6). Tedavisi için “scamnon” adını verdiği traksiyon cihazını kullanmıştır. Galen (MS131-201) kifoz, lordoz ve skolyoz kelimelerini ilk olarak ortaya atmıştır (1,2).

Paul Aegina (625-690) gövdenin atelleme tekniği kullanılarak bir tedavi yöntemi uygulamıştır. 16. yüzyıla kadar traksiyonla tedavi uygulaması denenmiştir. 1500 ‘lü yıllarda Ambroise Pare skolyozun etyolojisini araştırmış ve postural sebeplerin etyolojide rol oynayabileceğini belirtmiştir. Ayrıca omurilik basısına bağlı parapleji ve konjenital skolyozu tarif ederek deformitenin düzeltilmesi amacı ile çelik korselerle tedavi uygulamıştır (8,9).

Nicholas Andry 1700 lü yıllarda uygun olmayan postural duruş ve oturma alışkanlıklarına dikkat çekerek bunların skolyoza yol açabileceğini belirtmiştir. Ayrıca skolyoz tedavisi için korse ve birtakım egzersiz programları önermiştir (8,9).

Guerin tarafından 1800 lü yıllarda skolyotik deformitenin düzeltilmesine yönelik ilk cerrahi girişim olan paraspinal kaslara myotomi operasyonu uygulanmıştır (3,4).

Hibbs tarafından 1900 lü yıllarda başarılı skolyoz cerrahi tedaviler uygulanmıştır.

1911 yılında, vertebra tüberkülozuna bağlı deformiteleri düzeltmek için tarif ettiği posterior füzyonla cerrahi tedavi yöntemini skolyoz tedavisinde de kullanmaya başlamış, 1929 senesinde 59 skolyoz vakasında uyguladığı posterior füzyon sonuçlarını yayınlamıştır (3,4).

1940 yılından sonra Cobb ve Risser tarafından cerrahi tedavinin temel ilkeleri atılmıştır. Cobb tarafından skolyozun radyolojik ölçüm teknikleri tarif edilmiştir. Risser tarafından ise preoperatif deformiteyi olabildiğince düzeltmek amacı ile düzeltici-gerici alçı (turn-buckle cast) kullanımını tarif etmiştir (3,4).

1945 yılında Walter Blount ve Al Schmidt skolyozun konservatif tedavisinde kullanılacak olan Milwaukee korsesini geliştirmişlerdir (3,4).

Yine aynı yıllarda Boston gurubunun geliştirdiği orte z kullanılmaya başlanmıştır (4,5,6).

Skolyoz cerrahisinde en büyük ilerleme Harrington enstrümentasyon sisteminin kullanılmaya başlanması ile sağlanmıştır. Harrington 1960 yılında distraksiyon kompresyon çubuklarını geliştirmiş, 1962 yılında ilk tedavi sonuçlarını yayınlamıştır (3,4,7,46).

Dwyer tarafından 1969 yılında ilk kez anterior cerrahi yapılarak deformite düzeltmesi denenmiş, tel ve vidalardan oluşan enstrümentasyon sistemi kullanılmıştır (48). Bu sistem ile düzeltmenin yetersiz kalması  zerine Zielke teller yerine yivli çubuklar kullanarak daha rijit bir tespit elde etmiş, 1976 yılında “Ventral Derotasyon Spondilezisi” adı altında sonuçlarını yayınlamıştır (81).

Luque 1970 li yıllarda skolyozun cerrahi tedavisinde sublaminar teller kullanmış ve her seviyeden sublaminar teller geçirip segmental spinal füzyonu geliştirmiştir. Drummond nörolojik komplikasyonları yüksek bulup, telleri spinöz çıkıntılarında geçirildiği Wisconsin İnterspin z Enstrümantasyon tekniğini geliştirmiştir (17,18).

1980 li yıllarda skolyotik deformitenin    boyutlu olduğunun anlaşılması üzerine koronal, sagittal ve aksiyel planlarda düzeltmeye olanak sağlayan üçüncü nesil enstrümantasyon sistemleri (Cotrel-Dubousset, TSRH, Isola, Alıcı) geliştirilmiştir (1,4,7).

3. nesil entr mantasyon sistemleri posterior elemanların her iki tarafına yerleştirilen ve iki rodu birden fazla  engel ve vidalarla omurgaya tespit edip, deformitenin 3 planda düzeltilmesine olanak sağlayarak eksternal tespit ihtiya ını ortadan kaldırdı (7,13).

1990’lı yıllarda, birinci ve ikinci nesil anterior enstrümantasyon sonrası ortaya çıkan olumsuzlukların ortadan kaldırılması amacı ile, tek veya çift  ubuklu üçüncü nesil anterior enstrümantasyon sistemleri (Kaneda) geliştirilmiştir (15,16).

Ülkemizde spinal cerrahide ilk uygulamalar Prof. Dr. Fethiye Ayr l, Prof. Dr. Bahattin Oğuz Timu ın, Prof. Dr. Güngör Sami  akırgil ve Prof. Dr.Yücel T mer tarafından gerçekleştirilmiştir(53).

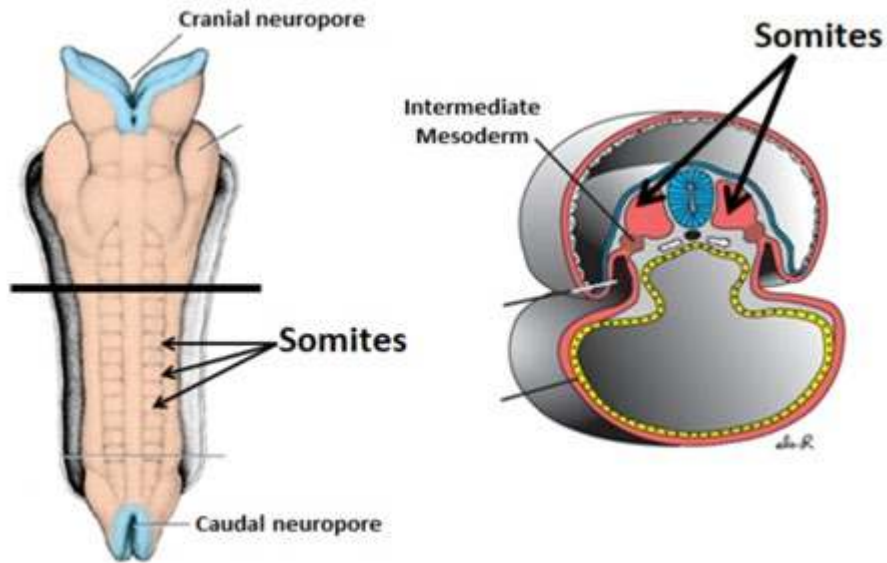
2. GENEL BİLGİLER

2. 1. Embriyoloji

Doğum öncesi insan gelişimi embriyonik ve fetal dönem olmak üzere 2 ye ayrılır. Gebelik sürecinde 8. haftanın sonuna kadar olan dönem embriyonik dönem olarak tanımlanır.9. haftadan doğuma kadar olan dönem ise fetal dönem olarak tanımlanır. Embriyonik dönemde organogenezis neredeyse tamamlanır, fetal dönemde ise hızlı büyüme gerçekleşir.

Kemik ve kırıkırdak dokuları embriyolojik olarak mezodermden köken alır. Kemikleşme şekillerine göre intramembranöz ve enkondral kemikleşme şeklinde gerçekleşir. Columna vertebralis gelişiminde mezenşimal evre, kırıkırdak evresi ve kemik evresi olmak üzere 3 evre vardır (2).

Mezenşimal Evre: Embriyonik mezoderm başlangıçta paraksiyal mezoderm, intermediat mezoderm ve lateral mezoderm olmak üzere 3 bölgeye farklılaşır. Embriyolojik dönemin yaklaşık 17. Gününde paraksiyal mezoderm embriyonun orta çizgisinin her iki yanında yerleşerek sütun şeklinde doku plağı oluşturur. Paraksiyal mezoderm 15. Günden sonra somitomer isimli segmentlere bölünür.(Şekil 2.1).Bunlar kraniokaudal yönde gelişirler (3).



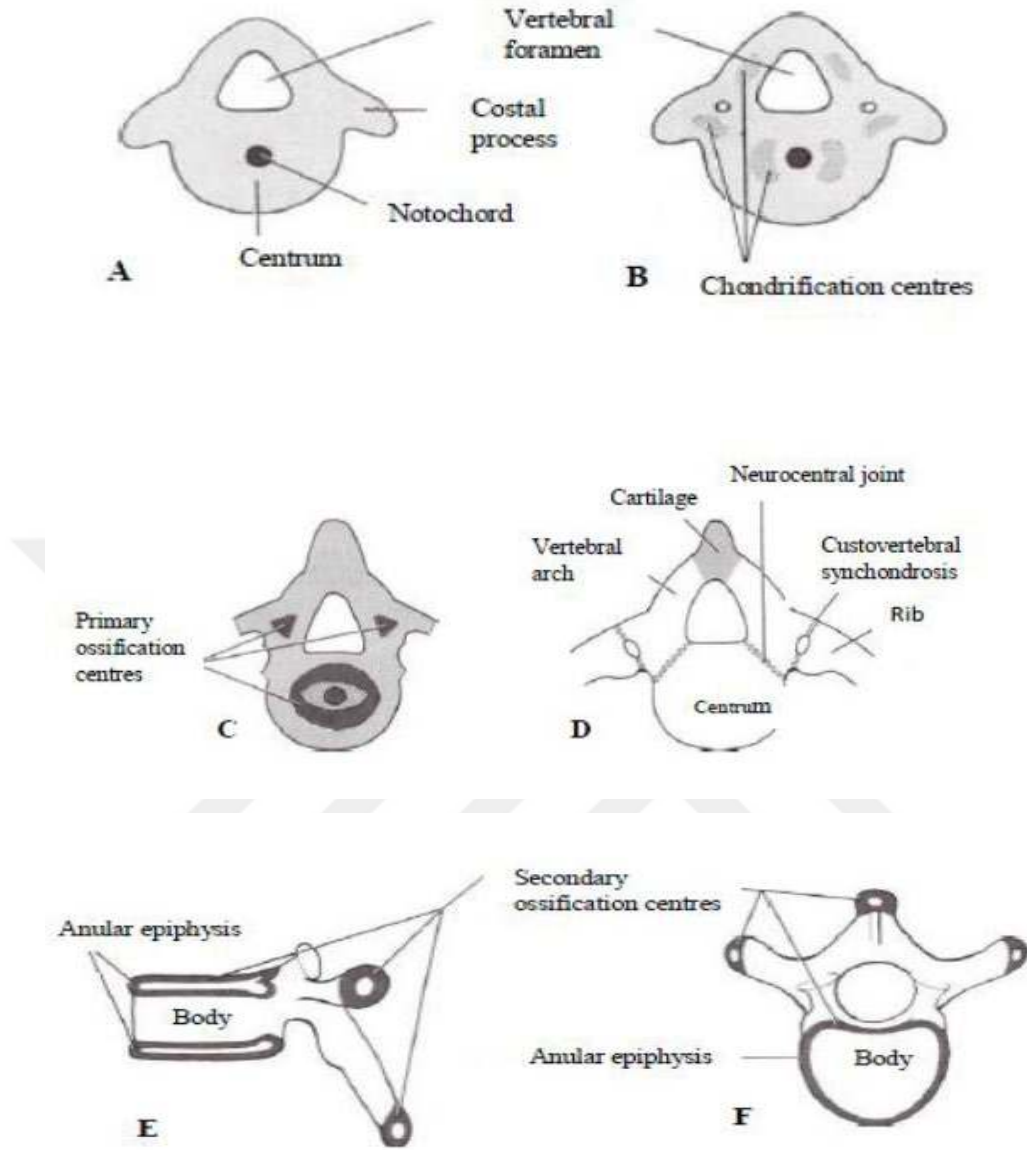
Şekil 2.1. Paraksiyal mezoderm somitomerlere ve daha sonra somitlere dönüşür.

Presomitik mezodermden oluşan somitler kendi sklerotomlarını oluşturur ve karşı taraftan gelecek hücrelerle bir araya gelmek için nöral tüp ve notokordun çevresine gelirler (4).

Sklerotomların her biri kranialde gevşek ve kaudal bölgelerde sıkı düzenli hücreler içerir. Sıkı düzenli hücrelerin bir kısmı myotom merkezine zıt ve sefalik yönde hareket ederek discus intervertebralis'leri oluştururlar. Kalan sıkı hücreler diğer sklerotomun gevşek hücreleri ile birleşerek corpus vertebrae taslağını oluşturan mezenşimal sentrumu yaparlar. Kaudaldeki bir somitin üst yarısında bulunanlar ile kranialdeki komşu somitin alt yarısında bulunanlar birleşerek bir vertebrayı oluşturur. Corpus vertebrae gelişirken corpus duvarındaki mezenşim hücreleri torasik bölgede costae'lara dönüşecek processus costalis'leri oluşturur (31).

Vertebralar genel olarak arcus, foramen, corpus, processus transversus ve processus spinosus'tan oluşur. 5. haftanın sonunda 42- 44 çift yeni somit gelişmiş olur.

Somit çiftlerinin 3'ü occipital, 8'i servikal, 12'si torakal, 5'i lumbal, 5'i sakral, 5'i koksigealdir. Bunlar embriyonun aksiyal iskeletini oluştururlar (34).



Şekil 2.2. Vertebra gelişim evreleri (59).

A- 5 haftalık embriyoda mezenkimal vertebra.

B-6. haftada ortaya çıkan kıkırdaklaşma merkezleri.

C- 7.haftada primer kemikleşme merkezleri belirmiştir.

D- Doğumda torasik vertebra 3 kemik parçası.

E- Pubertede, tipik bir torasik vertebra'nın yandan görünümü.

F- Pubertede, tipik bir torasik vertebra'nın üstten görünümü. E ve F'de sekonder ossifikasyon merkezleri görülmektedir.

Kıkırdak Evresi: Membranöz omurga mezenkiminde 6. haftada kıkırdaklaşma merkezi oluşur. 8. haftada her bir sentrumdaki iki kıkırdaklaşma merkezi birleşerek kıkırdak sentrumu oluşturur. Nöral kanal lateralinde yoğunlaşan iki kıkırdaklaşma merkezinin dorsal füzyonu nöral ark ve processus spinosus oluşturur. Nöral ark ve cisme ilave olarak iki kıkırdaklaşma merkezi daha belirir ve bunların lateral uzantıları processus transversusları oluşturur. 7. ve 8. haftalarda kıkırdak omurgayı çevreleyen interstisyel matrixten, anterior ve posterior bağlar oluşur(Şekil 2,2 B)(64,65).

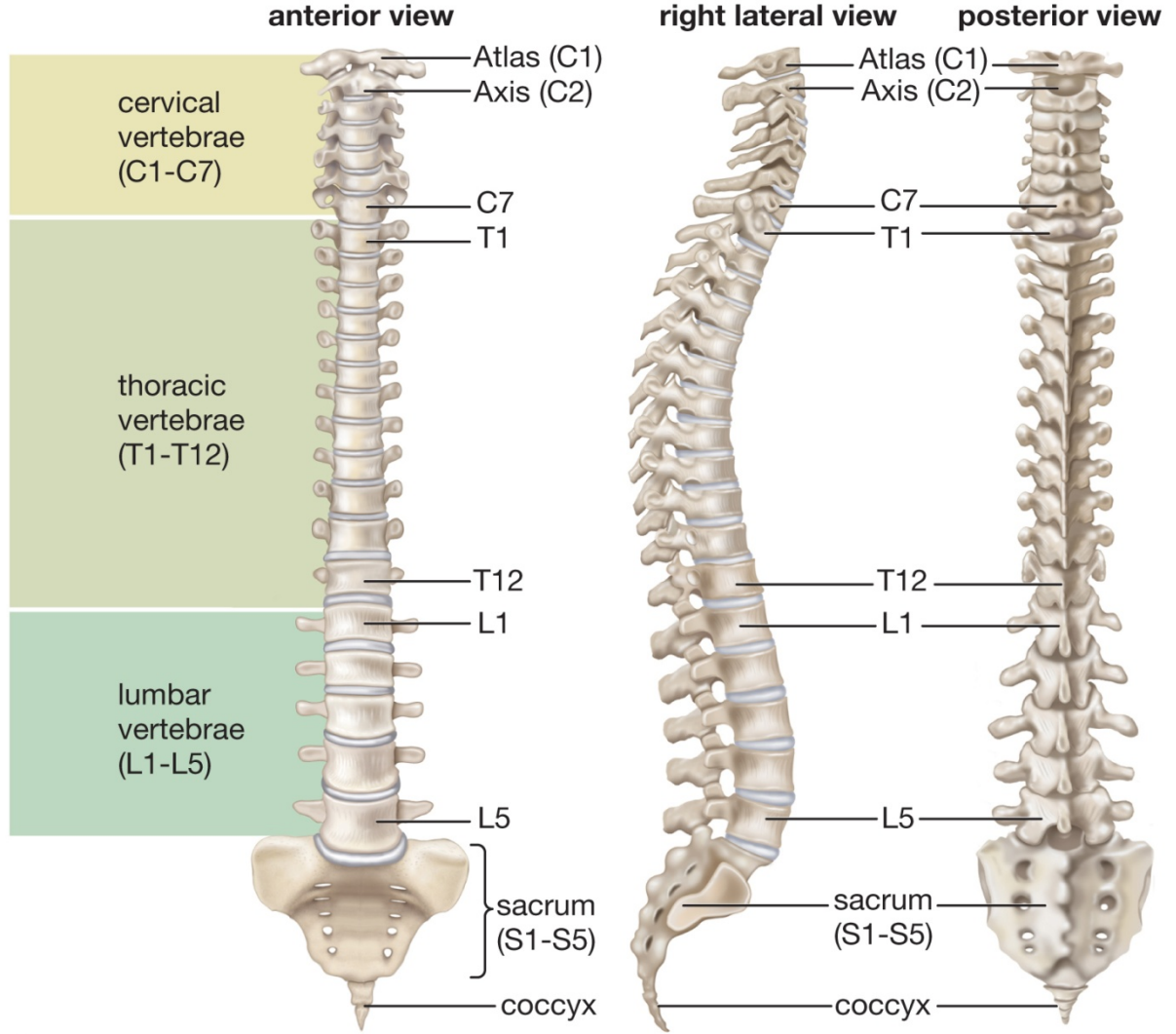
Kemik Evresi: Omurganın ossifikasyonu embriyonik dönemde başlar ve yaklaşık 25 yaşlarında sona erer. Embriyonik evrenin sonlarında (8. Haftada) vertebra gövdesinde bir adet, her iki vertebral arkta birer adet olmak üzere üç tane primer ossifikasyon merkezi bulunmaktadır. Yenidoğan döneminde omurlar, kıkırdak bölmeler ile tutunmuş 3 kemik parçasından oluşur (Şekil 2.2 C, D)(64,65).

3-5 yaşlarında vertebral ark yarımaları kaynaşır. .Lomber omurlardan başlayan kemikleşme kranial yönde uzanır. Nörosantral eklemler 6. yaşta kemikleşerek vertebral cismi ile arkuslar birbirlerine kaynaşmış olurlar (64,65).

Pubertenin başlamasıyla birlikte her bir omurda beş yeni sekonder kemikleşme merkezi belirir; biri processus spinosusda, ikisi processus transversuslarda, ikisi de vertebra korpusunun epifiz bölgelerinde dairesel olarak görülür. 25 yaş civarında sekonder kemikleşme odakları birbirleri ile kaynaşır. (Şekil 2.2.E,F)(64)

2.2.Anatomi

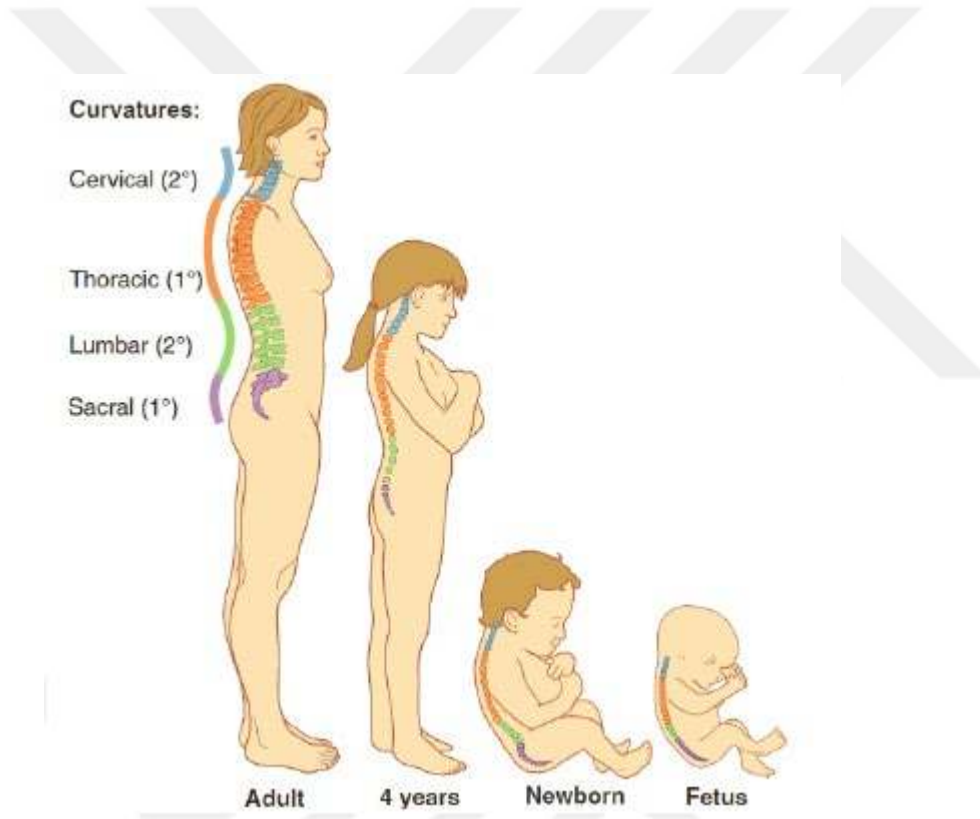
Omurga, 7 servikal, 12 torasik, 5 lomber, 5 sakral ve 4 koksigeal vertebraleden oluşur. Sakral ve koksigeal segmentler birbirlerine kaynamış halde bulunduğundan 24 hareketli segment mevcuttur (82). Servikal, torakal ve lomber omurlar arasında hareketli eklem oluşturan intervertebral diskler bulunur ve hareketli eklem oluşturmazlar, bu nedenle gerçek vertebra, hareketli vertebra veya presakral vertebra olarak isimlendirilirler. Sakrumu ve koksiksi oluşturan geri kalan 9 vertebra ise füzyon halinde olduklarından hareketsizdir ve yalancı vertebra ya da sabit vertebra olarak adlandırılırlar (32,33).



© 2013 Encyclopædia Britannica, Inc.

Şekil 2.3. Vertebral kolon ön, arka ve yan görünümü

Spinal kolon, sagital planda 4 fizyolojik eğriliğe sahiptir. Doğumda vertebral kolonun herhangi bir eğriliği yoktur ve düz bir sütun şeklindedir. Bebek başını tutmaya başladıktan sonra servikal lordoz meydana gelir. Daha sonra oturmaya ve ayağa kalkmaya başlayınca ise lomber lordoz gelişir. Dorsal ve sakral kifoza embriyonik zamanda geliştiğinden ötürü primer eğrilikler adını alır , doğumdan sonra gelişen servikal ve lomber eğrilikler ise sekonder eğrilik kabul edilir. İlk zamanlarda çocuklarda bu eğrilik değerleri erişkinlerden daha azdır. Kas tonusu gelişip denge sağlanmaya başlayınca normal açılarına ulaşırlar. Sağlıklı bir yetişkinde fizyolojik olarak eğrilikler; servikal bölgede 30-50° lordoz, torakal bölgede 20-50° kifoza, lomber bölgede 40-80° lordoz ve sakral bölgede 40-60° kifoza şekildedir (21,22).



Şekil 2.4. Omurganın kavisleri.

Erişkin omurgasında servikal, torakal, lomber ve sakral olmak üzere 4 kavis bulunur. Servikal ve torakal kavisler infantil ve çocukluk döneminde gelişen sekonder (2°) kavislerdir.

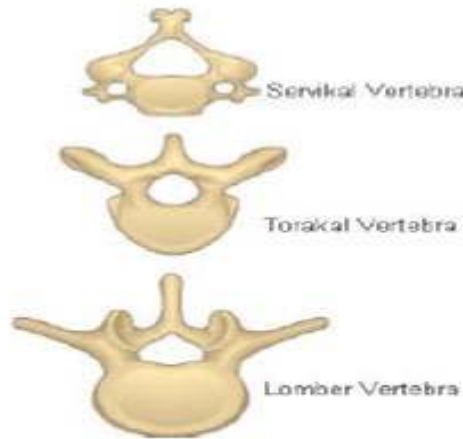
Vertebral kolon stabilitesini intrinsek ve ekstrinsek yapılar sağlar. İnsanı dik tutarak pelvis üzerinde gövdeyi dengeler (19).

İntrensek stabiliteyi sağlayan yapılar:

1. Vertebralar ve intervertebral diskler.
2. Faset eklemler ve kapsülleri,
3. İntraspinöz ve supraspinöz ligamentler, ligamentum flavum, anterior ve posterior longitudinal ligamentler.
4. İntravertebral kaslar ve m.erector spinae'dir

Ekstresek stabiliteyi göğüs kafesi sağlar. Her kosta, interkostal kaslar ve ligamentler tarafından desteklenir. Bu ligamentler kostaları birbirlerine, vertebraları corpus ve transvers çıkıntılarına bağlar, önden göğüs kafesi sternum ve kostal kıkırdaklar tarafından güçlendirilir. Anterior ve lateral abdominal kaslar da ekstresek destek sağlarlar (72,74).

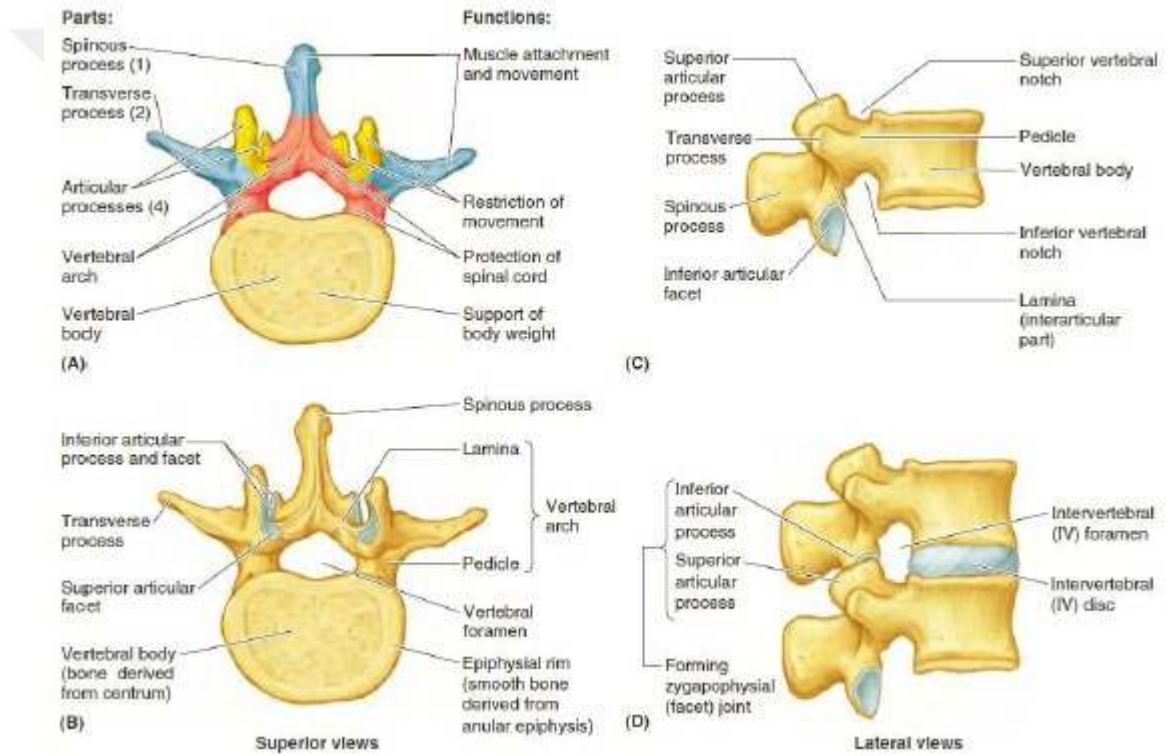
Vertebra cisimlerinin büyüklük ve kitleleri servikal vertebradan lomber vertebraya doğru artar (Şekil 2.5). Böylece giderek artan yüklere karşı adaptasyon sağlanmış olur. Fizyolojik bakımdan asıl yük taşıyıcı kısım vertebra cisimidir .



Şekil 2.5. Spinal kolonun bölümlerinin aksiyel planda görünümü

Atlas (C1) ve Aksis (C2) haricindeki her bir vertebrada, yerleşim yerlerine göre değişiklikler göstermekle beraber çeşitli ortak anatomik yapılar bulunmaktadır. Tipik vertebra olarak adlandırılan bu vertebralar 6 temel kısımdan oluşmaktadır (Şekil 2.6).

