T.C.
Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı

KİFOZ HASTALARINDA AMELİYAT ÖNCESİ SOLUNUM FONKSİYON TESTİ İLE AMELİYAT SONRASI UZUN DÖNEM SOLUNUM FONKSİYON TESTLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. İbrahim DAĞ

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMANLAR
Prof. Dr. Naci EZİRMİK
Doç. Dr. Sinan YILAR

ERZURUM – 2026

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİ ve TEZİ İLE İLGİLİ BİLGİLER

Adı, Soyadı : İbrahim DAĞ

Anabilim Dalı : Ortopedi ve Travmatoloji

Tez Danışmanı ve Atanma Tarihi: Prof. Dr. Naci EZİRMİK / 05.03.2023
: Doç. Dr. Sinan YILAR / 10.11.2025

Sınav tarihi:
23 / 02 / 2026

Tezin Konusu ve Başlığı : Kifoz Hastalarında Ameliyat Öncesi Solunum Fonksiyon Testi İle Ameliyat Sonrası Uzun Dönem Solunum Fonksiyon Testlerinin Karşılaştırılması

Belirlenme Tarihi : 26/05/2023

Tezin Niteliği : ☒ Tıpta Uzmanlık Tezi
☐ Klinik Çalışmalar ( ) Prospektif ( ) Retrospektif ( ) Kesitsel
☐ Laboratuvar Çalışmaları ( ) Invitro (Cansız) Çalışmaları ( ) Hayvan Çalışmaları

Tez Sınavının Nasıl Yapıldığı: ☒ Yüz yüze katılım sağlanarak ☐ Online (Jürinin teşkil edilmesinde kurum dışından belirlenecek olan jüri üyesi, aynı il sınırları içerisinde bulunmadığından, tez sınavı dijital ortamda yapılmıştır.)

II. KARAR

Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliğinin 19. maddesi gereğince yapılan tez savunma sınavının tamamlanması sonucunda adı geçenin tezinin, jüri üyelerince "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak;

☒ Kabulüne

1.Tez Sınavı ☐ Reddine (Eksikliklerin tamamlanması ve gerekli düzeltmelerin yapılması için uzmanlık öğrencisine, TUEY'nin 19. Maddesinin 6. fıkrası gereğince altı aylık ek bir süre verilmesine)

2.Tez Sınavı ☐ Reddine (TUEY'nin 19. Maddesinin 7. fıkrası gereğince, uzmanlık öğrencisinin uzmanlık öğrenciliği ile ilişiğinin kesilmesine)

☒ Oy birliği ☐ Oy çokluğu ile karar verilmiştir.

III. AÇIKLAMALAR

Lütfen, tezin reddi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız

IV. JÜRİ ÜYELERİ

	Unvanı Adı Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurum Bilgisi	İmza
Jüri Başkanı	Prof. Dr. Orhan KARSAN	Ortopedi ve Travmatoloji	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi	
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Naci EZİRMİK	Ortopedi ve Travmatoloji	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi	
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Sinan YILAR	Ortopedi ve Travmatoloji	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi	

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER ..... **i**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **iii**
TABLOLAR DİZİNİ ..... **iv**
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **v**
TEŞEKKÜR ..... **vi**
ÖZET ..... **vii**
ABSTRACT ..... **ix**
1. GİRİŞ VE AMAÇ **1**
2. GENEL BİLGİLER **3**
2.1. Epidemiyoloji 3
2.2. Anatomi 3
2.2.1. Servikal Omurga 5
2.2.2. Torakal Omurga 5
2.2.3. Lomber Omurga 6
2.2.4. Sakrum 7
2.2.5. Koksiks 8
2.2.7. Torakal Bölge Kasları 9
2.2.7.1. Musculi dorsi superficialis 10
2.2.7.2. Musculi dorsi profundus 11
2.3. Omurganın Fonksiyonel Birimi 12
2.4. Normal Omurganın Frontal Düzlem Analizi 13
2.5. Normal Omurganın Sagittal Düzlem Analizi 14
2.6. Hiperkifoz 14
2.6.1. Genel Bilgiler ve Etiyoloji 14
2.6.2. Yaygın Görülen Kifoz Tipleri 15
2.6.2.1. Scheuermann kifozu 15
2.6.2.2. Konjenital Kifoz 16
2.6.2.3. Postüral Kifoz 16
2.6.2.4. Posttravmatik Kifoz 17
2.6.2.5. Nöromusküler Kifoz 17
2.6.2.6. Postlaminektomi Kifozu 17

2.6.2.7. Ankilozan Spondilit 18
2.6.3. Kifozun Değerlendirme Yöntemleri 18
2.6.4. Tedavi Yöntemleri 21
2.7. Akciğer ve Hiperkifoz Arası İlişki 24
2.8. Akciğer Hacimlerinin Ölçülmesi 24
3. GEREÇ VE YÖNTEM 26
3.1. Cerrahi Teknik 30
3.2. Kullanılan Parametreler 30
4. BULGULAR 33
5. TARTIŞMA 46
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 55
KAYNAKLAR 57
EKLER 64
EK-1. İNTERNET SİTESİNE AİT GÖRÜNTÜLERİN KULLANIM İZİNLERİ 64

