



T.C

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

SKOLYOZ HASTALARININ OPERASYON ÖNCESİ VE SONRASI
İNTRAPLEVRAL ALAN DEĞİŞİMİNİN RETROSPEKTİF OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ

DR. FERHAT ÖKTEM

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ A.D.

UZMANLIK TEZİ



T.C

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

**SKOLYOZ HASTALARININ OPERASYON ÖNCESİ VE SONRASI
İNTRAPLEVRAL ALAN DEĞİŞİMİNİN RETROSPEKTİF OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

DR. FERHAT ÖKTEM

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ A.D.

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. EMRE KARADENİZ

KOCAELİ

2023

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	İ
TEŞEKKÜR.....	İV
KISALTMALAR.....	V
ŞEKİL DİZİNİ.....	VI
TABLO DİZİNİ.....	VII
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2.GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Omurga Anatomisi.....	3
2.1.1. Servikal Vertebra Anatomisi.....	4
2.1.2.Torakal Vertebra Anatomisi.....	4
2.1.3 Lomber Vertebra Anatomisi.....	4
2.1.4 Sakrum anatomisi.....	5
2.2.Solunum Sistemi Anatomisi.....	5
2.2.1 Göğüs Kafesi Anatomisi.....	5
2.2.2 Diyafram Anatomisi.....	7
2.2.3 Mediastinum Anatomisi.....	8
2.2.4 Plevra Anatomisi.....	9
2.2.5 Akciğerlerin Anatomisi.....	10
2.3. Solunum Fizyolojisi.....	11
2.3.1. Boyle Kanunu.....	12
2.3.2. İspirasyon ve Ekspirasyon.....	12
2.3.3 Akciğerlerin Fiziksel Özellikleri.....	16
2.3.4. Kompliyans.....	16

2.3.5.Esneklik.....	16
2.3.6.Yüzey gerilimi.....	16
2.3.7 Akciğer Volüm ve Kapasiteleri.....	17
2.4 Skolyoz.....	18
2.4.1 Skolyozun Tanımı.....	18
2.4.2 Skolyozun Sınıflandırılması.....	18
2.4.3 Skolyoz Etyopatogenezi.....	19
2.4.4 Epidemiyoloji.....	22
2.4.5 Öykü.....	22
2.4.6 Fizik Muayene.....	23
2.4.7 Skolyozda Görüntüleme.....	25
2.4.8 Skolyozda Frontal Düzlemin (eğriliğin) Ölçümü.....	25
2.4.9 Fleksibilitenin Değerlendirilmesi.....	26
2.4.10 Vertebral Rotasyonun Değerlendirilmesi.....	26
2.4.11 Frontal ve Sagittal Dengenin Değerlendirilmesi.....	28
2.4.12 Skolyoz Taraması.....	30
2.4.13 Doğal Seyir ve Matüritenin Tayini.....	30
2.4.14 Eğrilik Tipleri.....	31
2.4.15 Skolyozda Tedavi.....	35
2.4.15.1 Cerrahi Girişimler.....	37
2.5 Skolyozun Solunum Sistemi Üzerine Etkileri.....	38
3.GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	41
3.1 Gereç.....	41
3.2 Yöntem.....	41
4.ÖRNEK OLGU SUNUMU.....	43

5.BULGULAR.....	46
6.TARTIŞMA.....	49
7.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
8.ÖZET.....	56
9.ABSTRACT.....	57
10. KAYNAKÇA.....	58



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimi aldığım zaman boyunca asistanı olmaktan gurur duyduğum bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen başta anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Kaya Memişoğlu olmak üzere, Prof. Dr. Cumhur Cevdet Kesemenli'ye, Prof Dr. Levent Buluç'a, Prof. Dr. Bilgehan Tosun'a, Prof. Dr. Murat Üzel'e, Doç. Dr.Özgür Selek'e, Doç. Dr. Serdar Demiröz'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın her aşamasında değerli bilgilerini benimle paylaşan ve büyük bir sabırla bana yol gösterici olan tez danışman hocam Doç.Dr.Emre Karadeniz'e teşekkür ederim.

Asistanlık sürecim boyunca keyifle çalıştığım Uzm.Dr.Kadir Çağrı Dursun ve Uzm.Dr.Mesut Uysal olmak üzere tüm asistan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bu günlere gelmemde en büyük desteğim olan anneme,babama,kardeşıme ve en büyük mutluluk kaynağım olan sevgili eşim Uzm.Dr.Fatma Öktem'e sonsuz kez teşekkür ederim.

II. KISALTMALAR

TAK: Total Akciğer Kapasitesi

VK: Vital Kapasite

İVK: İspiratuar Vital Kapasite

İK: İspiratuar Kapasite

FRK: Fonksiyonel Rezidüel Kapasite

İRV: İspiratuar Rezerv Volüm

ERV: Ekspiratuar Rezerv Volüm

RV: Rezerv Volüm

TV: Tidal Volüm

SFT: Solunum Fonksiyon Testi

BT: Bilgisayarlı Tomografi

MR: Manyetik Rezenans

P: Basınç

T: Yüzey Gerilimi

R: Yarı Çap

AİS: Adölesan İdiopatik Skolyoz

SVE: Sagittal Vertebral Eksen

PT: Proksimal Torasik

AT: Ana Torasik

TL/L: Torakolomber/Lomber

SSVÇ: Santal Sakral Vertikal Çizgi

paO₂: Parsiyel Oksijen Basıncı

III. ŐEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Omurganın anterior, lateral ve posterior görünümü.....	3
Şekil 2. Göğüs kafesini oluşturan kemiklerin arkadan ve önden görünümü.....	6
Şekil 3. Göğüs kafesini oluşturan kaslar ve dolaşımını sağlayan damarların anatomisi.....	7
Şekil 4. Diyafragma ve diyafragma deliklerinin bulunduğu düzeyler.....	8
Şekil 5. Sternumu ve kostaların ön kısımlarını örten parietal plevranın makroskopik görünümü.....	9
Şekil 6. Akciğerlerin kostal yüzü.....	10
Şekil 7. Akciğerlerin medial yüzü.....	10
Şekil 8. Őıngadaki pistonun hareketine benzer Şekilde havanın akciğere girip çıkması...	12
Şekil 9. İntraplevral, intraalveoler, transpulmoner basınç eğrileri ve hacim ilişkisi.....	14
Şekil 10. Ekspirasyon ve inspirasyonda intraplevral, intraalveoler, transpulmoner Basınç.....	14
Şekil 11. Hacim-zamana dayalı statik akciğer hacim ve kapasiteleri spirogramı.....	17
Şekil 12. Skolyozlu hastanın görüntüsü ve Adams öne eğilme testi.....	24
Şekil 13. Skolyotik eğriliğin ölçüm yöntemleri.....	26
Şekil 14. Pedriolle torsiyometresi ile vertebra rotasyon ölçümü.....	27
Şekil 15. Nash-Moe metoduna göre vertebra rotasyonu ölçümü.....	28
Şekil 16. Koronal denge metoduna göre vertebra rotasyonu ölçümü.....	29
Şekil 17. Sagittal dengenin çizimi ve değerlendirilmesi.....	29
Şekil 18. Lomber omurga belirteci.....	33
Şekil 19. Lenke Sınıflaması.....	34

IV. TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Skolyoz sınıflaması.....	19
Tablo 2. Skolyoz tipine göre etyoloji.....	21
Tablo 3. Skolyozda klinik değerlendirme.....	23
Tablo 4. Fizik muayenede dikkat edilmesi gereken hususlar.....	25
Tablo 5. Risser evrelemesi ve eğrilik derecesine göre ilerleme oranları.....	31
Tablo 6. Lenke sınıflamasına göre eğriliğin tipi.....	32
Tablo 7. Eğriliğin derecesi ve Risser evresine göre genel tedavi yaklaşımı.....	35
Tablo 8. Cerrahi endikasyonlar.....	36
Tablo 9. Cerrahi komplikasyonlar.....	38
Tablo 10. Cobb açısına göre skolyozun solunumsal fonksiyonlara etkisi.....	40
Tablo 11. Olguların cinsiyet ve ameliyat oldukları sıradaki yaşları ve takip süreleri.....	46
Tablo 12. Olguların Risser sınıflamasına göre dağılımı.....	46
Tablo 13. Bulgular.....	48

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Skolyoz, omurganın en sık görülen deformitesidir. Skolyozun prevalansı, etnik ve coğrafi özelliklere bağlı olarak %0,13-13,6 arasında farklılıklar gösterir (1). Terim olarak Yunancadan köken alır ve “eğri, çarpık” anlamına gelmektedir. Eski literatürlerde, omurganın frontal planda laterale doğru olan eğriliklerini ifade etmektedir. Omurganın yer değiştirmesinden omurganın hangi bölgesinin etkilendiğine bağlı olarak, skolyoz "torasik", "lomber" veya "torakolomber" olarak sınıflandırılır. Torasik omurganın tutulumu (tek başına veya lomber omurga ile birlikte), skolyozun solunum ve kardiyovasküler komplikasyonlarından birincil sorumludur (2). 1980’li yıllarda skolyotik deformitenin üç boyutlu olduğunun anlaşılması üzerine frontal, sagittal ve aksiyel planlarda düzeltmeye olanak sağlayan üçüncü nesil enstrümantasyon sistemleri geliştirilmiştir (3). Solunum fonksiyonlarının kötüleşmesini engellemenin en kesin çözümü enstrümantasyondur.

İnspiratuar pompanın en önemli komponenti göğüs kafesidir. Göğüs kafesini oluşturan yapılardan birinin, vertebral kolon olması nedeniyle, skolyozun göğüs kafesini olumsuz etkilemesinden dolayı bir takım solunumsal problemler meydana gelmektedir (4). Spinal deformite ile pulmoner bozukluk arasında bilinen bir ilişki vardır (5). Bergofsky, skolyozlu hastalarda normal erişkinlere kıyasla nefes alma gayretinin 5 kat arttığını ve kompliyansın 5 kat azaldığını göstermiştir(6).

Önceden, pulmoner fonksiyonda klinik olarak anlamlı düşüşlerin ancak torasik skolyoz 100 derece üzerine çıktıktan sonra meydana geldiği düşünülüyordu (7). Ancak son zamanlarda, <50° torasik skolyotik eğriliklerle ilişkili orta veya şiddetli pulmoner bozukluk bildirilmiştir (8). Skolyozlu hastaların pulmoner fonksiyon testlerinde restriktif paternin belirgin olduğu gözlenir (9). Öncelikle statik akciğer formülleri Total Akciğer Kapasitesi (TAK), Vital Kapasite (VK) azalır (10).

Plevranın işlevi, solunum sırasında akciğerlerin optimal genişlemesine ve büzülmesine izin vermektir (11). Her solunum döngüsü inspirasyonla başlar ve ekspirasyonla biter. İnspirasyon sırasında diyafram ve dış interkostal kaslar torasik boşluğun genişlemesine neden olur bunun sonucu olarak, intraplevral basınç ve alveoler basınç düşer ve akciğerleri genişlemeye ve havayı içeri girmeye zorlar. Ekspirasyon ise akciğerlerin elastik özelliklerinden dolayı diyafram gevşediğinde pasif olarak gerçekleşir (12).

Boyle yasası, sabit sıcaklıktaki bir gazdaki hacim ve basınç arasındaki ilişkiyi tanımlar. Boyle yasasına göre bir gazın basıncının hacmiyle ters orantılı olduğu, hacim artarsa

basıncın azalacağı görülmüştür. Buna göre intraplevral alan artışı, inspirasyon esnasında intraplevral basıncı daha fazla düşüreceği için akciğere giren hava miktarını artıracaktır.

Bir dizi çalışma, cerrahiyle deformitenin düzeltilmesinden sonra solunum fonksiyonlarında iyileşme olduğunu göstermiştir (13, 14). Postop dönemde solunum fonksiyonlarındaki iyileşmeyi göstermek için literatürdeki yayınlar çoğunlukla solunum fonksiyon testlerini kullanmışlardır ancak intraplevral kavite değişimlerine değinmemişlerdir.

Biz de çalışmamızda operasyon öncesi ve sonrası, skolyoz röntgeni ve tüm spinal bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüleme tekniklerini kullanarak intraplevral kavite değişimini göstermeyi hedefledik.

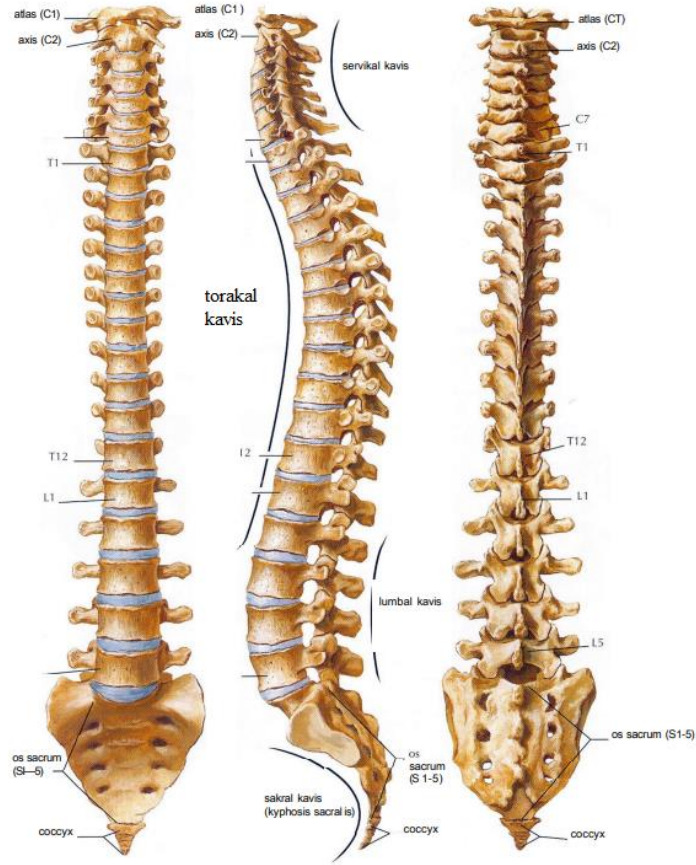


2.GENEL BİLGİLER

2.1. Omurga Anatomisi

Omurga, vücudun merkezi eksenini oluşturur. Sternum ve on iki çift kaburga ile birlikte gövdenin iskeletinin yapımına katılır. Vertebral kolon, çok güçlü ancak esnek bir orta hat desteğidir. Proksimalde vertebral kolon, kafa tabanı ile eklem yapar ve böylece kafatasını destekler. Vertebral kolonun inferior kısmı, her iki tarafta karşılık gelen iliak kemik ile eklem yapar.

Tanımlayıcı amaçlar için vertebral kolon beş bölgeye ayrılmıştır. Yukarıdan aşağıya bunlar sırasıyla servikal, torasik, lomber, sakral ve koksigeal bölgelerdir. Torasik vertebral kolon, tüm kaburgaların arka uçlarıyla eklem yapar ve böylece torasik iskeletin (göğüs kafesi) arka duvarını oluşturur (15). Omurga anatomisi Şekil 1 de gösterilmiştir (16).



Şekil 1. Omurganın anterior, lateral ve posterior görünümü (16).

2.1.1. Servikal Vertebra Anatomisi

Servikal bölge, vertebral kolonun en küçüğü olan C1-C7 ile gösterilen yedi omur içerir. Tipik servikal omurlar, tipik torasik veya lomber vertebralardan farklı olarak içinden vertebral arterlerin ve venlerin geçtiği transvers foramenler içerir. Atlas olarak bilinen C1 omurunun gövdesi ve spinöz uzantısı yoktur. Süperiorde oksipital kemik ile atlantoksipital eklemi oluşturur. Axis olarak bilinen C2 omuru C1 ile ekleşmesini sağlayan dens denen bir yapı içerir. C7 omuru servikal omurlar arasında en uzun transvers çıkıntıya sahiptir.

2.1.2. Torakal Vertebra Anatomisi

Torasik bölge, T1-T12 ile gösterilen 12 omur içerir. Torasik omurlar, kaburgalar ile eklemleşme rolüne sahip olmaları bakımından benzersizdirler. Omurların üst ve alt posterolateral yüzleri kaput kostalisler ile eklem yapan fovea kostalis superior ve inferior eklem yüzlerini içerir. Örnek olarak T4'ün alt yan yüzleri ve T5'in üst yan yüzleri, 5.karbuga ile eklemleşir. 1.karbuga sadece T1 ile eklem yapar. C7'nin kostal eklem yüzü yoktur. T11 ve T12 sadece sırasıyla 11. ve 12. kostalar ile eklem yapar. Ek olarak, T12, torasik vertebralardan lomber vertebralara geçişi temsil etmesi bakımından benzersizdir. Rotasyon, fleksiyon ve ekstansiyona izin veren kostal fasetleri ve superior artiküler fasetleri içermesi bakımından torakal vertebra, rotasyona izin vermeyen, sadece fleksiyona ve ekstansiyona izin veren eklem yüzlerine izin vermesi açısından lomber vertebra özelliğine sahiptir. Aynı zamanda, intertransversarii ve multifidus kasları için yapışmaya izin veren, üst eklem süreçlerinin arka yüzeyinde yer alan mamiller çıkıntıları, küçük tüberküller içerir (17).

2.1.3 Lomber Vertebra Anatomisi

Lomber bölge, L1-L5 ile gösterilen beş omur içerir. Tipik bel omurları, tipik servikal veya torasik omurlardan farklı birkaç özelliğe sahiptir. En dikkate değer ayırım, büyük bir omur gövdesinin varlığıdır. Korpusların ön yüksekliği arkaya göre fazladır. Spinöz çıkıntıları diğer omurlara kıyasla kısa ve kalındırlar. Üst eklem yüzünün arka tarafında mamiller çıkıntıları içerirler. Atipik olarak kabul edilebilecek sadece bir lomber vertebra vardır. L5, tüm omurların en büyük gövdesine ve transvers çıkıntısına sahiptir. Lumbosakral açığı oluşturma açısından L5 vertebra'nın şekli önem taşır (18).

2.1.4 Sakrum anatomisi

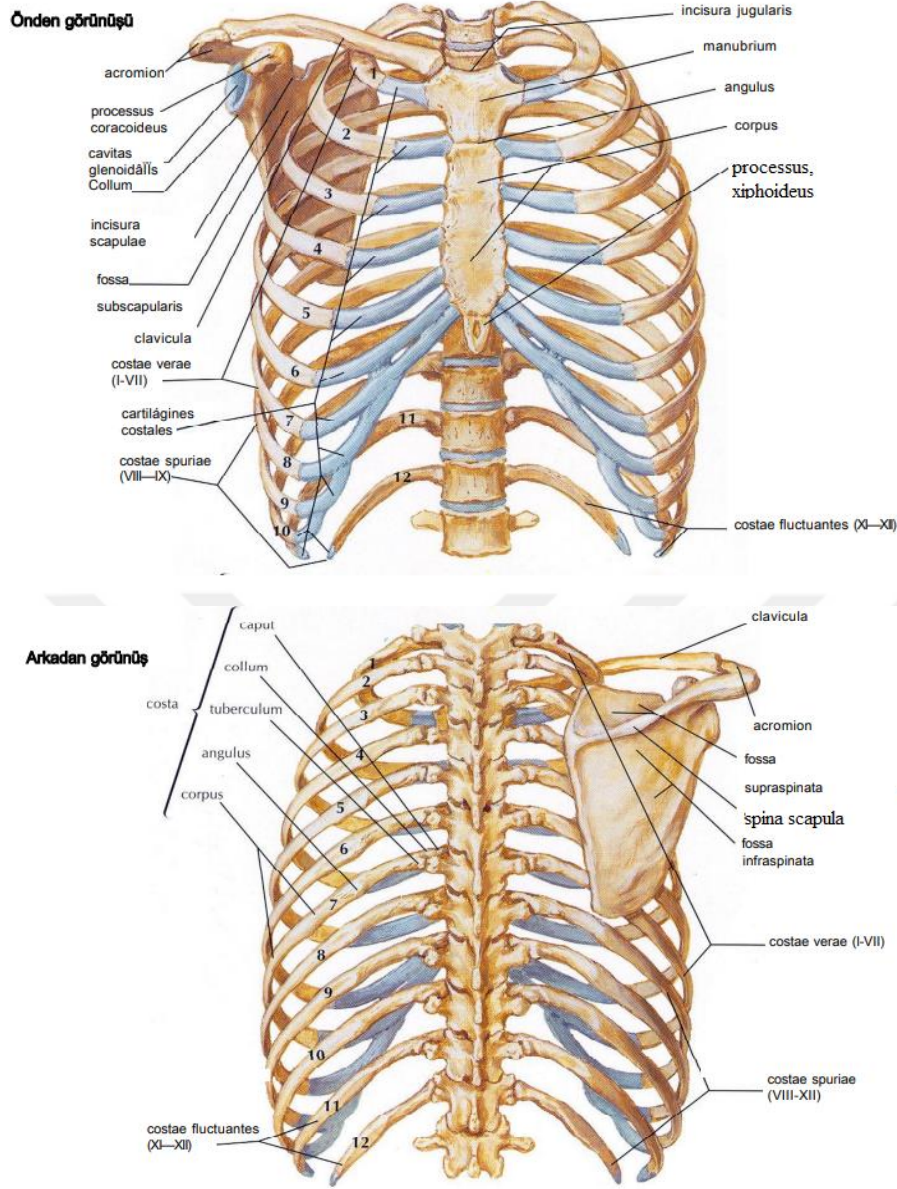
Sakrum 5 adet füzyone olmuş omurdan meydana gelen ters üçgen şeklinde bir kemiktir. Proksimalde L5 vertebra distalde ise koksiks kemiği ile eklem yapar. Laterallerde iliak kemiklerle eklenerek sakroiliak eklemleri oluşturur (19) .