1. Korpus Vertebrae
2. Arkus Vertebrae
 - a. Pedikulus Arkus Vertebrae
 - b. Lamina Arkus Vertebrae
3. Foramen Vertebrale
4. Spinöz Çıkıntı
5. Transvers Çıkıntı
6. Processus articularis superior ve inferior



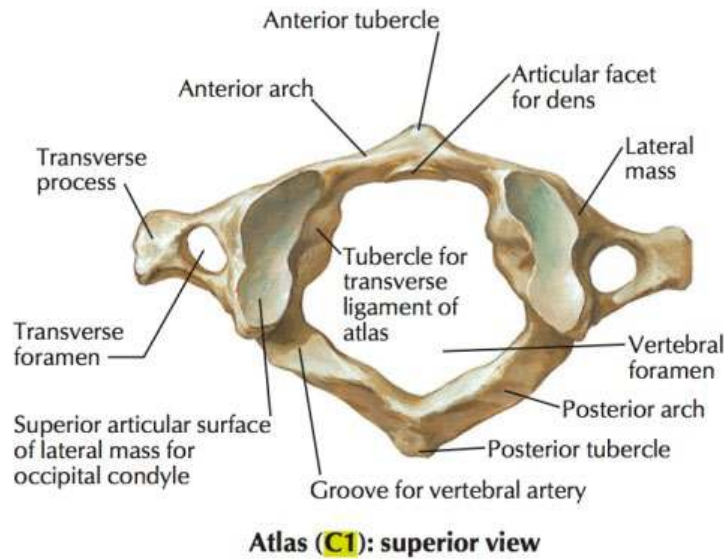
Şekil 2.6. Tipik bir vertebraanın temel anatomik yapıları

Lomber ikinci vertebra üzerinde gösterilmiştir. A: Kırmızı renkli bölge vertebral arkı temsil etmektedir. Mavi renkli alan kas yapışma bölgelerini gösterirken, sarı renk ile sinoviyal eklem yapan dört adet artiküler çıkıntı belirtilmiştir. B: Omurun üstten görünümü. C: Lateral görünüm. D: Eklem yapan iki vertebraanın ve intervertebral diskin lateral görünümü şematize edilmiştir.

2.3. Vertebra Yapısındaki Bölgesel Değişiklikler

2.3.1. Servikal vertebralar

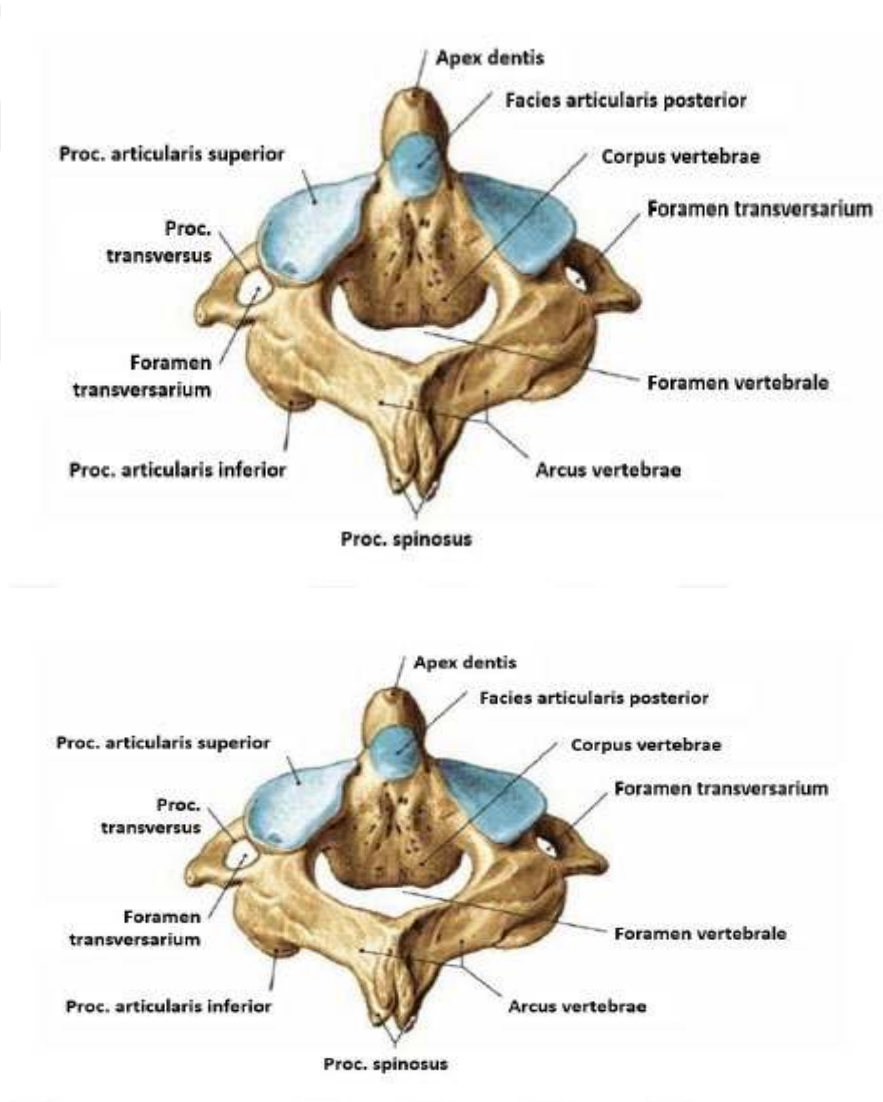
Boyun omurlarının (C1- C7) bulunduğu servikal bölge columna vertebralis'in en hareketli bölgesidir. Bu bölgede 7 tane vertebrae cervicales bulunur. Gövde kısımları küçüktür. Processus transversus'larında foramen transversariumları vardır. Foramen transversariumdan arteriae vertebralis ve venae vertebralis geçer (C7 den arteriae vertebralis geçmez). Processus spinosus'ları çatallıdır. Corpus vertebrae küçük ve kenarları yassıdır. Corpus vertebrae üst yüzü konkav olduğundan yan kenarları yukarı uzamıştır. Bu kısımlara uncus corporis veya processus uncinatus denilir. Corpus vertebrae alt yüzü ise konvektir yan kısımları biraz çukursudur. Böylece bu kısımlar altındaki omurun processus uncinatus'ları ile eklem yapmaktadır. Foramen vertebrale'leri büyük ve üçgenimsi şekildedir (11).



Şekil 2.7. Atlas (C1 vertebra)

Farklılık gösteren vertebrae cervicales'ler: En üstte bulunan 2 servikal vertebra farklı özellikler gösterir. Bunlardan 1. boyun omuruna (C1) atlas denilir (Şekil 2.7). Gövdesi ve processus spinosus'u olmayan tek vertebradır. Halka şeklinde olan bu vertebra yanlarında massa lateralis denilen bir çift cisim bulunur. Massa lateralis'ler os occipitale'de bulunan condylus occipitalis ile eklem yapar. Burada cranium dünyaya benzetilmiş bu yüzden C1 vertebra Yunan mitolojisinde omuzlarında dünyayı taşıyan Atlas'a benzetilerek isimlendirilmiştir. Atlas'ta bulunan

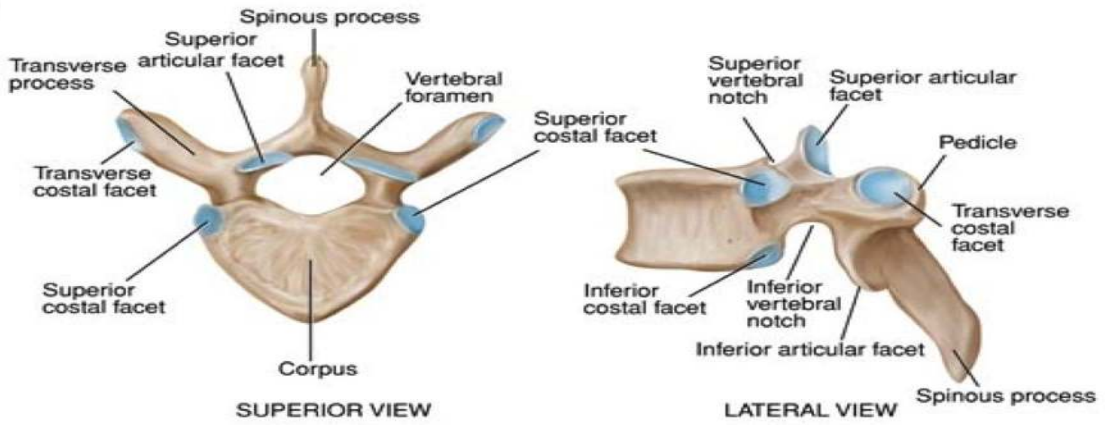
processus transversus'lar massa lateralis'lerden ayrıldığı için diğer vertebrae'larinkine göre daha lateraldir. Bu yüzden atlas en geniş servikal vertebradır (12).. 2. boyun omuru axis olarak isimlendirilmiştir (Şekil 2.8). Vertebrae dentata veya epistropheus (eksen) isimleri de verilmiştir. En önemli özelliği dens axis isimli çıkıntısının olmasıdır. Yunanca diş demektir. Arkasında medulla spinalis, çevresinde medulla spinalis zarları ile ligamentum transversum atlantis önünde ise atlas'ın fovea dentis'i bulunur. Geniş ve sağlam bir processus transversus'a sahiptir. Boyun omurlarından 7.'sine vertebrae prominens denir. Processus spinosus'u çatallı değildir. Kişinin el ile muayenesinde spinal çıkıntısı hissedilir. Bu yüzden klinikte yüzeysel anatomik belirteç olarak kullanılır.



Şekil 2.8. Axis(C2)

2.3.2. Torokal Vertebralar

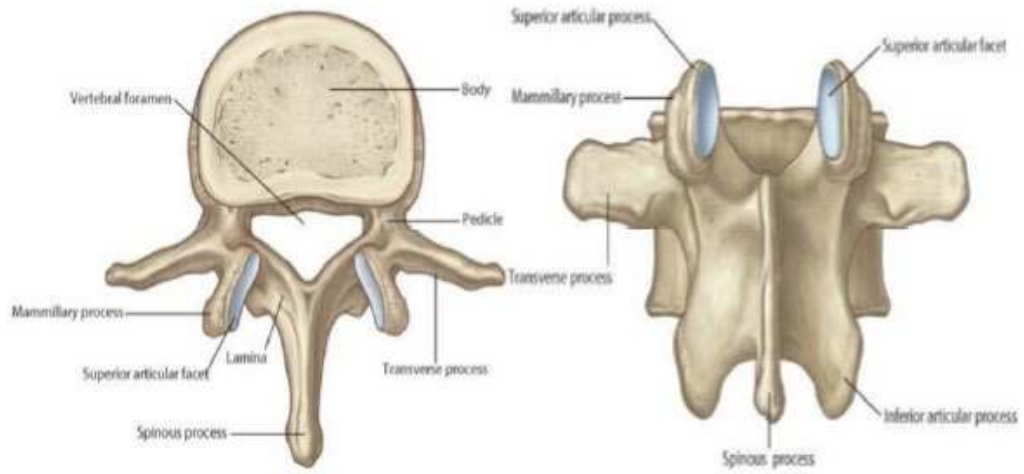
Üstteki servikal vertebra ile alttaki lomber vertebra arasında geçiş özelliğine sahip olan torakal vertebralar 12 adettir. Torakal vertebraların en belirgin özelliği kostalarla eklem yapmasıdır, bu nedenle biri gövde biri transvers çıkıntıda olmak üzere iki tane yarım kostal eklem yüzüne sahiptirler (Şekil 2.9). Birinci, 11. ve 12. Vertebralarda ise birer adet eklem yüzü bulunur (57). T11, T12 ve L1 omurları torakal kifozdan lomber lordoza geçişin olduğu torakolomber bileşke bölgesini oluştururlar. Bu bölge aynı zamanda kostalarla stabil, hareketsiz torakal bölgeden, hareketli lomber bölgeye geçiş zone olmasından dolayı tüm vertebral kolonda travmaya bağlı omurga ve omurilik hasarının sıklıkla görüldüğü yerdir (14).



Şekil 2.9. Torakal vertebranın üstten ve yandan görüntüsü

2.3.3. Lomber Vertebra

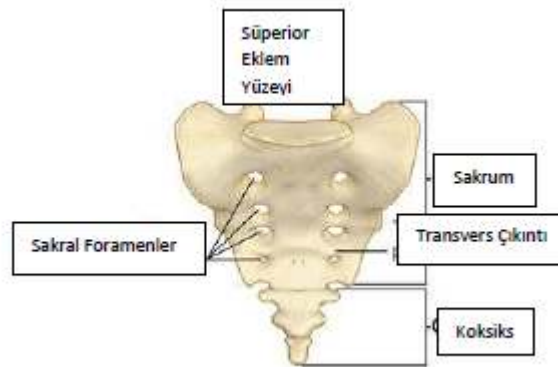
Beş adet lomber vertebra bulunmaktadır (80). Diğerlerine göre daha büyük korpus, güçlü transvers ve spinöz çıkıntılara sahiptir. Yük taşıyan ön kısım korpus ve arasındaki intervertebral disklerden oluşurken yük taşımayan arka bölge faset eklemlerden oluşur (47). Süperior eklem yüzünün yanlarında processus mamillaris isminde tüberküller mevcuttur. Torakal bölgeden sakral bölgeye doğru inildikçe fleksiyon ve ekstansiyon kapasitesi artarken, yaşla birlikte bu hareket kabiliyeti azalır. En geniş hareket açıklığı fleksiyon ve ekstansiyonda iken, bunu sırasıyla lateral fleksiyon ve rotasyon izler (60).



Şekil 2.10. Lomber Omurga Üstten ve Arkadan görünümü (47)

2.4. Sakrum

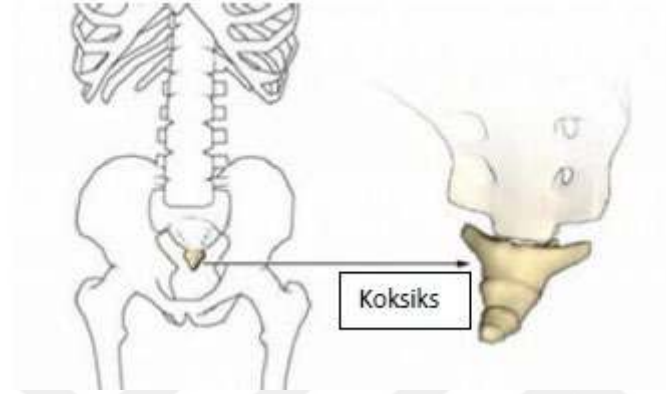
Sakrum beş adet sakral omurun birleşmesiyle oluşur (Şekil 2.11). Koksiks ve iliak kemiklerle eklem yapar. Ön ve arka da spinal sinirlerin geçtiği foramenler bulunur (52). Sagital planda kifotik eğime sahiptir. İliak kemiklerle eklem yaparak pelvisin yapısına katılarak ürogenital organların korunmasına katkıda bulunur (23). Alt üç lomber ve üst üç sakral vertebra lumbopelvik bileşkeyi oluşturur ki bu yapı kalça eklemi ile birlikte gövdenin dik durmasını sağlar (24,25).



Şekil 2.11. Sakrum (Medical Dictionary, © 2009 Farlex and Partners)

2.5. Koksiks

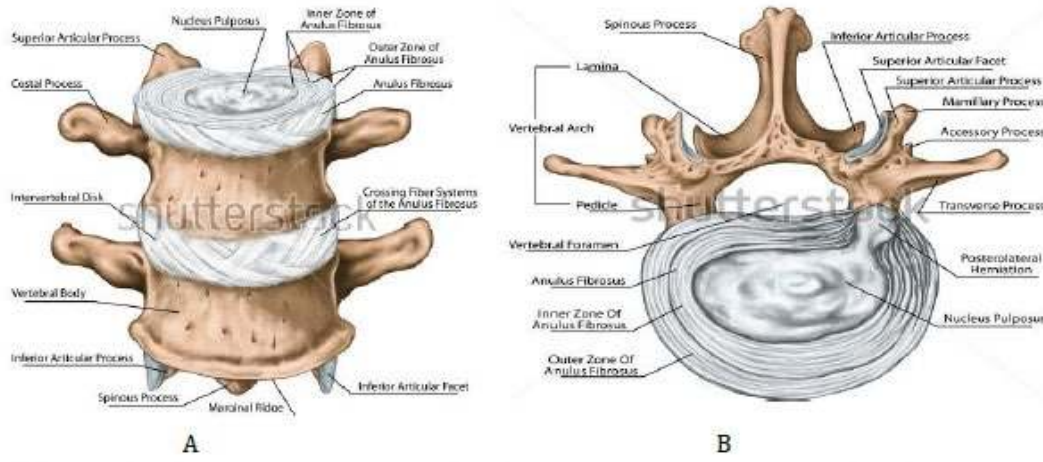
Omurganın en kaudalinde bulunan dört veya beş adet rudimenter vertebra'nın birleşmesiyle oluşan koksiks, tabanı ile sakrumun alt ucu ile eklemleşen, üçgen şekilli kuyruk sokumu olarak isimlendirilen kemiktir. Koksiks omurganın son segmenti olup, hareket kabiliyeti bulunmamaktadır (75).



Şekil 2.12. Koksiks(Nucleus Medical Media)

2.6. İntervertebral Disk

Spinal kolonda 6 tanesi servikalde, 12 tanesi torakalde ve 5'i de lomber bölgede olmak üzere toplam 23 adet intervertebral disk mevcuttur. Morfolojik yapıları vertebral korpusların büyüklük ve şekline uygundur. İntervertebral diskler omurların arasında tıpkı bir amortisör gibi rol alarak omurgaya direkt veya dolaylı etki eden yükün dengeli dağılımına yardımcı olup hareket olanağı sağlarlar. Nükleus pulposus %88'i sudan meydana gelen gözle görünür damarsal ve sinirsel yapıları içermeyen bir yapıdır. Yaşamın üçüncü evresinde proteoglikan yapımı azalıp içerdiği su miktarı düşer. İntervertebral disklerin kalınlıkları 5mm ile 12 mm arasındadır. Kranialden kaudale doğru diskin taşıdığı yük miktarının artmasından dolayı lomber bölgedeki diskler daha kalın, torakal bölgedeki diskler ise daha ince bir yapıya sahiptir (20,67,26) (şekil 2.13).



Şekil 2.13. A: İntervertebral diskin anterior görünümü ve korpuslarla ilişkisi
B : İntervertebral diskin sagittal görünümleri

Nükleus pulposusun kollajen ve kıkırdaktan meydana gelen fibrokartilajinöz dokudan yapılmış annulus fibrosus adı verilmiş bir halkayla çevrilmiştir. Omurganın lomber kolonunun yüksekliğinin %33'ü diskler tarafından sağlanır (19,67).

Büyümenin erken döneminde intervertebral disk, epifiz plaklarını geçerek diske ulaşan damarlar tarafından beslenir. Ergenlik döneminde epifiz kapanıp, kemikleşirler. Böylece damarlar körelirler. Beslenmesini bu damarlardan sağlayamayan diskler canlılığını sürdürebilmeleri için gerekli glikoz, oksijen gibi besin maddelerini komşu omurların spongiöz kemik yapılarından difüzyon yöntemiyle alırlar (20,67).

2.7. Eklemler

Vertebral kolonda sinovial (diartrodial) , simfizis ,sindesmoz olmak üzere 3 tip eklem bulunur.

Sinovial (diartrodial) tip eklemler:

- Processus artikularis arası eklemler (faset eklemler)
- Kostovertebral eklemler
- Atlantoaksiyel eklemler
- Sakroiliak eklemler

Simfizis tip eklemler:

-Vertebra korpusları arasındaki intervertebral diskler

Sindesmoz tip eklemler:

-Vertebra korpusları ve arkuları arasındaki ligamentlerin oluşturduğu eklemlerdir.(55,56).

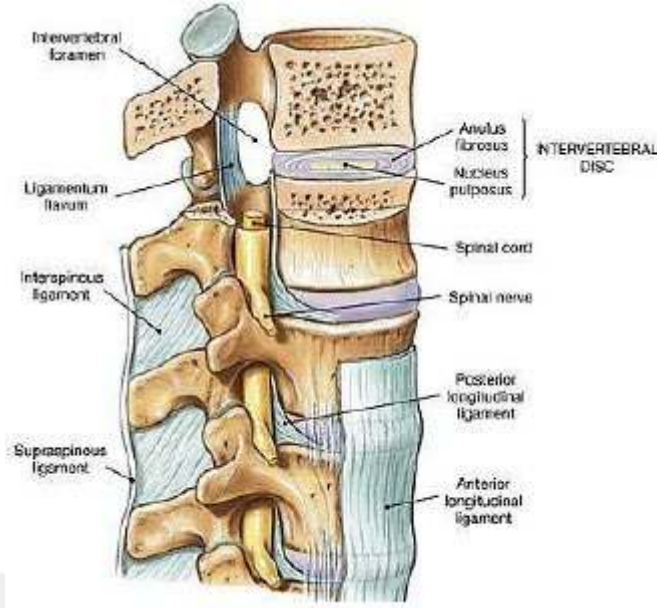
Vertebra arkuları arasındaki eklemler: Vertebra arkuslarındaki, komşu vertebra processus artikularislerin arasındaki eklemler sinovial eklemlerdir. Eklem yüzleri kıkırdakla kaplı ve düzdür. Eklem sabitliğini kapsül ve ligamentum flavum sağlar. Vertebra arkuları arasındaki sindesmozu gerçekleştiren yapılar; lig. flavum, lig. intertransversus, lig. interspinosus ve lig. supraspinosus'dur(55,56)

Vertebra korpusları arasındaki eklemler: Cismin eklem yüzleri konkavdır, üzeri ince bir kıkırdak ile örtülüdür. İki cisim arasında intervertebral diskler vardır. Bunlar simfizis tipi eklem oluşturur. İntervertebral diskler özellikle servikal ve lomber bölgede oldukça hareketlidir ve spinal kord üzerindeki stres ve gerilmelerin emilmesini sağlar. Vertebralar arası eklemleri ve diskleri, vertebra gövdesini çevreleyen çok kuvvetli bağlar (anterior ve posterior longitudinal ligamentler) yerinde tutar. Bu bağlar sindesmoz tipi eklem oluşumunu sağlar (55,56).

Kostovertebral eklemler: Diartroz tipinde eklemlerdir. 11 ve 12. kostalar ile 11 ve 12. torakal vertebraların arasındakilerin dışındakiler, kostosentral ve kostotransvers eklemleri oluştururlar. Bunlar kapsüllüdür ve ligamentler ile desteklenirler (55,56).

2.8. Bağlar

Omurga etrafında bulunan bağlar; omurganın stabilitesine katkı sağlayan viskoelastik yapılardır. Vertebral kolonun direncinin artmasına yardımcı olurlar (şekil11).



Şekil 2.14. Omurga etrafındaki bağların anatomik görünümü

Anterior longitudinal ligament (ALL) : Oksipitun faringeal tüberkülü ile atlasla tutunarak başlar ve vertebral kolonun anterior yüzeyi boyunca kaudale doğru genişleyerek devam eder ve sakrumun önyüzünde son bulur. Tüm omurga boyunca korpuslara sağlam, intervertebral disklere ise gevşek yapıda tutunur (19,20).

Posterior longitudinal ligament tarafından oluşturulan gerginliğe dirençli, arkaya olan eğilmelerde ise koruyucu bir yapıya sahiptir. Yapısında oldukça fazla miktarda kollojen lif bulunur ve asıl görevi, ekstansiyon ve aşırı distraksiyonu engellemesidir. Omurgada bulunan diğer ligamentlere oranla çok daha sağlam bir yapıya sahiptir (54).

Posterior Longitudinal Ligament: Oksipital kemiğin foramen magnumun kenarından aksis cisminde tutunarak başlayıp, vertebral kolon boyunca posteriordan devam edip aşağıda sakrumda sonlanır. Spinal kanal ön yüzünü oluşturacak şekilde uzanan posterior longitudinal ligament disklere sıkı vertebra cisimlerine gevşek bağlanırlar. Lomber bölgede inceldiklerinden fıtıkların çoğu burada oluşur (58,62).

Ligamentum flavum: Aksisten başlayıp vertebral kanalın arka tarafından devam eden birinci sakral vertebraya kadar tüm lamina arkus vertebraları birbirlerine bağlar. Spinöz çıkıntılardan faset eklemlere kadar uzanır. İnsan vücudunda en çok elastik lif içeren yapıdır (63). Vertebranın aşırı fleksiyon ve ekstansiyonunu engelleyerek spinal kordu koruma altına alır (61).

Ligamentum supraspinale: Lig. supraspinale, processus spinosus'ların uçları arasında uzanan fibröz, sert, kuvvetli bir bağıdır. C7 vertebra ile os sacrum arasında devam eder, buradan yukarıda ise lig. nuchae adını alır ve protuberentia occipitalis ve crista occipitalis externa'ya yapışır. Omurganın aşırı fleksiyonunu engeller (30,38).

Ligamentum interspinale: Spinöz çıkıntılar arasında bulunup sağ ve sol derin kas gruplarını birbirinden ayıran membranöz yapıda bir ligamenttir. Spinal ligamentlerin en zayıf olanıdır (30,63).

Ligamentum intertransversalis: Transvers çıkıntılara uzanır ve lateral fleksiyonu kontrol eder (68). Servikal bölgede düzensiz lifler şeklinde olan bu bağ torakal bölgede derin sırt kaslarına kaynaşmış durumdadır. Lomber bölgede ise ince bir membran şeklini alır (55).

Kapsüler ligament:

Faset eklem çevresinde bulunan bu ligamentler hareket sırasında fasetlerde kaymayı sağlar (40,77).

İliolumbar ligament:

Dördüncü ve beşinci lomber omurga transvers çıkıntılarından iliak kemiğin posterolateral kenarına uzanan ve doğumda musküler olup ikinci dekattan sonra ligament halini alan bu yapı lumbosakral omurganın pelvis üzerinde stabilitesini sağlar (78,79).

2.9. Kaslar

Omurlara yapışan çok sayıda kas olup, extrinsik ve intrinsik (derin) olmak üzere sırt kasları iki ana gruba ayrılır (84). Extrinsik sırt kasları yüzeysel ve orta (intermediate) tabaka olarak kendi içinde ikiye ayrılır. Extrinsik kaslar öncelikli olarak ekstremiteler hareketlerini sağlayıp solunuma yardımcı olurken, derin yerleşimli sırt kasları pelvisten kafatasına kadar uzanarak duruşun devamlılığını ve omurganın hareketlerini sağlar (84). İntrinsik sırt kasları da yine kendi içinde yüzeysel, orta (intermediate) ve derin olmak üzere üç grupturlar (84).

Kaslar fonksiyonlarına göre 5 ana gruba ayrılırlar

1-fleksör grup:

-m.sternocleidomastoideus

-m.obligus internus ve eksternus abdominis

-m.psoas

-m.rektus abdominis

-m.longus colli

-Mm.scaleni

2-ekstansör grup:

-m.latissimus dorsi

-m.erektor spinae

-m.spinalis

-Mm.interspinales

-Mm.transversocostalis

-m.levator scapulae

-m.spleneus

3-lateral fleksör grup:

-m.sacrospinales

-m.quadratus lumborum

-Mm.transversocostalis

-Mm.semi spinalis

-Mm.scalenii

-m.levator scapulae

4-ipsilateral rotator grup:

-m.latissimus dorsi

-m.longus colli

-m.obligus internus abdominis

-m.splenius

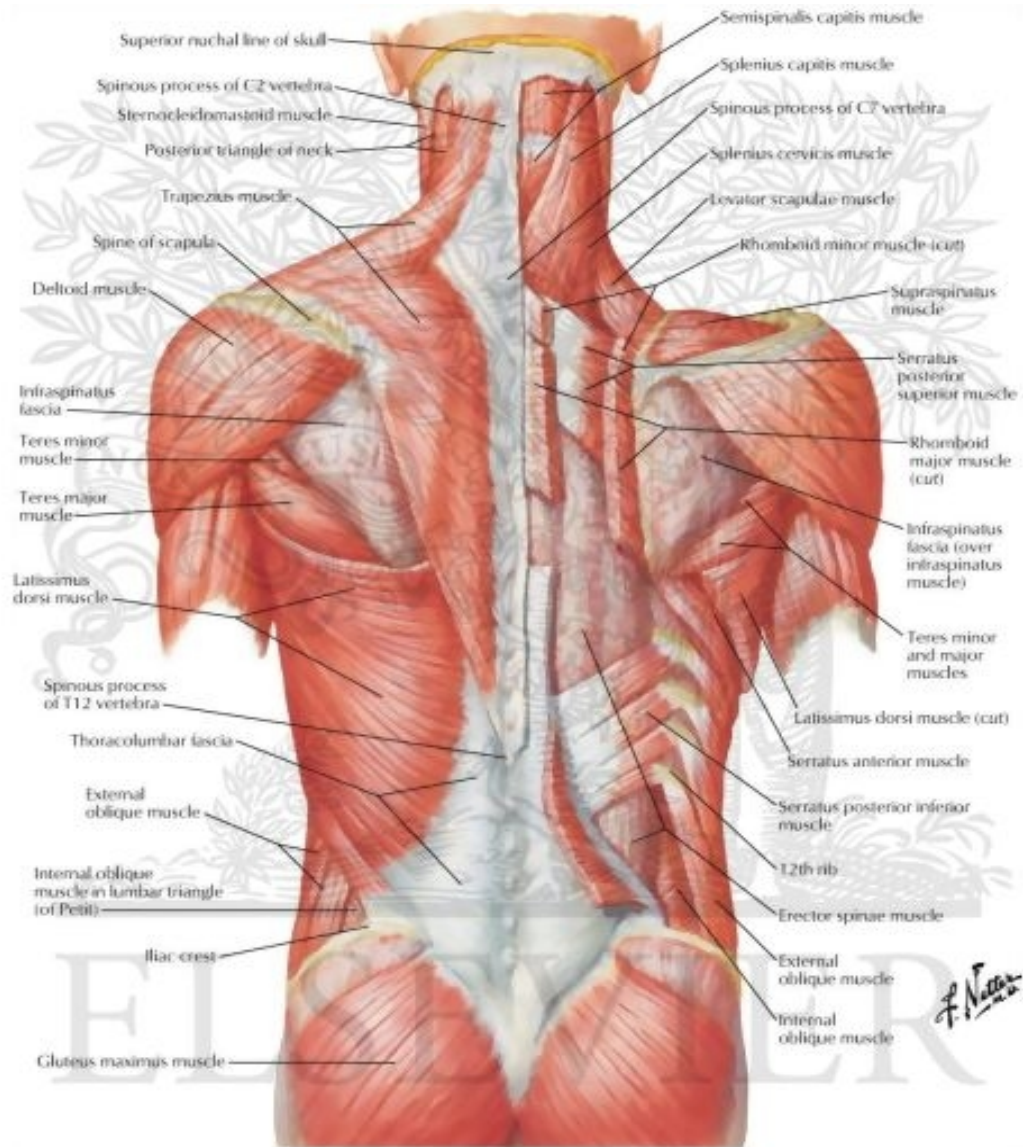
5-kontralateral rotator grup:

-Mm.transversospinalis

-Mm.multifidus

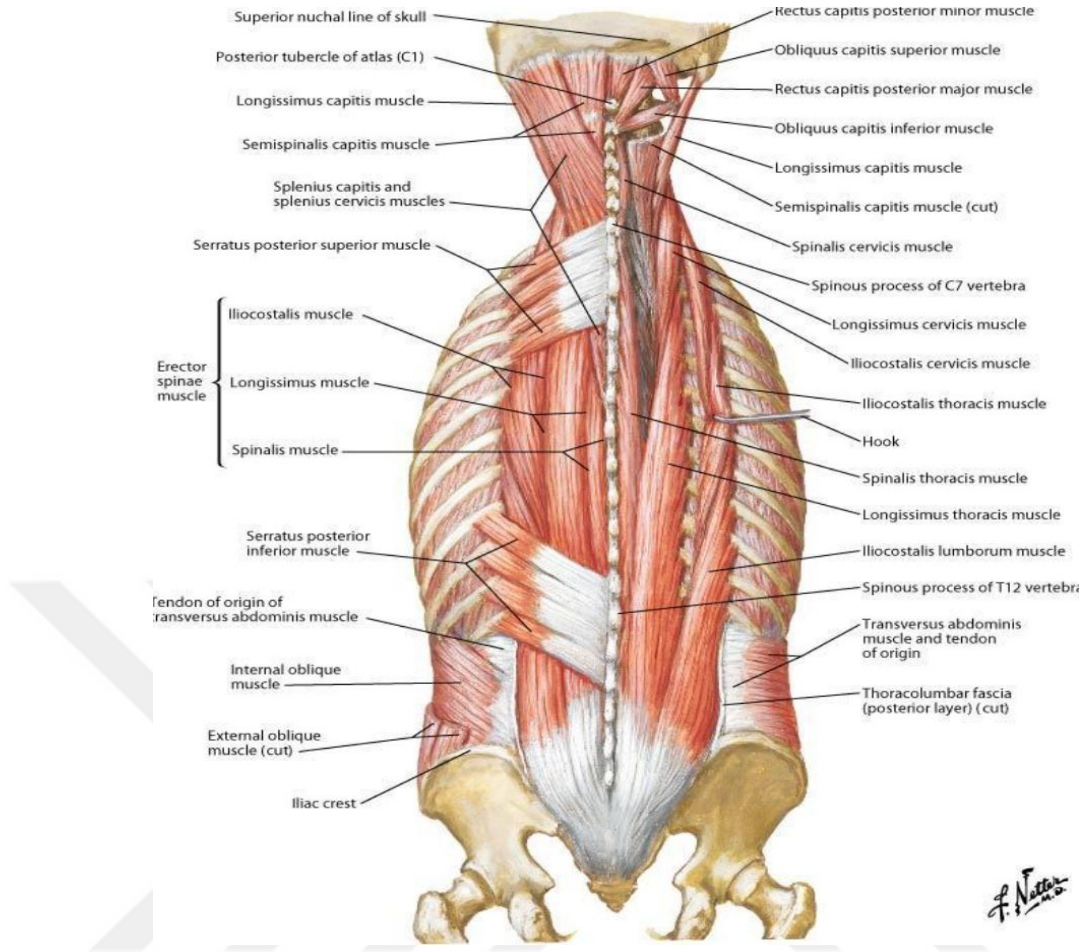
-m.longus colli

-m.obligus eksternus abdominis



© ELSEVIER, INC. – NETTERIMAGES.COM

Şekil 2.15. Omurga yüzeysel sırt kasları

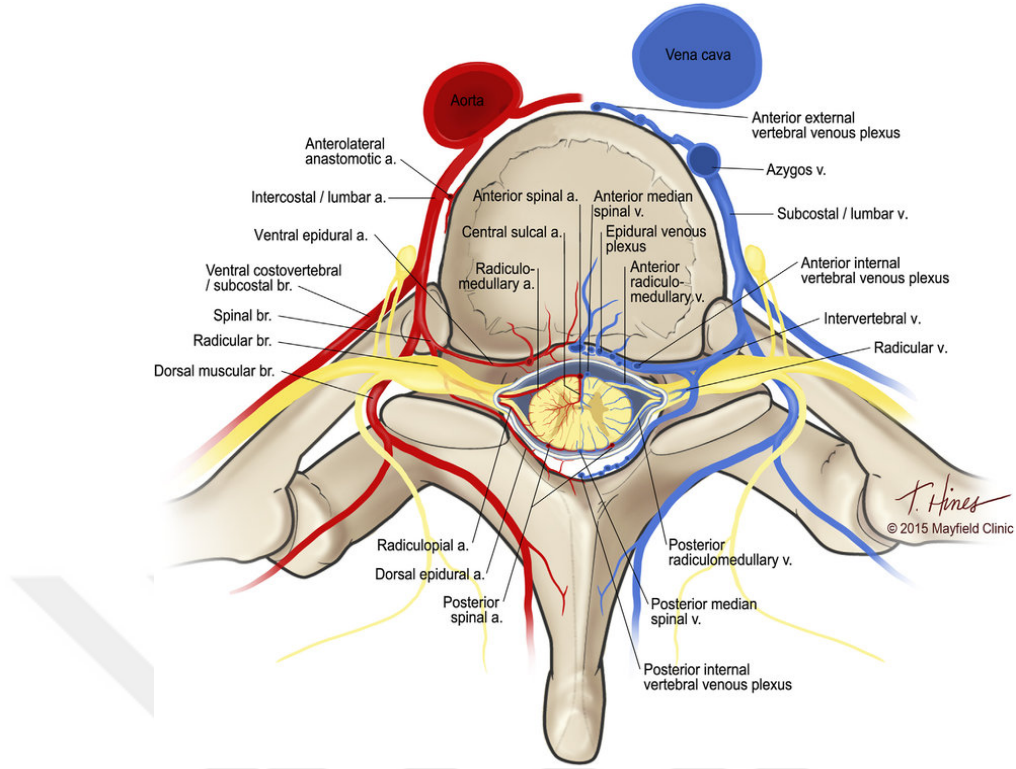


Şekil2.16. Omurga derin sırt kasları

2.10. Omurganın Dolaşımı

Omurganın beslenmesi segmenter arterler ile sağlanır. Boyun bölgesinde asendan servikal arter, torakal bölgede posterior interkostal arter, abdominal bölgede subkostal ve lomber arterler, pelvis çevresinde ise iliolumber ve sakral arterler tarafından beslenir.

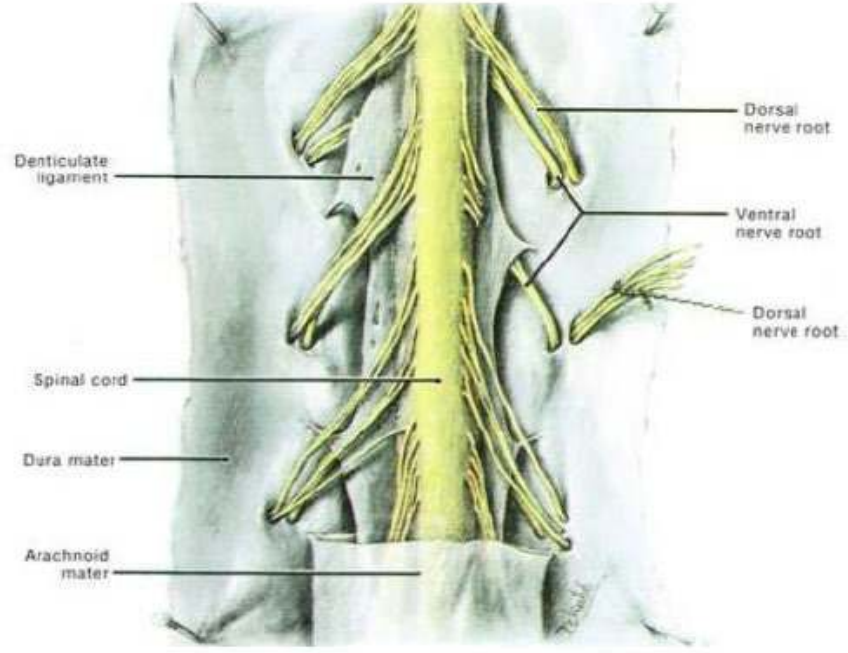
Venöz dönüş ise internal vertebral venöz pleksus ve eksternal vertebral venöz pleksus ile sağlanır (33).



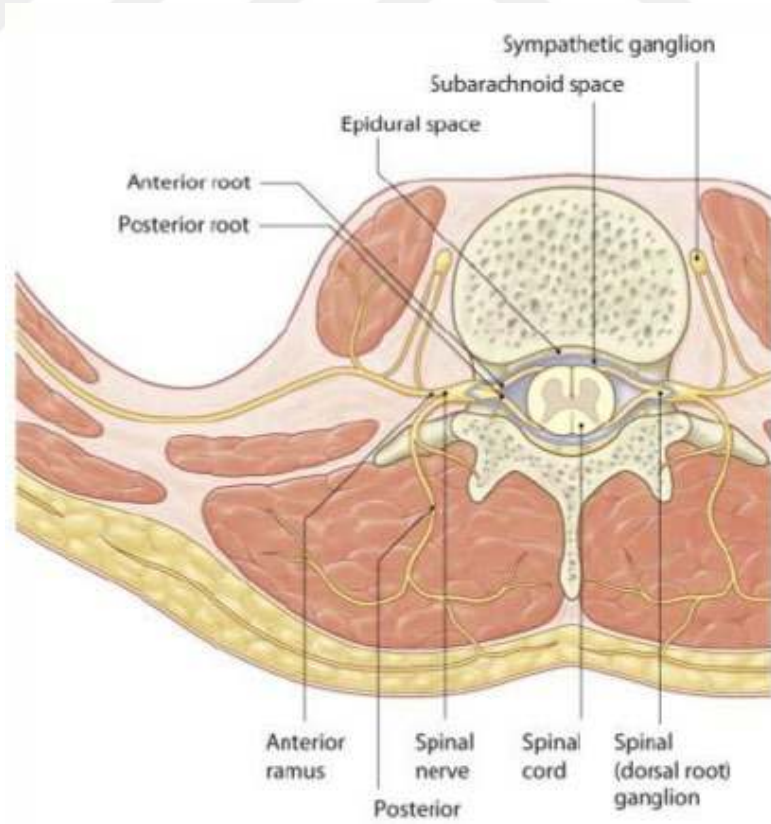
Şekil 2.17. Omurganın arterial ve venöz dolaşımı

Spinal Kanal

Spinal kanal içerisinde kranioservikal bileşkeden L1-L2 vertebra hizasına uzanan medulla spinalis, nöral kökler ve cauda equina yer alır. Medulla spinalis L1-L2 seviyesinden sonra filum terminale adını alır. Filum terminale ince ipliksi yapıda olup 2. koksigeal vertebraya yapışarak sonlanır. Medulla spinalisten çıkan ön ve arka kökler foramina intervertebralis hizasında birleşerek spinal sinirleri oluşturur. Ön kök motor sinirlerinden oluşurken, arka kök duyu sinirlerinden meydana gelir (37).



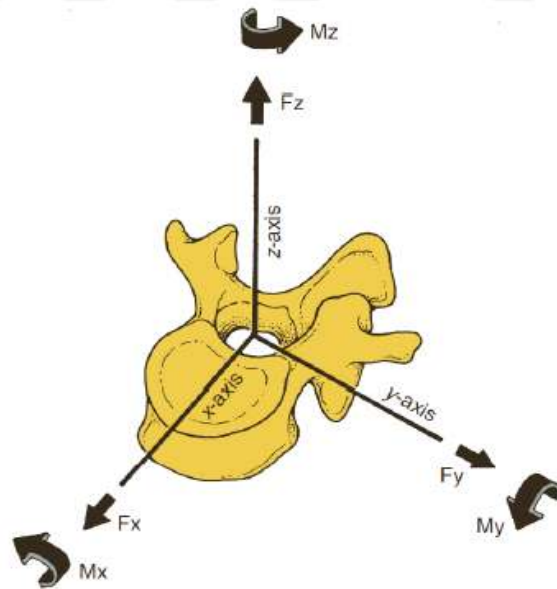
Şekil 2.18. Medulla spinalis'in posterior görünümü. (Dural kılıf açılmış) (33).



Şekil 2.19. Medulla spinalis aksiyel görüntüsü (47).

Biyomekanik

Omurga, vücut hareketleri esnasında eğilme, gerilme, kompresyon, torsiyon ve makaslama gibi çeşitli kuvvetlere maruz kalır. Omurga çevresindeki kaslar, ligamentler ve intervertebral disk bu kuvvetlere karşı koyarak stabil yapının devamlılığını sağlar (85). Omurga, sagittal olarak incelendiğinde fizyolojik eğriliklerin olduğu görülür. Servikal ve lomberde lordoz, torakal ve sakral bölgede kifoz görülmektedir. Sagittal fizyolojik eğriliklerin amacı aksiyel gelen kompresif güçlere karşı direnç oluşturmaktır (85). Omurganın fonksiyonel birimi, hareket segmentidir. Hareket segmentinin ön kısmını iki omur cismi, intervertebral disk ve anterior ligamentler oluşturur. Posterior kısım ise intervertebral eklemler, posterior ligamentler, transvers ve spinöz çıkıntılardan oluşmaktadır. Belirli bir noktaya uygulanan kuvvet belirli ekseninde rotasyona neden olmaktadır. Omurga gibi değişken bir yapıda, biyomekanik “rotasyonun anlık eksen” ile değerlendirilebilir. Her bir vertebranın hareketini tanımlayabilmek amacı ile kartezyen koordinat sistemi kullanılır (85). Bu sistemde X, Y ve Z olmak üzere üç eksen vardır. Bu eksenlerin her birinin çevresinde ikişer rotasyon ve ikişer kayma hareketi yapabileceğinden, rotasyonun anlık ekseninde 12 potansiyel hareket meydana gelir. Rotasyonun anlık eksen, her hareket segmentinin bağlı olduğu koordinat sisteminin merkezidir. Vertebra cismi bu eksen etrafında hareket eder (Şekil 2.20)(85,86).



Şekil 2.20. Vertebra'nın üç-boyutlu koordinat düzlemindeki şematik gösterimi.

Lineer kuvvetler F_x , F_y ve F_z olarak, moment kuvvetleri ise M_x , M_y , M_z olarak belirtilmiştir

Omurga fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri sagittal düzlemde meydana gelir. Servikal bölgede 40 derece fleksiyon, 75 derece ekstansiyon; lomber bölgede 60 derece fleksiyon, 35 derece ekstansiyon, torakolomber bölgede 105 derece fleksiyon, 60 derece ekstansiyon hareket açıklığı mevcuttur. Lateral fleksiyon hareketi koronal düzlemde meydana gelmektedir. Lateral fleksiyon servikal düzlemde 35-45 derece, torakal bölgede 20 derece ve lomber bölgede 20 derece olmak üzere kraniumdan sakruma kadar toplam 75-95 derecedir. Omurgada rotasyonel hareket açıklığı aşağı segmentlere inildikçe azalmaktadır. Servikal bölgede 45-50 derece, torakal bölgede 35 derece, lomber bölgede 5 derece rotasyon mevcuttur. Torakal omurlarda faset eklemler yatay yerleşimli olduğu için rotasyonel hareketi daha fazladır. Lomber omurlarda ise faset eklemler dikey yerleşimli olduklarından dolayı rotasyonel hareketlere direnç gösterirler.

Omurganın bütününde; fleksiyon, ekstansiyon, translasyon, lateral bending ve aksiyel rotasyon hareketleri izole şekilde değil, kombinasyonlar halinde gerçekleşir. Hareketlerin bu şekilde çiftler halinde gerçekleşmesine “coupling fenomeni” adı verilir (85).



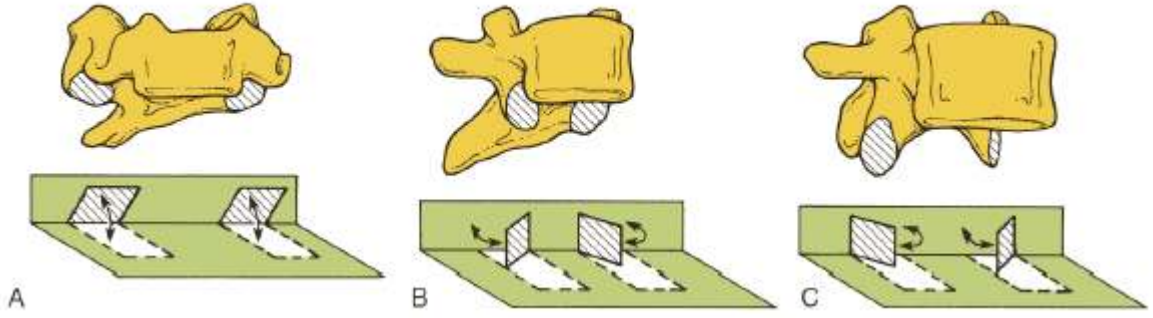
Şekil 2.21. Coupling fenomeni.

Şematik olarak (A) ve anatomik olarak (B) tasvir edilmiştir. Lomber ve servikal bölgenin lateral eğilme hareketi sırasında karşı yöne olan rotasyonel hareketi olarak ifade edilir. Torakal bölge anlamlı ölçüde “coupling” göstermez.

Coupling fenomeninde, servikal ve üst torakal 7. vertebra (T7) eğilme yönüne doğru aksiyel rotasyon gösterirken, T7 vertebra altındaki özellikle lomber segmentler karşı yöne doğru aksiyel rotasyona uğrar (Şekil 2.21) (85).

Vertebra büyüklük ve kütleleri alt segmentlere inildikçe artmaktadır. Bu durum vertebraların giderek artan yüklere karşı adaptasyonunu göstermektedir. Özellikle vertebra gövdesi aksiyel yüklenmelere karşı koymaktadır. Gövde üzerinden yük kortikal ve spongiöz kemik üzerinden alt segmentlere iletilir. Trabeküler yapıdaki spongiöz kemik, gelen yükün bir kısmını, periferde doğru elastik deformasyon göstererek absorbe eder (88). Uç plak, trabeküllerden gelen yükün diske, diskten gelen yükün trabeküllere iletilmesini sağlar. Elastisite ve şok absorpsiyonu özellikleri yoktur. Omurga üzerine binen aşırı yüklenme sonucu kırılmaya en yatkın bölgedir (85). Hareket segmentinde her iki vertebra gövdesi arasında bulunan intervertebral disk yüklenmeye en dayanıklı kısımdır. Elastik deformasyon yeteneği sayesinde yükün bir kısmını absorbe eder. Yüklenme olduğunda nukleus pulposus basınç etkisi ile yüklenmenin tersi tarafa hareket eder (85).

Faset eklemler stabilite açısından çok önemli yapılardır. Rotasyon anlık eksenine yakınlığı nedeniyle ön ve arka kolon arasında menteşe görevi görür. Fasetler aynı zaman yük de taşırlar ve en fazla yüklenme hiperekstansiyonda meydana gelmektedir (85). Faset eklemlerin oryantasyonu servikal bölgede koronal planda olduğundan dolayı, tüm hareketlere karşı daha az kısıtlayıcıdır. Lomber bölgede ise fasetler sagittal düzlemde oryante olmuşlardır. Bu nedenle fleksiyona karşı az direnç gösterirken, rotasyona karşı dirençleri fazladır (85). Faset eklemlerin oryantasyonu Şekil 2.22’de gösterilmiştir.



Şekil 2.22. Faset eklemlerin oryantasyonları.

A, servikal bölgenin rölatif koronal plan oryantasyonu. B, torakal bölgenin ve C, lomber bölgenin rölatif sagittal oryantasyonu

Ligamentler, gerilmeye karşı direnç göstererek omurganın stabilizasyonunda önemli görev göstermektedir. Posteriodaki ligamentler fleksiyona karşı koyarken, anteriordaki ligamentler ekstansiyona karşı koyarlar. Bir ligamentin etkinliğindeki en önemli iki faktör, o ligamentin iç kuvveti ve etkisini gösterdiği moment kolunun uzunluğudur. Posterior ligamentler arasında en uzun moment kolu olan interspinöz ligamentler, fleksiyona karşı en fazla gerilim gösteren ligamentlerdir. Anterior longitudinal ligament ekstansiyona en fazla direnç uygulayandır ve posterior longitudinal ligamentten iki kat daha fazla kuvvetlidir (85).

2.11. Skolyoz

Skolyoz, omurganın en yaygın deformitesidir. Ayakta çekilen direkt grafilerde, frontal planda 10° ve üzerindeki lateral eğrilikler skolyoz olarak tanımlanmaktadır. Skolyozda deformite sadece frontal planla sınırlı kalmamakta, sagittal ve aksiyel planları da içine alan üç boyutlu bir deformite ortaya çıkmaktadır. Frontal planda laterale kayma, aksiyel planda rotasyon ve sagittal planda lordoza neden olan intervertebral ekstansiyon görülmektedir (1,2).

Günümüzde geçerliliğini koruyan en geniş skolyoz sınıflaması 1973 yılında Amerikan Skolyoz Araştırma Cemiyeti (Scoliosis Research Society – SRS) tarafından etiyolojiye göre yapılmıştır (66,70,71).

1. Yapısal (strüktürel) skolyoz

I. İdiopatik skolyoz

A) İnfantil (0-3 yaş)

1. Progresif
2. Kendiliğinden gerileyen

B) Juvenil (3-10 yaş)

C) Adölasan (>10 yaş)

II. Nöromusküler skolyoz

A) Nöropatik

1. Üst motor nöron
 - a. Serebral palsy
 - b. Spinoserebellar dejenerasyon
 - Roussy Levy hastalığı
 - Charcot Marie Tooth hastalığı
 - Freidreich hastalığı
 - c. Siringomiyeli
 - d. Spinal kord tümörü
 - e. Spinal kord travması
 - f. Diğer
 2. Alt motor nöron
 - a. Poliomyelit
 - b. Diğer viral miyelitler
 - c. Travmatik
 - d. Spinal musküler atrofi
 - Kugelberg Welanders hastalığı
 - Werdnig Hoffman hastalığı
 - e. Miyelomeningosel (paralitik)
 3. Disotonomi (Riley Day sendromu)
 4. Diğer
- ### **B) Miyopatik**
1. Artrogripozis

2. Musküler Distrofi
 - a. Duchenne (Psödohipertrofik)
 - b. Limb-girdle
 - c. Facioscapulohumeral
3. Fiber tip disproportion
4. Konjenital hipotoni
5. Miyotonia distrofika
6. Diğer

III. Konjenital

- A) Formasyon yetersizliği
 1. Kama (wedge) vertebra
 2. Hemivertebra
- B) Segmentasyon Yetersizliği
 1. Tek taraflı (unsegmented bar)
 2. Çift taraflı (sinostoz-blok vertebra)
- C) Karışık tip (segmentasyon + formasyon yetersizliği)

IV. Nörofibromatozis

V. Mezenşimal hastalıklar

- A) Marfan sendromu
- B) Ehler Danlos sendromu
- C) Diğer

VI. Romatoid hastalıklar

VII. Travmatik

- A) Kırık
- B) Cerrahi
 1. Laminektomi sonrası
 2. Torakoplasti sonrası
- C) Radyasyon

VIII. Ekstraspinal kontraktürler

A) Ampiyem sonrası

B) Yanık sonrası

IX. Osteokondrodistrofi

A) Diastrofik cücelik

B) Mukopolisakkaridozis (örnek: Morquio sendromu)

C) Spondiloepifiziel displazi

D) Multipl epifiziel displazi

E) Diğer

X. Kemik enfeksiyonu (akut veya kronik)

XI. Metabolik hastalıklar

A) Raşitizm

B) Osteogenezis imperfekta

C) Homosistinüri

D) Diğer

XII. Lumbosakral eklemlerle ilgili patolojiler

A) Spondilolizis ve spondilolistezis

B) Lumbosakral bölgedeki konjenital anomaliler

XIII. Tümörler

A) Vertebra kolon tümörleri

1. Osteoid osteoma

2. Histiositozis-X

3. Diğer

B) Spinal kord tümörleri

2. Yapısal olmayan (non-strüktürel) skolyoz

I. Postural skolyoz

II. Histerik skolyoz

III. Sinir kökleri irritasyonu

A) Disk hernisi

B) Tümörler

IV. İnflamatuvar (örnek: apandisit)

V. Alt ekstremitte eşitsizliğine bağlı

VI. Kalça eklemi etrafındaki kontraktürlere bağlı

Yapısal olmayan skolyozlarda, lateral eğrilikle birlikte omurga yapısal olarak normaldir, omurgada rotasyon ve trunkal asimetri yoktur. Postüral skolyoz, genellikle 10 yaşından sonra ve daima solda görülür. Aktif kas gücü ile kendisi, hafif derecedeki eğriliğini düzeltebilir. Histerik skolyoz nadir görülür ve psikiyatrik tedavi sonrasında sıklıkla düzelir. Bacak boyu eşitsizliği ve kalça eklemi etrafında görülen kontraktürlerin neden olduğu pelvik çarpıklığa bağlı skolyoz grubunda, erken yaşta bu sorunlar giderildiğinde skolyoz da kaybolur (2).

Yapısal skolyozlarda, vertebranın lateral eğriliği ve rotasyon birlikte görülür. Zamanla vertebral kolon ve çevre dokularda patolojik değişiklikler gelişir (1,2).

2.11.1. Terminoloji

- Yapısal (strüktürel) eğrilik: Omurgada fikse lateral eğriliği tanımlar. Normal fleksibilitesini kaybetmiş, lateral angulasyonu ve rotasyonu olan eğriliklerdir. Yana eğilme ve traksiyon grafilinde tam düzelme gözlenmez (1).
- Yapısal olmayan (non-strüktürel) eğrilik: Fikse rotasyon ve lateral angulasyonu olmayan, traksiyon veya lateral bending grafilinde tama yakın düzelme gösteren eğriliklerdir.
- Primer eğrilik: İlk ortaya çıkan yapısal eğriliktir.
- Kompensatuvar (sekonder) eğrilik: Normal vücut aksının sağlanması için gelişen, yapısal komponentin üst veya altında yer alan ikincil eğriliktir. İlk aşamada yapısal olmayan tiptedir. Fakat zamanla dokuların bulundukları pozisyonda fikse olmaları sebebiyle yapısal hale gelebilirler (1).
- Majör eğrilik: Daha büyük ve daima yapısal olan eğriliktir.
- Minör eğrilik: Daha küçük olan eğriliktir. Yapısal veya yapısal olmayan tip olabilir.
- Çift major eğrilik: Genellikle aynı derecede ve rotasyonda, iki yapısal eğriliğin birlikte bulunduğu skolyozdur.
- Apikal Vertebra: Bir eğrilikte vertikal akstan en fazla uzaklaşan ve rotasyonu en fazla olan vertebradır.
- Apikal Disk: Hastanın vertikal aksına en uzak olan disk seviyesidir.

- Apikal vertebra/Disk translasyonu: Apikal vertebra veya diskin orta noktasının midsakral çizgiye milimetre cinsinden uzaklık miktarıdır. Özellikle torakolomber ve lomber skolyozlu hastalarda dekompanseasyonu belirlemek ve takip etmek için bu değerin ölçülmesi gereklidir (1).
- Nötral vertebra : Eğriliğin alt ve üstünde, rotasyonu olmayan ilk vertebradır.
- Stabil vertebra: Midsakral çizginin tam ortasından geçtiği vertebradır.
- End vertebra: Eğriliğe katılan vertebralardan, eğriliğin konkavitesine en fazla eğimi olan, en proksimalde (üst end vertebra) ve en distalde (alt end vertebra) bulunan vertebralardır.
- Denge, Kompensasyon: Oksiputun orta noktasının sakrum üzerinde, omuzların ise kalçalar üzerinde vertikal aks boyunca aynı planda yer almalarıdır. Röntgenografik olarak yapılan ölçümlerde, eğriliğin bir tarafındaki açıların toplamının diğer taraftaki açıların toplamına eşit olmasıdır (1).
- Pelvik çarpıklık (obliquity): Frontal planda, pelvisin horizontal düzlemdeki deviasyonudur. Eğer pelvik çarpıklık bacak uzunluk farkından dolayı ise kısıklık giderildikten sonra ölçülmelidir (1).
- Rotasyon: Vertebranın transvers planda angulasyonudur. Sağ ve sol terimleri eğriliğin konveksite yönünü göstermektedir. Eğrilikler apikal vertebranın seviyesine göre isimlendirilirler (1).