2.2.Solunum Sistemi Anatomisi

Hava, solunum sistemine burun veya ağız yoluyla girer. Burundan giren hava nemlendirilir ve ısıtılır. Burundan solunan hava nazofarenks yoluyla, ağızdan solunan hava orofarenks yoluyla solunum yollarına girer. Daha sonra glottis ve larinksten geçerek trakeobronşiyal ağaca girer. İletken hava yollarından geçtikten sonra, solunan hava alveollere girer ve burada pulmoner kapillerlerdeki karışık venöz kanla temas eder (20).

2.2.1 Göğüs Kafesi Anatomisi

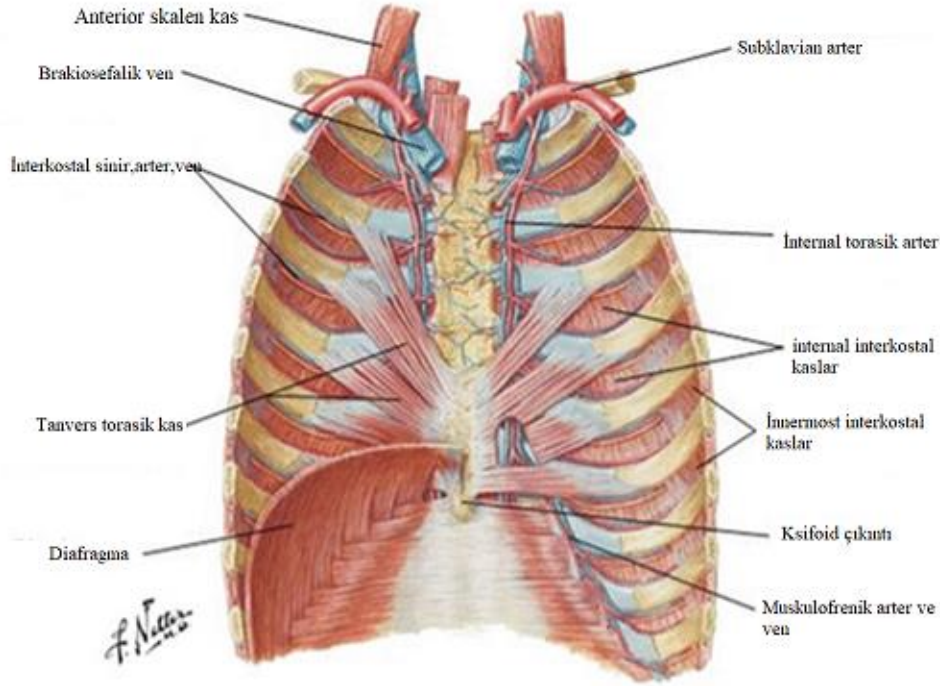
Toraksın iskelet elemanları 12 torasik vertebra, 12 çift kaburga ve sternumdan oluşur. Klavikula, göğüs kafesi girişini, ana damarlarını ve diğer hayati yapıları korumak için, birinci kaburganın üstünde ve önünde yer alır. Bitişik omur gövdeleri, bağlarla birbirine bağlanan fibroelastik kıkırdaklı disklerle ayrılır ve paravertebral kaslar tarafından daha da güçlendirilir ve esnek hale getirilir (21). Sternum; manubrium, sternumun gövdesi ve ksifoid çıkıntıdan oluşur. Manubriosternum eklemi sternum açısını oluşturur ve sternum gövdesinin ileri ve geri hareket etmesine izin vererek solunumda önemli bir rol oynayan eklemdir (22).Sternum Şekil 5 de gösterildiği gibi parietal plevra ile kaplıdır. Her kosta arkada vertebra ile kostovertebral eklemi oluşturur. İlk 10 kaburganın ön uçları sternuma kıkırdak ile, ilk yedisi doğrudan ve sonraki üçü ise dolaylı olarak kaburganın hemen üstündeki kıkırdak ile eklem yapar. 11. ve 12. kaburgalar genellikle önde serbest kalır (23). Kostovertebral eklemler, öne eğimli kaburgaların inspirasyonda yükselmesine ve ekspirasyonda pasif olarak geriye düşmesine izin verir (21). Şekil 2 de göğüs kafesini oluşturan kemik yapıları görülmektedir.



Şekil 2. Göğüs kafesini oluşturan kemiklerin arkadan ve önden görünümü (24).

İnterkostal kaslar, kosta ve kosta kıkırdakları arasındaki boşluğu kapatır. İnterkostal plevral membranın inspirasyonla içe çökmesini veya ekspirasyonla dışa doğru fitiklaşmasını önlemek için her solunum hareketinde kasılırlar. İnterkostal kasın dış oblik bileşenleri, toraksın anterior, posterior ve transvers boyutlarını artırmak için göğüs kafesini yukarı kaldırırken diyafram torasik boşluğu uzatmak için kasılır. İspiratuar kaslar eksternal interkostal kaslar ve diyafragma iken aksesuar inspiratuar kaslar, zorlu solunumda sternumu ve üst kaburgaları yükselten sternokleidomastoid ve skalen kasları içerir. Ekshalasyon, akciğerin gerilmiş elastik lif ağıyla desteklenen inspiratuar kasların

pasif bir şekilde gevşemesidir. Aktif solunum sırasında ek ekspiratuvar etki, kaburgaları indiren ve böylece torasik hacmi azaltan interkostal internal oblik kasların kasılması ile elde edilir (21).Şekil 3 de göğüs kafesini oluşturan kaslar ve dolaşımını sağlayan damarlar görülmektedir.



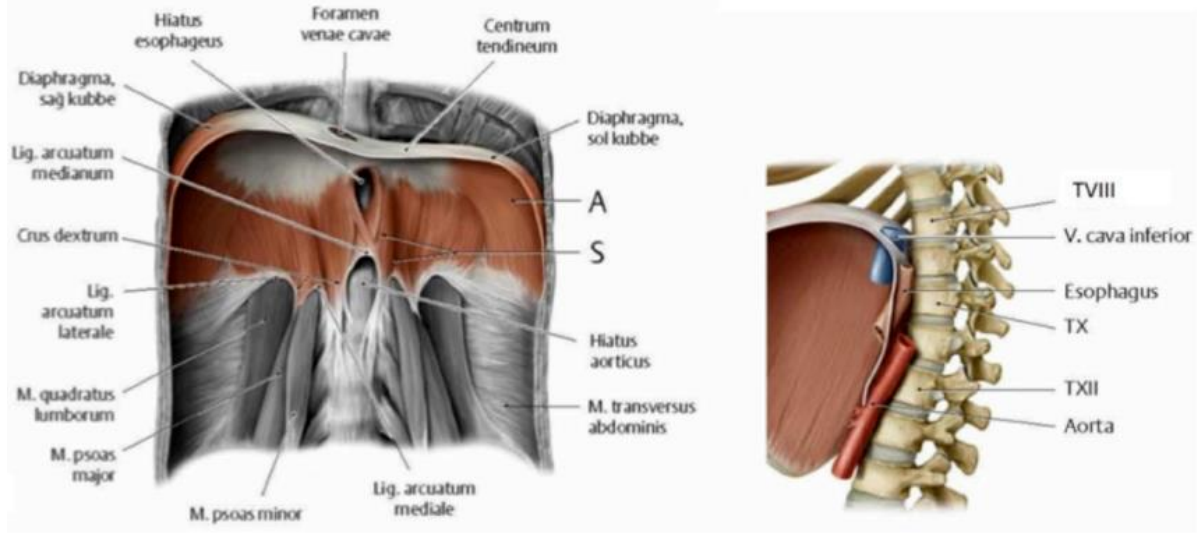
Şekil 3. Göğüs kafesini oluşturan kaslar ve dolaşımını sağlayan damarların anatomisi (24).

İnterkostal dolaşım, subklavyen arterden çıkan ve sternuma paralel uzanan internal mamarial arterlerin dalı olan interkostal arterler yoluyla sağlanır. İnterkostal arter ve ven, interkostal sinir ile birlikte, kostal oluğun koruması altında her bir kaburganın alt kenarı boyunca birlikte çalışır.

2.2.2 Diyafram Anatomisi

Diyafram, göğüs ve karın boşluklarını ayıran, periferik yayılan kas liflerine sahip kubbe şeklinde bir kas plakasıdır. Sternal kısım, ksifoid çıkıntının arka yüzeyine yapışır. Kostal kısım, 7 ila 12 nolu kaburgaların kostal kıkırdaklarının iç yüzeylerine bilateral olarak yapışır. Lomber kısım, sol ve sağ kruslar ile birleşir ve üst lomber vertebra gövdelerine bağlanır (23). Hemidiyaframın kubbesi, ekspirasyonda gevşemiş durumda, yaklaşık olarak ksifoid çıkıntı seviyesine ulaşır (anterior beşinci kaburgadan altıncı kaburga aralığına

kadar). Sağ hemidiyaframın kubbesi, soldakinden yaklaşık yarım boşluk daha yüksek olma eğilimindedir. Kasılma yani inspirasyon ile diyafram düzleşir ve göğüs boşluğunun hacmini artırır. Diyafram kası anatomisi Şekil 4 de gösterilmiştir.



Şekil 4. Diyafragma ve diyafragma deliklerinin bulunduğu düzeyler (25)

2.2.3 Mediastinum Anatomisi

Mediasten, üstte torasik giriş, lateralde parietal plevra ve akciğerler, önde sternum ve arkada omurlarla sınırlanan intratorasik alanda bulunan, esnek yumuşak doku kompartmanıdır. Mediasten genel olarak üst, ön, orta ve arka olmak üzere dört bölgede incelenmektedir.

Süperior mediasten; üstte torasik inlet, altta transvers torasik düzlem, lateralde plevranın medial sınırı, önde sternumun dorsal yüzeyi ve arkada ilk dört torasik vertebra gövdesinin ventral yüzeyi ile sınırlanmıştır.

Anterior (ön) mediasten; arkada perikard, lateralde parietal plevranın medial sınırı, önde sternumun arka yüzü, altta diyafragma ile sınırlandırılmıştır.

Orta mediasten; üstte torasik inlet, altta diyafragmanın torasik yüzeyi, ön ve arkada perikard ile çevrili anatomik bölgedir.

Posterior (arka) mediasten; önde perikard, altta diyaframın torasik yüzeyi, üstte transvers torasik düzlem, arkada beşinci ve on ikinci torasik vertebra'nın gövdeleri ve lateralde parietal plevra ile çevrilidir (26, 27).

2.2.4 Plevra Anatomisi

Plevra her bir akciğeri saran seröz bir zardır. Toraks duvarı, diyafragmanın üst yüzü ve mediastinumu örten kısmına parietal plevra, akciğerlerin dış yüzünü saran kısmına ise visseral plevra denir. Parietal ve visseral plevra arasındaki geçiş pulmoner hilus seviyesindedir. Şekil 5 de plevranın makroskopik görüntüsü gösterilmektedir.



Şekil 5. Sternumu ve kostaların ön kısımlarını örten parietal plevranın makroskopik görünümü. Siyah oklar, diyaframının bağlanma yerini; beyaz ok, submezotelyal yağ dokusunun lobülünü göstermektedir.

Göğüs boşluğu içinde, plevra birinci kaburganın 2 ila 3 cm yukarısına uzanır, sternokleidomastoid kasın altında yükselir ve akciğer kubbesini oluşturur. Önde plevra altıncı veya yedinci kaburga seviyesinde biter ve eğik bir açıyla seyrederek arkada on ikinci kaburganın altına ulaşabilir. Parietal plevra diyafram seviyesinde kalınlaşır ve güçlenir. Visseral plevra akciğer fissürlerinin de içine girer. Plevranın interlobar boşluklara genişlemesi, her bir lobun ayrı ayrı genişlemesine ve büzülmesine izin verir (28). Solunum sırasında parietal ve visseral plevraların birbirine bakan yüzleri hafifçe sürtünür. İkisi arasındaki boşluğa cavitas pleuralis denir. Plevral boşluk, interlobar fissürler de dahil olmak üzere akciğerin tüm yüzeyini kaplayan visseral plevra ile göğüs kafesinin, mediasten ve diyafragmanın iç yüzeyini kaplayan parietal plevra arasında bulunan kapalı bir boşluktur (29). Burada çok ince bir kaygan sıvı tabakası vardır.

Her akciğerin üç yüzeyi ve üç sınırı vardır. Sağ akciğer üç lob, sol akciğer iki loba ayrılmıştır ve her iki akciğer parietal ve visseral plevra adı verilen iki ince koruyucu zarla çevrilidir(31). Akciğerlerin yüzeyleri visseral plevra ile kaplıdır, göğüs boşluğu parietal plevra ile kaplıdır. Aralarında potansiyel bir pleural boşluk oluşmaktadır. Pleural membranlar; pleural yüzeyleri kayganlaştıran ve solunum sırasında akciğerlerin göğüs duvarı üzerinde kaymasını sağlayan seröz bir salgı üretir.

Ön sınır, sternoklaviküler eklem arkasından geçen apeksten başlar. Sağ akciğerde, sternumun yan kenarı boyunca dikey olarak iner ve ksifosternal eklemde alt sınır ile birleşir. Sol akciğerin ön sınırı 4. kostal kıkırdağa kadar iner ve laterale geçer. Kardiyak çentik tarafından daha derin girintilidir. 6. kostal kıkırdağ ile buluşmak için aşağı doğru ve medial olarak kıvrılır.

Alt sınır orta klaviküler hatta 6. kaburgayı, orta aksiller hatta 8. kaburgayı geçer ve 10. torasik vertebranın spinöz prosesine doğru yönelir.

Arka sınır, alt sınırın arka ucundan apekse kadar uzanır.

Her akciğer fissürlerle loblara bölünmüştür. Sağ akciğerde iki fissür vardır; horizontal ve oblik fissürler sağ akciğeri üst, orta ve alt diye üç loba ayırır. Sol akciğerdeki oblik fissür ise sol akciğeri üst ve alt lob olmak üzere iki loba ayırır (32).

Kostal yüzey, göğüs boşluğunun kaburgalarına ve interkostal boşluklarına dayanır. Kostal plevra ile ilgilidir. Diyafram yüzeyi akciğerin tabanını oluşturur. Sağ akciğerin diyafram yüzeyinin içbükeyliği karaciğer nedeniyle sol akciğerinkinden daha derindir. Mediastinal yüzey orta mediasten ile ilişkilidir ve pulmoner ven, pulmoner arter ve bronşların akciğere girip çıktığı akciğer hilusunu içerir, Akciğerler solunum esnasında hilus harici hiçbir yapıya tutunmazlar (31).

2.3. Solunum Fizyolojisi

Ventilasyon olarak da bilinen solunum, havanın vücudun dışından bronş ağacına ve alveolar boşluklara girip çıkma hareketidir. Havanın bu hareketinden sorumlu olan eylemlere inspirasyon ve ekspirasyon denir.

Havanın akciğerlere girip çıkması, akciğer hacimlerindeki değişikliklerin neden olduğu basınç farkları nedeniyle oluşur. Solunum, akciğerlerin yüzey gerilimi, elastikiyet ve

bunların uyumu gibi fiziksel özellikler tarafından indüklenir. İletken bölge ile terminal bronşiyoller arasındaki yüksek basınçtan düşük basınca doğru hava hareketi, hava yollarının iki ucu arasındaki basınç farkları nedeniyle oluşur. Bronşiyollerden geçen hava akışı, basınç farkıyla doğru orantılı ve akışa karşı olan sürtünme direnciyle ters orantılıdır. Akciğerlerin yüzey gerilimi, elastikiyeti ve kompliyansı akciğerin işleyişini etkileyen fiziksel özelliklerdir(33).

2.3.1. Boyle Kanunu

Akciğer hacmindeki değişikliklerin bir sonucu olarak intrapulmoner basınçta değişiklikler meydana gelir. Bu, belirli bir miktarda gazın basıncının hacmiyle ters orantılı olduğunu belirten Boyle yasasına uyar. Örneğin, (Şekil 8) bir şırınganın pistonunu geri çekmek, şırınganın içindeki hacmi artırır ve içindeki basıncı düşürür. Atmosferik basınç daha sonra dışarıdaki havayı şırıngaya doğru iter. Buna karşılık, bir şırınganın pistonunu itmek şırınganın içindeki hacmi azaltır, ancak içindeki basınç artar ve havayı atmosfere zorlar. Hava akciğerlere hemen hemen aynı şekilde girer ve çıkar.



Şekil 8. Şırıngadaki pistonun hareketine benzer şekilde, havanın akciğere girip çıkması (34).

2.3.2. İspirasyon ve Ekspirasyon

Hava, diğer akışkanlar gibi, yüksek basınç bölgesinden düşük basınç bölgesine doğru hareket eder. Bu nedenle, havanın akciğerlere veya akciğerlerden dışarı taşınması için atmosfer ile alveoller arasında bir basınç farkı oluşturulmalıdır. Basınç farkı yoksa hava akışı olmaz.

Normal şartlar altında inspirasyon, alveolar basıncın atmosfer basıncından daha düşük

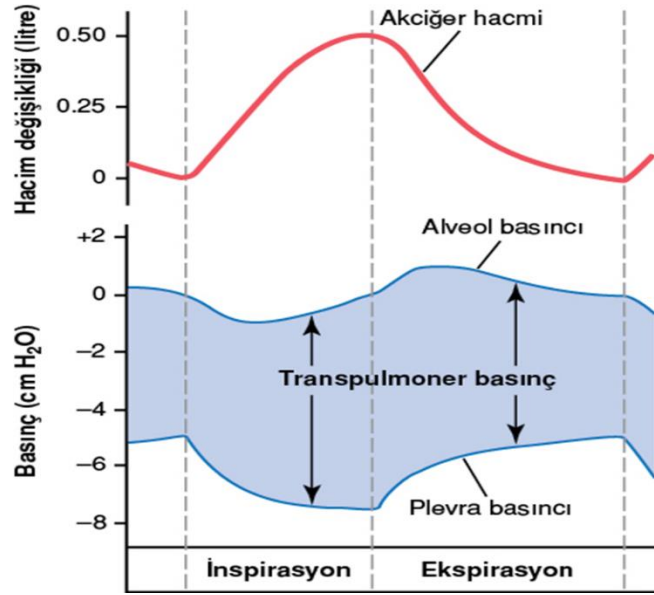
olmasıyla gerçekleştirilir. Solunum mekaniği tartışılırken, atmosferik basınç geleneksel olarak 0 (sıfır) H₂O cm olarak kabul edilir. Bu nedenle alveolar basıncı atmosfer basıncının altına düşürmek, negatif basınçlı solunum olarak bilinir. Atmosfer ile alveoller arasındaki iletken hava yollarında olan direnci aşmaya yetecek bir basınç farkı oluşmaz, hava akciğerlere akar. Alveoller kendilerini genişletemezler. Alveolar duvar boyunca artan basınca yanıt olarak sadece pasif olarak genişlerler. İspirasyon kasları tarafından oluşturulan artan transmural basınç farkı, oldukça genişleyebilir alveoelleri daha da açar ve böylece alveolar basıncı düşürür. Transmural basınç farkı geleneksel olarak dış basıncın (bu durumda, intraplevral basınç) iç basınçtan (bu durumda alveolar basınç) çıkarılmasıyla hesaplanır (20).

Başlangıçta, göğüs kafesi boşluğu -5 cmH₂O civarında bir intraplevral basınçla statik dengededir. İspirasyon sırasında, inspiratuar kaslardaki (diyafram, dış interkostal kaslar; zorlu solunumda skalen ve sternokleidomastoid kaslar) kasılma intratorasik hacmi artırır. Akciğerlerin ve göğüs duvarının birleşik hareketi nedeniyle, inspirasyon sırasında toraks genişledikçe akciğerler genişlemeye başlayacaktır. Boyle yasasına göre hacim arttıkça basınç düşmelidir; bu nedenle intraplevral hacim arttıkça inspirasyon sonunda intraplevral basınç yaklaşık -8 cm H₂O'ya düşer (Şekil 9 ve 10).