Servikal eğrilik : Apikal vertebra C1 - C6 arasındadır.

Servikotorakal eğrilik : Apikal vertebra C7 - T1 arasındadır.

Torakal eğrilik : Apikal vertebra T2 - T11 arasındadır.

Torakolomber eğrilik : Apikal vertebra T12 - L1 arasındadır.

Lomber eğrilik : Apikal vertebra L2 - L4 arasındadır.

Lumbosakral eğrilik : Apikal vertebra L5 - S1 arasındadır.

Skolyotik deformitelerin tanımlanmasında deformitenin derecesi, lokalizasyonu, yönü ve etiyolojisi belirtilmelidir. Örneğin "40° sağ torakolomber adolesan idiyopatik skolyoz" gibi (1).

2.11.2. İdiyopatik Skolyoz

İdiyopatik skolyoz yapısal nedenli skolyozların yaklaşık %80'ini oluşturmakta olup deformitenin nedeni bilinmemektedir. İdiyopatik skolyozun tanısı, iyi bir fizik muayene ile nörolojik nedenler ve diğer belirtilerin (örneğin, nörofibromatoziste cilt lekeleri gibi) tespit edilmesi, radyolojik muayene ile de doğumsal anomalilerin ekarte edilmesi ile konulabilir (1,2).

İdiyopatik skolyoz büyüme çağında herhangi bir yaşta ortaya çıkabilir. Ortaya çıkışı bakımından üç zaman diliminde pik yapar. Yaşamın ilk senesi, 5 ile 6 yaşları arası ve 11 yaşından iskelet gelişiminin tamamlanmasına kadar geçen süreç en sık karşılaşılan zaman dilimleridir. Bu şekilde idiyopatik skolyoz, deformitenin başladığı yaşa göre üç gruba ayrılır (1):

1. İnfantil idiyopatik skolyoz: 3 yaşın altındaki deformitelerdir. Erkeklerde daha sık görülmekte beraber, genellikle sol torakal eğriliklerdir. Kompensatuvar eğrilikleri yoktur.

2. Jüvenil idiyopatik skolyoz: 3 ile 10 yaşları arasındaki deformitelerdir. Erkek ve kızlarda eşit oranda görülmektedir. Sıklıkla eğrilik sol torakal yönde olup ilerleyici özelliği ön plandadır.

3. Adölesan idiyopatik skolyoz: 10 yaş ile iskelet gelişiminin tamamlanmasına kadar ortaya çıkan deformitelerdir. Kızlarda daha sık görülür. Genellikle sağ torakal ve sol lomber eğrilik görülür.

Bu üç grup arasında en sık görülen adölesan idiyopatik skolyozdur (1,2).

2.11.3. Adölesan İdiyopatik Skolyoz

AİS 10 yaş ile gelişim tamamlanıncaya kadar olan zaman içinde görülür. Hastaların yaklaşık % 90'ı kadındır ve kadınlarda görülen skolyozun ilerleme riski erkeklerden daha fazladır. Deformitenin derecesi arttıkça görülme oranı azalır. Otuz dereceden büyük eğriliklerin görülme oranı %0.2 iken 40°'den fazla eğrilikler % 0.1 sıklıkla görülür (49,50).

Tanı alan hastaların ancak %10'u cerrahi tedaviye ihtiyaç duyar. AİS olgularında deformite erken dönemde esnek iken zamanla rijit bir hal alır. Bu hastalarda erken dönemde vücut dengesini sağlamak amacıyla küçük kompensatuvar eğrilikler oluşur. Bu eğrilikler çok esnektir ve yana eğilme ile kolayca düzelir, ancak

ilerleyen dönemde bu eğrilikler de yapısal eğrilik halini alabilir. Yapısal eğrilikler ise zamanla rotasyon ve açılanmanın artmasına bağlı sırtta “rib hump” deformitesi oluşturur. Bu durum ciddi kozmetik ve kardiyopulmoner bozukluklara neden olabilir. Ayrıca 50° üzerindeki eğriliklerde ise ergenlik döneminde solunum problemleri riski arttığı gösterilmiştir (51). Bu nedenle skolyozun erken tanı ve tedavisi önemlidir.

2.11.4. Prevelans

Prevalans, belirli bir zamanda, belirli bir durumun görüldüğü kişilerin topluma oranıdır. Skolyoz prevalansını saptamak için tüberküloz taramalarında kullanılan akciğer radyografileri değerlendirilmiştir. Bu yöntem kullanıldığında, lomber omurganın görüntülenmemiş olması, radyografilerin yetersiz kalitede ve film boyutlarının küçük olması gibi dezavantajlar görülmüş, diğer bir yöntem olan okul taramalarında daha güvenilir sonuçlar elde edilmiştir (1).

Bu taramalar sonucunda 10° üzerinde skolyoz prevalansı %1.5-3.0, 20° üzerinde %0.3-0.5, 30° üzerinde ise %0.2-0.3 olarak bulunmuştur (1).

İdiyopatik skolyoz ve cinsiyet arasında kesin bir ilişki vardır. Bu ilişki özellikle eğriliğin derecesi arttıkça daha belirgin hale gelir. Rogala ve ark. yaptığı çalışmada, kız/erkek oranı; 6° ile 10° arasında 1:1 , 11° ile 20° arasında 1.4:1, 21° üzerinde tedavi gerektirmeyen hastalarda 5.4:1 ve ortopedik müdahale gerektirecek hastalarda ise 7.2:1 olarak tespit edilmiştir.

Bu klinik gözlemler sonucunda, kızlarda ilerlemenin daha çok görüldüğü kanıtlanmıştır (1).

2.11.5. Etyoloji

İdiyopatik skolyozun etyoloji araştırmaları halen devam etmektedir. Multifaktöryel olarak değerlendirmekte ve birçok neden araştırılmaktadır. Genetik faktörlerin etkisi bu hastalıkta da göz önüne alınmaktadır. Yapılan çalışmalarda idiyopatik skolyoz tanısı almış hastaların ailelerinde benzer hastalık bulunma oranı %97’dir (73). Skolyozlu hastaların akrabalık derecelerini inceleyen bir çalışmada birinci derece akrabalarında görülme oranı %11, ikinci derece akrabalarında %2,4 olduğu saptanmıştır (39). Adölesan idiyopatik skolyozun kızlarda daha sık ortaya çıkması X kromozomu ile ilişkilendirilmiştir. Otozomal kromozomlardan 6,9,16 ve 17’nin AIS patogenezinde rol oynadığı düşünülmektedir (76).

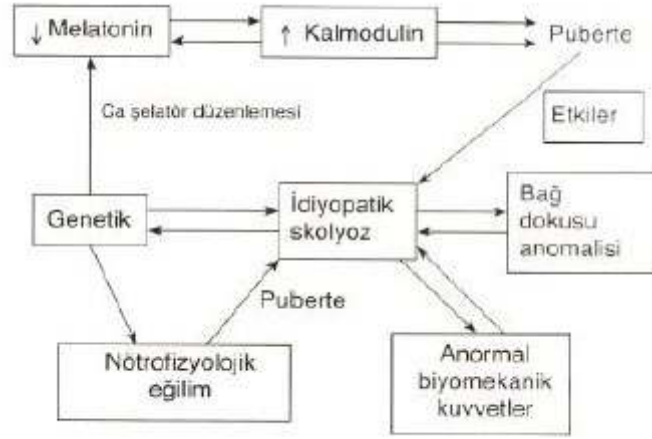
Etyolojide değerlendirilen başka bir neden de melatonin eksikliğidir. Glandula pineale'nin çıkarılmış olduğu tavuklarda skolyoz görülmüştür. Aynı tavuklara dışardan melatonin verildiğinde skolyoz oranı %20'ye düşmüştür. Yine bazı klinik çalışmalarda melatonin eksikliğinin prognozu kötü etkilediği gösterilmiştir (41,42).

Kalmodulin kas kontraktilesinde etkili olması nedeniyle araştırılmış ve skolyoz deformitesinin konveks tarafında paraspinal kaslarda yüksek bulunmuştur. Bu durum etyolojide etkisi olduğunu düşündürmektedir. Retinoik asit ile ilgili tavuk ve farelerde yapılan embriyolojik çalışmalarda bu maddenin üretiminin engellenmesi somitlerde düzensiz gelişime, bölümlenme bozukluğuna, asimetrik gelişime yol açmıştır. Bu durum retinoik asitin de etyolojiye katkısı olduğunu düşündürmektedir (43).

İdiopatik skolyozda biyomekanik faktörler etyolojide yer almaktadır. Ayrıca Hueter-Volkman kanunu iskelet gelişim anomalilerinin mekanik temelini açıklamaya çalışmaktadır. Buna göre büyüme plağına normalden fazla baskı olması kemik büyümesini bozar. Azalmış baskı kuvveti ise büyümeyi uyarır (44).

Etyolojide yer alan biyomekanik faktörler arasında anterior spinal aşırı büyüme yerçekimi ile beraberinde önceden var olan eğriliği arttırabilmektedir. Discus intervertebralis'lerdeki hasarlar veya mekanik rigidite eğrilikte artışa sebep olabilmektedir (45).

Skolyoz gelişimi başladığında çeşitli etyolojik ve patolojik mekanizmalar anormal ilerleyişe eşlik etmekte ve vertebral kemik dansitesi önemli hale gelmektedir. Kemik kütlesini azaltan nedenler vitamin D eksikliği, kalsiyum eksikliği, osteoporoz, melatonin sinyal bozuklukları ve birçok bilinmeyen faktör deformitenin artışına neden olmaktadır.

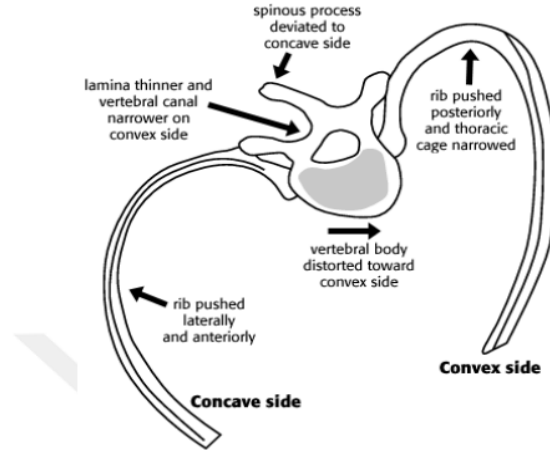


Şekil 2.23. İdiyopatik skolyoz etiyolojisinde rol oynayan etkenler (83)

2.11.6. Patofizyoloji

AİS derecesine göre yapısal değişikliklerin boyutu da artmaktadır. Yapısal değişiklikler eğriliğin apeksinde en fazla olup, kraniale ve kaudale doğru azalır. Yapısal skolyozda, vertebra korpusunun rotasyonu eğriliğin konveks tarafına doğrudur, spinöz çıkıntılar rotasyonu eğriliğin konkav tarafına döner (Şekil 2.24)(87). Büyüyen omurgada kompresyon ve distraksiyon kuvvetleri etkisi, konveks tarafta yükseklikte artış, konkav tarafta ise yükseklikte azalma şeklinde kama vertebra oluşumuna neden olabilir (87).

Frontal ve aksiyelde düzlemdeki değişikliklerin yanında, omurganın skolyotik olan kısmı sagittal düzlemde lordotiktir (95). Bu üç boyutlu deformite omurganın torsiyonu olarak ifade edilir. En büyük deformasyon apikal bölgede oluşmaktadır. Laminalar, konveks tarafta daha geniş ve birbirinden ayrı durmaktadır. Konkav tarafta ise daha dar ve birbirlerine yakınlaşmışlardır. Pediküller konkav tarafta daha kısa ve kalındır. Şekli bozulmuş pediküller ve faset eklemleri nedeni ile intraspinal kanal simetrisi bozulabilir ve konkav tarafta darlık görülür (Şekil-23)(87).



Şekil 2.24. Skolyozlu omurgada vertebral rotasyonun ve hörgüç (rib-hump) deformitesinin şematik gösterimi

Nucleus pulposus basınç ve aks dolayısıyla konkav taraftan uzaklaşarak konveks tarafa göç eder. Bu olay eğriliğin yapısal hale geçmesinin ilk sebeplerinden biridir ve artık geriye dönüş zordur (95). Torakal bölgedeki vertebralarda rotasyondan dolayı konveks taraftaki kaburgalar sırta doğru yükselir ve konveks tarafta hörgüç (rib hump) görüntüsü oluşur (Şekil 2.24). Konveksitedeki kaslar, vücut eğriliğinin üst konkavite tarafına kollabe olmasını önler. En aktif kaslar konveksitedeki tarafta lomberde olan kaslardır. Bu kaslar gövdenin konkaviteye yatmasını önler. Her iki taraftaki kaslar posterior arklar üzerine etki ederler. Rotasyon 20 dereceden az ise kaslar rotasyonu kontrol etmeye çalışırken, 30 dereceden fazla ise her iki taraftaki kaslar da rotasyonu artırır (96). Hastalarda göğüs bölgesinde memelerde çoğunlukla asimetri oluşur. Torakal kavitenin simetrisi de bozulmuştur. Torakal bölgede akciğer kapasitesi konveks tarafta azalır, konkav tarafta artar (87).

2.11.7. Klinik Değerlendirme

Anamnez

Skolyozlu adölesanlar genellikle sırt ağrısından dolayı değil de, deformitelerinin görünümünden dolayı çözüm arayışına girerler. AİS'luların %32'sinde sırt rahatsızlıkları olur (97). Sırt ağrısı, hasta yaşının 15'in üzerinde olmasıyla, iskelet olgunlaşmasının Risser bulgusu 2 ya da daha fazla olmasıyla, menarş sonrası dönemle ve travma öyküsüyle yakından ilişkilidir. Ağrının kaynağı hastaların %10'unda bulunabilmektedir ve en sık sebepleri spondilolizis, spondilolistezis ya da Scheurmann kifozudur. AİS düşündüğümüz hastalarda iyi bir

anamnez alınmalı, ayrıntılı fizik muayene yapılmalı ve düz radyografler istenmelidir. Hastanın yaşı ve cinsiyeti kaydedilmeli, sonrasında deformitenin ne zaman fark edildiği ve nasıl fark edildiği sorgulanmalıdır. Deformiteye eşlik eden ağrı, ek hastalık ve komorbiditelerin olup olmadığı araştırılmalıdır (95).

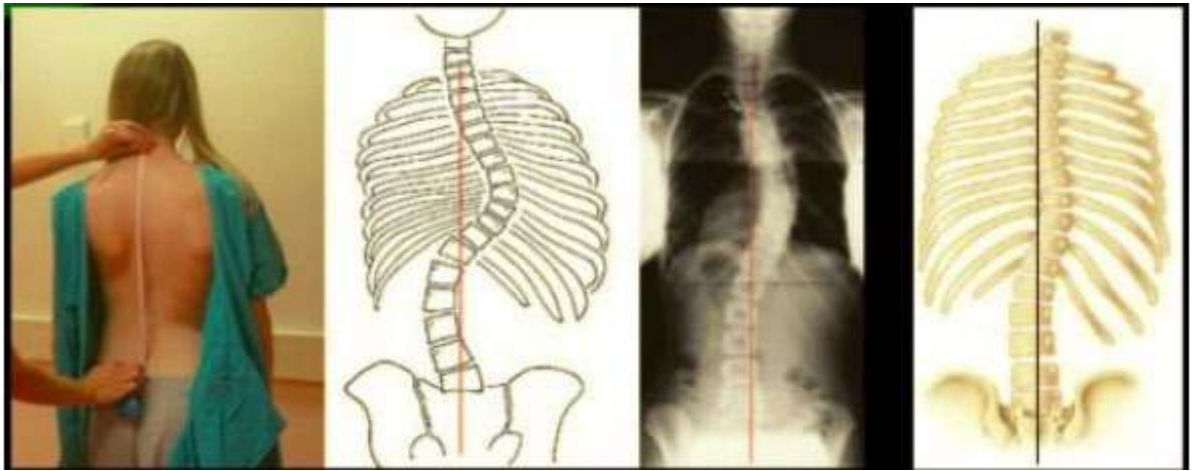
AİS'da respiratuar semptomlar genellikle sık görülmez. Eğriliğin büyüklüğü 100 dereceye ulaşmadan, vital kapasite %45'in altına inmeden ve torakal lordoz nedeniyle göğüs ön-arka çapı ileri derecede daralmadan, kardiyopulmoner yetmezlik gelişmeyeceği çalışmalarda gösterilmiştir (98seggitals). AİS'da nörolojik kusurlar nadiren görülür. Fizik muayene bulguları şüpheliyse (inatçı boyun ağrısı, sık gelen baş ağrısı, ataksi, güç kaybı) ayrıntılı nörolojik muayene de yapılmalıdır. Nörolojik kusur saptanırsa ya da sol torakal eğrilik varsa nöral yapılar radyolojik olarak değerlendirilmelidir. Normalde AİS'da torakal eğriliğin apeksi sağdadır. Anormal sol torakal eğriliklerin altında yatan neden çoğunlukla sirinkstir (95).

Fizik Muayene

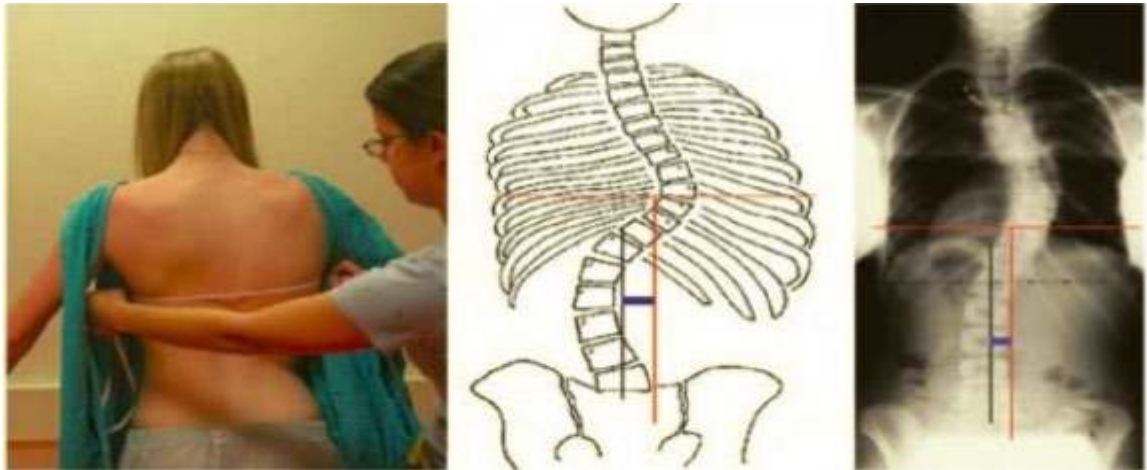
AİS muayenesi hastaların uygun olarak örtülmesinden sonra yapılmalıdır. Hastanın bütün sırtı, omuzları ve iliak kanatları görünmelidir. Cilt, orta hatta görülen hemanjiomlar kıl kümesi, lumbosakral gamze gibi patolojiler açısından dikkatli bir şekilde incelenmelidir. Servikal bölgeden başlayarak sakruma kadar spinöz çıkıntılar tek tek palpe edilmeli ve hassasiyet ya da defekt aranmalıdır. Ayakta duran hastada iliak kanatların aynı seviyede olup olmadığına bakılmalı olası bir bacak uzunluk farkı ekarte edilmelidir. Sırt ve omuz asimetrisi, gövdenin yan kıvrımları, eşit olmayan skapula çıkıntıları, belirgin iliak krista ve karşı taraf ile kıyaslandığında artmış kol ve gövde mesafesi açısından incelenmelidir (95).

Adam's öne eğilme testi omurga eğriliğini gösteren en iyi fizik muayene testidir. Bu testle omurların rotasyon derecesi ve yönü açık olarak görülür. Adams öne eğilme testi; dizleri bükülmemiş, ayakları birleşik, kolları aşağıya sarkıtılmış ve avuçlar karşılıklı olmalıdır. Saptanan rotasyonel asimetri skolyometre ile ölçülebilir (93,94).

Omurga dengesi iki farklı yöntem ile değerlendirilir. Birinci yöntemde kafatası tabanından ya da C7 spinöz çıkıntısından aşağıya bir çekül sallandırılır (Şekil 2.25). Normalde bu dikey çizgi gluteal sulkustan 1 ile 2 cm'den daha uzak olmamalıdır. İdiopatik skolyozda baş hemen hemen daima gluteal sulkus hizasındadır. Aksi durumlarda eşlik edebilecek nörolojik patolojiler ekarte edilmelidir. İkinci metod ise gövdenin pelvis üzerindeki pozisyonunu belirlemektir (Şekil 2.26). İdiopatik skolyozlu hastalarda başın pelvis üzerinde olmasının aksine, gövdenin pelvis üzerinde önemli derecede bir dengesizliği vardır. Bu özellikle tek torakal eğrilik şekli için geçerlidir (95).



Şekil 2.25. Koronal denge. C7 spinöz çıkıntından çizilen dikey çizgi gluteal oluk merkezinin en fazla 1-2 cm lateralinde olmalıdır (Çekül ile omurga dengesinin değerlendirilmesi).



Şekil 2.26. Gövde dengesi.

Gövde dengesini ölçmek için radyografide iki düşey hat çizilir. Birinci düşey hat santral sakral çizgidir. İkinci düşey hat, apikal vertebranın kostalarının periferik kenarından çizilen horizontal hattı ikiye böler. İki düşey hat arasındaki mesafe miktarı gövdenin dengesizliğidir.

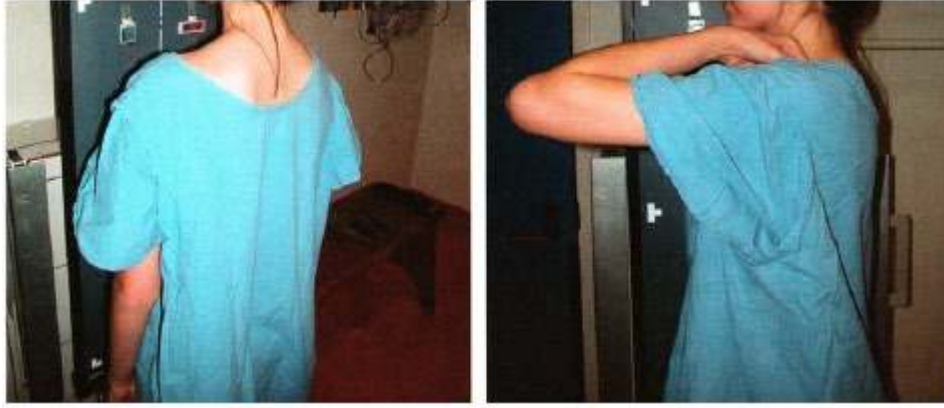
AİS'da normalde sagittal plan skolyotik segmentte hafif hipokifotiktir. Ciddi olgularda lordotik olabilir. Çok ciddi olgularda ise apikal vertebra 90 derece kadar rotasyondadır. Bu durumda hekim, yandan hastaya bakarken aslında omurgayı ön arka planda değerlendirmektedir. Ortaya çıkan klinik görünüm sagittal planda açıkça artmış kifozdur. Belirgin idiopatik skolyozu olan bir hastadaki sagittal düzlem deformitesi siringomiyelinin bir işareti olabilir (95).

Radyolojik Değerlendirme

Omurganın radyolojik incelemesi, 90×35 cm (36×14 inch) ebatlarındaki film kasetlerine, 2m mesafeden ayakta çekilen ön-arka ve yan radyografiler ile başlar. Uzun film kasetlerinin kullanılması ile tek bir film üzerinde tüm paternler görülebilir. Ön-arka grafide, eğrilik paterni, skolyozun tipi, omurga ve gövdenin dengesi, iskelet matüritesi ve alt ekstremiteler uzunluk farkı değerlendirilebilir. Yan radyografi ile, torakal ve lomber omurganın sagittal kontüründeki torakal hipokifozun tespiti, spondilolizis ve spondilolistezisin görüntülenmesi sağlanabilir (6,7).

Sık radyolojik incelemeye maruz kalan skolyozlu hastalarda meme ve tiroid kanseri riskinin hafif artmış olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle gereksiz pozisyon ve tekrarlayıcı işlemlerden kaçınmak gereklidir (6).

Radyolojik değerlendirme sırasında hastalar mümkün olabildikçe dik durmalı, dizleri düz ve ayakları bitişik olmalıdır. Alt ekstremitelerde uzunluk farkı varsa, kısa ekstremitelerde ayak altına uygun yükseltme konulmalıdır. Hasta ayakta duramıyorsa, desteksiz oturma pozisyonunda grafi çekilebilir. Yeterli sefalik görüntü alınabilmesi için kasetin üst ucu, kulağın eksternal meatusunu geçmelidir. Ayakta yan grafi çekiminde, kolların omurga ile süperpozisyonunu önlemek için, hastanın omuzları 90° fleksiyonda ve kollar bir destek üzerinde durmalıdır (6,7).



Şekil2.26. Ön-arka ve yan radyografilerin doğru olarak çekilişi

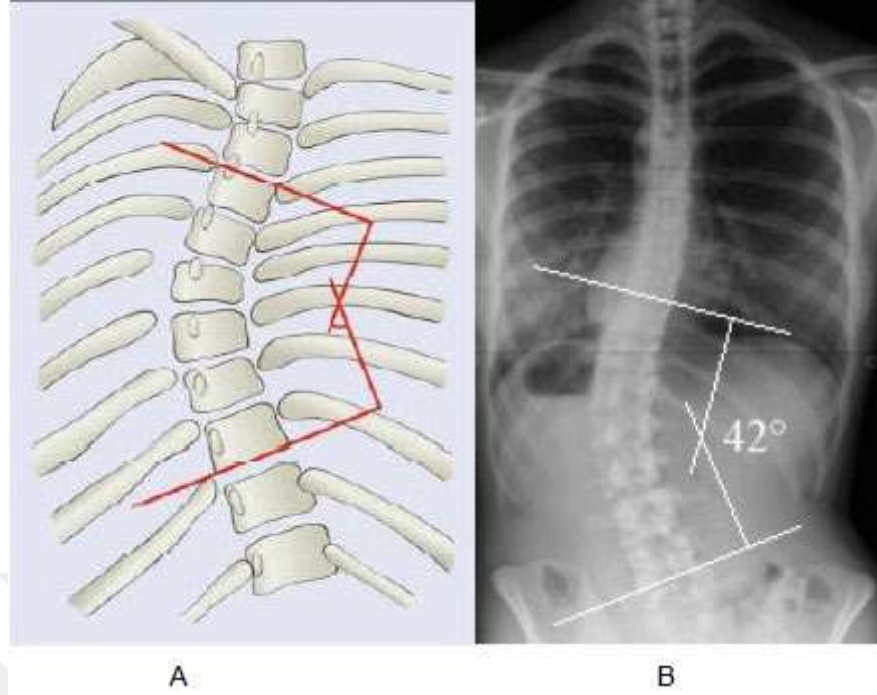
Omurganın operasyon öncesi fleksibilitesinin değerlendirilmesi için, supine pozisyonunda yana eğilme (lateral fleksiyon) radyografileri çekilir. Bu radyografiler aynı zamanda füzyon seviyelerinin belirlenmesinde de yardımcıdır (6,7).

Eğriliğin Büyüklüğünün Ölçümü

Eğriliğin derecesinin belirlenmesinde Cobb metodu standart ölçüm yöntemi olarak kabul edilir. Ölçüm end (uç) vertebraların tespiti ile başlar.

Sefalik end vertebranın üst, kaudal end vertebranın alt yüzeyleri, eğrilikte en fazla eğime sahiptirler. Eğriliğin konkav kısmında intervertebral aralık, sefalik end vertebranın üstünde geniş, altında ise dardır. Kaudal end vertebrada ise bunun tersi geçerlidir. End vertebralar tespit edildikten sonra, üst end vertebranın üst end plağına ve alt end vertebranın alt end plağına dik hatlar çizilir. Bu çizgilerin arasında oluşan açı Cobb açısıdır (1,36) (Şekil 2.27)

Primer eğriliğin altında ikinci bir eğrilik varsa, orijinal eğriliğin alt vertebrası, ikinci eğrilik için üst end vertebra olur. Bunun inferior yüzeyindeki aynı çizgi ölçüm için kullanılır (1)(Şekil 20 A-B).

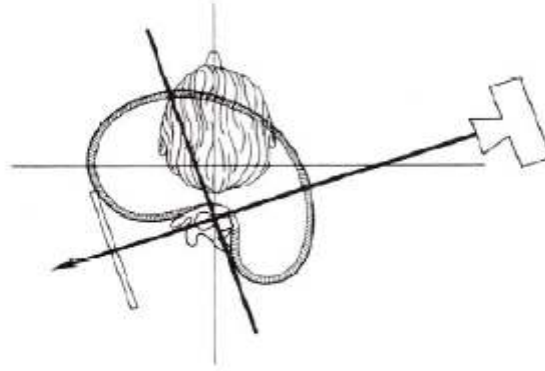


Şekil 2.27.Cobb metodu ile eğriliğin ölçümü; A- Şematik çizimi, B- Radyografi üzerinden (37).

Sagittal planda yan grafide, torakal bölge için T4 ile T12 arası, lomber bölge için L1 ile L5 arası ve torakolomber bileşke için T11 ile L2 arası Cobb metodu ile ölçülür. Kifoz açıları pozitif (+), lordoz açıları negatif (-) olarak tanımlanır (28,36).

Cobb açısı standart ölçüm tekniği olarak kabul edilmesine rağmen, ölçüm yapanlar arasında ve aynı kişinin değişik zamanlardaki ölçümleri arasında farklar çeşitli yayınlarda bildirilmiştir (1,37).

Özellikle büyük eğriliklerde standart teknikle çekilen ön-arka radyografilerin, eğriliğin büyüklüğünü daha az yansıttığı ve yanlışlıkla kifoz izlenimi verdiği gösterilmiştir. Stagnara, eğriliğin bu rotasyonel componentini yok edebilmek için röntgenografik bir teknik tarif etmiştir. Bu tekniğe göre kaset rotasyonel kaburga çıkıntısının (apeksinin) medial bölümüne paralel olarak yerleştirilir ve röntgen ışını kasete dik açıyla verilir (28) (Şekil 2.28).



Şekil 2.28. Stagnara derotasyon radyografisinin çekimi(28).

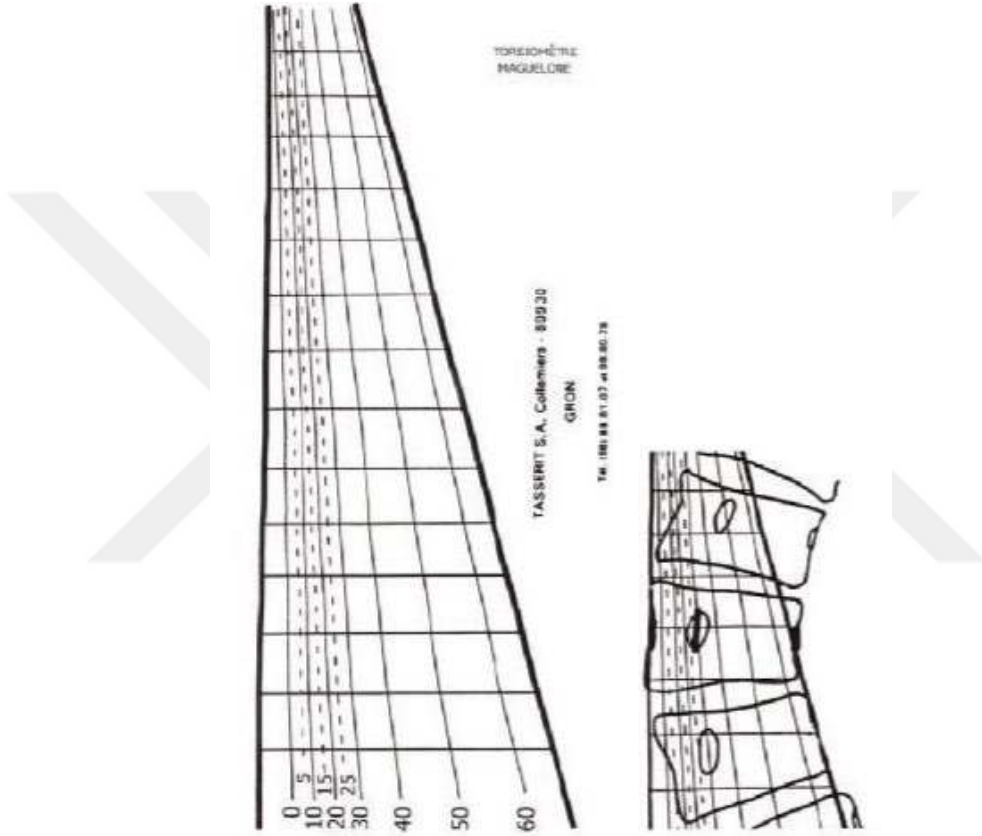
Skolyotik bir eğriliğin fleksibilitesi, konveksite yönüne doğru aktif yana eğilme grafileri ile değerlendirilir. Bu grafilerin ölçümleri için, ayakta ön-arka radyografide belirlenen end vertebra seviyeleri ve Cobb yöntemi kullanılır. Nötral grafide ölçülen açı ile eğilme grafisinde ölçülen açının farkı korreksiyon derecesini vermektedir. Bu fark nötraldeki değerin yarısından fazla ise, bu eğrilik fleksibil olarak değerlendirilir. Eğilme grafisinde düzelme yoksa, strüktürel bir eğriliktir. Korreksiyon derecesinin nötraldaki eğrilik derecesine oranıfleksibilite oranını vermektedir. Bazen eğrilik aşırı korreksiyon gösterebilmektedir. Bu durumda eğriliğin korreksiyonu negatif değerle ifade edilir (1,2,36,37)(Şekil 2.29).



Şekil 2.29. Sağa ve sola yana eğilme grafileri(36).

Vertebra Rotasyonunun Ölçümü

Direkt grafide frontal planda vertebra rotasyonunun belirlenebilmesi için en yaygın kullanılan iki yöntem Perdriolle ve Nash-Moe metodlarıdır. Perdriolle yönteminde şeffaf torsiyometre radyografi üzerine yerleştirilerek apikal vertebranın kenarına konulur. Apikal vertebra pedikülünü ortasından vertikal olarak kesen hat Perdriolle torsiyometresi üzerindeki skaladan rotasyon miktarını verir (89).



Şekil 2.30. Perdriolle Torsiyometresi

Nash-Moe yönteminde ise pedikül ile vertebra korpusları arasındaki ilişki incelenir.

Vertebra rotasyonu beş dereceye ayrılır.

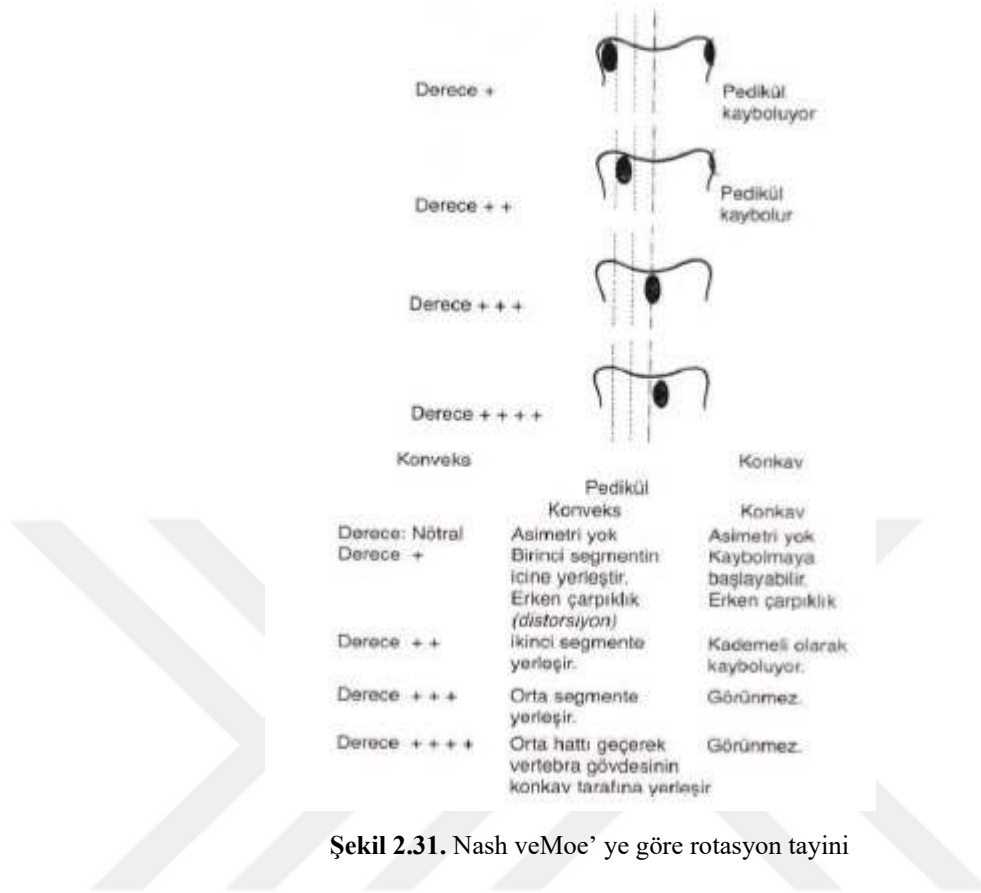
Evre 0 : Her iki pedikül simetriktir.

Evre I : Konveks pedikül vertebra korpusunun kenarına kadar gitmiştir.

Evre II : Evre I ile III arasındadır.

Evre III : Konveks pedikül vertebra korpusunun merkezindedir.

Evre IV : Konveks pedikül orta hattı geçmiştir

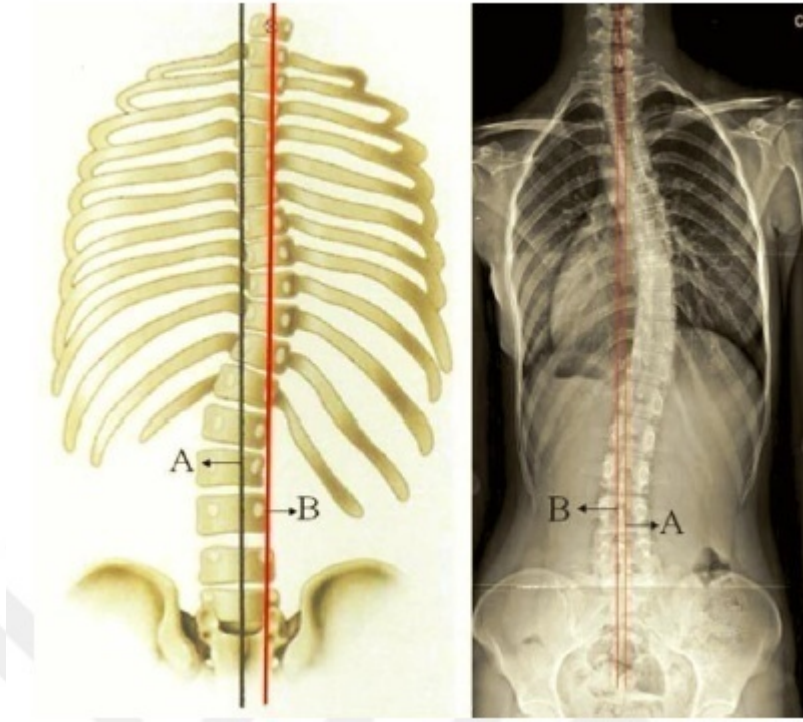


Şekil 2.31. Nash ve Moe' ye göre rotasyon tayini

Koronal ve Sagittal Dengenin Değerlendirilmesi

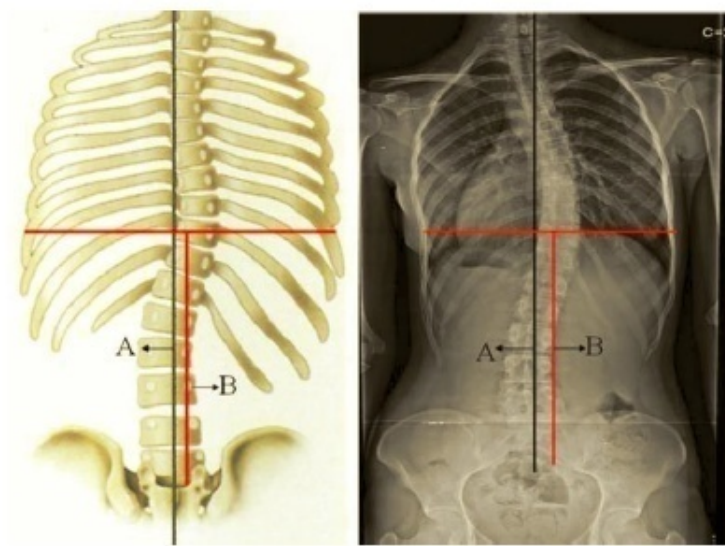
Koronal Dengenin Değerlendirilmesi:

Koronal omurga dengesi değerlendirilirken tek planda bakılmamalı ve sagittal denge ile beraber değerlendirilmelidir. Koronal dengenin değerlendirilebilmesi için önce ön-arka radyografide MSDÇ belirlenir. MSDÇ, pelvisin normal horizontal pozisyonda görüldüğü radyografide, kristaların üst sınırına paralel çizilen yatay çizgiye, dik olarak çizilen ve sakrum merkezinden geçen çizgidir. İkinci olarak servikal 7. Vertebra (C7) cisminin orta noktasından vertikal olarak çizilen C7 çekül (plumb) çizgisi ile MSDÇ arasındaki mesafe ölçülerek değerlendirilir. Bu çizgi sakrumun merkezinden 2 cm'den daha uzaktaysa koronal denge zayıf ya da dekompanse olarak değerlendirilir (Şekil 2.32)(95).



Şekil 2.32. Koronal Denge (A-B arası mesafe). A: MSDÇ. B: C7 Çekül çizgisi.
A-B arası mesafe 1 ile 2 cm'den daha fazla olmamalıdır.

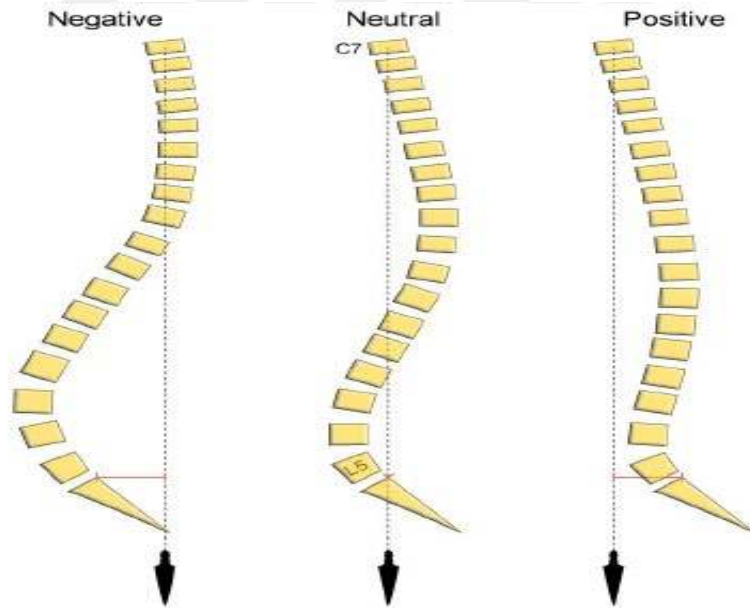
Gövde dengesinde toraksın pelvis üzerindeki pozisyonuna bakılır ve torakal apikal vertebraya ait kaburgaların periferini birleştiren horizontal çizgiyi tam ortadan dikey olarak bölen çizgi ile MSDÇ arasındaki fark gövdenin dengesizliğini gösterir (Şekil 2.33)(95).



Şekil 2.33. Gövde dengesini ölçmek için radyografide iki düşey hat çizilir. A: MSDÇ. B: Gövde Orta Hat çizgisi. İki düşey hat arasındaki mesafe miktarı gövdenin dengesizliğidir.

Sagittal Dengenin Değerlendirilmesi

Sagittal denge segmental, bölgesel veya global olarak değerlendirilebilir. Segmental incelemede iki vertebra cismi ve aralarındaki disk ilişkisi değerlendirilir. Bölgesel sagittal denge torakal, lomber veya torakolomber olarak değerlendirilir. Global sagittal denge ise densten aşağıya indirilen düz bir çizgi çizilmesi ile değerlendirilir (87). Global sagittal dengede çizgi torakal bölgede anteriordan, lomberde posteriorundan ve S1'in uç plağının posterior köşesinden geçer. Eğer yan grafisinde dens görülemez ise servikal 7. Vertebra (C7) korpusundan aşağıya çizgi indirilir. Bu çizgi sagittal vertebral aks (SVA) olarak adlandırılır. Düz çizgi sakral 1. cismin posterosuperior kenarına göre 2 cm'den fazla anteriorda ise pozitif (+) SVA, 2 cm'den fazla posteriorda ise negatif (-) SVA olarak değerlendirilir (Şekil 2.34)(35,99).



Şekil 2.34. SVA'nın çekül çizgisi ile değerlendirilmesi

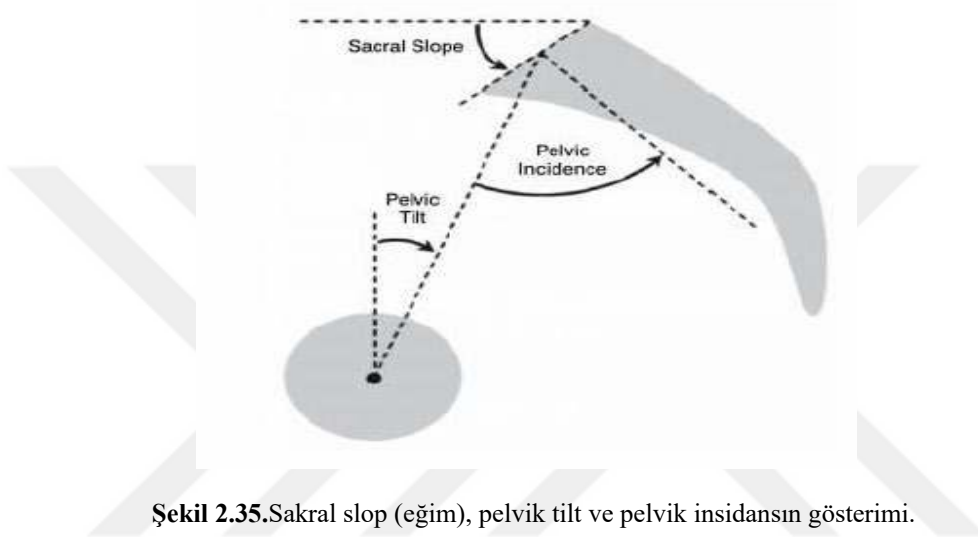
Duval-Beaupere tarafından tanımlanan spinopelvik parametreler ile lomber bölgenin pelvis ile olan ilişkisi hesaplanır (Şekil 2.35)(101).

Spinopelvik parametreler;

- Pelvik İnsidans (PI): Sakral platonun orta noktasına inilen dik çizgi ile femur başı merkezinden bu noktaya çizilen çizgi arasındaki açı,
- Pelvik Tilt(PT): Femur başından vertikal hat ile sakral plato ortasına çekilen çizgi arasındaki açı,

- Sakral Slop(SS): Sakral platodan teğet geçen hat ile sakral platonun orta noktasından geçen horizontal hat arasındaki açı,
- $PI=PT+SS$.

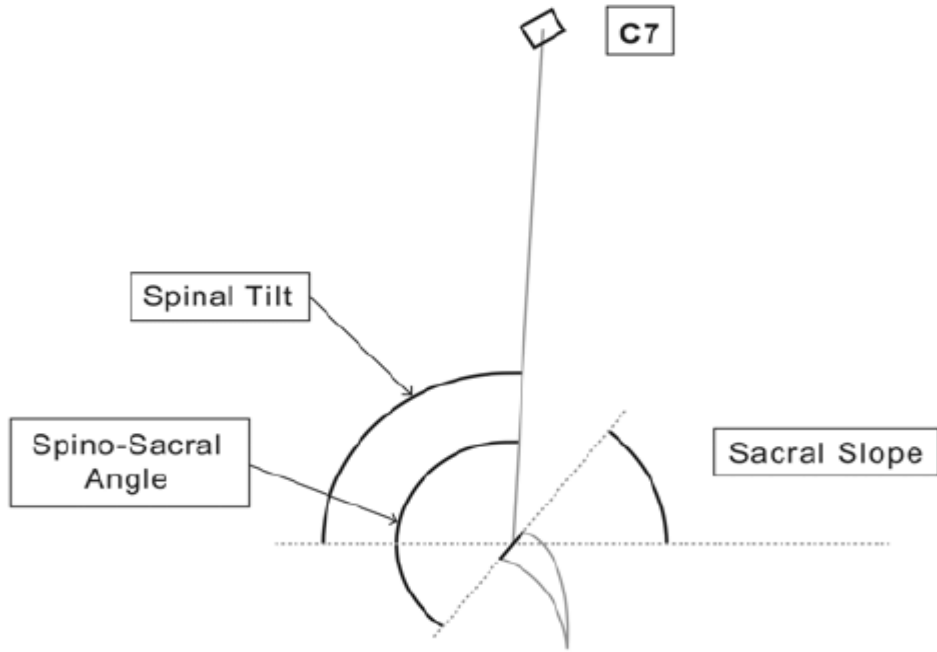
Pelvis insidans $52,6$ derece $\pm 10,4$ derece; pelvik tilt 13 derece $\pm 6,8$ derece ve sakral slop (eğim) ise $39,6$ derece $\pm 7,9$ derecedir. Sonuç olarak omurgada normal bir denge için pelvik tilt, pelvik insidansın yarısından küçük, sakral slope ise pelvik insidansın yarısından büyük olmalıdır (101).



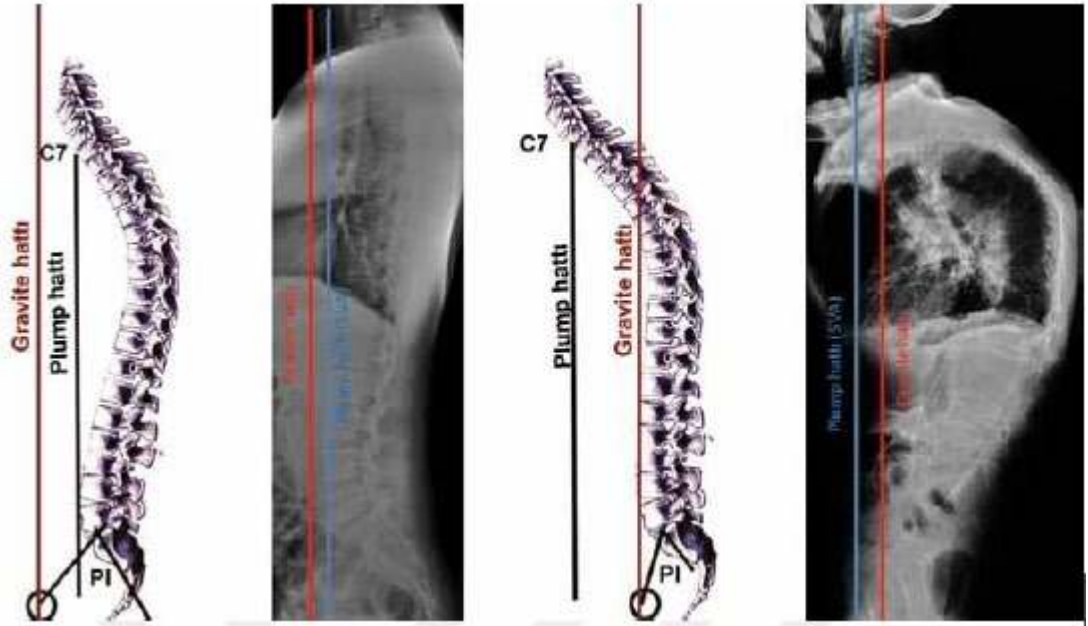
Şekil 2.35.Sakral slop (eğim), pelvik tilt ve pelvik insidansın gösterimi.

Pelvik insidans, pelvik tilt ve sakral slopın toplamına eşittir

Spinosakral açı ve spinal tilt ile pelvisin omurgayla ilişkisi değerlendirilebilir. “Spinosakral açı”, C7 vertebranın orta noktasından sakral uç plağın orta noktasına çizilen hat ile sakral uç plaktan teğet geçen hat ile arasındaki açıdır. Spinal tilt, C7 vertebra merkezinden sakral uç plağın orta noktasına çizilen çizgi ile bu orta noktadan geçen horizontal hat arasındaki açıdır. Normal bireylerde spinosakral açı $110-150$ derece ve spinal tilt $85-100$ derece arasında değişir (Şekil-36). Omurga öne eğildiğinde kompensasyonla pelvis geriye doğru döner ve spinosakral açı azalırken, sakral slop (SS) da azalır ancak pelvik tilt artar. Pelvik parametreler normal sınırlarda kalmaya çalışır. Diz eklemleri fleksiyona gelerek, kompensasyon sağlamaya ve omurgayı dik tutmaya çalışır (102). Normalde gravite hattı (vücut ağırlık merkezinden geçen vertikal hat), C7 plumb hattının daima önündedir. Sagital dengesizlik oluştuğunda C7 plumb hattı, gravite hattının önüne geçer (Şekil 2.37)(102).



Şekil 2.36. Spinal tilt ve spino-sakral açı



Şekil 2.37. Normal bir omurgada gravite hattı her zaman C7 çekül çizgisinin (plumb line) önündedir. Sagittal balanstaki bozulmalar sonucu çekül çizgisi, gravite hattının önüne geçebilir.

Manyetik Rezonans Görüntüleme

MRG spinal kanal anomalilerinin net olarak anatomik görüntülenmesinde üstün bir yöntemdir. Adölesan dönemde sağ torakal eğrilik olan, nörolojik defisit olmayan asemptomatik hastaya MR görüntüleme rutin kullanılmaz (87).

Skolyoz hastalarında MR görüntüleme endikasyonları:

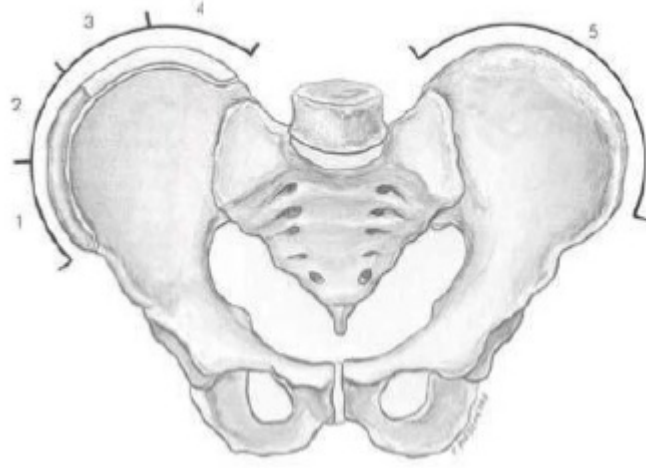
- ☐ Asimetrik abdominal reflekslerin varlığı
- ☐ Hızlı progresyon gösteren skolyoz
- ☐ Cerrahi gerektiren sol torakal eğrilikler
- ☐ Ataksi, güçsüzlük, ilerleyici ayak deformitesinin eşlik ettiği nörolojik problem varlığı (35).

Bilgisayarlı Tomografi (BT)

AİS görüntülenmesinde BT rutin kullanılan bir tetkik değildir. Spinal doğumsal anomaliler, BT yardımıyla net olarak görülür. Psödoartroz şüphesi varsa kemik füzyonunun belirlenmesinde yararlı bir yöntemdir. BT ile pedikül vidalarının konumu ve omurga rotasyonu belirlenebilir (100).

Matüritenin Tayini

Pelvisi içeren skolyoz grafilinde matüriteyi değerlendirebilmek için iliak kanat apofizinin kemikleşmesi kullanılır. İliak kanat apofizinin kemikleşmesi lateralden mediale doğru gelişir ve Risser bulgusu olarak belirtilerek evrelendirilir. İliak apofiz kemikleşmesi hiç oluşmamış ise Risser 0, lateral %25'lik kısma kadar oluşmuş ise Risser 1, lateral %25-50 arasında oluşmuş ise Risser 2, %50-75'i arasında oluşmuşsa Risser 3, %75-100'ü arasında oluşmuş ise Risser 4, apofiz tamamen oluşup iliak kanatla kaynaşmış ise Risser 5 olarak kabul edilir (8). İliak krest apofizinin tamamen oluşup kaynaması kızlarda 14, erkeklerde 16 yaşında meydana gelir. Ilıman iklimlerde iliak apofizin kapanması daha erken olabilir. Kızlarda 10-11 erkeklerde 13-14 yaşına kadar inebilirken, iliak kanat apofizinin tamamen kapanması vertebraların da büyümelerini tamamladığı anlamına gelir (90)(şekil 2.38)



Şekil 2.38. Risser Bulgusu

Doğal Seyir

Adölesan idiyopatik skolyoz tanısı konulduktan sonra nasıl bir yol izleneceğini belirlemek için hastalığın doğal seyrini bilmek önemlidir. Eğrilikte 5 ya da 6 derecelik ilerlemeler artış olarak kabul edilmektedir. AIS ile ilgili bilgilerimiz arttıkça hastalığın doğal seyri ve dolayısıyla tedavisi için daha doğru yaklaşımlar geliştirilmektedir. Eğriliğin artışı hakkında hastanın cinsiyeti, yaşı ve büyüme potansiyeli, eğriliğin büyüklüğü ve eğriliğin şekli önemlidir. Tedavi gerektirecek kadar ilerleyen hastalar genellikle kadın olup bunun nedeni tam olarak açıklanamamış ve hormonal süreçlerle ilgili olduğu düşünülmüştür. Yaş dolaylı olarak büyüme potansiyeli üzerinden önem kazanır. Büyüme potansiyeli için hastanın Risser işareti, kadınlar için menarş durumu ve uzama hızı zirvesi denilen hızlı büyüme evresi önemlidir. Risser işareti sıfır ya da bir olan olgularda büyüme potansiyeli yüksek olacağından eğriliğin ilerleme olasılığı yükselir. Menarş öncesi kadınlarda hızlı bir büyüme dönemi olduğundan menarş öncesi kadın hastalarda eğrilik ilerlemesi yönünden dikkatli olunmalıdır (7).

Uzama hızı zirvesi kızlarda 8 cm/ yıl erkeklerde 9.5 cm/yıl uzama olan döneme denk gelmektedir. Bu da triradiat kıkırdağın kapanmasından hemen sonra, Risser işareti 1 ve menarştan hemen önce gerçekleşmektedir. Uzama hızı zirvesi tayini için 6 aylık aralarla boy ölçülmesi gerekmektedir. Uzama hızı zirvesi büyümenin yavaşladığının ve eğriliğin ilerleme riskinin azaldığının en erken ve en değerli göstergesidir (85).