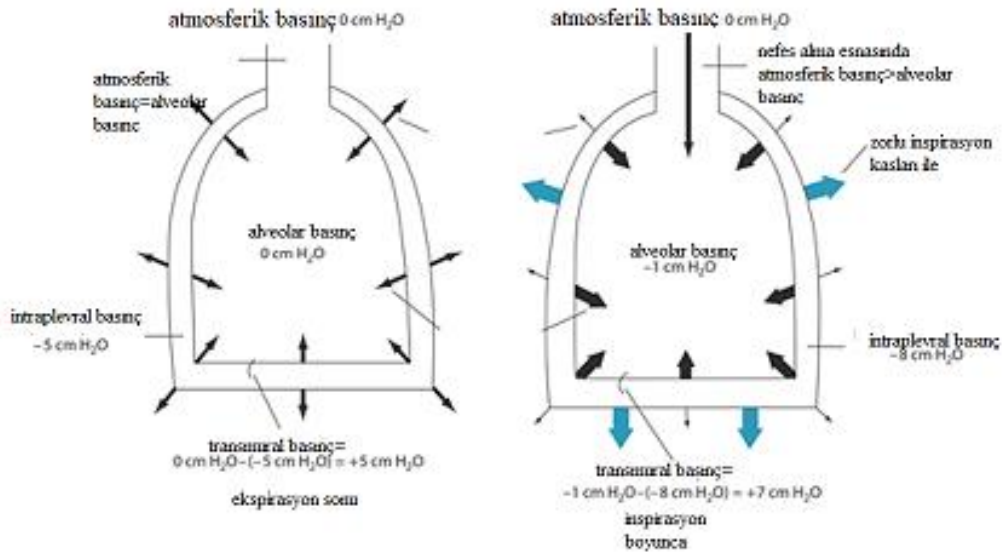
Solunum kaslarının dinlenmesi sırasında, alveolar basınç atmosfer basıncına (0 cm H₂O) eşittir ve inspirasyon sırasında, alveoller içinde hacim genişledikçe bu basınç -1 cm H₂O'ya düşecektir. Böylelikle intraalveolar basınç atmosferik basıncın altına düştüğünde, gaz değişimi için hava akciğerlere akacaktır.

İspiratuar kaslar gevşediğinde toraks içindeki hacim azalır; böylece basınç artar ve alveolar havayı atmosfere geri verir. Akciğer hacmindeki bir azalma, akciğerlerdeki havayı dışarı atarak intrapulmoner basıncı atmosferikinin üzerine yükseltir.

Özetle; inspirasyon ile akciğer hacmi artar, intraplevral basınç azalır. Ekspirasyonla birlikte akciğer hacmi azalır, intraplevral basınç artar. Akciğer hacmindeki bu değişiklikler, intratorasik hacimdeki değişiklikler nedeniyle oluşur (35).



Şekil 9. İnapleural, intraalveoler, transpulmoner basınç eğrileri ve hacim ilişkisi



Şekil 10. Ekspirasyon ve inspirasyonda intrapleural, intraalveolar ve transpulmoner basınç. Sol şekil; ekspirasyonun sonunda solunum kasları gevşer. Akciğerin içe doğru esnemesi, göğüs duvarının dışa doğru elastisitesi ile dengelenir. İnapleural basınç $-5 \text{ cm H}_2\text{O}$ 'dir; alveolar basınç $0 \text{ cm H}_2\text{O}$ dir. Alveol boyunca transmural basınç farkı bu nedenle $0 \text{ cm H}_2\text{O} - (-5 \text{ cm H}_2\text{O})$ dur. Alveolar basınç atmosferik basınca eşit olduğu için hava akımı olmaz. Sağ şekil: inspirasyon sırasında inspirasyon kaslarının kasılması, intrapleural basıncın daha negatif olmasına neden olur. Transmural basınç farkı artar ve alveoller genişler, alveolar basıncı atmosferik basıncın altına düşürür, bu da havanın alveollere akmasına neden olur

Eğer akciğerlerin ve alveollerin içindeki basınç (intraalveolar basınç) düşerse, atmosferdeki hava atmosferik basınç sayesinde solunum yollarına itilir. Normal inspirasyon sırasında gerçekleşen bu olayda diaframın lifleri aktif rol alır. Servikal pleksustan köken alan frenik sinirlerin uyarılması ile diaframın kas fibrilleri kasılır. Bu olay esnasında diafram aşağı doğru hareket ederek torasik kaviteyi genişletir ve intraalveolar basınç atmosfer basıncının yaklaşık 1 cm H₂O altına düşer. İntraalveolar basınçtaki azalmaya cevap olarak atmosferdeki hava atmosferik basınç sayesinde solunum yollarına girmeye zorlanır (36). Diafragma kasıldığı zaman bazı dış interkostal ve bazı torasik kaslar da aynı anda kasılarak kaburgaları yükseltirler bu sayede torasik boşluk daha da artar bu olay intraalveolar basıncın daha da düşmesine yardım ederek solunum yollarına havanın girişini artırır.

Diafragma hareketlerine yanıt olarak akciğer genişlemesi plevra zarlarının hareketlerine bağlıdır. Plevral membranlardaki ayrılma intraplevral alandaki basıncı azaltır (34). Ek olarak, sadece ince bir seröz sıvı tabakası parietal plevrayı visseral plevradan ayırır. Bu sıvıdaki su molekülleri büyük ölçüde plevral membranları birbirlerini çekerler ve bu zarların nemli yüzeylerini sıkıca bir arada tutmaya yardımcı olurlar. Tüm bu faktörlerin sonucunda, interkostal kaslar hareket ettiğinde göğüs duvarı yukarı ve dışa doğru hareket eder parietal plevra da eş zamanlı hareket eder ve bunu visseral plevra takip eder. Bu akciğerin her yöne genişlemesine yardımcı olur (37).

Zorlu olmayan istirahat ekspirasyonu pasif gerçekleşen bir olaydır. Akciğerlerde bulunan bol elastik dokular akciğerlerin inspirasyon sırasında genişlemesini kolaylaştırır. İnspirasyon esnasında diafram aşağı yönde yer değiştirerek karın organlarını sıkıştırır. İnspirasyonu takiben dış interkostal kaslar ve diafram gevşeyerek akciğer orijinal haline döner. Bu sırada alveollerin zarları arasında gelişen yüzey gerilimi alveolleri küçültür. Bu faktörler intraalveolar basıncı atmosferik basıncın 1,35 cm H₂O üzerine çıkararak içerideki havayı dışarı çıkmaya zorlar. İntraplevral basınç akciğerdeki elastik dokular sayesinde atmosferik basıncın 5,4 cm H₂O altına düşer.

Bir kişi posterior interkostallerin yardımıyla olması gerekenden fazla havayı akciğerden atabilir. Buna zorlu ekspirum denir. Posterior interkostal kaslar göğüs kafesini ve kaburgaları aşağı ve dışa çevirerek akciğerdeki basıncı artırarak zorlu ekspirumunu sağlarlar. Ayrıca karın duvarı kasları, dış ve iç oblikler dahil, transversus abdominis ve rektus abdominis kasları da kasılarak zorlu ekspirumda rol alırlar (33).

2.3.3 Akciğerlerin Fiziksel Özellikleri

İnspirasyonun oluşabilmesi için akciğerlerin kasıldıklarında genişleyebilmeleri gerekir bunun için yüksek kompliyansları olmalıdır, ekspirasyonun oluşabilmesi için gevşediklerinde küçülebilmeleri gerekmektedir bunun içinse yüksek elastisiteye sahip olmalıdırlar. Bu küçülmeye alveollerin yüzey gerilimleri de katkıda bulunurlar.

2.3.4. Kompliyans

Akciğerler fazlasıyla genişleme kapasitesine sahiptirler, 100 kata kadar genişleyebilirler. Bu özelliği tanımlayan kelime ise kompliyanstır. Akciğerlerin basınç altında ne kadar genişleyebildiğini ifade eder (38).

Akciğer kompliyansı her transpulmoner basınç değişikliğine karşı akciğer volüm değişimidir. Akciğerin genişlemesini engelleyen bağ doku hastalıkları, akciğer fibrozisi gibi hastalıklar veya akciğere hava girişini engelleyen durumlar akciğer kompliyansını düşürürler (32).

2.3.5.Esneklik

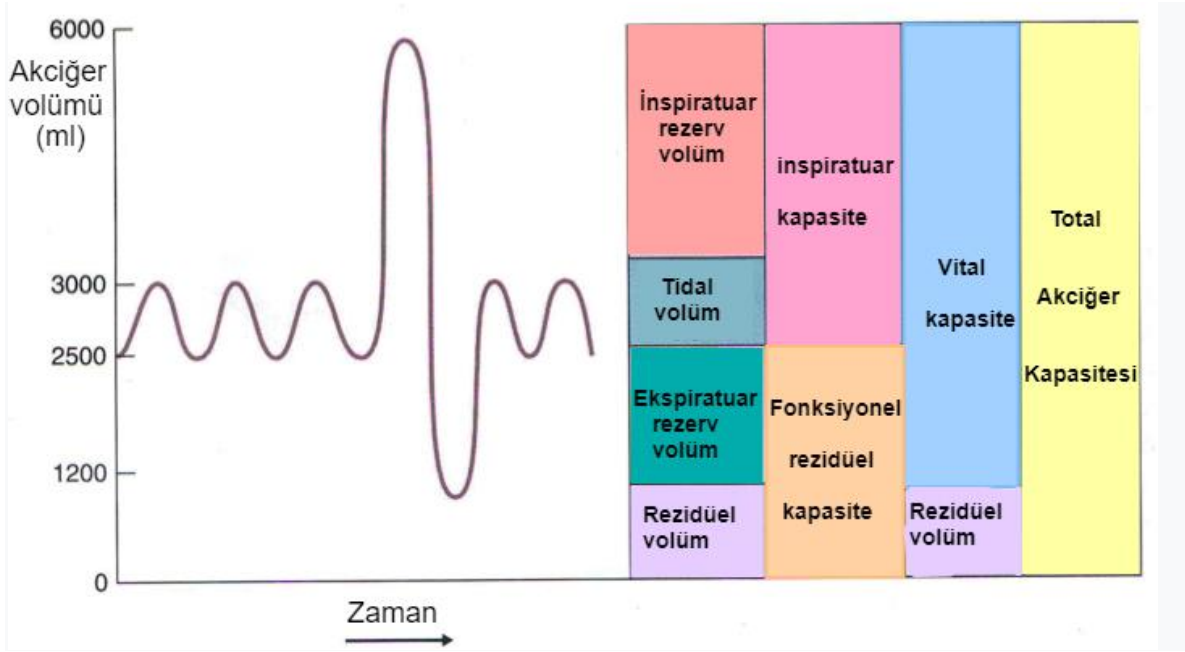
Akciğerin şiştikten sonra ilk boyutuna dönebilmesi özelliğine esneklik denir. Bunu sağlayan yapı akciğerde bol bulunan elastin proteinleridir. Akciğerlerde her zaman elastik bir gerilim mevcuttur. İnspirasyon sırasında bu gerilim artar ancak ekspirasyon sırasında akciğerler elastik yapıları sayesinde ilk boyutlarına geri dönerler (39)

2.3.6.Yüzey gerilimi

Alveoller iç yüzeyi sıvıyla kaplı içi hava dolu yapılardır. İç yüzeyi kaplayan sıvının su molekülleri arasındaki çekim kuvvetine yüzey gerilimi denir. Akciğerler genişleyebilmek için hem doku elastikiyetini hem de yüzey gerilimini yenebilmelidir. Akciğerdeki tip 2 pnomosit hücreleri sürfaktan adı verilen lipoprotein yapıda bir madde salgırlar. Bu madde yerine akciğerler saf su ile kaplı olsalardı inspirasyon için insan üstü bir kas kuvveti gerekecekti ancak sürfaktan sayesinde bunu çok az bir enerji ile sağlamaktadır. Laplace kanunu basınç (P), yüzey gerilimi (T) ve yarıçap (r) arasındaki ilişkiyi tanımlar ($P=2T/r$). Laplace'ye göre yüzey gerilimi eşitken çap azalırsa basınç artar yani küçük alveolde basınç daha fazla olur ve hava küçük alveolden büyüğe akar, küçük alveol kollabe olur. Ancak sürfaktan küçük alveollerde daha kalın bir yapıya sahip olduğundan küçük alveolde yüzey gerilimi daha fazla olur ve bu gerçekleşmez basınçlar eşitlenir (39).

2.3.7 Akciğer Volüm ve Kapasiteleri

Normal sağlıklı erkekte toplam akciğer kapasitesi, yaşa, akciğerlerin genişleyebilirliğine ve solunum yolu hastalığının varlığına veya yokluğuna bağlı olarak erkekte 5700 ml, kadında 4200 ml dir. Bununla birlikte, akciğerler yaklaşık yarı kapasitede çalışır ve akciğer asla tamamen söndürülemez. Şekil 11 de akciğer volüm ve kapasiteleri gösterilmektedir.



Şekil 11. Hacim-zamana dayalı statik akciğer hacim ve kapasiteleri spirometrisi.

VK: vital kapasite; İRV: inspiratuar rezerv volüm; TV: tidal volüm ; ERV: ekspiratuar rezerv volüm; RV: rezidüel volüm; İK: inspiratuar kapasite; FRK: fonksiyonel rezidüel kapasite; TAK: total akciğer kapasitesi (40).

Dinlenme halinde, inhale ve ekshale edilen havanın hacmi tidal volüm (TV) dır. Pasif bir ekshalasyonun sonunda akciğerlerde kalan havanın hacmi fonksiyonel rezidüel kapasite (FRK) dir. Pasif ekshalasyon sonrası alınan zorlu inspiyum inspiratuar kapasiteyi (İK) belirler. İK iki hacim içerir: TV ve bir tidal inspiyondan sonra solunabilen maksimum hava hacmi olan inspiratuar rezerv volüm(İRV). Total akciğer kapasitesi; akciğerler maksimum düzeyde dolduğundaki hava hacmidir. TAK'den maksimum olarak nefes verilirken, verilen toplam hava hacmi vital kapasite (VK) dir. Akciğerlerdeki hava tamamen boşaltılmadığı için VK, TAK' den daha azdır ve kalan hacim rezidüel volüm (RV) olarak isimlendirilir. RV (tam ekshalasyondan sonra kalan gaz hacmi) ile FRK (pasif bir ekshalasyondan sonra kalan gaz hacmi) arasındaki fark ekspiratuar rezerv volüm (ERV) olarak tanımlanmaktadır (40).

2.4 Skolyoz

2.4.1 Skolyozun Tanımı

Skolyoz, ayakta çekilen ön-arka radyografide; omurganın koronal planda lateral eğriliğinin 10 dereceden fazla olması olarak tanımlanır. Ancak gerçekte koronal düzlemde eğrilik, sagittal düzlemde angulasyon ve transvers düzlemde rotasyon içeren 3 boyutlu yapısal bir deformitedir (41).

Skolyoz genellikle klinik olarak teşhis edilir. Tipik tarama, hasta öne eğildiğinde sırtta bir eğri ve dışbükey bir arka duvar çıkıntısının kaydedildiği 'Adams testinden' oluşur. Skolyozun ciddiyetinin ölçülmesi, omurgadaki eğriliğin açısını ölçen Cobb yöntemine dayanır. Eğrinin başında ve sonunda vertebral cisimlerin uç plakalarına paralel çizgiler çizilir. İlk çizgilerin her birine dik olarak ikinci bir çizgi çizilir ve bu iki çizgi arasındaki açı ölçülür ('Cobb açısı'). Cobb açısı, skolyozun klinik şiddeti ile oldukça iyi bir korelasyona sahiptir.

2.4.2 Skolyozun Sınıflandırılması

Günümüze kadar gelen, kabul görmüş, en geniş skolyoz sınıflaması 1973 yılında Amerikan Skolyoz Araştırma Cemiyeti (Scoliosis Research Society– SRS) tarafından yapılmıştır. Bu sınıflamada skolyoz; yapısal olmayan ve yapısal olarak iki temel gruba ayrılmıştır (42). Skolyoz sınıflaması Tablo 1 de gösterilmektedir.

Tablo 1. Skolyoz sınıflandırması

SKOLYOZUN SINIFLAMASI

YAPISAL SKOLYOZ

1) İdiopatik Skolyoz

- ✓ İnfantil skolyoz: <3 yaş
- ✓ Juvenil skolyoz: 3-10 yaş
- ✓ Adölesan skolyoz: 10 yaş-iskelet matürasyonuna kadar
- ✓ Yetişkin tip skolyoz

2) Nöromusküler Skolyoz

A) Nöropatik tip

- ✓ Üst motor nöron
- Serebral palsi
- Syringomiyeli
- Spinal kord yaralanması
- Charcot-Marie-Tooth
- ✓ Alt motor nöron
- Poliomyelit
- Myelomeningosel
- Spinal musküler atrofi

B) Myopatik Tip

- ✓ Artrogripozis
- ✓ Musküler distrofi

3) Konjenital Skolyoz

- ✓ Oluşma (formasyon) bozukluğu
- ✓ Ayrışma (segmentasyon) bozukluğu
- ✓ Oluşma ve ayrışmanın birlikte olduğu bozukluk

4) Nörofibromatöz

5) Bağ dokusu skolyozu

- ✓ Marfan sendromu
- ✓ Ehler-Danlos sendromu

6) Osteokondrodistrofiler

- ✓ Diastrofik cücelik
- ✓ Mukopolisakkaridoz
- ✓ Spondilo epifizyal displazi
- ✓ Multiple epifizyal displazi
- ✓ Akondroplazi
- ✓ Metabolik skolyoz

YAPISAL OLMAYAN SKOLYOZ

1) Postural skolyoz

2) Histerik skolyoz

3) Sinir kökleri irritasyonu

- ✓ Disk hernisi
- ✓ Tümörler

4) İnflamatuvar (örnek: apandisit)

5) Alt ekstremitte eşitsizliğine bağlı

6) Kalça eklemi etrafındaki kontraktürlere bağlı skolyoz

2.4.3 Skolyoz Etiyopatogenezi

Erişkin skolyozunun en yaygın iki nedeni "de novo" skolyoz (önceden skolyoz öyküsü olmayan hastalarda dejeneratif değişikliklerle ilişkili skolyoz) ve adolesan idiyopatik, konjenital ve ya erken başlangıçlı skolyozun ilerlemesidir (43). Buna karşın adolesan idiyopatik skolyozda (AIS) genetik faktörlerin rol oynadığı düşünülmektedir. Aynı zamanda, yetişkin skolyozu altta yatan bir tıbbi duruma, felç, travma veya omurga cerrahisi sebebiyle oluşabilmektedir. Ameliyat sonrası spinal deformite, laminektomi sonrası omurganın zayıflamasından veya spinal enstrümantasyon ve füzyondan sonra komşu seviye yetmezliğinden kaynaklanabilir.

Erişkin skolyozu bazen etiyojiye göre şu şekilde sınıflandırılır (44):

- Tip I – Primer dejeneratif (veya "de novo") skolyoz
- Tip II – Sekonder dejeneratif değişikliklere sahip Progresif AIS
- Tip III – Marfan sendromu, Arnold-Chiari malformasyonu ve siringomyeli gibi başka bir patolojik duruma ikincil skolyoz
- Tip IIIA – Sekonder erişkin skolyozu çoğunlukla torakolomber-lumbosakral
- Tip IIIB – Asimetrik dejeneratif hastalık ve/veya vertebra kırığı ile birlikte metabolik kemik hastalığına (genellikle osteoporoz) sekonder skolyoz

Skolyoz çocukluk veya ergenlik döneminden itibaren mevcut olabilir ve erişkin yaşamda progresif ve semptomatik hale gelebilir ya da yetişkin yaşamında "de novo" olarak görünebilir. Tablo 2 de skolyoz tipine göre etiyoji gösterilmiştir.

Tablo 2. Skolyoz tipine göre etiyoloji (45)

Skolyoz tipi	Etiyoloji
Tip 1	Asimetrik disk dejenerasyonu ve faset eklem dejenerasyonu
Tip 2	Adolesan ya da çocukluktan beri var olan idiyopatik skolyoz, mekanik nedenlere veya kemik ve/veya dejeneratif değişikliklere bağlı progresyon
Tip 3a	İdiyopatik, nöromüsküler veya konjenital sebeplere sekonder torasik veya torakolomber eğrilikler Bacak uzunluk farkı veya kalça patolojisi nedeniyle pelvisin oblikliğine sekonder lomber veya torakolomber eğrilikler Lumbosakral geçiş anomalileri
Tip 3b	Metabolik kemik hastalıkları, osteoporoz

Erişkin dejeneratif skolyoz genellikle intervertebral disk ve faset eklemlerin asimetrik dejenerasyonu ile başlar, bu da omurganın dengesiz yüklenmesine yol açar (46). Asimetrik dejenerasyon osteopeni veya osteoporoz tarafından hızlandırılabilir (47). Artan skolyoz, sagittal dengesizlik ve spondilolistezis ile ilişkili olabilir (48). Spinal stenoz ve lateral girintilerin daralması, ligamentum flavum ve eklem kapsüllerinin hipertrofisi ve kalsifikasyonu ile birlikte faset eklemlerinde ve intervertebral disklerde osteofit oluşumundan kaynaklanabilir. Spondilolistezis ve dejeneratif değişikliklerden etkilenen seviyelerde spinal stenoz ve sinir kökü sıkışması daha şiddetlidir. Eşlik eden sagittal dengesizlik (örneğin, kifoz gibi) ve spondilolistezis, anormal stresi ve asimetrik yükü şiddetlendirerek ilerleyici spinal deformite döngüsüne daha fazla yol açılmasına sebep olur.