Skolyoz tanısı konulduğunda eğriliğin büyüklüğü ilerleme olasılığı ile orantılı olmaktadır. İskelet olgunluğuna erişmemiş olgular tanı konulduğunda 25-30 derecelik eğrilik olması durumunda ilerleme olması açısından önemli riskler taşımaktadır. Eğriliğin şekli de ilerleme açısından ipucu verebilmektedir. Özellikle çift torakal ve torakolomber eğriliklerde ilerleme riski lomber skolyozlara oranla daha yüksektir (85).

İskelet olgunlaşmasını tamamlamış olgularda eğriliğin şeklinden bağımsız olarak eğriliğin büyüklüğü önem kazanır. 30 derece ve altında olan olgularda ilerleme riski düşük iken 50 derece ve üstü eğriliği olan olguların kötüleşme riski artmıştır (85).

Skolyoz Sınıflaması

AİS sınıflamasında 1980'lerin başından beri yaygın olarak kullanılan King-Moe sınıflaması günümüzde yerini Lenke sınıflamasına bırakmıştır.

Lenke sınıflamasının King-Moe sınıflamasına göre avantajları;

- -King-Moe sınıflaması sadece torakal eğriliklere yönelik yapılmış bir sınıflamayken Lenke sınıflaması tüm eğrilikleri kapsamaktadır.
- -King-Moe sınıflamasında sadece frontal plan değerlendirilirken Lenke sınıflamasında sagittal plan deformitesi de değerlendirilir
- Lenke sınıflaması tedaviye yöneliktir, kolay anlaşılır, eğrilik tiplerini ayırmak için objektif kriterlere sahiptir (91).

Eğriliğin tipi

Lenke sınıflaması 3 komponentten oluşur. Eğriliğin tipi, sagittal torakal belirleyici ve lomber belirleyici. Eğriliğin tipi yapısal eğriliklere göre belirlenir. Bu yüzden öncelikle omurgadaki eğriliklerin yapısal olup olmadığı belirlenmelidir.

Lenke sınıflamasında omurga üç bölgeye ayrılır.

1-Proksimal torasik(PT). Apeks T1-T5 arasında

2-Main torasik(MT). Apeks T2-T12 arasında

3-Torakolomber/lomber(TL/L). Apeks(T12-L1/L1-L4) arasındadır.

Buna göre, eğilme grafiğinde eğer PT eğriliğin Cobb açısı 25°'nin üzerinde ve T2-T5 kifoza 20°'den büyük, MT ve TL/L eğriliklerin ise Cobb açısı 25°'den büyük ve T10-L2 kifoza 20°'nin üzerinde ise bu eğrilikler yapısal kabul edilir. Eğrilikler arasında en büyük Cobb açısına sahip olan majör eğrilik diğerleri

minör eğrilik kabul edilir. Tüm majör eğrilikler yapısal kabul edilir. Tüm bunlar dikkate alınarak 6 tip eğrilik tanımlanmıştır.

Lomber omurga belirleyici

Sakrumu ortalayan vertikal çizgi lomber eğriliğin apeksindeki omurganın pedikülleri arasından geçiyorsa A, pediküller arasında değil ancak korpusun içindeyse B, tamamen korpusun dışındaysa C olarak sınıflandırılır.

Sagittal torasik bölge belirleyici

Yan grafide T5 üst endplate ile T12 alt end plate arasında ölçülen Cobb açısı 10°'den küçükse hipokifoz(-), 10°-40° arasındaysa normal(N), 40°'den fazla ise hiperkifoz(+) olarak tanımlanır.

Bu üç bileşen (Eğriliğin tipi, lomber belirleyici ve sagittal torakal belirleyici) birleştirilerek eğrilik sınıflandırılır (Şekil 2.39).

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

Şekil 2.39. Lenke sınıflaması ve bileşenleri.

LOMBER OMURGA DÜZENLEYİCİ	EĞRİLİK ÇEŞİDİ (1-6)					
	Tip 1 (esas 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 (özgün eğrilik çeşidini belirlemek için)		 + 20°	 + 20°	 + 20°		
* T5-12 sagittal dizilim düzenleyicisi: -, N, veya +						-: < 10° N: 10-40° +: > 40°

Şekil 2.40. Lenke sınıflaması ve bileşenleri

2.11.8. Skolyoz tedavisi

Konservatif ve cerrahi olmak üzere iki farklı tedavi seçeneği bulunur.

Konservatif Tedavi

Konservatif tedavi prensipleri ana maddelerle belli bir oranda belirlenmiştir. İdiopatik skolyozda konservatif tedavi, hastalığın görülme yaşına ve eğriliğin büyüklüğüne göre farklılıklar gösterebilir. İnfanitil idiyopatik skolyozlu hastaların tedavisindeki yöntemler şöyle sıralanabilir.

- 1- Seri açılama, düzelme sağlandıktan sonra korse tedavisi, ileri dönemde füzyon.
- 2- Ameliyat öncesi traksiyon, düzelme sağlandıktan sonra füzyon.
- 3- Füzyon yapmadan subkütan enstrümantasyon.

Eğer kostovertebral açılar arası fark (KVAF) 20 dereceden fazla ve klinik muayenede eğrilik fleksibl değilse aksi ispatlanana kadar ilerleyici kabul edilir. Tecrübeli bir ortotist eğer eğrilik çok fazla değilse, yeterli bir torako-lumbo-sakral ortez (TLSO) veya serviko-torako-lumbar ortez (CTLSO) yapabilir. İskelet gelişiminin erken dönemlerinde iyi yapılmış bir ortez ile eğriliğin ilerlemesi önlenabilir veya düzelme sağlanabilir. Çok küçük çocuklarda genel anestezi altında yapılan seri alçılamlarla tedaviye başlanır ve çocuk yeterince büyüdüğü zaman da ortez ile tedaviye devam edilir. Alçı değiştirme süresi genellikle çocuğun büyüme hızı ile ilgilidir, ancak genellikle 2-3 ayda bir değişim yapılır. Ortez tam gün kullanılır ve eğrilik stabil edilinceye kadar da en az iki yıl kullanılır. Mc Master, eğriliği kontrol altına alınan 22 infantil skolyozlu hastada ortez kullanma süresinin 6 yıldan fazla olduğunu bildirmiştir. Eğer eğrilik fazlaysa ve ortez kullanımına rağmen artıyorsa cerrahi stabilizasyon gerekir. Cerrahi füzyon gerekli ise, sadece yapısal - birinci eğrilik- artrodez yapılmalı ve artrodez anterior ve posteriordan kombine edilmelidir. Bu kombinasyon, ‘krankshaft’ deformitesi gelişimini önlediği için gereklidir (92).

Jüvenil idiopatik skolyozda, ilerleme büyük ve cerrahi tedavi gerekliliği yüksek olsada adölesan idiopatik skolyozda izlenen tedavi planı kullanılır. 20 dereceden az eğriliklerde gözlem ve 4-6 ayda bir çekilen filmlerle takip etmek gerekir. Bu takip esnasında ilerleyen eğriliklerde ortez tedavisine geçmek gerekir. Aksi takdirde iskelet gelişimi tamamlanıncaya kadar hasta takibi devam eder. Birçok yayında ortez tedavisinde, Milwaukee breysin üstünlüğü vurgulansada, jüvenil idiopatik skolyozun tedavisinde, apeksi T8 ve altında olan torakal eğriliklerde sıklıkla TLSO kullanılır. Başlangıçta ortez günde 22 saat kullanılır. Eğer bir yıl içinde eğrilik azalırsa her gün birer saat olmak üzere ortez kullanım süresi azaltılabilir ve sadece gece giyilen “night-time” kullanma programına geçilebilir. Bu özellikle ergenliğe ulaşmış çocuklarda çok daha iyi tolere edilebilir. İlerleme olursa tekrar tam gün korse uygulamasına geçilir (92).

Konservatif tedavinin başarı şansı düşüktür. Figueriedo ve James’ in serilerinde hastaların %44’ ü konservatif tedaviye cevap verirken %56’ sına spinal füzyon gerekmiştir. Tolo ve Gillespie’ nin serilerinde, eğrilik ilerlediği için hastaların %27’ sinde cerrahi füzyon gerekmiştir. Aynı araştırmacılar, hastanın yaşı, eğriliğin

tipi ve derecesine bakarak, hangi eğriliğin ilerleyeceğini tahmin etmenin mümkün olmadığını tespit etmişlerdir.

Tolo ve Gillespie juvenil skolyozlu bir hastada ilk muayenede eğriliğin 30 dereceden büyük olmaması halinde Milwaukee ortezi uygulanmasının gerekmediğini, çünkü 20-30 derece arasında bazı eğriliklerin aylarca ilerlemediğini belirtmişlerdir (92).

Başlangıçta ölçülen KVAF, ilerlemenin hesaplanmasında yararlı değildir, fakat zaman içinde 10 dereceden fazla ilerleme gösteren KVAF, eğriliğin ilerlemesi ile ilişkilidir. Torasik kifozu 20 dereceden küçük olan hastalarda eğriliğin ilerleme insidansı daha yüksektir. İki majör eğrilikli skolyozlar genellikle ilerleme eğilimindedir (92).

Kahanovitz, Levine ve Lardone eğriliği 35 dereceden ve KVAF' ı 20 dereceden az olan hastaların yarı zamanlı Milwaukee ortezi (CTLSSO) tedavisi ile çok iyi prognoz gösterdiklerini belirtmişlerdir. İlk ortez kullanımında eğriliği 45 dereceden fazla ve KVAF'ı 20' yi aşan hastaların hepsinde en sonunda spinal füzyon tedavisine gerek duyulmuştur. Yarı zamanlı ortez tedavisinde ortez, bir yıl boyunca okuldan sonra ve tüm gece kullanılır. Daha sonra hasta 2,5 yıl boyunca yalnız geceleri ortez giyer. Sonrasında da hastalar gün aşırı, gece boyunca 1-2 yıl ortez kullanırlar. Tedavi genellikle 14 yaşında bırakılır. Yarı zamanlı ortez tedavisi, tüm gün Milwaukee ortezi kullanılarak yapılan tedaviye göre hastalara sosyal ve psikolojik yararlar sağlar. Milwaukee ortezi göğüs duvarı kompresyonu yapmadığı için bu genç hastalarda tercih edilebilir. Ancak genellikle tam temas eden TLSO önerilir. Fakat çocuk uzun zaman ortez kullanmak zorunda kalırsa, göğüs kafesi distorsiyonu gelişebilir. Yarı zamanlı Charleston bending breysi ile ilgili ilk yayınlar cesaretlendirici olsada, yararlığı kesinleşmemiştir (92).

Eğrilik ilerlesede, ortez ilerlemeyi yavaşlatır ve çocuk büyüyünceye kadar cerrahiyi geciktirir, bu da gövdenin kısa kalması ve krankşaft fenomeni ihtimalini azaltır. Ortotik tedavi başarısız olursa, subkütan rod veya çok çengelli segmental sistem ve spinal füzyon düşünülmelidir. Çocuk 8 yaşından küçükse en ideal tedavi, anterior apikal büyümeyi durdurma ameliyatı yapılarak ya da yapılmayarak subkütan rod enstrümantasyonudur. Eğer çocuk 9 veya 10 yaşında ise krankşaft fenomenini önlemek için kombine anterior ve posterior spinal füzyon düşünülmelidir (92).

Dimeglio omurganın hayatın ilk beş yılında T 1' den S 1' e kadar yılda 2 cm' den fazla uzadığını göstermiştir. 5 – 10 yaşları arası yılda 0,9 cm, ergenlik çağında ise yılda 1,8 cm uzar. Hefti ve McMaster, infantil veya jüvenil idiopatik skolyozu olan 24 çocukta, spinal füzyonun posterior elemanlarda uzunluğuna büyümeyi durdurduğunu ancak vertebra korpuslarının anteriora büyümesinin devam ettiğini bildirmişlerdir. Anteriora büyüme, vertebra korpuslarının ve disklerin, laterale yani konveksiteye doğru çıkıntı yapmasına ve posterior füzyon ekseninde dönmesine yol açarak korreksiyonun bozulmasına, vertebral rotasyonun artmasına ve “rib hump” ın tekrar belirginleşmesine neden olur. Dubousset, Herring ve Shuffleburger de krankşaft fenomenini doğrulamışlardır. Füzyon düşünüldüğünde, çocuk 9 veya 10 yaşında ise, iliak krista apofizi henüz belirginleşmemişse, çocuk menarş öncesindeyse ve büyüme potansiyeli fazla ise krankşaft deformitesini engellemek için kombine anterior ve posterior füzyon düşünülmelidir (92).

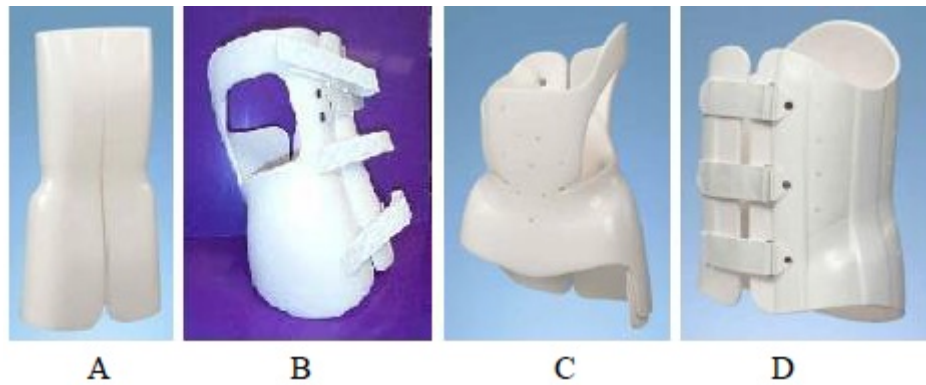
Adölesan idiopatik skolyozun tedavisinde yıllar boyunca fizik tedavi, manipülasyon, elektrik stimülasyonu gibi farklı metotlar kullanılmış, fakat etkinliklerini gösteren bilimsel kanıt elde edilememiştir. Bazıları breys (ortez -korse) tedavisine kuşkuyla yaklaşırsa da, idiopatik skolyoz için en geniş kabul görmüş iki konservatif tedavi yöntemi gözlem ve breys tedavisidir (92).

Genel popülasyonda hafif derecelerde skolyoz sık olsa da bunların çok azı tedavi gerektirir. Ne yazık ki, başlangıçtaki değerlendirmede hangi eğriliklerin ilerleyeceğini doğru olarak tahmin etmek için güvenilir bir metod yoktur; bu yüzden gözlem tüm eğriliklerin birincil tedavisidir. Omurganın röntgen filmi şu an için eğriliğin büyüklüğü ve ilerlemesinin takibi için tek kesin belgedir. “ Rib hump “ ölçümü, “ skolyometre “ kullanarak gövde rotasyon açısını ölçme ve moire topografisi, ISIS taraması gibi araç ve yöntemlerin kullanımı ile deformite gelişimini izleme çalışmaları yapılmıştır. Bu metodlar belli küçük eğrilikler ve düşük riskli hastalar için yararlı olabilir. Fakat röntgen filmleri omurganın periyodik değerlendirilmesi için gereklidir (92).

Genel olarak 20 dereceden küçük eğriliği olan genç hastalar her 6 - 12 ayda bir muayene edilmeli, daha büyük eğriliği olan adölesan hastalar ise her 3 - 4 ayda bir muayene edilmelidir. İskelet büyümesi tamamlanmış 20 dereceden küçük eğrilikler daha fazla takip gerektirmez. İskelet büyümesi henüz tamamlanmamış 20

dereceden büyük eğriliği olan hastalar ise daha sık muayene edilmelidir. Genellikle ayakta posteroanterior filmlerle her 3-4 ayda bir muayene edilirler. Eğer eğrilik 25 derecenin üzerine çıkmışsa (6 ayda 5 dereceden fazla artış) ortotik tedavi düşünülmelidir. İskelet büyümesi tamamlanmamış ve 30-40 derece eğriliği olan hastalarda ilk değerlendirmede ortotik tedavi önerilir. 30-40 derece eğriliği olan ve iskelet büyümesi tamamlanmış hastalar genellikle tedaviye gereksinim duymazlar, ancak bu hastalar, bu tür eğrilikler ilerleme potansiyeli taşıdıkları için iskelet gelişimi tamamlandıktan sonra da 2-3 yıl boyunca yıllık ve daha sonra 5 yıllık filmlerle hayat boyu takip edilir (92).

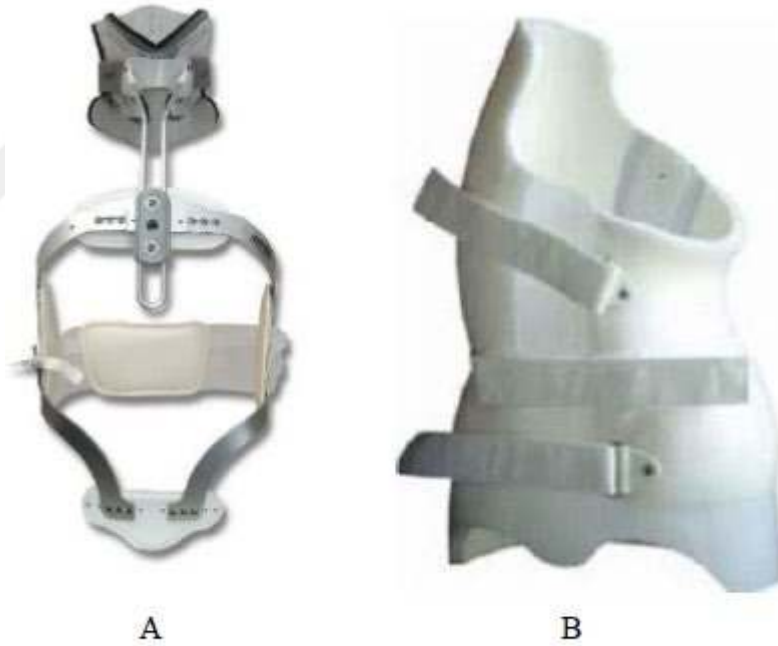
Özellikle adölesan idiopatik skolyozun tedavisinde uzun yıllar boyunca kabul gören ortotik tedavi, tam zamanlı (günde 23 saat) Milwaukee breys (servikotorakolomber ortez- CTLSO-) kullanmaktır. Yeni koltuk altı ortezlerden alınan başarılı sonuçlardan dolayı Milwaukee breys artık nadiren kullanılmaktadır. Boston breys ve Wilmington plastik ceket gibi birçok koltuk altı ortezi (TLSO - torakolumbosakral ortez-) tipi mevcuttur. Skolyozda kullanılan ortezlerin temel prensibi öne pelvik tilt oluşturarak lomber lordozu kontrol etmektir. Lomber lordozun yassılaşmasıyla birlikte paravertebral kaslara veya kostalarla eklemleşen vertebra cisimlerine etkileyen ped basıncı, yüklerin omurgaya aktarılmasını sağlar. Bu yüklerin gerçek biyolojik etkileri ve bunların eğriliklerin doğal hikayesini nasıl değiştirdiği henüz tespit edilmemiştir (92).



Şekil 2.41. A. Boston tipi ortez B-C-D. Body ceket ortez tipleri

Milwaukee breys tedavisi ile 6 ay sonunda eğriliklerde hemen hemen %50 iyileşme ve sonrasında da iyileşmede tedrici azalma olduğu çalışmalarda gösterilmiştir. Breys tedavisi sona erdiğinde ortalama eğrilik breysleme öncesine

göre biraz daha iyidir, fakat 5 yıllık takip sonucunda ortalama eğrilik, tedavi başlangıcındaki ile aşağı yukarı aynıdır. Emans ve arkadaşları, Boston breysin apeksi T7 ve daha aşağıda olan eğriliklerde, hastaların %80' inde idiopatik skolyozun ilerlemesini kontrol altına aldığını buldular. Wiley ve arkadaşları eğriliği 35-45 derece olan ve Boston breys ile tedavi gören 50 adölesan idiopatik skolyoz hastasının ortalama 9.8 yıllık takipleri sonunda, günde 18 saat veya daha fazla Boston breys kullanımının bu tip eğriliklerin ilerlemesini önlemede etkili olduğunu yayınlamışlar. Yine benzer sonuçlara ulaşan başka araştırmacılar yanında, Piazza ve Bassett, bir takip çalışmasında, breys tedavisini bıraktıktan sonra hastaların %21' inin 5 derece ilerleme gösterdiğini tespit etmiştir. Breys tedavisi esnasında ilerleyen çift majör yapısal eğrilikler, breys tedavisi bırakıldıktan sonra da ilerleme ihtimali en yüksek olanlardır (92).



Şekil 2.42. A Milwaukee B Charleston

Charleston bending breysi düşük profili, önden açılan, hafif, temoplastik bir ortezdir. Yalnız gece uyurken giyilir ve genellikle tek eğrilikler için kullanılır. Ortez omurgayı konveks tarafa doğru eğerek skolyotik eğriliği düzeltmeye çalışır. Katz ve arkadaşları Boston breys veya Charleston bending breysi ile tedavi edilmiş 319 hastada, Boston breysin Charleston breyse göre eğriliğin ilerlemesini ve cerrahi

gereksinimi önlemede daha etkili olduğunu buldular. Fark, özellikle eğriliği 36 - 45 derece olan hastalarda dikkat çekicidir. Eğriliği 36 - 45 derece olan ve Charleston bending breysi ile tedavi edilen hastaların % 83' ünde eğrilik 5 dereceden fazla ilerlemiştir. Boston breys ile tedavi edilenlerde bu oran %43' tür. Yazarlar Charleston breysin yalnız küçük, tek torakolomber veya tek lomber eğriliklerde kullanılması gerektiği sonucuna vardılar (92).

Leatherman ve Dickson idiopatik skolyozda etkileyen kuvvetlerin birincil lordoz ve sonucunda lateral eğrilik oluşturduğunu tespit ettiler. Uygun düzlemede etkimeyen bir ortez, süreci tersine döndüremez (92).

Hasta ve aile uyumu, breys tedavisinin başarısını değerlendirmede önemlidir. Ortez giymede uyumluluk %20 gibi düşük değerde olarak yayımlanmıştır. (DiRaimondo ve Gren). Uyumluluk daha kullanışsız olan CTLSO' lara nazaran TLSO ile genellikle daha iyidir. Uyum problemi için aile durumu, etkisiz ebeveynler, psikiyatrik problemi olan aileler, alkol ve ilaç kullanımı gibi faktörler etkilidir (92).

Esasında ortezlerin günde 23 saat giyilmesi ön görülmüşken, uyum sorunları yarı zamanlı breysleme rejimlerine yönlendirmiştir. Birçok yarı zamanlı breysleme protokolleri, her gün 16 saat veya daha az breys giymeyi önermektedir. Kahanovitz ve arkadaşları, Price ve arkadaşları ve Gren, uzun dönem sonuçları belirsiz olmasına rağmen, eğrilik ilerlemesini yarı zamanlı breys tedavisinin tam zamanlı breys tedavisi kadar iyi kontrol ettiğini bildirdiler. Rowe ve arkadaşları da daha yeni bir çalışmada 23 saat breys tedavisinin diğer breys rejimlerine göre daha etkili olduğunu bildirdiler. Yarı zamanlı tedavi bir adölesanın okulda breys giymesini gerektirmediği için hastanın breys tedavisine uyumunu artırır. Eğer eğrilik 35 dereceden küçükse ve vertebral ciddi kamalaşma göstermiyorsa, ilk önce yarı zamanlı breysleme tedavisi denenmelidir. Eğer bu esnada eğriliğin ciddi ilerlemesi saptanırsa, tam zamanlı breyslemeye geçilebilir (92).

Adölesan idiopatik skolyozda ortotik tedavi endikasyonu, büyüyen çocukta 20-30 derece eğrilik ile ortaya konan 5 derece ve daha fazla ilerlemedir. 30-40 derece eğriliği olan büyüyen çocuklarda ilk değerlendirmede tedaviye başlanmalıdır. Cerrahi tedavi 40-50 derece eğriliği olan büyüyen çocuklarda endike olmasına karşın, kozmetik olarak kabul gören ve 40-50 derece eğriliği olan çift majör

eğriliklerde ortotik tedavi düşünülebilir. 50 dereceden fazla eğriliği olan hastalarda ortotik tedavi kullanılmaz (92).

Konservatif tedavide tedavinin önemli prensibi statik, küçük eğriliklere gereksiz tedavi uygulamamak, onları iyice izleyip, ilerleyen eğriliklere, ciddi hale gelmeden uygun olan tedaviyi yapmaktır. Bu tedavi şeklinde asıl basamaklar egzersiz ve korse kullanımıdır (92).

Cerrahi Tedavi

Adölesan idiopatik skolyozun cerrahi tedavisinde son on yılda dramatik değişiklikler olmuştur. Doğal seyrinin, deformite ile ilgili problemlerin daha iyi anlaşılması, deformitenin üç boyutlu yönünün bilinmesi ve yeni enstrümantasyon sistemlerinin gelişmesi bu değişiklikleri getirmiştir. Cerrahi düzeltme için kabul edilen cerrahi endikasyonlar deformitenin doğal seyri ve deformitenin hastanın erişkin dönemdeki potansiyel sonuçları üzerine kurulmuştur. Edgar, Mehta ve Weinstein' ın kiler gibi doğal seyir üzerine yapılan çalışmalar belirgin deformite ve ağrının potansiyel sonuçlarını göstermiştir. Bugün pulmoner komplikasyonların sıradışı deformitelerde ve erken yaşta gelişen hastalıkta ortaya çıktığı kabul edilmektedir. Çocuk ve adölesanlarda cerrahi tedavi eğrilik miktarının erişkin dönemde problem yaratabilecek dereceye ulaştığında düşünülür. Birçok yazarın cerrahi tedaviyi eğrilik 50 dereceye ulaştığında önermesine rağmen diğer başka faktörler de dikkate alınmalıdır. Daha düşük dereceli lomber ve torakolomber eğrilikler ciddi gövde dengesizliğine, koronal plan bozukluğuna ve kozmetik deformiteye neden olmaktadır. 50 derecelik çift eğrilikler kozmetik olarak tek eğrilikler kadar problem yaratmazlar ve iskelet matüritesine ulaşmış hastalarda deformitenin ilerlemesi halinde bu durum yavaş gelişir. Öte yandan matür olmayan hastadaki 40-50 derece arasındaki eğriliklerde cerrahi tedavi klinik görünümüne göre kararlaştırılır. Cerrahi tedavi olasılığı korse tedavisine rağmen ilerleyen eğriliği olan hastalarda hiç korse kullanmayanlara göre daha fazladır. Küçük çocuk ve adölesanlarda skolyozla birlikte bel ve sırt ağrısı ileri incelemeyi gerektiren bir durumdur. Burada da başka bir neden bulunamıyorsa spinal füzyon endikasyonu vardır. Dickson ve arkadaşları tedavi kararı verirken lordozun önemine dikkati çekmiştir. Torakal lordozun tedavisinde korse kullanmak lordozu daha da kötüleştirdiği için ilerleyen bir eğriliği bulunan adölesanda bariz bir torakal lordoz da varsa cerrahi tedavi ön planda düşünülmelidir (92).

Spinal deformite cerrahisinin hedefleri deformiteyi düzeltirken sagittal dengeyi korumak, pulmoner fonksiyonları korumak, ağrının morbiditesini en aza indirmek, ameliyat sonrası fonksiyonu en üst seviyeye çıkarmak, lomber omurganın fonksiyonlarını arttırmak, veya en azından kötüleştirmemektir. İdiopatik skolyozlu hastalarda bu hedeflere varmak için anterior, posterior veya kombine teknikler kullanılmaktadır. Cerrahi endikasyonlar, teknikler ve girişimler anterior ve posterior kısımlara ayrılmaktadır (92).

Posterior Girişim ve Füzyon

Omurgaya posterior yol ile girişim en sık kullanılanıdır. Bütün ortopedik cerrahların aşına olduğu ve tüm vertebral kolonu ortaya koyan geniş ve güvenilir bir yaklaşımdır.

Skolyoz için yapılan her cerrahi girişimin uzun süreli başarısı solid artrodeze bağlıdır. Hibbs' in klasik ekstraartiküler tekniğinin yerini faset eklemleri içeren intraartiküler füzyon teknikleri almıştır. Spinal artrodezin başarısı (1) Füzyon alanının hazırlığına, (2) sistemik ve lokal faktörlere, (3) iyileşme prosesini uyaran greft materyalinin yeterliliğine, (4) greft yerleşiminin biyomekanik özelliklerine bağlıdır. Füzyon oluşumuna en iyi alanı sağlamak için yumuşak doku travmasının minimal olması gerekir. Greftin konulacağı yerdeki avasküler dokular uzaklaştırılmalıdır. Vasküler gelişimi ve daha çok osteoprogenitor hücrelerin ortaya çıkabilmesini sağlayacak geniş bir yüzey elde etmek için kemik yüzeyi ve fasetler dekortike edilmelidir. Hastanın genel beslenme durumu ve diğer medikal problemleri en iyi durumda olmalıdır. Sigara kullanımı füzyonu önemli ölçüde azalttığı için ameliyat öncesinde mutlaka kesilmelidir. İliak kanattan alınan greftin osteojenik, osteokondüktif ve osteoindüktif özellikleri nedeniyle en iyi greft materyali olduğuna inanılmaktadır. Diğer bir mükemmel greft kaynağı torakoplasti sırasında kotlardan elde edilen kemik greftidir. Allogreft de diğer bir greft kaynağı olup, özellikle paralitik skolyoz gibi fazla miktarda kemik greftinin gerekeceği ve iliak kristanın küçük olduğu veya enstrümantasyon alanına girdiği durumlarda çokça kullanılmaktadır. Trikalsiyum fosfat, hidroksiapatit, demineralize kemik matriksi gibi alternatif greft materyalleri de osteoindüktif özellik göstermekte, ancak bunlar halen araştırma aşamasındadır. Bone morfojenik protein osteoindüktif özellik göstermektedir ve o da araştırma aşamasındadır. Kemik greftlerinin yerleşimi konusunda bilindiği üzere greftler kompresyon altında, distraksiyon altında olduğundan

daha fazla etkili olmaktadır. Rotasyon anlık merkezinden ne kadar uzakta olursa füzyon rotasyon aksının hareketini o kadar iyi önler (92).