Spondilolistezis, uzun süreli skolyozu olan hastalarda intervertebral disk ve faset eklemlerindeki anormal stres ve aşınmaya bağlı olarak dejeneratif olabilir veya spondilolizise (vertebral pars interarticularisde genellikle alt lomber vertebrada tek taraflı veya iki taraflı bir defekt) sekonder olabilir. Spondilolizis travma ile ilişkili (sekonder skolyoza yol açar) veya doğuştan olabilir. Konjenital spondilolizisi olan hastalarda spondilolistezis spinal stenozdan önce gelir. Dejeneratif değişiklikler zamanla plato gösterebilse de, stenoz kötüleşmeye devam ederek radikülopati ve/veya nörojenik kladikasyonda artışa neden olabilir (49).

Adölesan idiopatik skolyoz olgularında ise etiopatogenez altı ana grupta tartışılır; genetik faktörler, sinir sistemi, hormonlar ve metabolik işlev bozukluğu, iskelet gelişimi ve büyümesi, biyomekanik faktörler, çevre ve yaşam stili.

2.4.4 Epidemiyoloji

Erişkin skolyoz prevalansı, çalışılan popülasyona göre değişir. Prevelans eğriliğin büyüklüğü ile ters orantılıdır ve yaşla birlikte artar. Skolyozlu hastaların çoğunda asemptomatik olabilen küçük derecelerde eğrilik vardır. Genç erişkinlere benzer bir yüzdeyle ergenlerin yaklaşık yüzde 3 ila 4'ünde skolyoz mevcuttur (50).

1987 yılında Amerika' da Carter OD ve ark. yaptığı çalışmada, 25 ila 74 yaş arasındaki 6596 kişi taranmış ve bu kişilerde skolyoz prevalansı %8,3 olarak gözlenmiş (51).

Prospektif çalışmalarda, ≥ 50 yaş yetişkinlerde de novo skolyoz prevalansı yüzde 68 kadar yüksekti. Skolyoz prevalansı erkek ve kadınlarda benzer durumdadır, ancak kadınların ergenlik döneminde deformite geliştirme riski daha yüksek olduğundan yetişkinlikte daha büyük eğriliklere sahip olabilmektedirler (51).

Brooks HL ve ark. 1975 yılında yaptığı iki buçuk yıllık prospektif bir çalışmanın sonuçlarına göre; kadın-erkek oranı 1.2:1 olmakla birlikte insidans oranı yüzde 13.6 idi, en yaygın eğrilik tipi torakolomberdi ve bu hastaların yaklaşık yüzde 22'sinde ortalama bir yıl takip süresi boyunca spontan iyileşme gözlendi (52).

Türkiye de Benli T. ve ark. yaptığı bir çalışmada; 2006-2011 yılları arasında 20-40 yaş arası 27,846 akciğer grafisi değerlendirilmiş. Skolyoz prevalansı %4,64 bulunmuş olup kadınlarda 1,5 kat daha fazla olduğu görülmüştür(53).

2.4.5 Öykü

Öykü ve hikâyenin çoğu skolyozun nonidiopatik ve daha az bilinen diğer nedenlerini bulmak amacıyla yapılır (Tablo 3). Başlangıç yaşının küçük olması (10 yaşından küçük), eğriliğin hızlı ilerlemesi ve nörolojik semptomların varlığı nonidiyopatik skolyozun belirlenmesinde en faydalı bulgulardır (54).

Genellikle hastalarda spinal deformite veya daha büyük olasılıkla göğüs duvarı ve sırt asimetrisi bulunur. Hastalar çoğunlukla ailelerin farkındalığı, okuldaki arkadaşların yorumları veya okul tarama programları sayesinde doktora başvururlar. Göğüs duvarı anormallikleri skolyozda dışarıdan belli olan en önemli bulgulardan biridir. Bazen meme

boyut farklılıkları, omuz asimetrisi, postür bozuklukları uyarıcı sebepler olabilir.

Sırt ağrısı tipik bir bulgu olmamakla birlikte muayene bulgusu olarak kabul edilebilir. Adölesan idiyopatik skolyozlu hastaların dörtte biri sırt ağrısı ile başvururlar (55). Nörolojik muayene bu hasta grubunda detaylı yapılmalıdır. Güçsüzlük ,denge ve yürüyüş bozuklukları, bağırsak ve mesane sorunları siringomyeli, gergin kord ve tümörler gibi intraspinal patoloji varlığı açısından detaylı ve eksiksiz sorgulanmalıdır(56, 57). Skolyozda eğriliğin daha ne kadar ilerleyeceğini belirleyen temel etken büyümenin ne kadar devam edeceğidir. Bu nedenle, aile hekimi genellikle bu bilgilere yıllık muayenelerinden sahiptir. Ayrıca, ergenlik belirtileri, menarş başlangıcı ve meme gelişimi de dahil olmak üzere diğer büyüme ve olgunluk belirteçlerine bakmak önemlidir. Skolyozlu hastaların kardeşlerinde skolyoz 7 kat çocuklarında ise 3 kat daha fazla görülür(58).

Tablo 3. Skolyozda klinik değerlendirme (59).

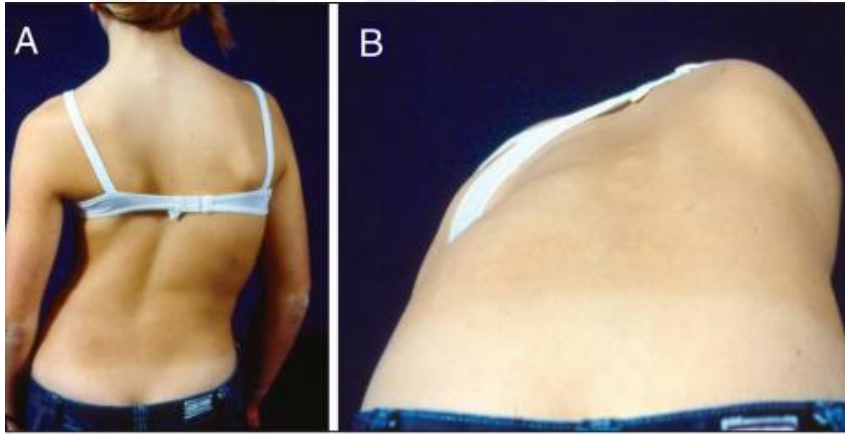
ÖYKÜ
<ul style="list-style-type: none">❖ Başlangıç yaşı❖ Ergenlik bulguları❖ Sırt ağrısı varlığı❖ Yürüyüş anormallikleri, güçsüzlük veya duyuşal değişiklikler dahil nörolojik semptomlar❖ Genel görünüm ve sırt şekli hakkında hisler❖ Aile öyküsü

2.4.6 Fizik Muayene

Skolyoz hastasının fizik muayenesine, sırt şekli değerlendirilmeden önce genel görünüm, cilt ve sinir-kas sistemi ile başlanmalıdır. Boy ölçümü, iskelet büyümesini ve omurganın eğriliğinin ilerleme riskini izlemek için önemlidir. Skolyoza ek olarak uzun boy, uzun ekstremiteler Marfan açısından, hiperlaksitesi olan hastalar Ehler Danlos açısından, yüksek kemerli ayaklar Charcot-Marie-Tooth, ciltte Café-au-lait lekeleri, çiller nörofibromatozis açısından belde kıllı yama şeklinde leke meningomyelosele açısından hekimi uyarıcı fizik muayene bulgularıdır.

Fizik muayene tam bir nörolojik muayeneyi içermelidir. Refleksler, denge, tüm kas gruplarında motor muayene alt ve üst ekstremitelerde duyu muayenesi dikkatli ve eksiksiz yapılmalıdır. Parmak ucunda yürüme, topuk yürüme, düz bir çizgide yürüme tek ayak üzerinde dengede kalabilme gözlenmelidir. Babinski gibi derin tendon refleksi, karnın refleksi muayeneleri de atlanmamalıdır

Skolyoz şüphesi olan bir hastanın sırtını muayene ederken, omuzları ve kalçaları asimetri açısından incelemelidir. Bacak uzunlukları ölçülmelidir. Klasik tarama testi olan öne eğilme testi, hastanın dizleri düz ve avuç içleri bir arada olacak şekilde belden öne doğru eğilmesi ile gerçekleştirilir. Şekil 12 de A resminde omuz asimetrisi, pelvik asimetrisi olan bir skolyoz hastası ve B resminde Adams öne eğilme testi gösterilmiştir. Muayene eden kişi, omurganın rotasyonel deformitesinden kaynaklanan sırt konturlarında herhangi bir asimetri olup olmadığına bakmalıdır. Apeksi sağa olan deformitelerde hastanın sağ tarafı belirgindir bu en çok torasik bölge skolyozlarında görülür. Fizik muayene de dikkat edilmesi gereken hususlar Tablo 4 de özetlenmiştir.



ŞEKİL 12.Skolyozlu bir hastanın omuz ve kalça asimetrisi(A). Adams öne eğilme testi (B) (59).

Tablo 4. Fizik muayene de dikkat edilmesi gereken hususlar (59).

FİZİK MUAYENE
<ul style="list-style-type: none">❖ BOY ÖLÇÜMÜ VE BOY TAKİBİ❖ AYAĞIN ŞEKLİ❖ YÜRÜYÜŞ ANALİZİ❖ CİLT LEZYONLARI❖ PUBERTAL BULGULAR❖ NÖROLOJİK MUAYENE (MOTOR, DUYU, REFLEKSLER- DERİN TENDON VE KARIN REFLEKSİ DAHİL)❖ OMUZ VE İLİAK KREST SİMETRİSİ❖ ÖNE EĞİLME TESTİ

2.4.7 Skolyozda Görüntüleme

Omurganın radyolojik incelemesi, 90×35 cm (36×14 inç) büyüklüğündeki film kasetlerine, 2 metre mesafeden ayakta çekilen ön-arka ve yan radyografiler ile başlar. Daha ileri görüntülemeler ihtiyaç halinde cerrah tarafından belirlenmelidir. Radyolojik incelemelerde vertebradaki eğriliğin yanı sıra vertebra cisimleri de dikkatli incelenmelidir. Her seviyede iki adet pedikül izlenmelidir. Pedikül sayısı ve yönleri rotasyonu gösterir.

Skolyoz sadece koronal plan deformitesi değil üç boyutlu bir deformitedir. Rotasyonsuz skolyozlarda intraspinal patolojiler akla gelmelidir. Sırt ağrısı varsa spondiloliz, spondilolistezis gibi tanılarla ilişkili vertebral anormallikleri aramak için lumbosakral bölgeyi içeren bir omurga lateral radyografisi istenir.

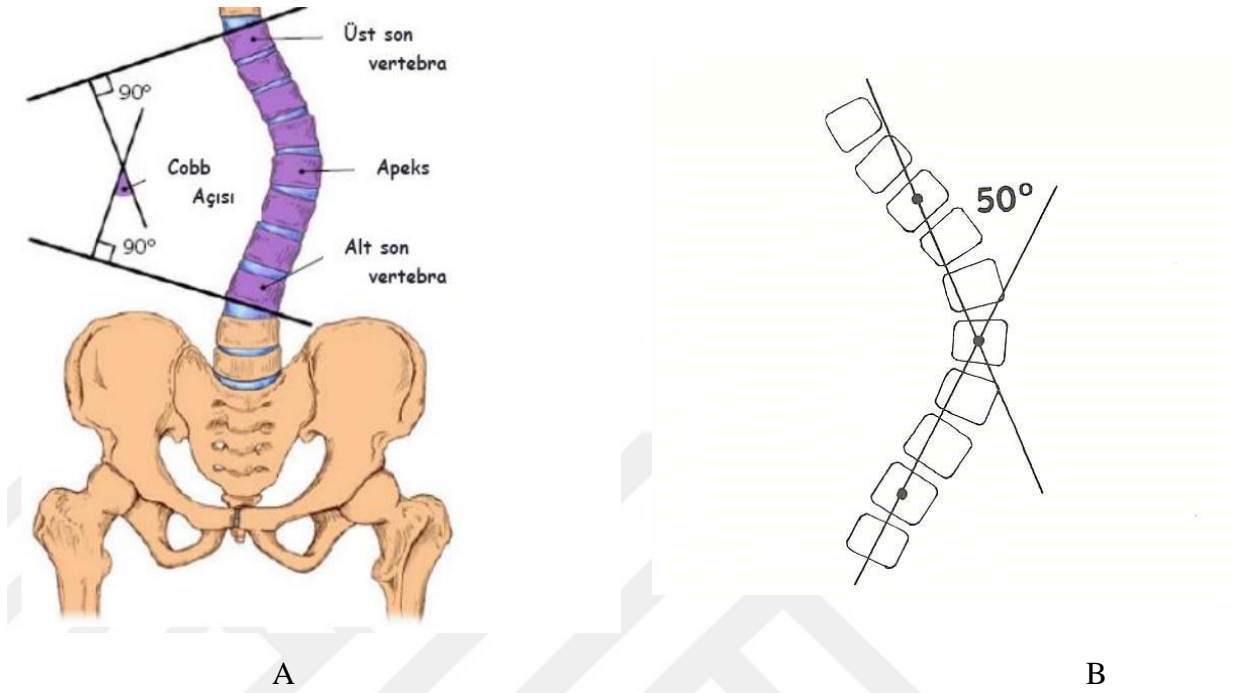
Skolyoz ve sırt ağrısı birlikte olan hastalara MRI (manyetik rezonans inceleme) ileri bir teknik olarak istenebilir. AİS için gerekliliği tartışmalı olsa da bazı cerrahlar planlama için MRI tetkikini rutin isterler. Bununla birlikte, MRI' nın başvuru anında 10 yaşından küçük hastalarda (juvenil ve infantil skolyoz), sol torasik eğriliği olanlarda ve nörolojik muayenede anormalliği olan hastalarda yararlı olması muhtemeldir (60, 61).

Psödoartroz, kemik füzyonunun belirlenmesinde pedikül vidalarının konumu ve omurganın rotasyonu belirlemek için gerekli hallerde BT istenebilir.

2.4.8 Skolyozda Frontal Düzlemin (eğriliğin) Ölçümü

Ön arka grafide skolyoz eğriliği Cobb metodu ile ölçülür. Eğriliğe katılan en üst vertebra'nın üst yüzünden ve eğriliğe katılan en alt vertebra'nın alt yüzünden çizilen paralel çizgilere çekilen dik çizgiler arasındaki açı Cobb açısı olarak tanımlanır.

Diğer bir yöntemde Ferguson yöntemi olarak bilinir (Şekil 13). En üst ve alt end vertebranın merkezi ile apikal vertebra merkezi arasında çizilen çizgilerin kesişmesi ile oluşan açıdır. Apikal vertebra eğrilik içinde en rotasyondaki vertebra olarak tanımlanır.



Şekil 13. Skolyotik eğriliğin ölçüm yöntemleri A: Cobb(62) B: Ferguson Risser (63)

2.4.9 Fleksibilitenin Değerlendirilmesi

Skolyozda fleksibilite aktif yana eğilme grafileriyle değerlendirilir. Standart düz grafide yapılan ölçümle traksiyon ve eğilme grafileri ölçüleri arasındaki fark düzelme derecesini, ölçülen farkın düz grafide ölçülen açıya oranı fleksibilite oranını vermektedir(64, 65).

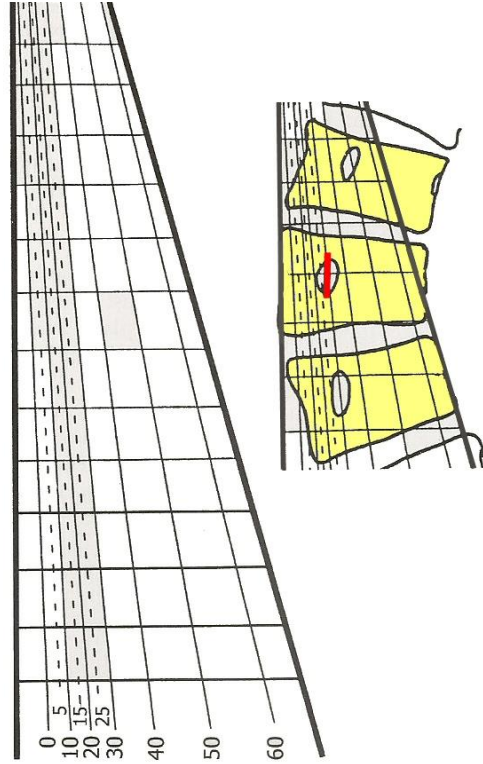
Eğilme grafisinde düzelme yoksa, strüktürel bir eğriliktir. Bazen eğrilik aşırı korreksiyon gösterebilmektedir. Bu durumda eğriliğin korreksiyonu negatif değerle ifade edilir (65, 66).

2.4.10 Vertebral Rotasyonun Değerlendirilmesi

Pedriolle ve Nash-Moe metodları ön-arka radyografide vertebral rotasyonun belirlenmesinde en yaygın kullanılan yöntemlerdir.

Pedriolle metodunda (Şekil 14), şeffaf torsiyometre radyografi üzerine yerleştirilir. Apikal vertebranın kenarı ile rotasyona uğramış pedikülü işaret noktalarını oluşturur. Bu yöntemle 30 dereceden küçük olan rotasyonlar bile değerlendirilebilir. Post-op

enstrümantasyon yapılan hastalarda apikal vertebranın ölçüm noktaları rod ya da çengeller ile süperpoze olduğundan, bu yöntemle ölçüm yapmak güçleşebilir (64, 67)



Şekil 14. Pedriolle torsiometresi ile vertebra rotasyonu ölçümü.

Nash-Moe metodunda (Şekil 15), ön-arka radyografide, pedikül ile vertebra korpusunun merkezi arasındaki ilişki incelenir. Buna göre rotasyon 5 evreye ayrılır:

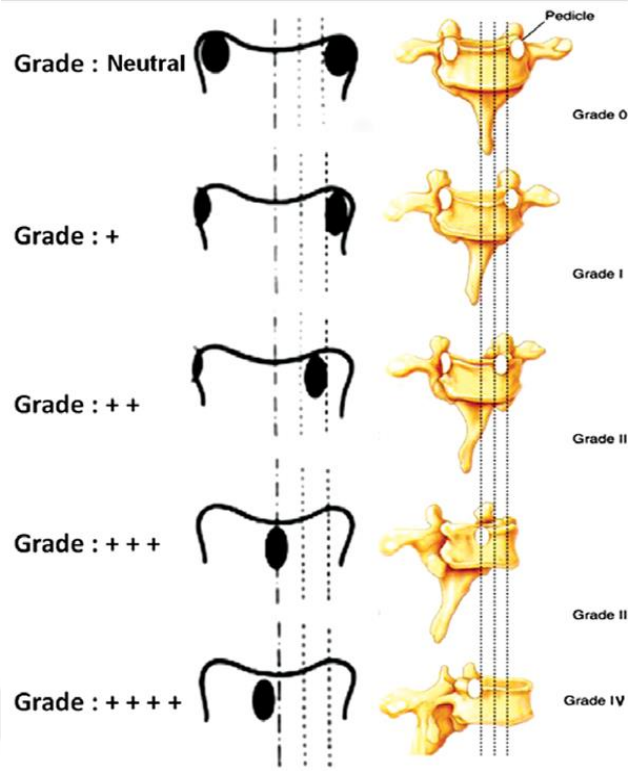
Evre 0: Her iki pedikül simetriktir.

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.