Faset füzyonunda tanımlanan ve daha çok kullanılan Moe ve Hall teknikleri vardır.

Skolyoz cerrahisinde posterior spinal enstrümantasyonun amacı deformiteyi mümkün olduğunca düzeltmek, füzyon kitlesi solid olana kadar omurgayı düzeltilmiş pozisyonunda stabil tutmaktır (92).

İdeal bir enstrümantasyon sistemi yetersizliğe uğramayan, güvenli ve etkili olmalıdır. Dış destek gerektirmeden bütün yüklemelere karşı dayanacak şekilde yeteri kadar güçlü olmalıdır. Ameliyat süresini çok az uzatacak derecede kolay olmalı, omurganın koronal, sagittal ve transvers planlardaki normal konturlarını restore edebilmeli, yeni bir deformite yaratmamalıdır. Aynı zamanda ekonomik olmalıdır. Ancak piyasada birçok farklı implant bulunmasına rağmen hiçbiri tüm bu şartları bünyesinde bulunduramamaktadır. Her cerraha ve her hastaya uygun bir tek sistem yoktur (92).

1962’ de Harrington skolyozdaki ilk etkili enstrümantasyon sistemini geliştirmiştir. Bundan sonra 30 yıldan fazla bir süre posterior artrodez ve 6-9 aylık alçılı veya korseli immobilizasyon ile birlikte kullanılan Harrington distraksiyon rodu tekniği adölesan idiopatik skolyozun standart tedavi metodu olmuştur. Bu teknikte nörolojik hasar sıklığı %1’ den az ve psödoartroz sıklığında %10’ dan az olarak gerçekleşmiştir (92).

Yeterli sonuçlarına rağmen Harrington enstrümantasyon sisteminin bazı dezavantajları bulunmaktaydı. Adölesan idiopatik skolyozda ortalama 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 olmaktadır. Koronal plandaki eğrilik (skolyoz) patolojik iken sagittal plandaki eğrilik fizyolojiktir. Lomber lordozun azalması probleminin çözümü için Moe, Harrington rodunun distal ucunu ve bunun karşılığı olan çengelin deliğini kare şeklinde modifiye etmiştir. Bu şekilde lomber lordozu korumak için eğilen rodun rotasyonu önlenmiş olmaktadır. Yine de lomber omurgada distraksiyon ile bir miktar lordoz kaybı kaçınılmaz olmaktaydı. Harrington distraksiyon rodu,

adölesan idiopatik skolyozda torakal hipokifoz veya rotasyonel deformite sorununa çözüm getirmemekteydi (92).

Posterior segmenter spinal enstrümantasyon sistemleri omurgada çoklu tespit noktaları sayesinde aynı rod üzerinde kompresyon, distraksiyon ve rotasyon kuvvetlerinin uygulanmasına olanak sağlamaktadır. Bu sistemler genel olarak postoperatif dönemde immobilizasyona gerek bırakmamaktadırlar. Bunlar daha iyi koronal plan düzeltme ve daha iyi sagittal plan kontrolü sağlamaktadır. Torakal bölgedeki hipokifoz düzeltilmekte, lomber segmentlere kadar uzandığında lomber lordoz korunmaktadır. Bu sistemlerin, transvers plan aksındaki etkileri (vertebral rotasyon) ise tartışmalıdır. Bu sistemlerde genelde Harrington enstrümantasyonundakinden daha az implant yetersizliği ve psödoartroza rastlanmaktadır. Segmenter sistemlerin Harrington roduna göre potansiyel dezavantajları da bulunmaktadır. Özellikle implantların kaba olması, sistemin karmaşıklığı, öğrenme eğrisinin uzun olması bunlardan bazılarıdır. Bunlar ayrıca daha pahalı sistemlerdir. Ancak yine de avantajları dezavantajlarından daha fazla olduğu için adölesan idiopatik skolyozun cerrahisinde bu segmenter sistemler kullanılmaktadır (92).

Posterior segmenter enstrümantasyonda tespit için tel, çengel ve vida olmak üzere üç çeşit araç bulunmaktadır. Geçmişte birçok sistem tel ve çengellerden oluşmaktaydı. Son zamanlarda ise pedikülden gönderilen vidaların sağladığı güvenilir tespit nedeniyle pedikül vidalarının kullanımı artmıştır.

İdiopatik skolyozun cerrahi düzeltilmesinde çok çengelli segmenter enstrümantasyonun genel prensipleri aşağıdaki gibidir.

- 1- Ekspojür
- 2- Seviye tespiti
- 3- Çengel yerinin hazırlanması
- 4- Rod konulacak tarafta fasetektomi
- 5- Roda kontur verilmesi
- 6- Çengellerin ve ilk rodun yerleştirilmesi
- 7- Çengellerin eğriliği düzeltmeden yerine oturtulması
- 8- Rodun eğriliği düzeltmek için rotasyonu
- 9- İlk rodun üzerinde çengellerin distraksiyon veya kompresyonu
- 10- İkinci roda kontur verilmesi
- 11- Diğer tarafta fasetektomi
- 12- İkinci rodun yerleştirilmesi

- 13- İkinci rod üzerindeki çengellerin distraksiyon veya kompresyonu
- 14- Rodların birbirine transvers bağlayıcı ile bağlanması
- 15- Dekortikasyon
- 16- Otojen iliak greft konulması
- 17- Kapatılma (92).

Komplikasyonlar

1-Genel Tıbbi komplikasyonlar

- Anesteziye bağlı komplikasyonlar,
- yara yeri enfeksiyonu,
- pulmoner ve gastrointestinal problemler

2- Tekniğe Bağlı Komplikasyonlar

- Nörolojik Hasar
- Kemik kırıkları
- Visseral organ yaralanmaları
- Dural Yırtıklar

3-Geç Komplikasyonlar

- Psödoartroz
- Enstrümantasyon Problemleri
- Lomber Lordozun Kaybolması (Flat Back Deformitesi)
- Gövde Dekompansasyonu
- Geç Enfeksiyon

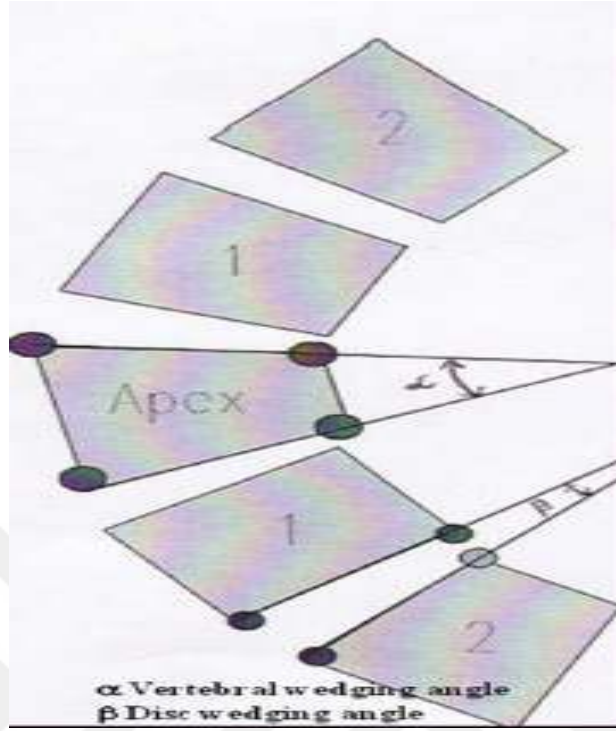
3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde 2017-2020 tarihleri arasında omurga polikliniğinde skolyoz tanısı konulan hastalar retrospektif olarak değerlendirildi. Arşivimizde skolyoz grafisi ve BT görüntüleri olan ve 13-18 yaş aralığındaki hastalar dahil edildi. Hastaların demografik verileri (yaş, cinsiyet vb.) cobb açıları, konkav ve konveks vertebra yükseklikleri kaydedildi.

Çalışma kapsamında kama vertebra, blok vertebra, lomber disk hernisi, kama venflamatuar bel ağrısı, spondilolistezis, sistemik hastalık, herhangi bir akciğer ve kalp hastalığı, romatolojik hastalık tanısı almış hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Dışlanma kriterleri sonrasında 23 hasta çalışmaya dahil edildi.

Hastaların omurga eğrilik dereceleri radyografik olarak antero-posterior yönde tüm omurgayı görmeyi sağlayan çekilmiş skolyoz grafisi ve BT'de; proksimal torasik, torakal, lomber bölgedeki üst ve alt son vertebraları, apikal, nötral ve stabil vertebraları belirlenip ve Cobb yöntemi ile eğriliklerin büyüklüğü ölçüldü. Ayrıca hastaların konkav ve konveks vertebra yükseklik değerleri kaydedilip, Cobb yöntemi ile belirlenen eğrilikler ile karşılaştırıldı.

BT de yapılan ölçümlerde omurun en geniş ve en dar olan yükseklik noktaları alındı (şekil 3.1).



Şekil 3.1. Vertebral kama (α) açısı, disk kama (β) açısı

İstatistiksel Yöntemler

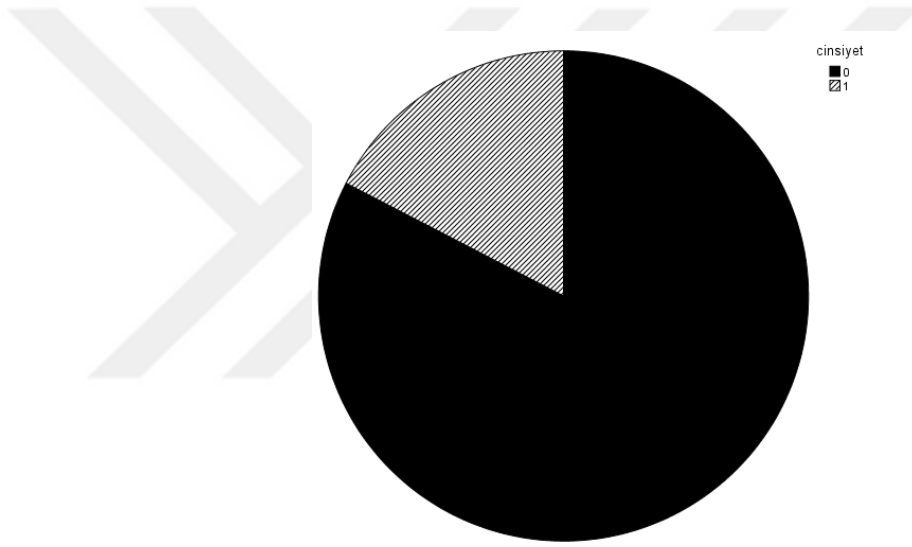
Tanımlayıcı istatistik için sayısal değişkenlerde ortalama, ortanca, standart sapma, en küçük ve en büyük değerler verilmiştir. Kategorik değişkenler ise sayı ve yüzde değerleri verilmiştir. Normallik varsayımı için farkın normal dağılıp dağılmadığı ShapiroWilks testi ile incelenmiştir. Konkav/Konveks arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı varsayımlar sağlandığında iki eş arasındaki farkın önemlilik testi ile varsayımlar sağlanmadığında ise Wilcoxon testi ile incelenmiştir. Sayısal değişkenler arasındaki ilişki incelemesi için Pearson korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Analizler IBM SPSS v.21 kullanılarak incelenmiştir. Anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak alınmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmada 13-18 yaş aralığında toplam 23 hasta tarandı. Bunların % 82.6 sı kız ,% 17.4 erkekti.Hastaların yaş ortalaması 16.22 ± 1.59 (en düşük 13,en yüksek 18) idi.

Tablo 4.1. Çalışmadaki Kişilerin Demografik Özellikleri

		Ortalama	Std. Sapma	Ortanca	Min – Maks.
Yaş		16.22	1.59	17.0	13 - 18
		Sayı	Yüzde		
Cinsiyet	kadın	19	82.6		
	erkek	4	17.4		



Grafik 4.1. Cinsiyet Dağılımı

Gruplar Arasında Fark Çıkanların “P” Değerleri Kırmızı İle İşaretlenmiştir.

Tablo 4.2’de cobb açısını oluşturan alt ve üst end vertebra arasındaki omurların ve disk aralığının koronal planda konkav ve konveks yüksekliği ölçülmüştür. Üst end vertebra ve disk aralığındaki konkav ve konveks yüksekliğin (T4, T4-T5 disk aralığı ve T5)arasındaki farkın anlamlı olmadığı görüldü. Diğer omurlar ve disk aralıklarındaki konkav ve konveks yüksekliklerin arasında anlamlı bir fark görülmüştür.

Tablo 4.2. Tanımlayıcı istatistik için ortalama $\pm$ std. sapma ve ortanca [min - maks]
değerler verilmiştir. * iki eş arasındaki farkın önemlilik testi (bağımlı t testi) ** Wilcoxon testi

	n	Açı	Konkav	Konveks	p
T4	4	1.54 $\pm$ 1.83 1.73 [0.37 – 2.32]	1.78 $\pm$ 1.16 1.80 [1.60 – 1.92]	1.81 $\pm$ 1.19 1.83 [1.60 – 1.98]	0.180**
T4-T5	4	2.39 $\pm$ 0.33 2.52 [1.90 – 2.60]	0.23 $\pm$ 0.06 0.23 [0.16 – 0.30]	0.247 $\pm$ 0.07 0.26 [0.20 – 0.35]	0.180**
T5	9	2.04 $\pm$ 0.85 2.02 [0.93 – 3.88]	1.73 $\pm$ 0.13 0.72 [1.48 – 1.90]	1.75 $\pm$ 0.16 1.72 [1.48 – 2.02]	0.292*
T5-T6	9	2.63 $\pm$ 0.88 2.45 [1.44 – 4.32]	0.23 $\pm$ 0.06 0.27 [0.10 – 0.29]	0.28 $\pm$ 0.07 0.28 [0.12 – 0.34]	0.002*
T6	12	2.48 $\pm$ 0.77 2.58 [1.39 – 4.21]	1.75 $\pm$ 0.16 1.78 [1.38 – 2.0]	1.80 $\pm$ 0.16 1.81 [1.5 – 4.21]	0.035**
T6-T7	12	2.85 $\pm$ 1.27 2.68 [0.79 – 5.74]	0.24 $\pm$ 0.08 0.25 [0.10 – 0.38]	0.31 $\pm$ 0.10 0.32 [0.11 – 0.49]	<0.001*
T7	13	3.24 $\pm$ 1.08 3.45 [1.60 – 4.89]	1.77 $\pm$ 0.19 1.81 [1.38 – 2.06]	1.87 $\pm$ 0.17 0.89 [1.53 – 2.15]	<0.001*
T7-T8	13	3.53 $\pm$ 2.98 2.98 [1.51 – 12.58]	0.26 $\pm$ 0.09 0.26 [0.11 – 0.42]	0.36 $\pm$ 0.14 0.37 [0.11 – 0.61]	0.003**
T8	14	3.53 $\pm$ 1.06 3.41 [1.73 – 5.82]	1.82 $\pm$ 0.21 1.82 [1.43 – 2.12]	1.97 $\pm$ 0.18 2.03 [1.52 – 2.23]	<0.001*
T8-T9	13	3.51 $\pm$ 2.02 3.21 [1.80 – 9.67]	0.27 $\pm$ 0.08 0.30 [0.13 – 0.38]	0.41 $\pm$ 0.14 0.42 [0.15 – 0.71]	0.001**
T9	16	3.75 $\pm$ 1.87 3.09 [1.29 – 7.49]	1.89 $\pm$ 0.22 1.93 [1.46 – 2.22]	2.06 $\pm$ 0.21 2.13 [1.52 – 2.35]	0.001**
T9-T10	16	3.31 $\pm$ 1.69 3.01 [1.78 – 8.90]	0.34 $\pm$ 0.11 0.36 [0.12 – 0.49]	0.46 $\pm$ 0.17 0.48 [0.21 – 0.87]	0.001**
T10	17	3.44 $\pm$ 2.06 3.07 [1.02 – 10.39]	2.03 $\pm$ 0.19 2.05 [1.66 – 2.33]	2.19 $\pm$ 0.19 2.23 [1.79 – 2.48]	0.001**
T10-T11	12	2.62 $\pm$ 0.60 2.56 [1.76 – 3.61]	0.38 $\pm$ 0.11 0.39 [0.20 – 0.55]	0.52 $\pm$ 0.18 0.49 [0.31 – 0.94]	0.002**
T11	16	2.89 $\pm$ 0.99 2.87 [1.37 – 4.98]	2.18 $\pm$ 0.18 2.18 [1.72 – 2.50]	2.30 $\pm$ 0.17 2.33 [2.0 – 2.56]	0.001*
T11-T12	15	2.97 $\pm$ 0.77 3.02 [1.64 – 4.12]	0.47 $\pm$ 0.12 0.50 [0.24 – 0.66]	0.65 $\pm$ 0.13 0.65 [0.43 – 0.86]	<0.001*
T12	16	3.05 $\pm$ 1.16 2.73 [1.03 – 5.68]	2.29 $\pm$ 0.22 2.29 [1.78 – 2.70]	2.42 $\pm$ 0.18 2.41 [2.10 – 2.81]	<0.001*
T12-L1	16	3.36 $\pm$ 1.21 3.41 [1.04 – 5.68]	0.50 $\pm$ 0.147 0.48 [0.20 – 0.94]	0.73 $\pm$ 0.18 0.75 [0.44 – 1.07]	<0.001*
L1	16	3.24 $\pm$ 1.45 3.27 [1.19 – 6.09]	2.43 $\pm$ 0.23 2.45 [1.93 – 2.79]	2.56 $\pm$ 0.20 2.56 [2.22 – 2.89]	<0.001*
L1-L2	15	4.12 $\pm$ 2.04 4.02 [1.90 – 9.73]	0.58 $\pm$ 0.15 0.55 [0.31 – 0.85]	0.87 $\pm$ 0.25 0.78 [0.56 – 1.49]	0.001*
L2	15	3.08 $\pm$ 1.57 2.58 [0.71 – 6.16]	2.48 $\pm$ 0.22 2.47 [2.04 – 2.88]	2.61 $\pm$ 0.23 2.62 [2.27 – 3.0]	0.001**
L2-L3	10	4.65 $\pm$ 2.62 3.48 [2.17 – 8.81]	0.64 $\pm$ 0.18 0.61 [0.35 – 0.93]	0.90 $\pm$ 0.21 0.91 [0.60 – 1.18]	0.001*
L3	10	3.03 $\pm$ 1.23 2.67 [1.69 – 5.26]	2.55 $\pm$ 0.26 2.55 [2.23 – 2.93]	2.65 $\pm$ 0.26 2.69 [2.30 – 3.04]	0.005**
L3-L4	8	3.58 $\pm$ 2.27 2.86 [1.66 – 8.96]	0.69 $\pm$ 0.22 0.70 [0.35 – 1.05]	0.86 $\pm$ 0.15 0.87 [0.57 – 1.10]	0.029*
L4	8	2.07 $\pm$ 0.76 1.95 [1.0 – 3.26]	2.64 $\pm$ 0.26 0.64 [2.25 – 3.10]	2.76 $\pm$ 0.33 2.76 [2.24 – 3.30]	0.043**

NOT: BAĞIMLI T TESTİ VERİLENLERİN ORTALAMA ÜZERİNDEN, WILCOXON TESTİ VERİLENLERİN ORTANCA DEĞERLERİ ÜZERİNDEN YORUMLANMASI GEREKMEKTEDİR. BU NEDENLE TABLODA HER İKİSİ İSTATİSTİK DE VERİLMİŞTİR.

✓ T4 ($p=0.180$), T4T5 ($p=0.180$) ve T5 ($p=0.292$)’de konkav ve konveks değerler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

✓ T5-T6’da konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav’ın değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p=0.002$).

✓ T6’da konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p=0.035$).

✓ T6-T7’de konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p<0.001$).

✓ T7’de konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p<0.001$).

✓ T7-T8’de konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p<0.001$).

✓ T8’de konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p<0.001$).

✓ T8-T9’da konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p=0.001$).

✓ T9’da konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p=0.001$).

✓ T9-T10’da konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p=0.001$).

✓ T10’da konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p=0.001$).

✓ T10-T11’de konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p=0.002$).

✓ T11’de konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p=0.001$).

✓ T11-T12'de konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p<0.001$).

✓ T12'de konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p<0.001$).

✓ T12-L1'de konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p<0.001$).

✓ L1'de konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p<0.001$).

✓ L1-L2'de konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p=0.001$).

✓ L2'de konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p=0.001$).

✓ L2-L3'de konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p=0.001$).

✓ L3'de konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p=0.005$).

✓ L3-L4'de konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p=0.029$).

✓ L4'de konkav ve konveks gruplar arasında anlamlı bir farklılık vardır. Konkav değerleri konvekse göre daha düşüktür ($p=0.043$).

Yapılan ölçümlerde cobb açılarının apeksi belirtilmemiş olup konveks tarafın konkav tarafa göre yüksekliği hem disk aralığı hemde korpus yüksekliği ölçümlerinde apekse doğru gittikçe daha anlamlı bulunmuştur.

Tablo 4.3'e göre ortalama korpus cobb açısı 21.92 ± 4.19 ,ortalama disk cobb açısı 20.76 ± 6.74 tü. Ortalama cobb açısı 42.65 ± 8.97 olarak değerlendirildi. Korpus cobb açısı minimum 12.86, maximum 29.08 olarak değerlendirildi. Disk cobb açısı minimum 10.76, maximum 59.88 olarak değerlendirildi.

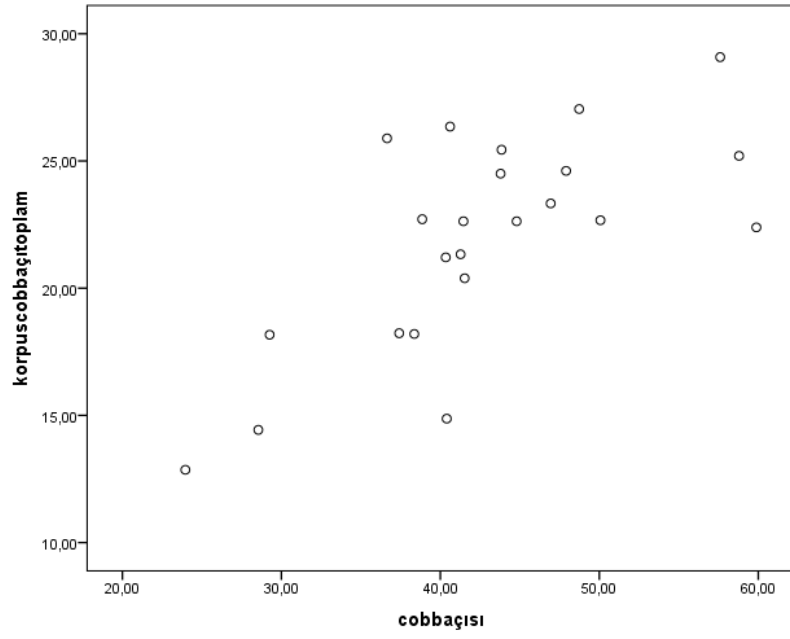
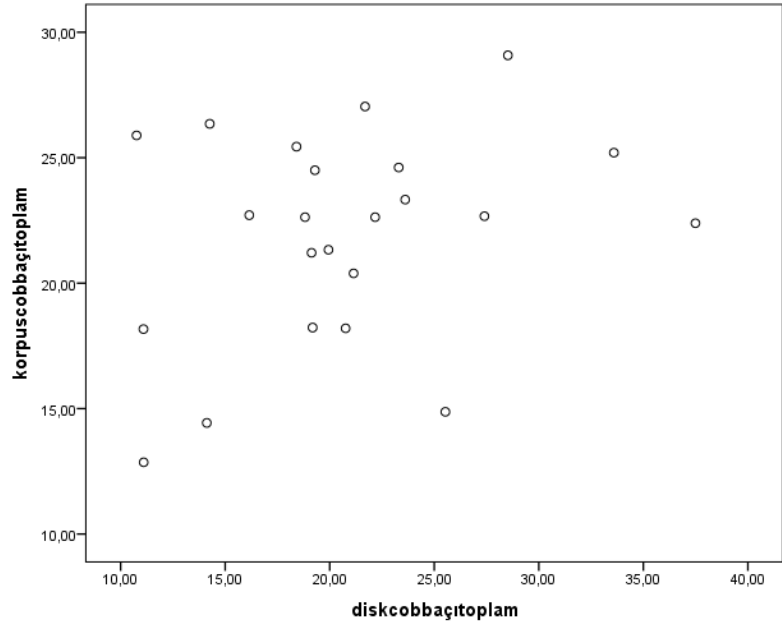
Tablo 4.3. COBB Açı Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

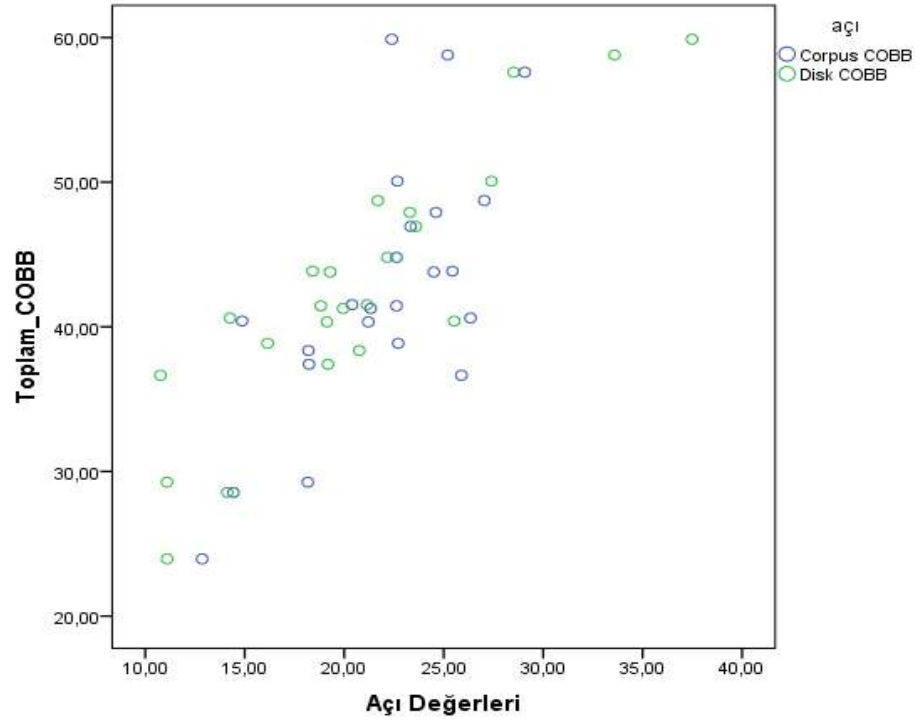
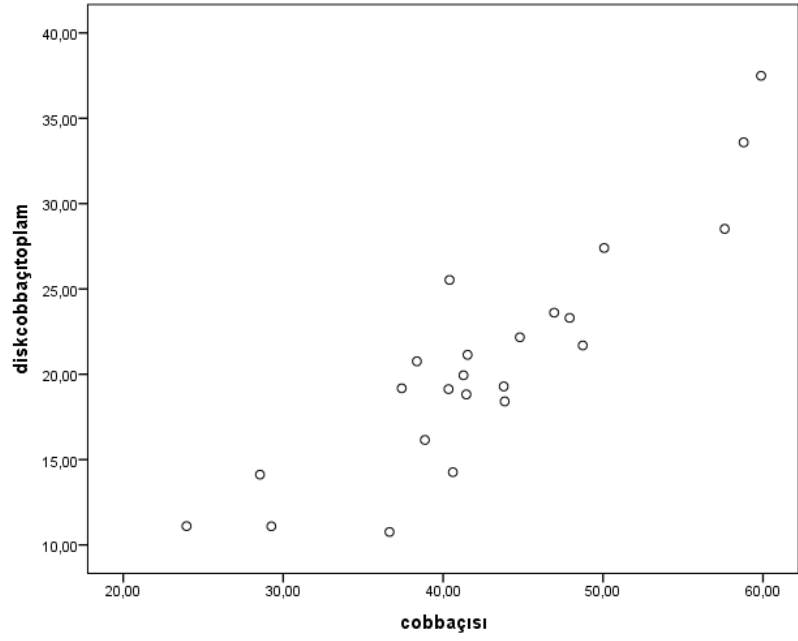
	n	Ortalama	Std. Sapma	Ortanca	Min – Maks.
Korpus COBB Açı Toplam	23	21.92	4.19	22.63	12.86 – 29.08
Disk COBB Açı Toplam	23	20.76	6.74	19.94	10.76 – 59.88
COBB Açısı	23	42.65	8.97	41.45	23.96 – 59.88

Tablo 4.4. Korpus COBB Açı Toplamı ile Disk COBB ve COBB açısı Arasındaki İlişki Değerlendirilmesi

	COBB Açısı	
	r	p
Korpus COBB Açı Toplam	0.698	<0.001
Disk COBB Açı Toplam	0.894	<0.001

Tablo 4.4'e göre korpus COBB açı toplamı ile COBB açı toplamı arasında pozitif yönde %69.8 oranında orta düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır ($r=0.698$; $p<0.001$). Korpus COBB açısı toplam açının %48.7'sini açıklamaktadır. Disk COBB açı toplamı ile COBB açı toplamı arasında pozitif yönde %89.4 oranında yüksek düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır ($r=0.894$; $p<0.001$). Disk COBB açısı toplam açının %80'nini açıklamaktadır.





Grafik 4.2. Korpus

COBB Açı Toplamı İle Disk COBB ve COBB Açı Arasındaki İlişkiyi İncelemede Saçılım Grafiği Korpus Cobb açısının ve Disk Cobb açısının Toplam COBB açısına katkı düzeyleri incelenmiştir. Korpus COBB açısının toplam COBB açısına ortalama %52 oranında, Disk COBB açısının ise toplam COBB açısına ortalama %48.0 oranında bir katkısı olduğu görülmüştür. Kişilerin %65'nin Korpus COBB açısının toplam açıya katkısı daha fazladır. Ancak, aralarındaki ilişkiyi incelediğimizde Disk ile toplam açısı arasında daha yüksek bir ilişki vardır (tablo 4). Toplam açının %80'nini Disk açıklarken, %48.7'sini Korpus COBB açısı açıklamaktadır (bu değerler tablo ile gösterilmedi, bu değerler regresyon analizi sonucu elde edildi).



5. TARTIŞMA

Skolyoz, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de özellikle adölesan yaş grubunda daha sıklıkla görülen çoğu zaman bel ağrısı gibi semptomlarla sinsi seyreden ve fark edilmediği zamanlarda kişiye ağır sistemik, psikososyal, ve kozmetik rahatsızlıkları beraberinde getiren bir omurga hastalığıdır.

Adölesan idiyopatik skolyoz (AİS) sağlıklı çocukların ortalama %2-4’ünde görülür. Cobb açısı 10° - 20° arasında olan AİS oranı %3, 30° ve üzerinde ise oran %0,3’tür. Skolyoz teşhis edilen vakaların yaklaşık %10’u konservatif tedaviye ihtiyaç duyarken sadece %0,1’inde cerrahi tedavi gereklidir (6). Skolyozda kız ve erkek cinsiyet oranları Cobb açısına göre farklılık göstermektedir. Cobb açısı 10° - 20° arasında olan eğriliklerde kız/erkek oranı 1/1, 20° - 30° arasında olanlarda bu oran 5,4/1, 30° ve üzerinde olanlarda ise 7/1’dir(29).

Skolyozun etiyolojisi hakkında günümüze dek çok ciddi araştırmalar yapılmış olup konuya ilişkin olarak herediter faktörler, biyomekanik faktörler, çevresel faktörler, nöromusküler faktörler, vestibüler disfonksiyon, asimetrik vertebral büyüme, nükleus pulposusun kollajen bozukluğu, büyüme hormonu disfonksiyonu ve paravertebral kaslar, büyüme hormonu salgılanması, bağ dokusu yapısı, melatonin sekresyonu ve platelet mikroyapısı, platelet kalımadulin düzeyi suçlanmıştır. Skolyoz tanısı konulduktan sonra progresyon açısından belirli aralıklarla takip edilmesi gerekir. Erken teşhis ve konservatif tedavi (korse, egzersiz) modalitelerine rağmen cerrahi tedavi endikasyonları olan olgulara uygun operasyonlar yapılmaktadır.

Skolyoz takibi ve cerrahi karar vermede klinikle beraber cobb açısı önemli yer tutar. Skolyoz tanısı konulan hastaların takibinde standart yöntem Cobb metodudur. Bu yöntemde; eğriliğin her iki ucunda en fazla eğime sahip olan vertebralar üst ve alt end vertebralar olarak belirlenir. Üst uç (end) vertebranın üst, alt uç vertebranın ise alt yüzeyinden geçen teğet çizgilere çizilen dikey çizgiler arasındaki açı eğrilik açısı kabul edilir. Cobb açısını konkav taraftaki eğriliğin disk aralığının dar olması ve vertebra korpusundaki kamalaşma etkiler.

Cobb açısını her iki end plate arasındaki her bir omurun ve her bir disk aralığındaki açının toplamı oluşturur.

Skolyozlu hastalarda etkilenen cobb açısı dahilindeki torakal, lumbal vertebralar ve diskin morfolojik ve morfometrik değerlendirmeleri cerrahi öncesi ve sonrası dönemde klinisyene yardımcı olmaktadır.

Araştırmacılar torakal ve lumbal vertebralarda morfometrik ölçümler yapmışlardır. Bu araştırmalarda özellikle kadavra çalışmaları büyük yer tutmaktadır. Cerrahi planlanan olgularda vida yerleştirilmesi önemli yer tuttuğundan dolayı literatürde daha çok corpus vertebrae, pediculus arcus vertebrae ölçümleri birçok araştırmacı tarafından yapılmış olup, araştırma ve çalışmalar halen devam etmektedir.

Adölesan idiopatik skolyozlu hastalarda vertebral morfometrik çalışmalar sınırlı sayıdadır. Brink ve ark. adölesan idiopatik skolyozlu (AIS) hastalarda BT ile morfometrik ölçümleri corpus vertebrae ve pediculus arcus vertebrae’larda yapmışlardır. Bu çalışmalarda yaş grupları ayrılmadan erkek ve kadınlarda ortalama yaş alınmıştır. Kontrol grubu ile kıyas edildiğinde adölesan idiopatik skolyozu olan hastalarda vertebral gövde ve pedikül asimetrisi olduğu görülmüştür (69).

Xiaobang Hu ve ark. tarafından cerrahi planlanan olgulara vida yerleştirmenin önemine dikkat etmek için pedikülün morfolojik yapıları ile ilgili çalışma yapılmış. 17 bayan hastada pediküllerin morfolojik yapıları incelenmiştir. Konkav tarafta pedikül genişliği daha küçük olarak ölçülmüştür. Apexte konkav pedikül genişliğinin küçüklüğü konveks pedikül genişliğine göre daha anlamlı bulunmuştur (103).

Stefan ve ark. tarafından skolyoz hastaları vertebral kamalaşma açısından incelenmiş olup 30 hasta değerlendirilmiştir. Bu çalışmada kontrol grubu olarak normal vertebralarla karşılaştırma yapılmıştır. Yapılan çalışmada skolyoz hastalarında vertebral kamalaşmanın olduğu görülmüş olup bu kamalaşmanın skolyoz eğrisinde apekse doğru arttığı görülmüştür. Skolyoz eğrisindeki kamalaşma hem koronal hem saggital planda değerlendirilmiş olup koronal plandaki kamalaşma anlamlı bulunmuştur. Saggital planda kamalaşma minimal olarak tespit edilmiştir (104).

Bizim çalışmamızda da koronal planda konkav ve konveks yükseklik ölçülmüş olup konkav tarafta vertebra yüksekliği daha düşük olduğu görüldü. Bu da kamalaşmayı destekler niteliktedir.

Rob C. Ve arkadaşları tarafından yapılan bir araştırmada gerçek mid sagittal düzlemde ön ve arka osseöz ve non osseöz yapılar incelenmiştir.vertebra gövdesi ve diskin anterior ve posterioru,lamina ve interlaminar boşluk ,spinos proces ve interspinöz aralık ayrıca primer torasik ve lomber AIS eğrilerinin ön kolon ve posterior yapıları arasındaki yükseklik oranları ölçülmüş ve skolyoz olmayan hastalarla karşılaştırılmıştır.AIS da torasik eğrinin anterior yüksekliği posterior yükseklikten $\%3.6 \pm 2.8$ daha uzun ,lamina boyunca $\%2 \pm 6.1$ daha uzun,spinöz processler boyunca $\%8.7 \pm 7.1$ daha uzun ve bu değerler kontrol grubundan önemli ölçüde farklı bulunmuştur. Osseöz kısımların mutlak yüksekliği, orta sagittal düzlemde AIS ve kontroller arasında önemli ölçüde farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Bunun tersine, intervertebral yapılar, gözlenen uzunluk farklılıklarına önemli ölçüde katkıda bulunmuştur (105).

Hitesh N Modi ve arkadaşları tarafından 150 adölesan idiopatik skolyoz hastasını içeren bir çalışma yapılmış. Bu çalışmada torakal ve lomber vertebra gövdeleri ve disk aralıklarının kamalaşması incelenmiştir. Çalışmadaki hastalar cobb açısı 30° ’den küçük ve 30° ’den büyük olmak üzere iki gruba ayrılmıştır.Ayrıca çalışmada vertebra rotasyonu ve kamalaşma da karşılaştırılmıştır. Çalışmada hem torasik hem de lomber eğrilerde, skolyoz derecesi arttıkça, hem diskte hem de vertebra gövdesinde kamalaşmanın arttığı görülmüştür.Torakal eğriliklerde vertebra gövdesinin kamalaşması diskteki kamalaşmadan daha fazla iken, lomber eğriliklerde diskteki kamalaşmanın vertebra gövdesine göre daha fazla olduğu görülmüştür.

Rotasyonla kamalaşma karşılaştırıldığında herhangi anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir (106).

Literatürü incelediğimizde skolyoz hastalarında vertebra morfolojileri ile ilgili yapılan çalışmaların özellikle cerrahi vida yerleştirmede kullanılacak teknikler nedeniyle yapılmış olduğunu görmekteyiz. Literatürde vertebra korpusu ve pedikülü ile ilgili morfometrik çalışmalar daha çok yer almaktadır.

Bizim çalışmamızda BT de mid koronal planda AIS hastalarında konkav ve konveks taraftaki disk ve korpus yüksekliklerini ayrıca korpus ve diskin oluşturduğu açıları inceledik. Konkav tarafta hem disk yüksekliğinin hem korpus yüksekliğinin konveks tarafa göre düşük olduğunu gördük. Bu değerler arasındaki farkın apeksten uzaklaştıkça azaldığının daha tespit ettik. Bu veriler bize kamalaşmanın apekte daha

fazla olduğunu apekten uzaklaştıkça kamalaşmanın daha da azaldığının göstermektedir.

Vertebra korpus ve diskin oluşturduğu açıların cobb açısıyla olan ilişkisine baktığımızda disk aralığının oluşturduğu açının cobb açısı ile ilişkisinin daha fazla olduğunu gördük. Vertebra gövdelerindeki ve diskteki kamalaşmanın artması cobb açısını arttırmaktadır.



KAYNAKLAR

1. Herring JA. Tachdjian's Pediatric Orthopaedics. 3rd Edition, New York: W.B.Saunders Company, 2002: 213-299.
2. Freeman BL. Scoliosis and Kyphosis. Canale S.T. Campbell's Operative Orthopaedics, 10th Edition. Mosby, Philadelphia 2003; Volume 2; 1751-1837.
3. Snell RS. Clinical neuroanatomy: Lippincott Williams & Wilkins; 2010. 14-21 p.
4. Sadler T. Langman's Medikal Embriyoloji, Çeviri editörü Prof. Dr A Can Başaklar, Palme yayıncılık. 2011;7:65-90.
5. Moe JH, Kettleson D. Idiopathic scoliosis: Analysis of curve patterns and pereliminary result of Milwaukee brace treatment in 169 patients. J Bone Joint Surg., 1970; 52 A: 1509-1533.
6. Herring JA. Tachdjian's Pediatric Orthopaedics. 3rd Edition, New York: W.B. Saunders Company, 2002; 213-299.
7. Alıcı E. Omurga Hastalıkları ve Deformiteleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları. İzmir, 1991; 271-384.
8. Ogilvie JW. Historical Aspect of scoliosis. Winter RB, Bradford DS, Lonstein JH, Ogilvie JW. MOE'S Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities. 3rd Ed, Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1995; 1-5.
9. Mehlman CT. Idiopathic Scoliosis, Emedicine from WebMD. <http://www.emedicine.com/orthoped/topic504.htm>, 2004.
10. Sherwood AA. An anterior aproach to scoliosis. A prelminary report. Clin Orthop, 1969; 62: 192- 202.
11. Snell RS. Clinical anatomy by regions: Lippincott Williams & Wilkins; 2011. 685-719.
12. Moore KL, Dalley AF, R AAM. Kliniğe Yönelik Anatomi: Nobel Tıp Kitabevleri; 2014. 439-495.11.
13. Birch JG, Herring JA, Roach JW, Johnston VE. Cotrel-Dubousset Instrumentation in Idiopathic Scoliosis. A Preliminary Report. Clin. Orthop. Rel. Res. 1988;227;24-29.
14. Boos N, Dreier D, Hilfiker E. Tissue characterization of symptomatic and asymptomatic disc herniations by quantitative magnetic resonance imaging. J Orthop Res 1997; 15(1): 141-9.
15. Gögüş A, Akman Ş, Talu U, Şar C, Hamzaoglu A. Adölesan idiyopatik skolyozun anterior ensturmentasyon ile tedavisi ve erken sonuçlar. Acta Orthop Traumatol Turc, 2001; 35: 196-207.
16. Kaneda K, Shuno Y, Satoh S, Abumi K. Anterior Correction of Thorasic Scoliosis with Kaneda Anterior Spinal System. A Preliminary Report. Spine, 1997;15:22(12):1358-1368.
17. Mohan AL, Das K. History of surgery for the correction of spinal deformity. Neurosurg Focus 2003; 14(1):1-5. 90.
18. Luque ER The anatomic basis and development of segmental spinal instrumentation. Spine 1982; 7:256-259.
19. Dere F. Klinik Anatomi, Adana, 1992. 276-320.
20. Moore K.L. Clinically Oriented Anatomy, 3rd Edition, Williams & Wilkins, Baltimore, 1992. 323-372.
21. Hahe TR, Bergman M, O'Brien M. The effect of the three columns of the spine on the instantaneous axis of rotation in flexion and extension. Spine 1991;16:312-318.
22. Lök V, Önçağ H, Alıcı E, Yüce N. Türkiye hakkındaki skolyoz insidensi. VI. Milli Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongre Kitabı, İzmir, 1980; 86-90.

23. Miller MD. Millerin ortopedi kitabı. Yazıcı M, Yetkin H.(çev). Ankara akademi doktorlar yayınevi, 2006; 110-39.
24. Aydın T, Karacan İ, Koyuncu H, Rezvani A. İntervertebral Diskte Dejenerasyon sürecinin Lomber Disk Hernisi Gelişiminde Rolü. Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi 2001; 47(5): 49-51.
25. Hanakita J, Suwa H, Nishihara K, Sakaida H, Iihara K. Clinical evaluation of lumbar disc hernia in the teenagers. No Shinkei Geka 1991; 19(4): 337-42.
26. Yaszemski MJ, Augustua AW, Panjabi MM. Biomechanics of the spine. In:Fardon DF, Garfin SR (Eds.). Orthopaedic knowledge update : spine 2. 2nd ed.Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons;2002.p.15-23.
27. Posner I, White AA. A biomechanical analysis of the clinical stability of the lumbar and the lumbosacral spine. Spine 1982; 7: 374.
28. Freeman B.L. Scoliosis and Kyphosis. Canale S.T. Campbell's Operative Orthopaedics, 10th Edition. Mosby, Philadelphia, 2003. Volume 2, 1751-1837, 35.
29. Lowe TG, Edgar M, Margulies JY, Miller NH, Raso VJ, Reinker KA, Rivard CH. Etiology of idiopathic scoliosis: current trends in research. J Bone Joint Surg Am 2000;82-A(8):1157-688.
30. Skipor AF, Miller JAA. Stiffness properties and geometry of lumbar spine posterior elements. J Biomechanics 1985; 18(11): 821-30.
31. Eşrefoğlu M. Embriyoloji. İstanbul Medikal Yayıncılık. 2017;1:103-26.
32. Dere F, Yücel D. (1994) Spor Eğitimi için Fonksiyonel Anatomi. 26-29. Okullar Pazarı Kitapevi, Adana.
33. Moore KL. Clinically Oriented Anatomy, 3rd Edition, Williams & Wilkins, Baltimore, 1992: moorebernhard 323 72.
34. Waschke J, Böckers TM, Paulsen F, Winkler S, Dalkowski K, Mair J, et al. Sobotta Anatomi Konu Kitabı Çeviri Mustafa Fevzi Sargon. 1 ed: Güneş Tıp Kitabevleri; 2016 57-140.
35. Lonstein JE. Patient Evaluation. MOE'S Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities. Winter RB, Bredford DS, Lonstein JE, Ogilvie JW. 3rd Ed, Philadelphia: W.B Saunders Company, 1995; 45-85.
36. Dormans JP. Pediatric Orthopaedics: Core Knowledge in Orthopaedics. 1st Edition. Elsevier Mosby, Philadelphia, 2005. 265-278
37. Bono CM, Garfin SR. Spine: Orthopaedic Surgery Essentials, Lippincott Williams &Wilkins, Philadelphia, 2004. 163-174.
38. Hindle RJ, Percy MJ, Cross A. Mechanical function of the human lumbar interspineus and supraspinous ligements. J Bimed Eng 1990; 12: 340-4.
39. Riseborough EJ, Wynne-davies R. A genetic survey of idiopathic scoliosis in Boston, Massachusetts. JBJS. 1973;55(5):974-82.
40. Neumann P, Keller TS, Ekström L, Perry L, Spengler DM. Mechanical properties of human lumbar anterior longitudinal ligament. J Biomechanics 1992; 25(10): 1185-94.
41. 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.
42. Machida M, Dubousset J, Imamura Y, Iwaya T, Yamada T, Kimura J. Role of melatonin deficiency in the development of scoliosis in pinealectomised chickens. The Journal of bone and joint surgery British volume. 1995;77(1):134-8.
43. Dayer R, Haumont T, Belaieff W, Lascombes P. Idiopathic scoliosis: etiological concepts and hypotheses. Journal of children's orthopaedics. 2013;7(1):11-6.

44. Hueter C. Anatomische studien an den extremitätengelenken neugeborener und erwachsener. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. 1862;25(5-6):572-99.
45. 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.
46. Harrington PR. Treatment of scoliosis: Correction and internal fixation by spine enstumentation. J Bone Joint Surg 1962; 44 A: 591-610.
47. K. L. Moore, *Clinically Oriented Anatomy*, 3 rd. Baltimore: Williams & Wilkins, 1992 <http://www.emory.edu/ANATOMY/AnatomyManual/back.html>
48. Dwyer AF, Newton NC, Sherwood AA. An anterior approach to scoliosis. A preliminary report. Clin Orthop, 1969; 62: 192- 202.
49. Bradford, D.S. (1995). Adult Scoliosis. Winter RB, Bradford DS, Lonstein JH, Ogilvie JW, MOE'S Textbook of Scoliosis and Other Spinal Deformities. 3rd Ed, Philadelphia W.B. Saunders Company.
50. Reamy, B.V., Slakey, J.B. (2001) Adolescent Idiopathic Scoliosis: Review and Current Concepts .American Family Physician, 64:111-6.
51. Asher, M.A., Burton D.C. (2006) Adolescent Idiopathic Scoliosis: Natural History 53 and Long Term Treatment Effects .Scoliosis. 1(1), 2.
52. The vertebral column and spinal cord. <http://www.emory.edu/ANATOMY/AnatomyManual/back.html>
53. Güngör H. Adolesan idiyatik Skolyozun Cerrahi Tedavisinde Fuzyon Sahası Secimi ve Denge Problemi. Uzmanlık Tezi. İstanbul, 1996.
54. King AB. Functional anatomy of the lumbar spine. Orthopaedics 1983; 6:1588.
55. Hollinshead. Anatomy of the Spine. J. Bone Joint Surg. 47A: 209, 1965 42.
56. King AB.: Functional Anatomy of the Lumbar Spine. Orthopaedics, 6:1588, 1983.
57. Sarpyener K, Eralp F. (1991) Fonksiyonel Anatomi. 112-130. Marmara Üni. Bed. Eğt. Böl. İstanbul, 21.
58. Hukins DWL, Kirby MC, Sikoryn TA, Aspden RM, Cox AJ. Comprasion of structure, mechanical properties and functionsof lumbar spinal ligaments. Spine 1990; 15(8): 787-95.
59. Cotrel Y, Dubousset J. New segmental posterior instruöentation of spine .OrthopTrans 9: 118, 1985.
60. Neumann DA, Kinesiology of the musculoskeletal System, 2002: 250-35017. The vertebral column and spinal cord.
61. Delee JC, Drez D. Orthopaedic Sports Medicine. Principles and practice, 1994: 1018-62.
62. Sharma M, Langrana NA. Role of ligaments and facet in lumbar spinal stability. Spine 1995; 20(8): 887-900.
63. Myklebust JB, Pintar F. Tensile strenght of spinal ligaments. Spine 1988; 13(5): 526-31.
64. Moore KL, Persaud TVN. The Developing Human: Clinically Oriented Embryology, 5th edition, Philadelphia, 1998; 354-360.
65. Petorak İ. Medikal Embriyoloji, Beta Basın Yayın Dağıtım A.Ş. İstanbul, 19846. Montgomery F, Wilmer S, Applegren G. Long-term follow up of patients with adolescent idiopathic Scoliosis treated conservatively: An analysis of the clinical value of progression. J Ped Orthop, 1990; 10: 48-52.
66. Goldstein LA, Waugh TR. Classification and terminology of scoliosis. Clin Orthop 1973; 93:10.
67. Şar C. Lomber omurganın anatomisi, biyomekaniği ve biyokimyası. Özcan E (Editör) Bel ağrısı tanı ve tedavi'de. 1. baskı. İstanbul: Nobel Kitabevi; 2002. s.9-14.

68. Kapandji IA. The physiology of the joints. The Trunk and vertebral column. Churchill Livingstone, Edinburgh, London. 1974; 3: 72-126.
69. Brink RC, Schlösser TP, Colo D, Vincken KL, van Stralen M, Hui SC, et al. Asymmetry of the vertebral body and pedicles in the true transverse plane in adolescent idiopathic scoliosis: a CT-based study. *Spine deformity*. 2017;5(1):37-45.
70. McAllister WH, Shackelford GD. Classification of spinal curvatures. *Radiol ClinNorthAm* 1975; 13:93.
71. Terminology Committee, Scoliosis Research Society.
72. D. S. Drummond, "Four Decades of Advancement for the Surgical Treatment of Spinal Deformity," *Univ. Pennsylvania Orthop. J.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–9, 1980.
73. Ogilvie J. Adolescent idiopathic scoliosis and genetic testing. *Current opinion in pediatrics*. 2010;22(1). 67-70.
74. K. Kaneda, Y. Shono, S. Satoh, and K. Abumi, "Anterior correction of thoracic scoliosis with Kaneda anterior spinal system. A preliminary report.," *Spine (Phila. Pa. 1976)*., vol. 22, no. 12, pp. 1358–68, Jun. 1997.
75. Gray, H. Anatomy of the human body. [online ed.]. Bartleby.com, 2000. <http://www.bartleby.com/107/>.
76. Miller NH, Justice CM, Marosy B, Doheny KF, Pugh E, Zhang J, et al. Identification of candidate regions for familial idiopathic scoliosis. *Spine*. 2005;30(10):1181-7.
77. Gunzburg R, Hutton WC, Crane G, Fraser RD. Role of capsulo-ligamentous structures in rotation and combined flexion-rotation of lumbar spine. *J SpinalNDisorders* 1992; 5(1): 1-7.
78. Luk KDK,, Ho HC, Leong JCY:. Iliolumbar ligament. *Tpe Journal of Bone and Joint Surgery* 1986; 68(2): 197-200.
79. Yamamoto I, Panjabi MM, Oxland TR, Crisco JJ. The role of iliolumbar ligament in the lumbosacral joints. *Spine*; 1990; 12(7): 669-74.
80. Ülker S. (1985) *Anatomi Sözlüğü*. 5-10. İnkılap Kitabevi, İstanbul.
81. Zielke K, Stundait R, Beaujean F. Ventrale derotation spondylodese. Vorläufiger Ergebnisbericht über 26 operierte Fälle. *Arch Orthop Unfall-Chir*, 1976; 85: 257-277.
82. Wood II GW. Spinal Anatomy and Surgical Approaches. In: Canale S, Beaty JH, eds. *Campbell's Operative Orthopaedics*. Thirteenth. Philadelphia: Elsevier; 2017:1524-1558.
83. Bushell, GR, et al. The collagen of the intervertebral disc in adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Br*. 1979;61:501-8.
87. Scoliosis and Kyphosis. [yazan] S.T. Canale. *Campbell's Operative Orthopaedics, 10th Edition*. Mosby, Philadelphia : s.n., 20032. Şeftalioğlu A. Genel&Özel İnsan Embriyolojisi, Alp Ofset Matbaacılık, 4. Baskı, Ankara. 2003:465-470.
84. Moore KL, Dalley II AF, Agur AMR. Vertebrae and Vertebral Column. In: *MOORE Clinically Oriented ANATOMY*. 7th editio. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, Wolters Kluwer; 2014:440-482.
85. Yoganandan N, Arun MWJ, Dickman CA, Benzel EC. Practical Anatomy and Freeman, BL Fundamental Biomechanics. In: *Benzel's Spine Surgery*. 4th editio. Philadelphia: Elsevier; 2017:58-83.
86. Izzo R, Guarnieri G, Guglielmi G, Muto M. Biomechanics of the spine. Part I: spinal stability. *Eur J Radiol*. 2013;82(1):118-126. doi:10.1016/j.ejrad.2012.07.024.
87. William C, Warner S, Jeffery S. Scoliosis and Kyphosis. In: Canale S, ed. *Campbell's Operative Orthopaedics*. Thirteenth. Philadelphia: Elsevier; 2017:1897-2120.

88. White III AA, Panjabi MM. Physical Properties and Functional Biomechanics of the Spine. In: *Clinical Biomechanics of the Spine*. 2nd editio. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1990:1-85.
89. Kim H, Kim HS, Moon ES, Yoon CS Et al. Scoliosis imaging: what radiologists should know. *Radiographics*. 2010 Nov;30(7):1823-42. doi: 10.1148/rg.307105061.
90. JC., RISSER. The Iliac apophysis; an invaluable sign in the management of scoliosis. *Clin Orthop*. 1958;11:111-9.
91. Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, Blanke K. A new and comprehensive classification system of adolescent idiopathic scoliosis. AAOS 66th Annual Meeting, Anaheim, CA, February.
94. Bunnell W. An objective criterion for scoliosis screening. *J Bone Jt Surg Am*. 1984;66:1381.
95. Herring JA. Scoliosis. In: *Tachdjian's Pediatric Orthopedics* 1999.
92. Freeman III, B.L. (2007), (Çeviri: Bilsel, N.). Campbell's Operative Orthopaedics. 10. Baskı. Hayat Tıp Kitapçılık. 38: 1751-1952.
93. Adams W. *Lectures on the Pathology: From the Texas Scottish Rite Hospital for Children [In Turkish]*. 4th editio. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri/Saunders Elsevier; 2012:265-389.
96. Zetterberg C, Aniansson A, Grimby G. Morphology of the paravertebral muscles in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1983;8(5):457-462.
97. Ramirez N, Johnston C, RH B. The prevalence of back pain in children who have idiopathic scoliosis. *J Bone Jt Surg Am*. 1997;79:364.
98. Pehrsson K, Bake B, Larsson S. Lung function in adult idiopathic scoliosis: A 20 year follow up. *Thorax*. 1991;46:474.
99. Malfair D, Flemming AK, Dvorak MF, et al. Radiographic Evaluation of Scoliosis: Review. *Am J Roentgenol*. 2010;194(3_supplement):S8-S22. doi:10.2214/AJR.07.7145.
100. Ecker ML, Betz RR, Trent PS, et al. Computer tomography evaluation of Cotrel-Dubousset instrumentation in idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1988;13(10):1141-1144.
101. Legaye J, Duval-Beaupere G, Hecquet J, Marty C. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *Eur spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc*. 1998;7(2):99-103. doi:10.1007/s005860050038.
102. Mac-Thiong J-M, Berthonnaud E, Dimar JR 2nd, Betz RR, Labelle H. Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29(15):1642-1647.
103. 2014 Dec 1;8:30.doi: 10.14444/1030. eCollection 2014. Thoracic and lumbar vertebrae morphology in Lenke type 1 female adolescent idiopathic scoliosis patients. Xiaobang Hu¹, Krzysztof B Siemionow², Isador H Lieberman¹
104. 2004 Oct 15;29(20):E455-62. doi: 10.1097/01.brs.0000142430.65463.3a. Vertebral wedging characteristic changes in scoliotic spines Stefan Parent¹, Hubert Labelle, Wafa Skalli, Jacques de Guise
105. 2018 Dec;18(12):2259-2265. doi: 10.1016/j.spinee.2018.05.005. Epub 2018 May 4. Anterior-posterior length discrepancy of the spinal column in adolescent idiopathic scoliosis-a 3D CT study Rob C Brink¹, Tom P C Schlösser¹, Marijn van Stralen², Koen L Vincken³, Moyo C Kruijt¹, Steve C N Hui⁴, Max A Viergever³, Winnie C W Chu⁴, Jack C Y Cheng⁵, René M Castelein⁶
106. Differential wedging of vertebral body and intervertebral disc in thoracic and lumbar spine in adolescent idiopathic scoliosis – A cross sectional study in 150 patients Hitesh N Modi†1, Seung Woo Suh*†1, Hae-Ryong Song†2, Jae-Hyuk Yang†1, Hak-Jun Kim†3 and Chetna H Modi†1