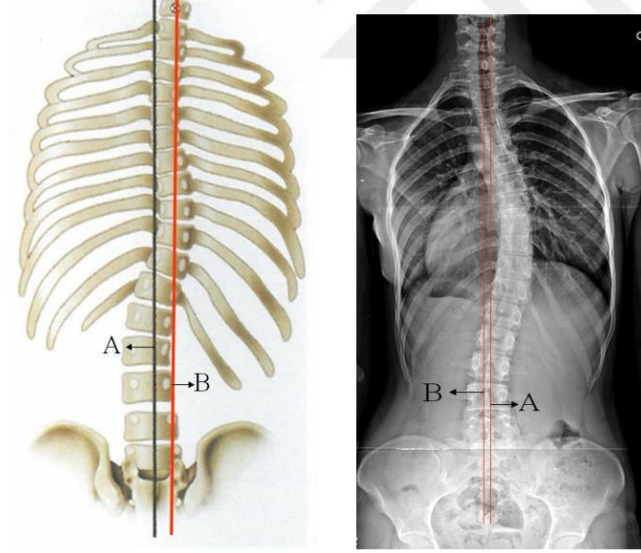


Şekil 15. Nash-Moe metoduna göre vertebra rotasyonu ölçümü

2.4.11 Frontal ve Sagittal Dengenin Değerlendirilmesi

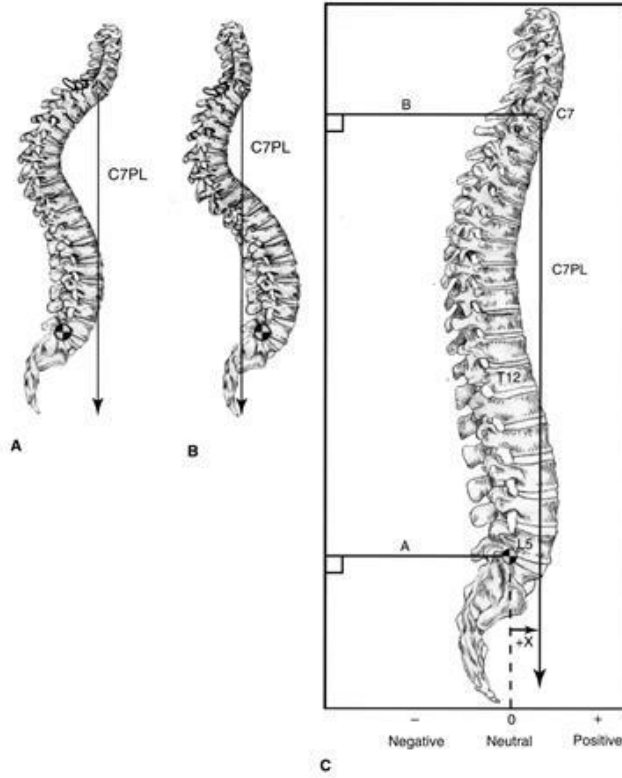
Midsakral çizgi, pelvisin normal horizontal pozisyonda görüldüğü radyografide kristaların üst sınırına paralel çizilen yatay hatta dik olarak çizilen ve sakrumun merkezinden geçen çizgidir. Frontal dengenin değerlendirilebilmesi için önce ön-arka radyografide midsakral çizgi belirlenir. Eğer pelvis yatay değil de oblik görülüyor ise, her iki kristanın üst hizasından radyografinin uzun eksenine dik çizilen çizgilerin ortasından ve bunlara paralel olarak geçen yatay çizgiye dik olarak çizilir.

Koronal denge C7 vertebra cisminin orta noktasından dikey olarak çizginin midsakral çizgi ile arasındaki mesafesi olarak tanımlanır (Şekil 16). Dengeli omurgada bu mesafe 20 milimetreden azdır. Eğer 20 milimetreyi geçerse koronal dekompanzasyon olarak adlandırılır (64, 65, 68).



Şekil 16. Koronal denge (A-B arası mesafe) A: midsakral çizgi B:C7-plump line

Sagittal denge, densten düşürülen düz bir çizgi (plumb line) tarafından belirlenir. Bu düz çizgi genellikle torakal omurganın anteriorundan, lomber omurganın posteriorundan ve S1'in posterior köşesinden geçer. Rutin yan radyografilerde dens görülmediği için düz çizgi C7 cisminin orta noktasından çizilmektedir. Bu düz çizgi sagittal vertebral eksen (SVE) olarak isimlendirilir. Çizgi S1 cisminin anterior kenarına göre anteriordaysa +SVE, posteriordaysa -SVE olarak yorumlanır (Şekil 17) (64, 65, 68).



Şekil 17. Sagittal dengenin çizimi ve değerlendirilmesi (69).

2.4.12 Skolyoz Taraması

Okul tarama programlarının gerekliliği tartışılma konusudur. ABD Önleyici Hizmetler Görev Gücü, ergenleri idiyopatik skolyoz açısından taramanın zararlarının potansiyel faydaları aşabileceği sonucuna varmıştır (70). Skolyoz Araştırma Derneği, 10 ila 14 yaş arasındaki tüm çocukların yıllık olarak taranmasını önermektedir (71). Amerikan Pediatri Akademisi 10, 12, 14 ve 16 yaşlarında rutin sağlık ziyaretlerinde öne eğilme testi ile tarama yapılmasını önermektedir (72). Benzer bir tarama programı kliniğimiz tarafından bölgemizde uygulandı ancak hasta ve hasta yakınlarının duyarsızlığı ve yetersiz katılımı ülkemizde böyle bir tarama programının uygulanabilir olmadığını gösterdi (73).

2.4.13 Doğal Seyir ve Matüritenin Tayini

Progresyon ve prognozda en önemli veriler ilk tanıdaki Cobb açısı, yaşı, menarş yaşı ve pubertal gelişim belirtileri ve Risser evresidir. Kızlarda progresyon riskinin erkeklerden 10 kat daha fazla olduğu bildirilmektedir (62).

Skolyozun ilerleyeceğini düşündüren en önemli bulgu iskelet matüritesinin tamamlanmamış olmasıdır. 30° den az eğriliklerin genel olarak ilerlemediği 50° den fazla eğriliklerinin çoğunluğunun ilerlediği çalışmalar ile gösterilmiştir. İlerlemenin yılda 1° kadar olduğu gösterilmiştir (74, 75). Şiddetli torasik eğriliği olan hastalarda (90° ila 100°'den fazla), kor pulmonale ve sağ kalp yetmezliği riskinde artış vardır ancak uzun dönem çalışmalarda mortalitede artış saptanmamıştır (76). 90° den fazla eğriliklerde solunum sıkıntıları belirgin şekilde kendini gösterir (77). Skolyozun psikososyal sorunlar ve sağlığı tehdit eden davranışlar için de bir risk faktörü olduğu bulunmuştur (78).

Risser evrelemesi (Tablo 5) iskelet matüritesinin radyolojik olarak saptanması için iliak kanat apofizinin kemikleşmesini değerlendiren bir evreleme sistemidir. İliak kanat apofizi lateralden başlayarak mediale doğru ossifiye olur. Risser evre 0'da ossifikasyon yoktur. Risser 4'de ise kadranların dördünde de apofiz ossifikasyonu görülür. Risser evre 5 apofizin iliumla tam bir bütün haline geldiği evredir, iskelet matürasyonunun sona erdiğini gösterir. Risser 0-2'de skolyozun ilerleme ihtimali en yüksektir. İskelet matüritesi tamamlandığı halde lomber de 50° den fazla eğriliklerin ilerlediği literatürde gösterilmiştir (64).

Tablo 5. Risser evrelemesi ve eğrilik derecesine göre ilerleme oranları (64).

	EĞRİLİK DERESESİ	
RİSSER EVRE	5°-19°	20°-29°
0-1	%22	%66
2-4	% 1.6	%23

2.4.14 Eğrilik Tipleri

Uzun yıllardır adölasan idiopatik skolyoz tedavisinde kullanılan temel sınıflama King-Moe klasifikasyon sistemidir. Tüm eğrilik tiplerini kapsayan tanı ve tedaviye yön veren kolay anlaşılır bir sınıflama biçimi olan Lenke sınıflaması artık King-Moe sınıflamasından daha çok kullanılmaktadır (79). Lenke sınıflamasının avantajları şunlardır:

- ✓ Tüm eğrilikleri kapsayan bir sınıflamadır. (King-Moe sınıflamasında sadece torakal eğrilikler göz önünde bulundurulmaktadır.)
- ✓ Koronal planının yanısıra sagittal plan da değerlendirilmektedir. Ancak aksiyel plan analizi yoktur. • Sınıflama tedaviye yön verir
- ✓ Eğrilik tiplerini ayırmak için spesifik ve objektif kriterlere sahiptir.
- ✓ Gözlemciler arası ve aynı gözlemci için güvenlik aralığı King-Moe sınıflamasına göre daha iyidir.
- ✓ Mantıksal, kolay anlaşılabilir ve yardımcı bir sistemdir (80).

Sınıflama üç komponentten oluşur;

1) Eğriliğin tipi

2) Sagittal torasik niteleyici

3) Lomber omurga niteleyici

Sınıflandırma AP, yan, traksiyon ve eğilme grafiplerinin incelenmesiyle başlar.

Spinal kolon 3 bölgeye ayrılır;

1.Proksimal torasik (PT): Apeks genelde T3 seviyesidir. (T1-5)

2.Ana torasik (AT): Apeks genelde T8-9 seviyelerindedir. (T2-12)

3. Torakolomber/lomber (TL/L): Tepe noktası T12-L1 / L1-L4 disklerini kapsar.

Eğriliğin tipi: öncelikle yapısal olan ve yapısal olmayan eğrilikler tespit edilir.

PT: Eğilme grafisinde Cobb açısı 25 derecenin üzerinde

T2-5 kifoz +20 dereceden büyük

AT: Eğilme grafisinde Cobb açısı 25 derecenin üzerinde

TL/L: Eğilme grafisinde Cobb açısı 25 derecenin üzerinde

T10-L2 kifoz +20 dereceden büyük olan ve apikal lomber rotasyonu Nash Moe grade I üzerinde olan eğrilikler yapısal olarak kabul edilmiştir. En geniş Cobb açısına sahip, yapısal olan eğrilik major eğrilik olarak dikkate alınarak altı eğrilik tipi tanımlanmıştır.

Bu sınıflandırma sistemi tedavi temelli bir sınıflandırma sistemidir. Yapısal olmayan bölgelere enstrümantasyon gerekmezken, yapısal deformitesi olan bölgelere enstrümantasyon ve füzyon gereklidir (79, 81).

Lenke sınıflamasına göre eğriliğin tipi aşağıdaki Tablo 6 da gösterilmiştir.

Tablo 6. Lenke sınıflamasına göre eğriliğin tipi

TİP	PROKSİMAL TORASİK	ANA TORASİK	TORAKOLOMBER LOMBER	EĞRİLİĞİN TİPİ
1	Yapısal olmayan	Yapısal (majör)	Yapısal olmayan	Ana torasik (AT)
2	Yapısal	Yapısal (majör)	Yapısal olmayan	Çift torasik (ÇT)
3	Yapısal olmayan	Yapısal (majör)	Yapısal	Çift majör (ÇM)
4	Yapısal	Yapısal (majör)	Yapısal	Üçlü majör (ÜM)
5	Yapısal olmayan	Yapısal olmayan	Yapısal (majör)	Torakolomber / Lomber (TL/ L)
6	Yapısal olmayan	Yapısal	Yapısal (majör)	Torakolomber / Lomber- yapısal AT(lomber eğrilik > torasik (10 dereceden fazla)

Lomber omurga niteleyicisi: omurga dengesinin önemli bir komponenti lomber omurgadır. Şekil 18 de gösterilmiştir. Hareketli bir bölgedir, pelvis ve omurganın temeli gibi hareket etmektedir. Bu yüzden lomber etkilenim derecesi önemlidir.

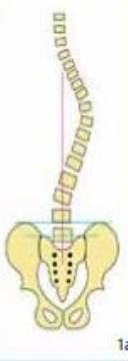
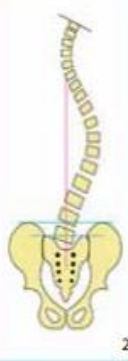
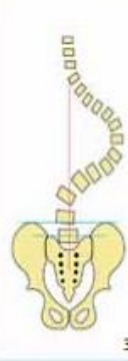
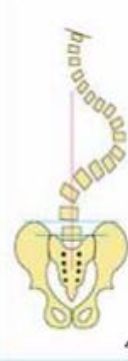
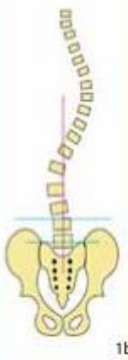
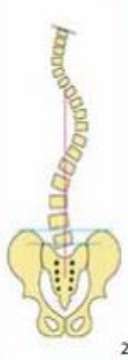
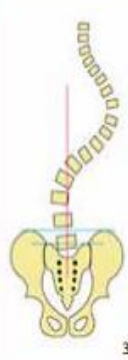
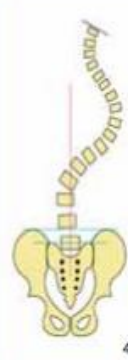
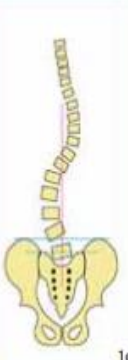

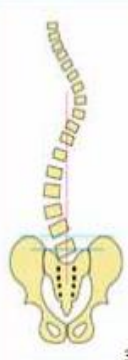
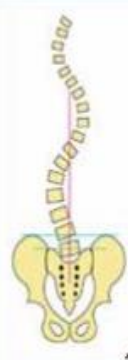
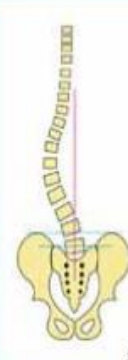

Lomber omurga belirteci	SSVÇ 'den Lomber Apekse	
A	SSVÇ pediküller arasında	
B	SSVÇ apikal gövdeye dokunur	
C	SSVÇ tamamen medialde	

Şekil 18. Lomber omurga belirteci

Sagittal torasik niteleyici: skolyozun oluşumunda sagittal düzlemdeki torakal eğim önemlidir. Torasik hipokifoz progresyon açısından risk faktörü olarak değerlendirilir. Enstrümantasyon tekniklerinin üç boyutlu düzeltmeye imkân vermesiyle sagittal düzlemdeki deformiteyi monitörize etmek için sagittal torasik niteleyici tanımlanmıştır. Tam yan çekilmiş grafide T5 üst endplate ile T12 alt endplate arasında ölçüm yapılır. Açı +10 derece altındaysa hipokifoz (-), 10-40 derece normal (N), +40 derece üzeri hiperkifoz (+) olarak gösterilir.

Üç bileşen (eğrilik tipi, lomber omurga niteleyici, sagittal torasik niteleyici) ayrı ayrı tanımlandıktan sonra bir araya getirilerek Lenke sınıflandırma sistemi oluşturulmuştur (Şekil 19).

En sık gözlenen eğrilik tipleri IC, IIC, IIIC eğriliklerdir.

Lomber spinal işaretleyici	Eğrilik tipi (1-6)					
	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4	Tip 5	Tip 6
	Ana torakal	İkili torakal	İkili majör	Üçlü majör	TL/L	TL/L/AT
A Lomber eğrilik yok ya da minimal eğrilik						
B Orta derecede lomber eğrilik						
C Büyük lomber eğrilik						
	Ana torakal eğrilik yapısal=majördür. Diğer eğrilikler kompensatuvardır.	Ana torakal ve proksimal torakal eğrilikler majör. Diğer eğrilikler kompensatuvardır.	Ana torakal ve lomber eğrilikler majör. Proksimal torakal eğrilik kompensatuvardır.	Her üç eğrilikte yapısal=majör'dür.	Torakolomber ve lomber eğrilikler yapısal=majör'dür. Diğer eğrilikler kompensatuvardır.	Ana torakal ve torakolomber eğrilikler majör. Proksimal torakal eğrilikler kompensatuvardır.
	Selektif torakal füzyon	Her iki torakal eğrilige füzyon	Torakal ve lomber eğriliklerin füzyonu	Her üç eğrilige füzyon	Selektif torakolomber füzyon.	Her iki torakal eğrilige füzyon

Şekil 19. Lenke sınıflaması (82).

2.4.15 Skolyozda Tedavi

Skolyoz tedavilerinde amaçlar öncelikli olarak eğriliğin artışının önlenmesi , eğriliğin düzeltilmesi ve bu süreçte kardiyak ve solunumsal fonksiyonların bozulmasını önlemektir (83). Tedavi seçiminde büyüme potansiyeli, tespit anındaki eğrilik derecesi, eğriliğin lokalizasyonu ve paterni dikkate alınmalıdır. Sosyal faktörler de tedavide yön verici olabilir. Tablo 7 de eğriliğin derecesi ve Risser evresine göre genel tedavi yaklaşımı görülmektedir (64).

Tablo 7. Eğriliğin derecesi ve Risser evresine göre genel tedavi yaklaşımı (64).

Eğrilik derecesi	Risser 0	Risser 1/2	Risser 3/4/5
<25°	Takip	Takip	Takip
30°-45°	Korse ile takip	Korse ile takip	Takip
>45°	Cerrahi	Cerrahi	Cerrahi

Konservatif tedavi yöntemleri olarak;

a) Elektrik uyarımı

b) Manipülasyon

c) Egzersizler: (Postür egzersizleri, solunum egzersizleri)

d) Ortez tedavisi: (Milwaukee korsesi, Boston korsesi, Charleston korsesi) yapılmaktadır.

Cerrahi uygulanan hastalarda temel amaç deformiteyi düzeltmek, ilerlemesini engellemektir. Bunun için yeterli füzyon sağlanmalıdır (68).Cerrahi endikasyonları Tablo 8 de gösterilmektedir (84) .

Tablo 8. Cerrahi endikasyonlar

Cerrahi Endikasyonlar
➤ Cobb derecesi 45-50° olan hastalar
➤ Lomber kifoz ve torakolomber kifozun olduğu durumlar yani sagittal konturun bozulması
➤ Korse kullanımına rağmen kırk derecenin üzerine progresyon gösteren eğriliklerde (iskelet matüritesinin tamamlanmadığı)
➤ Denge bozukluğu yaratan eğrilikler
➤ Torakal eğriliklerde pulmoner fonksiyonlar bozulmaya başladıysa
➤ Belirgin psikolojik problem yaratan eğrilikler
➤ Konservatif tedavilere yanıt vermeyen sırt ve bel ağrıları.

Füzyon sahasının seçimine bakacak olursak; Harrington stabil alan kavramını füzyon sahası seçiminde tanımlamıştır. Stabil alan, lumbosakral eklemlerden, bunlara dik olarak çizilen iki çizgi arasında kalan alandır. Harrington'a göre enstrümantasyon için eğriliğin alt sınırı stabil alan içerisindeyse, eğriliğin bir üst ve iki alt seviyesi füzyona dahil edilmelidir(43).

King ve ark., tüm eğrilik paternlerinde uygun füzyon seviyelerinin belirlenmesi için stabil vertebra kavramını ortaya koymuşlardır. Stabil vertebra, torakal eğrilikte, orta sakral hattın kestiği inferior vertebradır. Enstrümantasyon sisteminin alt seviyesinin stabil vertebrada sonlanması önerilmiştir. Bu yolla eğrilik düzeltilerek omurga dengesi sağlanabileceğini savunmuşlardır(85).

Genel ortak yaklaşım olarak ;

- 1)Normal sagittal denge olacak şekilde C7 vertebra sakruma santralize olmalıdır.
- 2) Uzun segment füzyonlardan kaçınılmalı sadece yapısal eğrilikler füzyona dahil edilmelidir. Olabildiğince hareketli lomber segment bırakılmalıdır.
- 3) Torakal eğriliklerde füzyon seviyesi ölçülen eğriliğin tüm seviyelerini içine almalıdır.
- 4)Normal fizyolojik eğrilikler korunmalıdır
- 5) Füzyon nötral rotasyonlu vertebrada sonlandırılmalıdır.

Lomber omurgada füzyon ne kadar ilerlerse uzun süreli takipte bel ağrısı şikayetinin o kadar fazla olduğu bulunmuştur (85). Lenke selektif füzyonu savunmuş sadece yapısal olan eğriliklerin füzyona uğratılması gerektiğini söylemiştir. Anterior girişimde Cobb açısına

dahil bütün segmentler füzyona uğratılırken, posteriorda ise füzyon stabil vertebraya kadar uzatılmıştır.

Lenke majör torasik, kompensatuvar niteleyici tip C grubu lomber minör eğriliği olan hastalarda; major eğrilik her zaman füzyona dahil edilmiş, sadece yapısal minör eğriliği olan olgularda lomber bölge füzyona dahil edilmiştir. Minör eğrilikler için yapısal kriterler: yana eğilme radyografilerinde Cobb açısının 25° üzerinde olması ve proksimal torasik (T2-T5) veya torakolomber bölgede (T10-L2) hiperkifoz (kifoz > +20°) görülmesidir.

2.4.15.1 Cerrahi Girişimler

Posterior girişimde; hasta prone pozisyonunda intraabdominal basınç artırılmadan opere edilir. Bu sayede venöz basınç düşürülerek kanama azaltılır.

İnsizyon spinöz çıkıntılar üzerinden yapılır, diseksiyon subperiostal planda devam ederek transvers çıkıntılara kadar ilerletilir, vertebranın posterior yüzündeki yumuşak dokular temizlenir. Faset eklem kapsülleri ile spinöz çıkıntılar arasındaki interspinöz supraspinöz ligamentler kesilerek hiç yumuşak doku bırakılmamalıdır. Solid bir posterior artrodezin elde edilebilmesi için günümüzde yaygın olarak kabul edilen teknik; faset eksizyonu, dekortikasyon, otojen kemik grefti uygulamalarıdır.

Anterior girişimin posterior girişime tercih edilmesinin sebebi daha iyi düzelme sağlanması ve daha az segment füzyone edilerek distalde daha fazla hareketli segment bırakılmasıdır. Eğrilik tipine göre transtorasik, transabdominal veya retroperitoneal gerçekleştirilebilir. Lenke tip 1 ve 5 eğriliklerde seçenek olarak düşünülebilir. Torakolomber ve lomber eğriliklerde kullanılan bu teknik 3 planda da daha az füzyone segment ile daha fazla düzelme imkanı sunar. Dezavantaj ise lomber kifoz, torasik hiperkifoz, psödoartroz ve rod kırılması gibi komplikasyonların sıklığında artıştır (64).

Bazı durumlarda bu iki tekniğin kombine edilmesi gerekebilir. Büyük ve rijit eğriliklerde, daha fazla düzeltme elde etmek için ve immatür hastalarda krankşaft fenomenini engellemek için kombine yaklaşım tercih edilir (86). Cerrahi komplikasyonlar Tablo 9 da belirtilmiştir (87).

Tablo 9. Cerrahi komplikasyonlar

<p>Genel Tıbbi Komplikasyonlar</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Anesteziye bağlı komplikasyonlar➤ Yara yeri sorunları➤ Pulmoner problemler➤ Gastrointestinal problemler➤ Genitoüriner problemler
<p>Tekniğe bağlı komplikasyonlar</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Nörolojik defisit➤ Aorta,vena kava,intraabdominal ve retroperitoneal organ yaralanmaları➤ Lamina ve pedikül kırıkları➤ Dural yırtıklar
<p>Geç komplikasyonlar</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Pseudoartroz➤ İmplant yetmezliği➤ Crankschaft fenomeni➤ Lomber Lordozun Kaybolması (Flat Back Deformitesi)➤ Geç Enfeksiyon

2.5 Skolyozun Solunum Sistemi Üzerine Etkileri

Skolyoz omurganın frontal, sagittal ve horizontal düzlemlerde eğriliklerini içerdiği için torakal bölgedeki deformiteler göğüs boşluğunu da doğrudan etkileyecektir. Torakal ve torakolomber eğrilikler skolyozun solunum ve kardiyovasküler etkilerinden birinci derece sorumludur.

Skolyozun solunum komplikasyonlarını anlamak için önce vertebraların toraks ile ilişkisini anlamak gerekir. Konik bir şekile sahip olan göğüs kafesi 12 adet torakal vertebra ile aynı zamanda 12 adet kaburga ile bağlıdır. 1. 10. 11. ve 12. kaburgalar aynı numaralı vertebralara tutunurlar, 2-9. vertebralar bir alt ve bir üst vertebralara tutunurlar. İlk 7 kaburga sternum ile ayrı ayrı eklemleşirken 8-10. kaburgalar birleşerek sternum ile eklemleşirler. 11. ve 12. kostalar sternum ile eklemleşmezler. Kostalar, sternum ve vertebra arasındaki karmaşık yapı skolyozun deplasman ve rotasyonu ile göğüs kafesinin şeklini bozar ve akciğerlerin asimetrik havalanmasına neden olur. Herhangi bir akciğer

hastalığı olmasa bile kostaların kısıtlanan hareketi ve küçülen göğüs kafesi nefes almayı oldukça zorlaştırır. Aynı zamanda göğüs kafesinin kemik yapısının bozulması ona bağlanan diafram, interkostal kaslar, abdomen duvarı kaslarının işlevlerini bozarak nefes almayı zorlaştırır (87) .

Skolyozda genel olarak total akciğer kapasitesinin azaldığı restriktif paternde solunum sıkıntısı mevcuttur. Yedi veya daha fazla vertebraın katıldığı torasik kifozun bozulduğu 70°den fazla eğriliklerde total akciğer kapasitesinin azaldığı görülmüştür (88). Toraks kavitesinin çok hızlı büyüdüğü dönemlerde görülen infantil ve juvenil skolyozların Total akciğer kapasitesindeki azalmayla ilişkisinin daha fazla olduğu görülmüştür (89). Adölesan döneme kadar akciğerler gelişiminin büyük çoğunluğunu tamamlamış olurlar. Restriktif hastalığın nedeni ne olursa olsun uzun süreli hipoventilasyon ve atelektazi geri dönüşümsüz atrofiye total akciğer kapasitesinde azalmaya yol açar. Bu da rezidüel volum artışına ve RV/TAK oranının artmasına sebep olur. TAK'nin tek başına azaldığı durumlara göre vital kapasite ve inspiratuar kapasite beklenenden daha fazla azalır. Hafif skolyozu olan hastalarda bile egzersiz kapasitesi azalır. Efor dispnesi skolyozun ilk bulgusu olarak karşımıza çıkabilir. Orta ve hafif skolyozda belirgin solunum sıkıntısı izlenmez.

70° 'nin altındaki belirgin akciğer asimetrisi ve belirgin ekspirasyon sınırlanmasına rağmen akciğer muayenesi doğal olabilir. Ancak zamanla konkav tarafta başlayan kötüleşme daha sonra bilateral havalanma azalmasına neden olur. Şiddetli skolyoz hastalarında efor kapasitesi azalır bunun yanı sıra uyku paterni de bozular. Uykuda solunum hızı normalden yüksek, tidal volum normalden düşük hale gelir. Bunu başarabilmek içinse normalin neredeyse 2 katı inspiratuar basınca, normalden fazla transdiafragmatik basınca ve abdominal kasların daha fazla çalışmasına ihtiyaç vardır (90). 100 derecenin üstündeki eğriliklerde artmış kronik solunum yetmezliği, pulmoner hipertansiyon, kronik hipoksemi, kronik atelektazi, kronik hiperkapni riski vardır (91).

Skolyoz cerrahisinden sonra solunum fonksiyonlarının iyileştiğinden değişmediğine kadar çelişkili veriler olsada skolyoz cerrahisinin temel amacı akciğer fonksiyonlarının kötüleşmesini engellemektir (92). Cobb açısına göre olası akciğer patolojisi Tablo 10 da gösterilmiştir (2) .

Tablo 10. Skolyozun solunumsal fonksiyonlara etkisi (1) .

Cobb açısı	Olası klinik tablo
<10°	Semptom yok
>25°	EKO da olası pulmoner arter basıncı artışı
>40°	Cerrahi girişim düşünölmeli
>70°	Akciğer hacminde önemli derecede düşüş
>100°	Efor dispnesi
>120°	Olası alveoler hipoventilasyon, kronik solunum yetmezliği



3.GEREÇ VE YÖNTEMLER

3.1 Gereç

Çalışmamıza, Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 01.09.2022 tarih ve (2022/233) sayılı onayı alındıktan sonra başlandı. Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda gerçekleştirildi.

Çalışmamıza Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji bölümünde 2017-2022 yılları arasında opere edilen ve en az 7 seviye torakal posterior enstrümantasyon yapılan 34 hasta dahil edildi. 2 hasta kontrollere devam etmediğinden dolayı takip süresi çok kısaydı ve 1 hastanın uygun postoperatif görüntülemesi bulunmadığından dolayı çalışma dışı bırakıldı çalışma 31 hasta ile tamamlandı. Hastaların operasyon öncesi çekilen bilgisayarlı tomografi ve skolyoz grafileri ve operasyon sonrası çekilen bilgisayarlı tomografi ve skolyoz grafileri ile retrospektif olarak değerlendirildi.

3.2 Yöntem

Tüm hastalarımızın standart olarak ameliyat öncesinde detaylı anamnezi mevcuttu. Anamnezde hasta ve yakınlarından aile öyküsü, başlangıç yaşı ve şekli, varsa ameliyat öncesi dönemde gördüğü tedavi, menarş öyküsü sorgulanmış ve dosyalarına kaydedilmişti.

Fizik muayenede eğriliğin lokalizasyonu ve yönü, omuz asimetrisi, pelvik asimetri bakılmıştı ilk başvuru anamnezlerinde mevcuttu. Hastaların ortopedik ve nörolojik muayeneleri dosyalarına kaydedilmişti.

Çalışmadaki tüm hastaların ameliyat öncesi, standart ayakta anteroposterior, lateral, sağa ve sola eğilme grafileri, skolyoz grafileri ve bilgisayarlı tomografi çekimleri hastane radyoloji bilgi sisteminde mevcuttu. Ameliyat sonrası değerlendirmede öncesinde olduğu gibi skolyoz grafileri ve bilgisayarlı tomografi görüntüleme yöntemleri rutin olarak kullanılmıştı. Yeni görüntülemeler istenilmeden var olan görüntülemeler üzerinden ölçümler uygulandı.

Radyolojik değerlendirmede, sınıflandırma yöntemi olarak Lenke klasifikasyon sistemi kullanıldı. Skolyoz açısı ölçümü Cobb yöntemi ile yapıldı. Yine ön arka grafi yardımı ile iliak apofizler Risser sınıflamasına göre evrelendirildi. Olguların grafileri Lenke klasifikasyon sistemi kriterleri kullanılarak incelendi. Yapısal olan ve yapısal olmayan eğrilikler, muhtemel füzyon seviyeleri belirlendi. Lenke füzyon kriterlerine göre füzyonlar

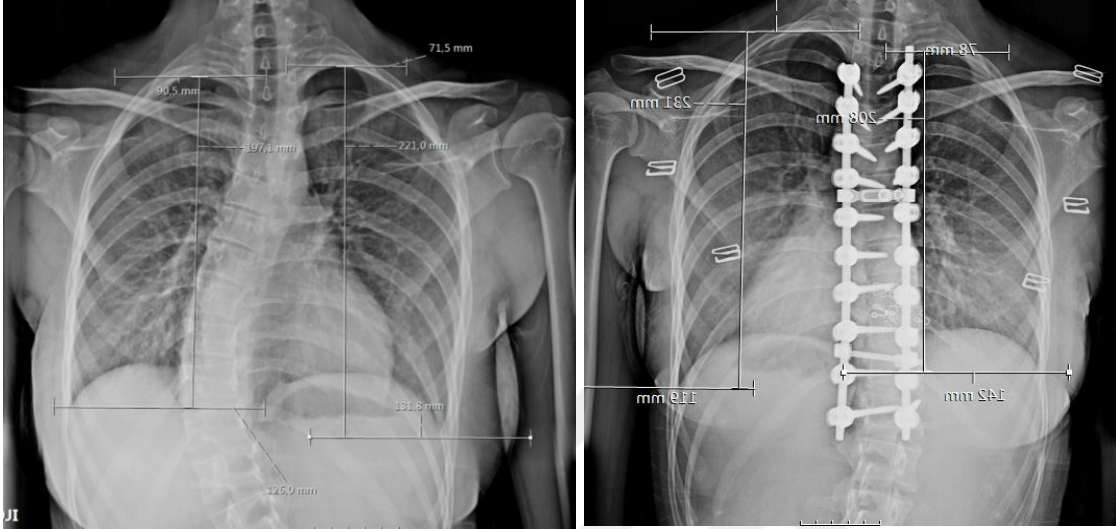
uygulandı. Posterior füzyon distalde stabil vertebrada, proksimalde nötral vertebrada sonlandırıldı.

Opere edilen hastaların SECTRA İDS7 V23.2 hastane radyoloji bilgi sisteminden preop ve postop skolyoz grafileri kullanılarak eğrilik seviyeleri, Cobb dereceleri, akciğer plevra alanı alan ölçümü, akciğer plevra uzunluk ölçümleri, tüm spinal tomografileri kullanılarak preop ve postop akciğer sagittal plevra uzunluğu ve dansite ölçümleri sağ ve sol akciğer için ayrı ayrı ölçülerek değerlendirildi. Akciğer plevra uzunluk ölçümünde her iki akciğer tepesinden kostodiafragmatik sinüslerin en alt noktası baz alınarak ölçüm yapıldı. Plevra alan ölçümünde ise sağ akciğer ölçülürken vena cava superior, asendan aorta, sağ atrium, sol akciğer plevra alanı ölçülürken desendan aorta, pulmoner arter, sol atrium ve sol ventrikül sınır olarak belirlendi. Dansite ölçümleri bilgisayarlı tomografide radyoloji bilgi sistemi üzerinden Hounsfield Ünite (HU) birimi ile ölçüldü. Torakal bölgedeki eğrilikler sağ torakal eğrilik ve sol torakal eğrilik olarak belirlenerek eğrilik yönünün değişkenlerde anlamlı olup olmadığı araştırıldı.

İstatistiksel değerlendirme, IBM SPSS 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) paket programı ile yapıldı. Normal dağılıma uygunluk testi Shapiro Wilk Testi ile değerlendirildi. Nümerik değişkenler ortalama \pm standart sapma ve frekans (yüzdeler) olarak verildi. Gruplar arasındaki farklılık normal dağılıma sahip olan nümerik değişkenlerde Student's t test ile karşılaştırıldı. Preop ve postop arası farklılık normal dağılıma sahip olan sürekli değişkenlerde bağımlı örneklerde t testi ile değerlendirildi. Nümerik değişkenler arasındaki ilişki Pearson Korelasyon Analizi ile değerlendirildi ve $p < 0.05$ iki yönlü testlerde istatistiksel önemlilik için yeterli kabul edildi

4.ÖRNEK OLGU SUNUMU

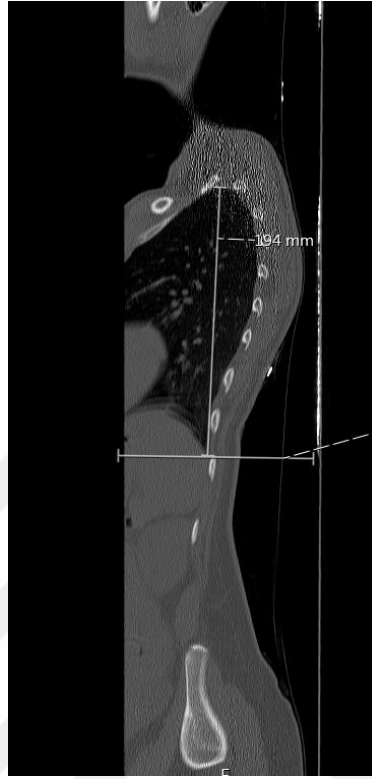
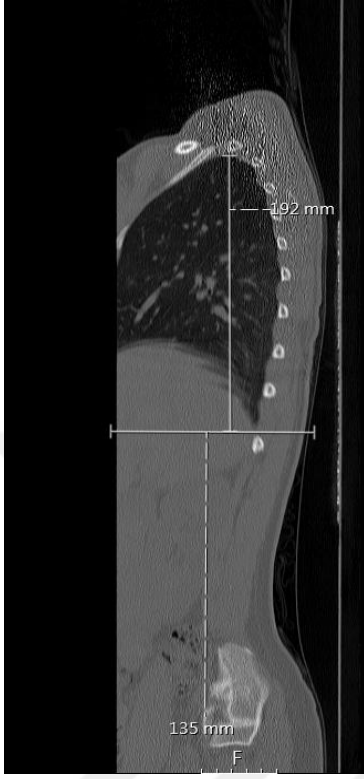
1. Preop ve postop skolyoz grafisinde pleval uzunluğun sağ ve sol akciğer için ayrı ayrı ölçüm yöntemi gösterilmiştir.



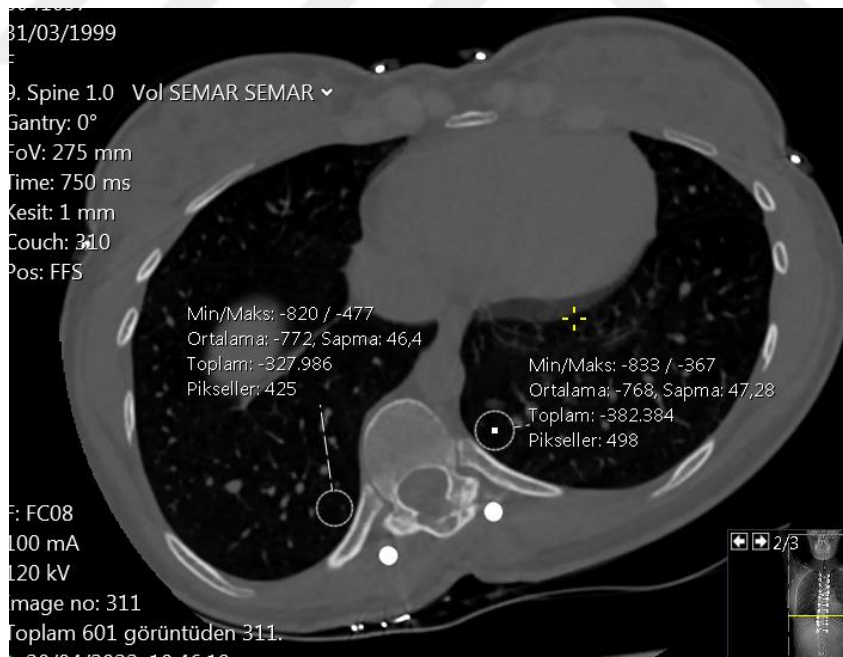
2. Preop ve postop skolyoz grafisinde pleval alanın sağ ve sol akciğer için ayrı ayrı ölçüm yöntemi gösterilmiştir.



3. Preop ve postop tomografi üzerinden pleural sagittal uzunluğun ölçüm yöntemi sağ ve sol akciğer için ayrı ayrı gösterilmiştir.



4. Preop ve postop tomografi üzerinden akciğer dansite değerinin ölçüm yöntemi sağ ve sol akciğer için ayrı ayrı gösterilmiştir.



5.BULGULAR

Olgularımızı oluşturan 31 vakanın 11'i (%35,48) erkek, 20'si (%64,52) tanesi kadın hastaydı. Ortalama takip süremiz düz grafide ölçülen verilerde 25,93(12-51) ay, BT ile ölçülen verilerde 15,06(12-51) ay idi. (Tablo 11).

Tablo 11. Olguların cinsiyet ve ameliyat oldukları sıradaki yaşları ve takip süreleri

AMELİYAT SIRASINDA HASTA YAŞI		EN DÜŞÜK	EN YÜKSEK	ORTALAMA
	K	11	55	20,45
	E	14	49	21
	GENEL	11	55	20,64
TAKİP SÜRESİ- XRAY/ay		12	51	25,93
TAKİP SÜRESİ-BT/ay		12	51	15,06

Majör torakal eğriliğin 24 vakada sağ eğrilik, 7 vakada sol eğrilik olduğu görülmüştür. Matüritenin klinik değerlendirilmesinde olguların tamamında sekonder seks karakterlerinin başladığı görülmüş, kadın hastaların 16'sında (%80) menarşın olduğu saptanmıştır. Olguların iskelet matüritesinin radyolojik değerlendirilmesinde Risser evrelemesi kullanılmış olup Tablo 12 de olguların dağılımı gösterilmiştir.

Tablo 12. Olguların Risser sınıflamasına göre dağılımı

RİSSER (EVRE)	OLGU SAYISI	OLGU SAYISI/TOPLAM (%)
0	-	-
1	-	-
2	4	12,90
3	6	19,35
4	11	35,45
5	10	32,25

Enstrümante edilen seviye sayısı minimum 9, maksimum 16 ortalama 11,09 olarak görüldü. Vakaların tümünde en az 7 seviye torakal enstrümantasyon mevcuttu.

Ameliyat öncesinde majör eğriliklerin, ayakta çekilen ön arka grafilerde Cobb yöntemi ile ölçülen açı değerleri ortalama $59,2^{\circ} \pm 3,04^{\circ}$ ($35,8^{\circ}$ - $88,4^{\circ}$) bulunmuştur. Ameliyat sonrası

ölçümlerde ortalama Cobb $18,96^{\circ} \pm 2,53^{\circ}$ (3° - $59,7^{\circ}$) olup fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Ameliyat öncesi sağ akciğer plevral alan ölçümleri ortalama $12015,71 \pm 798,59 \text{ mm}^2$ iken ameliyat sonrası ölçümlerde $14,225 \pm 805,24 \text{ mm}^2$ olup fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Ameliyat öncesi sol akciğer plevral alan ölçümleri ortalama $9690,68 \pm 680,82 \text{ mm}^2$ iken ameliyat sonrası ölçümlerde $11750,90 \pm 653,32 \text{ mm}^2$ olup fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Ameliyat öncesi sağ akciğer plevra uzunluk ölçümleri ortalama $198,07 \pm 7,08 \text{ mm}^2$ iken ameliyat sonrası ölçümlerde $216,14 \pm 6,53 \text{ mm}^2$ olup fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Ameliyat öncesi sağ akciğer plevra uzunluk ölçümleri ortalama $196,18 \pm 8,12 \text{ mm}$ iken ameliyat sonrası ölçümlerde $223,31 \pm 7,58 \text{ mm}$ olup fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Ameliyat öncesi bilgisayarlı tomografi üzerinden yapılan akciğer plevra sagittal uzunluk ölçümleri sağ akciğer için ortalama $170,96 \pm 4,67 \text{ mm}$ iken ameliyat sonrası ölçümlerde $189,02 \pm 5,64 \text{ mm}$ olup fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Ameliyat öncesi bilgisayarlı tomografi üzerinden yapılan akciğer plevra sagittal uzunluk ölçümleri sol akciğer için ortalama $175,38 \pm 5,72 \text{ mm}$ iken ameliyat sonrası ölçümlerde $198,02 \pm 5,44 \text{ mm}$ olup fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Ameliyat öncesi bilgisayarlı tomografi üzerinden yapılan akciğer plevra dansite ölçümleri sağ akciğer için ortalama $-732,52 \pm 15,05 \text{ HU}$ iken ameliyat sonrası ölçümlerde $-774,97 \pm 11,29 \text{ HU}$ olup fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Ameliyat öncesi bilgisayarlı tomografi üzerinden yapılan akciğer plevra dansite ölçümleri sol akciğer için ortalama $-721,32 \pm 15,39 \text{ HU}$ iken ameliyat sonrası ölçümlerde $-755,10 \pm 11,63 \text{ HU}$ olup fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Tablo 13. Bulgular

	SAĞ			SOL		
	PREOP	POSTOP	P	PREOP	POSTOP	P
PLEVRAL ALAN(mm ²)	12015,71±798,6	14225±805,24	<0.05	9690,68±680,82	11750,90±653,32	<0.05
PLEVRAL UZUNLUK (AP)(mm)	198,07±7,08	216,14±6,53	<0.05	196,18±8,12	223,31±7,58	<0.05
PLEVRALUZUNLUK (LAT)(mm)	170,96±4,67	189,02±5,64	<0.05	175,38±5,72	198,02±5,44	<0.05
DANSİTE(HU)	-732,52±15,05	-774,97±11,29	<0.05	-721,32±15,39	-755,10±11,63	0.053

Eğriliklerin Cobb değerleri üzerinden değişimi ile tezde ölçümü yapılan veriler arasında korelasyon çalışmalarında hiçbir değişimdeki düzelmenin Cobb açısındaki düzelme ile anlamlı ilişkisi bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Torakal eğriliğin yönü (sağ torakal ve sol torakal) ile değişkenlerin istatistiksel karşılaştırılmasında, ölçüm yapılan verilerden sol yönlü torakal eğriliklerdeki sağ akciğer plevra alanının ameliyat sonrası ortalama değerleri ile ameliyat öncesi ortalama değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Ancak torakal eğrilik yönü üzerinden bakılan diğer veriler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Sağ yönlü torakal eğrilikler için sağ ve sol akciğer arasındaki değişimler kıyaslandığında sol akciğer plevra uzunluk(AP) değişimi, sağ akciğer plevra uzunluk(AP) değişimine göre istatistiksel olarak anlamlı olup ($p < 0.05$) diğer verilerin karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı veri bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Sol yönlü torakal eğrilikler için sağ ve sol akciğer kıyas edildiğinde bakılan değişkenlerin hiç birisinde anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).

6.TARTIŞMA

Skolyoz, omurganın en sık görülen deformitesidir. Torasik omurganın tutulumu (tek başına veya lomber omurga ile birlikte), skolyozun solunum ve kardiyovasküler komplikasyonlarından birincil sorumludur (1). 1980’li yıllarda skolyotik deformitenin üç boyutlu olduğunun anlaşılması üzerine frontal, sagittal ve aksiyel planlarda düzeltmeye olanak sağlayan üçüncü nesil enstrümantasyon sistemleri geliştirilmiştir (2). Solunum fonksiyonlarının kötüleşmesini engellemenin en kesin çözümü enstrümantasyondur.

Boucher tarafından kullanılmaya başlanılan ve daha sonra Roy-Camille ve ark. tarafından kullanımı yaygın hale getirilen spinal pedikül vidaları, Luque tarafından skolyoz cerrahisinde uyguladığından bu yana omurga füzyonun bir parçası olarak pedikül vida uygulaması en sık tercih edilen method olmuştur. Pedikül vidaları skolyoz cerrahisinde tüm eksenlerde düzelmeyi daha kısa füzyon seviyesi ve daha az korreksiyon kaybı ile sağlayabilmektedir. Pedikül vidalarının süperbiyomekanik avantajları olmasına rağmen, kalıcı nörolojik hasara sebebiyet verebileceği düşüncesiyle torakal vertebra bölgesi için geçmişte daha az kullanılmaktaydı. Ancak günümüzde torakal vertebrada da kullanımı artmıştır. Torakal pedikül vidalarının yanlış yerleştirilme insidansı % 1.5-25 olup, bununla ilişkili nörolojik komplikasyon sıklığı ise % 0-0.9 olarak tespit edilmiştir. Spinal deformitelerin tedavisinde lomber bölgede geniş tecrübe kazanılması sonrasında pediküllerin büyük ve iyi görülebilir olduğu torakolomber bileşkedeki torakal vertebralar da kullanıldı. Torakolomber vertebradaki başarımın ardından, pedikül vidaları daha proksimal seviyelerde daha fazla kullanılmıştır (93).

Biz de çalışmamızda yer alan tüm hastalarda torakal pedikül vidalarını güvenle kullandık. Çalışmamıza dahil olan hiçbir hastamızda nörolojik ve vasküler komplikasyonla karşılaşmadık.

Torakal bölgedeki kifozun artması, göğüs boşluğunda daralmaya yol açarak akciğer fonksiyonlarının bozulmasına neden olur. Lomber eğriliklerde, akciğer fonksiyon bozukluğu beklenmeyeceği için çalışmamıza torakal fiksasyon yapılmayan hiçbir hastayı dahil etmedik.

Enstrümantasyon yapılan hastalarda solunum fonksiyonlarının iyileştiği başka yayınlarda SFT ile gösterilmiştir(94). Bu düzelmenin sebebi olarak bir çok fikir literatürde

mevcuttur. Biz çalışmamızda bu düzelmenin sebebinin intraplevral kaviter alan artışı olduğunu göstermeyi amaçladık. Bunun için çalışmamızda; plevral uzunluk , plevral sagital uzunluk , plevral alan ve dansite parametrelerini kullandık.

İlk baktığımız parametre plevral uzunluk ve plevral sagital uzunluk idi. Her iki parametrenin ameliyat sonrası ve öncesi farkı bulgular kısmında belirtildiği gibi hem sağ hem de sol akciğer için istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Bu veri, bize düzelen kifozla birlikte plevral uzunluğun ve intraplevral kaviter alanın arttığını düşündürdü.

İlk verimizi doğrulamak için kullandığımız ikinci veri plevral alan ölçümleri oldu. Xray üzerinden yaptığımız ölçümler ile her iki akciğer için de postoperatif artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gördük bu veri de aynı şekilde intraplevral kavitenin genişlediğini bize gösterdi. Çalışmamızın bir eksiği olarak bu ölçümler BT üzerinden yapılamadı çünkü hastalarımızın mevcut tomografileri ‘Tüm spinal BT’ modunda çekilmişti ve akciğerleri tam anlamıyla içermiyordu. Öneri olarak eğer başka çalışmalarda intraplevral alan değerlendirilecekse 3D Toraks BT çekilerek benzer ölçümler üç boyutta incelenebilir.

Baktığımız diğer bir veri akciğerin havalanmasını gösteren dansite ölçümleri oldu. Sağ akciğer için havalanmanın istatistiksel olarak anlamlı düzeldiğini ($p < 0.05$) ancak sol akciğer için anlamlı olmadığını ($p: 0.053$) gördük. Bu verinin sebebi ise çalışmamıza dahil olan hasta sayısının az olması olabilir. Daha geniş hasta grubunda sol akciğer içinde aynı verinin elde edileceğini düşünüyoruz.

Bergofsky’ya göre skolyoz hastalarında öncelikli olarak akciğer volumü ve bunun bir sonucu olarak fonksiyonel rezidüel kapasite azalmaktadır. Bu durumun devam etmesi pulmoner hipertansiyona sebep olup devamında corpulmonale ve konjestif akciğer yetmezliği gelişmektedir (6).

Skolyoza bağlı ölümlerin %60’ının pulmoner ve kardiyak yetmezlik olduğu görülmüştür. Skolyoz mortalitenin yanı sıra morbitideyi de arttırmaktadır. Kumano ve ark. göğüs duvarı kompliyansında azalma ve deformeğe bağlı olarak önce akciğerde hipoventilasyon, daha sonrasında buna bağlı olarak akciğer damarlarında daralma ve pulmoner hipertansiyon geliştiğini belirtmişlerdir (94).

Caro ve Dubois torakal skolyozu olan hastalarda yaptıkları çalışmalarda öncelikle toraks kompliyansının değil akciğer kompliyansının değiştiğini bunun sebebi olarak da periferik hava yollarında meydana gelen obstrüksiyona bağlı olduğunu söylemişlerdir. Toraks kompliyansındaki azalmayı ikincil olay olarak görmüşlerdir (95).

Bjüre ve arkadaşları skolyoz hastalarında periferik hava yollarında obstrüksiyon olduğunu göstererek Caro ve Dubois’i destekler bulgular elde ettiler (96).

Bergofsky solunum fonksiyonlarını bozan sebebi toraks kompliyansındaki azalma olarak tanımlamış biz bunun doğru olmadığını, Caro ve Dubois'in dediği gibi akciğer kompliyansı olduğunu savunuyoruz. Ancak onların düşüncesinden farklı olarak periferik hava yollarındaki obstrüksiyondan değil intraplevral kavitenin daralmasından dolayı olduğunu düşünüyoruz. Çalışmamızda sırasıyla preoperatif ve postoperatif plevral alan, plevral uzunluk (Xray), plevral sagittal uzunluk (BT) değerleri ölçüldü. Sağ akciğer için preoperatif bu değerler sırası ile $12015,71 \pm 800 \text{ mm}^2$, $198,1 \pm 7 \text{ mm}$, $170,96 \pm 5 \text{ mm}$ iken postoperatif $14225 \pm 805 \text{ mm}^2$, $216,14 \pm 6 \text{ mm}$, $189,02 \pm 6 \text{ mm}$, sol akciğer için preoperatif $9690,7 \pm 680,8 \text{ mm}^2$, $196,2 \pm 8 \text{ mm}$, $175,4 \pm 6 \text{ mm}$ iken postoperatif $11750,9 \pm 653 \text{ mm}^2$, $223,3 \pm 8 \text{ mm}$, $198,02 \pm 6 \text{ mm}$ ölçüldü. Tüm değerler için fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p < 0.05$). Verilerimiz düşüncemizi desteklemektedir.

Bergofsky, skolyozlu hastalarda normal erişkinlere kıyasla nefes alma gayretinin 5 kat arttığını ve kompliyansın 5 kat azaldığını göstermiştir (6).

Shannon ve ark. cerrahi sonrası fizyolojik pulmoner ölü alanın %40 oranında azaldığını fakat Cobb açısının 65 dereceden büyük olması halinde akciğerlerin bölgesel perfüzyonunda anlamlı bir iyileşme olmadığını öne sürmüşlerdir. Bu bulguyu geri dönüşü olmayan bir pulmoner hasara bağladıkları için erken cerrahi önermişlerdir. Eğriliğin 70 dereceye ulaşmadan mutlaka cerrahi yapılması gerektiğini belirtmişlerdir (94). Shannon ve arkadaşlarından farklı olarak erken dönemde opere ettiğimiz Cobb açısı 65 derecenin üstünde 12 skolyoz hastasında plevral alan ve uzunluk ölçümlerinde her iki akciğer için belirgin düzelme olduğunu gösterdik. Bu hasta grubunda sırasıyla bakılan plevral alan, plevral uzunluk (Xray), plevral sagittal uzunluk (BT) ölçümleri sağ akciğer için preoperatif ortalama $10334,75 \text{ mm}^2$, 189 mm , 163 mm iken postoperatif 12710 mm^2 , 212 mm , 181 mm idi. Sol akciğer için preoperatif 9137 mm^2 , 185 mm , 170 mm iken postoperatif 10905 mm^2 , 217 mm , 190 mm idi. Ayrıca sağ ve sol akciğer için preoperatif $-730,5$ ve $-720,6 \text{ HU}$ postoperatif $-770,8$ ve $-755,4 \text{ HU}$ ile düzelen dansite ölçümleri akciğerin daha iyi havalandığını bize düşündürmektedir. Bu yüzden 65 derecenin üstündeki eğriliklere sahip hastalarında cerrahi sonrası solunum fonksiyonlarının düzeleceğini düşünüyoruz.

Westgate ve Moe' nun yaptığı çalışmada; yaş aralığı 40 ile 44 olan, ortalama Cobb açısı 87 olan, 67 hastayı postoperatif dönemde incelenmiş. Birinci yılın sonunda 31 hastanın total akciğer kapasitesi ve vital kapasitesinde azalma olduğu ancak hastaların preop paO₂ (parsiyel arteriyel oksijen basıncı) değerlerinin ortalama 93.5 den 95.2 ye çıktığını göstermişlerdir. Cerrahinin vital kapasite ve total akciğer kapasitesi üzerine etkisi

olmadığını ancak kandaki oksijen doygunluğunu artırdığını söylemişlerdir (97).

İntraplevral alan artışı, total akciğer kapasitesini etkilemediği ya da arttırdığını, inspiratuar vital kapasiteyi arttırdığını ve rezidüel volumü düşürdüğü gözlenmiştir. Ancak uzun dönem hipoventilasyon ve atelektazinin total akciğer kapasitesinde geri dönüşümsüz azalmaya neden olacağı yayınlarda gösterildiği için (88-90) Westigate ve Moe'nun hasta grubunun yaş ortalaması ileri olmasından ötürü inspiratuar vital kapasitenin değişmediği gösterilmiş olabilir.

Gazioğlu ve ark., ortalama yaşı 15 olan 33 idiopatik skolyoz hastasında yaptıkları çalışmada pulmoner fonksiyonların iyileştiğini göstermişlerdir. Bu hastaların preoperatif ortalama Cobb açısı 67 derece, postoperatif Cobb açısı 21 derece olup hastaların 17 sinde anormal pulmoner fonksiyonlar mevcutmuş ve enstrümantasyon sonrası hastaların 12 tanesinde pulmoner fonksiyonlar düzelmiş olarak gözlenmiştir. Diğer 16 hastanın ameliyat öncesi ve sonrası pulmoner fonksiyonları normal olup hastaların tamamında vital kapasite ve total akciğer hacminin %18'den fazla arttığı gözlenmiştir (14). Biz de çalışmamızda Gazioğlu ve arkadaşlarını destekler bulgular elde ettik.

Kumano ve ark. çalışmalarında yaşları 9 ile 23 arasında değişen ortalama yaşları 15 olan tamamında solunum problemi olan 20 hastayı incelemişlerdir. Hastaların preop Cobb derecesi ortalaması 70 derece iken postoperatif 48 derece olarak gözlenmiştir. 2 yıl takip edilen hastalar SFT ile tekrar değerlendirilmiş ve istatistiksel olarak anlamlı iyileşme olduğu görülmüştür. Daha erken yapılan testlerin anlamı olmadığını belirtmişlerdir (94). Biz de çalışmamızda bu veriye dayanak takip süresi 1 yılın altındaki hastaları çalışmaya dahil etmedik.

Kumano ve ark. Cobb açısındaki düzelme ile pulmoner fonksiyonlardaki iyileşmenin korele olduğunu söylese de Gazioğlu ve ark. herhangi bir korelasyon olmadığını söylemişlerdir. Cobb açısındaki düzelme miktarı ile preoperatif ve postoperatif baktığımız verilerin düzelme miktarı arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon elde edemedik.

Her ne kadar Cobb açısındaki düzelme miktarı ile pulmoner fonksiyonların iyileşmesi arasında korelasyon olup olmadığı tartışma konusu olsa da 70 dereceden fazla eğriliklerde pulmoner fonksiyonların bozulduğu 90 derecenin üzerindeki eğriliklerin kalıcı hasar verebileceği ve cerrahinin bir gereklilik olduğu konusunda ortak kaniya varılmıştır. Biz de çalışmamızda literatüre benzer şekilde bulgular elde ettik.

European Spine Journal dergisinde 2019 da yayınlanan, Nobuyuki Fujita ve ark. nın yaptığı bir çalışmada; yaşları 10 ile 20 arasında değişen 111 skolyoz hastası incelenmiş, hastaların preoperatif solunum fonksiyon testleri yapılmış, akciğer volümleri bilgisayarlı

tomografi ile ölçülmüş. Postoperatif 2 yıllık takip sonrasında yapılan yeni solunum fonksiyon testleri ve BT ile akciğer volumlerini ölçerek karşılaştırmışlar. Sonuç olarak solunum fonksiyon testlerinde VK ve FEV değerlerinin istatistiksel olarak iyileştiğini görmüşlerdir. Bilgisayarlı tomografide ise sağ akciğer volumü, sol akciğer volumü, total akciğer volumü ve sağ akciğer volumü/sol akciğer volumü oranına bakmışlardır. Total akciğer volumü artmış ancak istatistiksel olarak düşük değerde anlamlı olarak görülmüş ($p=0.06$). Sol akciğer volumündeki artış ve sağ akciğer volumü/sol akciğer volumü oranı ise istatistiksel olarak anlamlı olarak saptanmış ($p<0.05$). Sağ akciğer volumünde ise anlamlı değişim bulunamamışlardır (98).

Charles E. Johnston ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada 20 adet skolyoz hastasını değerlendirmeye almışlardır. Çalışmada preoperatif total akciğer hacmini ölçerek ortalama 2.7 yıllık takip sonrası preop olduğu gibi postop da bilgisayarlı tomografi ile ölçerek karşılaştırmış ve total akciğer hacminde istatistiksel olarak artış görmüştür (99).

Spine Deformity dergisinde 2014 de yayınlanan bir makalede, 29 skolyoz hastasının preoperatif ve postoperatif akciğer hacimleri 3 boyutlu bilgisayarlı tomografi ile ölçülerek değerlendirilmiş. Sağ akciğer volumü, sol akciğer volumü, total akciğer volumü, sağ ve sol akciğer volumü oranı buna ek olarak hemitorasik simetri ölçülmüştür. Hacim ölçümlerinin hiçbirinde istatistiksel olarak anlamlı değişim görülmemiştir. Ancak hemitorasik simetri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ve diğer yayınlarda bahsedilen SFT ile iyileştiği görülen pulmoner fonksiyonların hacim artışından değil bunun yerine artan göğüs duvarı simetrisi ve işlevinden kaynaklandığını söylemişlerdir (100).

Biz de çalışmamızda total akciğer hacminin arttığını savunuyoruz ancak hacim ölçümlerimizin olmamasını çalışmamızın eksikliği olarak görüyoruz.

Literatürde bu konuya bizim baktığımız açıdan değinen hiçbir çalışma mevcut değildi. Çalışmamızın temelinde solunum fizyolojisi yatmaktaydı. Boyle yasası, sabit sıcaklıktaki bir gazdaki hacim ve basınç arasındaki ilişkiyi tanımlar. Boyle yasasına göre bir gazın basıncının hacmiyle ters orantılı olduğu, hacim artarsa basıncın azalacağı görülmüştür. Buna göre intraplevral alan artışı, inspirasyon esnasında intraplevral basıncı daha fazla düşüreceği için akciğere giren hava miktarını artıracaktır. Bu sayede iyileşen pulmoner fonksiyonlar görülecektir. Materyal ve method bölümünde bahsedilen ve örnek olguda gösterilen ölçüm teknikleri kullanılarak plevral alan ve uzunluk ölçümleri gerçekleştirildi. Ayrıca akciğerin daha iyi havalandığını göstermek için bilgisayarlı tomografi ile dansite ölçümleri yapıldı. Yapılan çalışma ile elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildi. Tüm hastalarda postoperatif total plevral alan, plevral uzunluk, plevral sagittal uzunluk

preoperatif döneme göre yüksekti. İstatistiksel olarak değerlendirilen veriler plevral kavitenin anlamlı olarak arttığını gösterdi. Bu sayede inspirasyon sırasında artık daha düşük intraplevral basınç elde edilecek ve hava akciğerlere daha kolay dolacaktır. Yani skolyozda kötüleştiği gösterilen pulmoner fonksiyonların sebebinin ne çalışmamızda bahsettiğimiz diğer yayınlardaki gibi toraks kompliyansında azalma ne de periferik hava yollarında obstrüksiyon olduğunu düşünmemektediriz. Sorun daralan intraplevral kavitedir. Yine çalışmada geçen diğer makalelerin dediği gibi pulmoner fonksiyonları artıran sebep Cobb açısındaki düzelme de değildir. Pulmoner fonksiyonları düzelten sebep genişleyen intraplevral kavitedir.



7.SONUÇ VE ÖNERİLER

1.Skolyozda Cobb açısındaki artma ile kötüleşen pulmoner fonksiyonların sebebi daralan intraplevral kaviter alandır.

2.Skolyozda cerrahi sonrası SFT ile iyileştiği gösterilen pulmoner fonksiyonların bir sebebi de cerrahinin sağladığı intraplevral kaviter alan genişlemesine sekonder düşen intraplevral basınç ve bunun sağladığı artan inspirasyon kapasitesidir.

3.Skolyoz cerrahisinde düzelen pulmoner fonksiyonlar ile Cobb derecesindeki düzelme paralellik göstermemektedir.

4.İnaplevral alanın skolyozla ilişkisine dair literatürde yayın yoktur bu konuda çalışmalar artırılmalıdır.

5.Çalışmamızın eksiki olarak ölçümlerin uzunluk ve alanla sınırlı kaldığını söyleyebiliriz.Hacim ölçümlerini içeren ek çalışmalar yapılmalıdır.

6.Skolyoz cerrahisi sonrasında düzelen pulmoner fonksiyonlarının artan intraplevral alan olduğunu gösteren daha geniş hasta grupları ile benzer çalışmalar yapılması gerekmektedir.

8.ÖZET

SKOLYOZ HASTALARININ OPERASYON ÖNCESİ VE SONRASI İNTRAPLEVRAL ALAN DEĞİŞİMİNİN RETROSPEKTİF OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Giriş ve Amaç: Skolyozun solunum fonksiyonlarını bozduğu ve cerrahi sonrasında pulmoner fonksiyonlarının düzeldiği solunum fonksiyon testleri ile gösterilmiştir. Buna sebep olarak birçok hipotez öne sürülmüştür. Biz çalışmamızda bu iyileşmeyi sağlayan durumun intraplevral alan artışı olduğunu göstermeyi hedefledik.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamıza Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji bölümünde 2017-2022 yılları arasında opere edilen ve en az 7 seviye torakal posterior enstrümantasyon yapılan 31 hasta dahil edildi. Hastalar röntgen ve BT görüntülemeleri kullanılarak retrospektif değerlendirildi. Tüm hastaların mevcut preoperatif skolyoz röntgenlerinden plevral uzunluk ve plevral alan ölçümleri yapıldı. BT görüntülemeleri üzerinden sagittal plevral uzunluk ve dansite ölçümleri yapıldı.

Bulgular: Çalışmamızda sırasıyla preoperatif ve postoperatif plevral alan, plevral uzunluk (Xray), plevral sagittal uzunluk (BT) ve dansite ölçümleri yapıldı. Sağ akciğer için preoperatif bu değerler sırası ile ortalama $12015,71 \pm 800 \text{ mm}^2$, $198,1 \pm 7 \text{ mm}$, $170,96 \pm 5 \text{ mm}$ ve $-732,52 \pm 15,05 \text{ HU}$ iken postoperatif $14225 \pm 805 \text{ mm}^2$, $216,14 \pm 6 \text{ mm}$, $189,02 \pm 6 \text{ mm}$ ve $-774,97 \pm 11,30 \text{ HU}$, sol akciğer için preoperatif $9690,7 \pm 680,8 \text{ mm}^2$, $196,2 \pm 8 \text{ mm}$, $175,4 \pm 6 \text{ mm}$ ve $-721,32 \pm 15,40 \text{ HU}$ iken postoperatif $11750,9 \pm 653 \text{ mm}^2$, $223,3 \pm 8 \text{ mm}$, $198,02 \pm 6 \text{ mm}$ ve $-755,10 \pm 11,63$ ölçüldü. Tüm değerler için fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p < 0.05$). Sadece sol akciğer için dansite farkı istatistiki olarak anlamlı bulunmadı ($p = 0.053$).

Sonuç: Bu çalışma skolyoz cerrahisi sonrasında intraplevral kavitenin genişlediğini bize göstermiştir. Boyle yasası gereği artan intraplevral alan ve azalan intraplevral basınç ile inspiryumda akciğere daha fazla hava girmesine sebep olacaktır. Bu sayede enstrümantasyon sonrasında daha iyi pulmoner fonksiyonlar elde edilecektir.

Anahtar Sözcükler: Skolyoz, Akciğer, Plevra, İntraplevral alan, Dansite

9.ABSTRACT

EVALUATION OF INTRAPLEURAL CAVITY CHANGE BEFORE AND AFTER OPERATION OF SCOLIOSIS PATIENTS RETROSPECTIVELY

Introduction and Aim: Pulmonary function tests have shown that scoliosis impairs respiratory functions and improves pulmonary functions after surgery. Many hypotheses have been proposed for this reason. In our study, we aimed to show that the condition that provides this improvement is an increase in intrapleural space.

Materials and Methods: Our study included 31 patients who were operated at Kocaeli University Faculty of Medicine, Department of Orthopedics and Traumatology between 2017-2022 and had at least 7 levels of thoracic posterior instrumentation. Patients were evaluated retrospectively using x-rays and CT scans. Pleural length and pleural area measurements were made from the existing preoperative scoliosis x-rays of all patients. Sagittal pleural length and density measurements were made on CT images.

Results: In our study, preoperative and postoperative pleural area, pleural length (Xray), pleural sagittal length (CT) and density were measured, respectively. While these preoperative values for the right lung were $12015.71 \pm 800 \text{ mm}^2$, $198.1 \pm 7 \text{ mm}$, $170.96 \pm 5 \text{ mm}$, and $-732.52 \pm 15.05 \text{ HU}$, postoperatively $14225 \pm 805 \text{ mm}^2$, $216.14 \pm 6 \text{ mm}$, $189.02 \pm 6 \text{ mm}$ and $-774.97 \pm 11.30 \text{ HU}$, for left lung preoperative $9690.7 \pm 680.8 \text{ mm}^2$, $196.2 \pm 8 \text{ mm}$, $175.4 \pm 6 \text{ mm}$ and $-721.32 \pm 15,40$ while it was $11750.9 \pm 653 \text{ mm}^2$, $223.3 \pm 8 \text{ mm}$, $198.02 \pm 6 \text{ mm}$ and -755.10 ± 11.63 postoperatively. The difference was statistically significant for all values ($p < 0.05$). Only for the left lung, the difference in density was not statistically significant ($p = 0.053$).

Conclusion: This study showed us that the intrapleural cavity enlarges after scoliosis surgery. According to Boyle's law, increasing intrapleural area and decreasing intrapleural pressure will cause more air to enter the lungs during inspiration. This will result in better pulmonary functions after instrumentation.

Keywords: Scoliosis, Lung, Pleura, Intrapleural cavity, Density

10.KAYNAKÇA

1. Weinstein SL, Dolan LA, Cheng JC, Danielsson A, Morcuende JA. Adolescent idiopathic scoliosis. *The lancet*. 2008;371(9623):1527-37.
2. Koumbourlis AC. Scoliosis and the respiratory system. *Paediatric respiratory reviews*. 2006;7(2):152-60.
3. Mohan AL, Das K. History of surgery for the correction of spinal deformity. *Neurosurgical focus*. 2003;14(1):1-5.
4. McCool F, Rochester D. The lungs and chest wall diseases. *Textbook of respiratory medicine Philadelphia: Saunders Company*. 2000:2357-76.
5. Aaro S, Ohlund C. Scoliosis and pulmonary function. *Spine*. 1984;9(2):220-2.
6. Bergofsky EH. Respiratory failure in disorders of the thoracic cage. *American Review of Respiratory Disease*. 1979;119(4):643-69.
7. Weinstein SL, Zavala DC, Ponseti IV. Idiopathic scoliosis: long-term follow-up and prognosis in untreated patients. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1981;63(5):702-12.
8. Newton PO, Faro FD, Gollogly S, Betz RR, Lenke LG, Lowe TG. Results of preoperative pulmonary function testing of adolescents with idiopathic scoliosis. A study of six hundred and thirty-one patients. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2005;87(9):1937-46.
9. Nash CL, Jr., Moe JH. A study of vertebral rotation. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1969;51(2):223-9.
10. Boyer J, Amin N, Taddonio R, Dozor AJ. Evidence of airway obstruction in children with idiopathic scoliosis. *Chest*. 1996;109(6):1532-5.
11. Finley DJ, Rusch VW. Anatomy of the pleura. *Thoracic surgery clinics*. 2011;21(2):157-63, vii.
12. Bouverot P, Flandrois R, Puccinelli R, Dejourn P. [Study of the role of arterial chemoreceptors in the regulation of pulmonary respiration in awake dogs]. *Archives internationales de pharmacodynamie et de therapie*. 1965;157(2):253-71.
13. Gazioglu K. Pulmonary function before and after orthopaedic correction of idiopathic scoliosis. *Bulletin de physio-pathologie respiratoire*. 1973;9(3):711-3.

14. Gazioglu K, GOLDSTEIN LA, Femi-Pearse D, YU PN. Pulmonary function in idiopathic scoliosis: Comparative evaluation before and after orthopaedic correction. *JBJS*. 1968;50(7):1391-9.
15. Mahadevan V. *Anatomy of the vertebral column. Surgery (Oxford)*. 2018;36(7):327-32.
16. Netter FH. *Atlas of Human Anatomy*/Frank H. Netter. East Hannover, New Jersey. 1990;592.
17. Waxenbaum JA, Reddy V, Futterman B. *Anatomy, back, thoracic vertebrae*. 2017.
18. Waxenbaum JA, Reddy V, Williams C, Futterman B. *Anatomy, back, lumbar vertebrae*. 2017.
19. Sattar MH, Guthrie ST. *Anatomy, back, sacral vertebrae*. StatPearls [Internet]: StatPearls Publishing; 2021.
20. Levitzky MG. *Pulmonary physiology*: McGraw-Hill Education; 2018.
21. Tomashefski JF, Farver CF. *Anatomy and histology of the lung*. Dail and Hammar's pulmonary pathology: Springer; 2008. p. 20-48.
22. Basmajian JV, Grant JCB. *Grant's method of anatomy: by regions, descriptive and deductive*: William & Wilkins; 1972.
23. Grant J. *An atlas of anatomy*, Baltimore. Williams and Wilkins Co. 1972.
24. Madden C, Putukian M, McCarty E, Young C. *Netter's Sports Medicine E-Book*: Elsevier Health Sciences; 2013.
25. Gilroy AM, MacPherson BR, Ross LM, Broman J, Josephson A. *Atlas of anatomy*: Thieme Stuttgart; 2008.
26. Bardo DME, Biyyam DR, Patel MC, Wong K, van Tassel D, Robison RK. Magnetic resonance imaging of the pediatric mediastinum. *Pediatric radiology*. 2018;48(9):1209-22.
27. Ugalde PA, Pereira ST, Araujo C, Irion KL. Correlative anatomy for the mediastinum. *Thoracic surgery clinics*. 2011;21(2):251-72, ix.
28. Finley DJ, Rusch VW. Anatomy of the pleura. *Thoracic surgery clinics*. 2011;21(2):157-63.
29. Hayek Hv. *The human lung*. Hafner, New York. 1960:82.
30. Sobotta J. *Sobotta Atlas of Human Anatomy*; Edited by Helmut Ferner and Jochen Staubesand: Head, neck, upper extremities: Urban & Schwarzenberg; 1983.
31. K.L. Moore AFD. *Clinically Oriented Anatomy*, sixth ed., Lippincott Williams & Wilkins 2010. 111-20 p.

32. Aung H, Sivakumar A, Gholami S, Venkateswaran S, Gorain B. An overview of the anatomy and physiology of the lung. *Nanotechnology-Based Targeted Drug Delivery Systems for Lung Cancer*. 2019:1-20.
33. Fox SI. *Human Physiology: Mc Graw Hill*; 2010. 529-32. p.
34. Shier D, Butler J, Lewis R. *Hole's human anatomy and physiology: McGraw-Hill Education*; 2015.
35. Mortola JP. How to breathe? Respiratory mechanics and breathing pattern. *Respiratory physiology & neurobiology*. 2019;261:48-54.
36. Barrett KE, Boitano S, Barman SM, Brooks HL. *Ganong's review of medical physiology twenty*. 2010.
37. Levitzky MG. *The control of breathing. Pulmonary physiology 7th ed* New York: The McGraw-Hill Companies, Inc. 2007:49-56.
38. Grinnan DC, Truwit JD. Clinical review: respiratory mechanics in spontaneous and assisted ventilation. *Critical Care*. 2005;9(5):1-13.
39. Gibson G. Lung volumes and elasticity. *Clinics in chest medicine*. 2001;22(4):623-35.
40. Flesch JD, Dine CJ. Lung volumes: measurement, clinical use, and coding. *Chest*. 2012;142(2):506-10.
41. El-Hawary R, Chukwunyeremwa C. Update on evaluation and treatment of scoliosis. *Pediatric Clinics*. 2014;61(6):1223-41.
42. Goldstein LA, Waugh TR. Classification and terminology of scoliosis. *Clinical orthopaedics and related research*. 1973(93):10-22.
43. Harrington PR. The etiology of idiopathic scoliosis. *Clinical orthopaedics and related research*. 1977(126):17-25.
44. Aebi M. The adult scoliosis. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2005;14(10):925-48.
45. Max A. The adult scoliosis. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2005;14(10):925-48.
46. Silva FE, Lenke LG. Adult degenerative scoliosis: evaluation and management. *Neurosurgical focus*. 2010;28(3):E1.

47. Margulies J, Payzer A, Nyska M, Neuwirth M, Floman Y, Robin G. The relationship between degenerative changes and osteoporosis in the lumbar spine. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*. 1996;324:145-52.
48. Savage JW, Patel AA. Fixed sagittal plane imbalance. *Global spine journal*. 2014;4(4):287-95.
49. Buchowski JM, editor *Adult scoliosis: etiology and classification*. *Seminars in Spine Surgery*; 2009: Elsevier.
50. Schwab F, Dubey A, Gamez L, El Fegoun AB, Hwang K, Pagala M, et al. Adult scoliosis: prevalence, SF-36, and nutritional parameters in an elderly volunteer population. *Spine*. 2005;30(9):1082-5.
51. Carter OD, HAYNES SG. Prevalence rates for scoliosis in US adults: results from the first National Health and Nutrition Examination Survey. *International journal of epidemiology*. 1987;16(4):537-44.
52. Brooks H, Azen S, Gerberg E, Brooks R, Chan L. Scoliosis: A prospective epidemiological study. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1975;57(7):968-72.
53. T.Benli, B.Carpar, S.Camuscu. Prevalance Of Idiopathic Scoliosis And Its Correlation With Back Pain. *Turkish Spine*. 2012;23(3):187-95.
54. Morrissy RT, Weinstein SL. *Lovell and winters: pediatric orthopaedics*. *Lovell and winters: pediatric orthopaedics*1996. p. xxv, 624-xxv, .
55. Ramirez N, CHARLES E JOHNSTON I, Browne RH. The prevalence of back pain in children who have idiopathic scoliosis. *JBJS*. 1997;79(3):364-8.
56. Baker A, Dove J. Progressive scoliosis as the first presenting sign of syringomyelia. Report of a case. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 1983;65(4):472-3.
57. Citron N, Edgar M, Sheehy J, Thomas D. Intramedullary spinal cord tumours presenting as scoliosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 1984;66(4):513-7.
58. Wynne-Davies R. Familial (idiopathic) scoliosis: a family survey. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1968;50(1):24-30.
59. Janicki JA, Alman B. Scoliosis: Review of diagnosis and treatment. *Paediatrics & child health*. 2007;12(9):771-6.
60. Gupta P, Lenke LG, Bridwell KH. Incidence of neural axis abnormalities in infantile and juvenile patients with spinal deformity: is a magnetic resonance image screening necessary? *Spine*. 1998;23(2):206-10.

61. Schwend RM, Henrikus W, Hall JE, Emans JB. Childhood scoliosis: clinical indications for magnetic resonance imaging. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1995;77(1):46-53.
62. Reamy BV, Slakey J. Adolescent idiopathic scoliosis: review and current concepts. *American family physician*. 2001;64(1):111.
63. Greiner AK. Adolescent idiopathic scoliosis: radiologic decision-making. *American family physician*. 2002;65(9):1817.
64. JA. H. Tachdjian's *Pediatric Orthopaedics*. 3 ed. New York: W.B. Saunders Company; 2002. 213-99 p.
65. Dormans JP. *Pediatric orthopaedics: core knowledge in orthopaedics: Core Knowledge in Orthopaedics*; 2005.
66. St C. *Campbell's operative orthopaedics*. St Louis: Mosby. 2003;1:318.
67. Moe JH, Bradford DS, Lonstein JE, Winter RB, Ogilvie JW. *Moe's textbook of scoliosis and other spinal deformities*: Saunders; 1995.
68. Canale S, Beaty J. *Campbell's Operative Orthopaedics* 10th edition Mosby. Philadelphia; 2003.
69. Glassman SD, Bridwell K, Dimar JR, Horton W, Berven S, Schwab F. The Impact of Positive Sagittal Balance in Adult Spinal Deformity. *Spine*. 2005;30(18):2024-9.
70. Houston T, Elster A, Davis R, Deitchman S. The US Preventive Services Task Force Guide to Clinical Preventive Services, AMA Council on Scientific Affairs. *American journal of preventive medicine*. 1998;14(4):374-6.
71. Sox HC, Berwick DM, Berg AO, Frame PS, Fryback DG, Grimes DA, et al. Screening for adolescent idiopathic scoliosis. *Jama*. 1993;269(20):2667-72.
72. *Pediatrics AAO. Guidelines for Health Supervision III: Amer Academy of Pediatrics*; 2002.
73. E.Karadeniz. 'A Successful Scoliosis Screening Programme' is it Possible in Turkey. 13. International Turkish Spinal Congress; İzmir Turkey 2019.
74. Weinstein S, Ponseti I. Curve progression in idiopathic scoliosis. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1983;65(4):447-55.
75. Weinstein SL. Idiopathic scoliosis. Natural history. *Spine*. 1986;11(8):780-3.
76. Pehrsson K, Larsson S, Oden A, Nachemson A. Long-term follow-up of patients with untreated scoliosis. A study of mortality, causes of death, and symptoms. *Spine*. 1992;17(9):1091-6.

77. Pehrsson K, Bake B, Larsson S, Nachemson A. Lung function in adult idiopathic scoliosis: a 20 year follow up. *Thorax*. 1991;46(7):474-8.
78. Payne III WK, Ogilvie JW, Resnick MD, Kane RL, Transfeldt EE, Blum RW. Does scoliosis have a psychological impact and does gender make a difference? *Spine*. 1997;22(12):1380-4.
79. Lenke LG, Edwards CC, Bridwell KH. The Lenke classification of adolescent idiopathic scoliosis: how it organizes curve patterns as a template to perform selective fusions of the spine. *Spine*. 2003;28(20S):S199-S207.
80. Lenke LG BR, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, Blanke K. A new and comprehensive classification system of adolescent idiopathic scoliosis. AAOS 66th Annual Meeting, AnaheimFebruary 1999
81. Lenke LG, Betz RR, Haheer TR, Lapp MA, Merola AA, Harms J, et al. Multisurgeon Assessment of Surgical Decision-Making in Adolescent Idiopathic Scoliosis: Curve Classification, Operative Approach, and Fusion Levels. *Spine*. 2001;26(21):2347-53.
82. Oğuz E, Ekinçi Ş, Erşen Ö. Ergen idiyatik skolyozda radyolojik değerlendirme ve sınıflama sistemlerinin incelenmesi. *TOTBİD dergisi*. 2013;12(1):73-82.
83. Taft E FR. Evaluation and management of scoliosis. *J Pediatr Health Care* 2003;17(1):42-4.
84. Kostuik J. Current concepts review, operative treatment of IS. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 1990;72:1108-11.
85. King HA. Selection of fusion levels for posterior instrumentation and fusion in idiopathic scoliosis. *The Orthopedic clinics of North America*. 1988;19(2):247-55.
86. Foster MR. A functional classification of spinal instrumentation. *The spine journal : official journal of the North American Spine Society*. 2005;5(6):682-94.
87. Cooper DM, Rojas JV, Mellins RB, Keim HA, Mansell AL. Respiratory mechanics in adolescents with idiopathic scoliosis. *American Review of Respiratory Disease*. 1984;130(1):16-22.
88. Kearon C, Killian J. Factors determining pulmonary function in adolescent idiopathic thoracic scoliosis. *Am Rev Respir Dis*. 1993;148:288-94.
89. Day G, Upadhyay S, Ho E, Leong J, Ip M. Pulmonary functions in congenital scoliosis. *Spine*. 1994;19(9):1027-31.
90. Lisboa C, Moreno R, Fava M, Ferretti R, Cruz E. Inspiratory muscle function in patients with severe kyphoscoliosis. *American Review of Respiratory Disease*. 1985;132(1):48-52.

91. Kafer E. Respiratory and cardiovascular functions in scoliosis. 1977.
92. Kinnear W, Johnston I. Does Harrington instrumentation improve pulmonary function in adolescents with idiopathic scoliosis? A meta-analysis. *Spine*. 1993;18(11):1556-9.
93. Se-II S, Won-Joong K, Sang-Min L, Jin-Hyok K, Ewy-Ryong C. Thoracic Pedicle Screw Fixation in Spinal Deformities. *Spine*. 2001;26(18):2049-57.
94. Kumano K, Tsuyama N. Pulmonary function before and after surgical correction of scoliosis. *JBJS*. 1982;64(2):242-8.
95. Caro CG, DuBois AB. Pulmonary function in kyphoscoliosis. *Thorax*. 1961;16(3):282.
96. Bjure J, Grimby G, Kasalický J, Lindh M, Nachemson A. Respiratory impairment and airway closure in patients with untreated idiopathic scoliosis. *Thorax*. 1970;25(4):451-6.
97. Moe JH, Bradford DS, Winter RB, Lonstein JE. Scoliosis: and other spinal defomities. *Scoliosis: and other spinal defomities*1978. p. xix, 691-xix, .
98. Fujita N, Yagi M, Michikawa T, Yamada Y, Suzuki S, Tsuji O, et al. Impact of fusion for adolescent idiopathic scoliosis on lung volume measured with computed tomography. *European Spine Journal*. 2019;28(9):2034-41.
99. Johnston CE, McClung A, Fallatah S. Computed tomography lung volume changes after surgical treatment for early-onset scoliosis. *Spine deformity*. 2014;2(6):460-6.
100. Sarwahi V, Sugarman EP, Wollowick AL, Amaral TD, Harmon ED, Thornhill B. Scoliosis Surgery in Patients With Adolescent Idiopathic Scoliosis Does Not Alter Lung Volume: A 3-Dimensional Computed Tomography–Based Study. *Spine*. 2014;39(6):E399-E405.