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Kifoz deformitesine ait grafi, sagittal ve koronal plan görüntüsü. 1
Şekil 2.Servikal omurgalar önden ve yandan görünüşü(22).....5
Şekil 3.Torakal omurgalar önden, yandan ve oblik görüntüsü(22) 6
Şekil 4. Lomber omurgalar önden ve yandan görüntüsü(22) 7
Şekil 5. Sakrumun ön ve oblik görüntüsü(22) 8
Şekil 6. Koksiksin oblik görüntüleri(22) 8
Şekil 7. İntervertebral diskin yandan ve üstün görüntüsü.....9
Şekil 8. Derin ve yüzeyel sırt kaslarının şematik gösterimi (www.visiblebody.com'un izniyle Human Anatomy Atlas 2025 Version 2025.00.012 Android uygulamasından 07.10.2025 tarihinde alınmıştır) 12
Şekil 9. Omurganın hareket eksenleri(22) 13
Şekil 10. Cobb yöntemi ile torakal kifoz ve lomber lordoz ölçümü, Sagital dikey eksen ölçümü.....20
Şekil 11. Omurga cerrahisinde vaka içi görüntüler 23
Şekil 12. Hiperkifoz deformitesi mevcut hastanın ameliyat öncesi ve sonrası omurganın sagital röntgen görüntüsü.....23
Şekil 13. Bodypletismografi ve spirometri ölçümü yapılan hasta 25
Şekil 14. Spirometri test sonucu 28
Şekil 15. Pletismografi test sonucu.....29
Şekil 16. Akciğer hacimleri şematik gösterimi(88) 32
Şekil 17. Cinsiyet dağılımı grafik gösterimi 34
Şekil 18. Kadın hastaların yaşları ve ortalaması.....35
Şekil 19. Erkek hastaların yaşları ve ortalaması 35
Şekil 20. Şekil 2, 3, 4, 5, 6 ve 9 daki görüntülerin kaynağı olan anatomy standard sitesine ait içerik kullanım izni.....64
Şekil 21. Şekil 8'deki görüntü kullanımı için visible body onay maili 64

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Hiperkifoz Etiyolojisi.....15
Tablo 2. Hastaların ameliyat önce ve sonrası cobb açısı değerleri dağılımı 36
.**Tablo 3.** Hastaların ameliyat önce ve sonrası cobb açılarının cinsiyete göre dağılımı.....36
Tablo 4. Hastaların ameliyat önce ve sonrası solunum testi sonuçlarının analizi 37
Tablo 5. Solunum parametreleri cinsiyete göre değişimi.....39
Tablo 6. Ameliyat sonrası verilerin öncesine göre farkının cinsiyete göre dağılımı.....42
Tablo 7. Ameliyat önce ve sonrası verilerin farkının çeşitli parametrelerle korelasyonu 44

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ark	: Arkadaşları
Erv	: Ekspiratuar rezerv hacim
FEF 25	: Zorlu ekspirasyon sırasında volümün %25'inin atlandığı düzeydeki akım
FEF 25-75	: Zorlu ekspiratuar orta akımı
FEF 50	: Zorlu ekspirasyon sırasında volümün %50'inin atlandığı düzeydeki akım
FEF 75	: Zorlu ekspirasyon sırasında volümün %75'inin atlandığı düzeydeki akım
FEV 1	: Zorlu ekspiryum sonrası 1. saniyede atılan hava hacmi
FEV 1 % FVC	: Birinci saniyede zorlu ekshale edilen havanın vital kapasiteye oranı
FVC	: Zorlu vital kapasite
M	: Muskulus
Mm	: Musculi
PEF	: Tepe akım hızı
PI	: Pelvik insidans
PL	: Plumb line
PT	: Pelvik eğim
RV	: Rezidüel volüm
RV%TLC	: Rezidüel volümün total akciğer kapasitesine oranı
SFT	: Solunum fonksiyon testi
SK	: Scheuermann kifozu
SRS	: Scoliosis Research Society
SVA	: Sagital dikey eksen
TLC	: Total akciğer kapasitesi
VC IN	: Rahat Vital kapasite

TEŞEKKÜR

Uzmanlık tezi olarak sunduğum bu çalışmayı değerli bilgi ve katkıları ile yöneten, tecrübeleriyle hem mesleki hem de sosyal yaşantımda yol gösteren tez hocam Sayın Prof. Dr. Naci EZİRMİK'e en derin saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, bana omurga cerrahiyi sevdiren, daima bir abi samimiyeti ile yanımda olan hocam Sayın Doç. Dr. Sinan YILAR'a sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Uzmanlık eğitimim boyunca bir aile gibi daima yanımda olan ve değerli bilgilerini esirgemeden paylaşan, bu soğuk şehri samimiyetleri ile ısıtan , mesleki ve cerrahi nosyonlarını örnek aldığım , bu zaanati bana öğreten ustalarım , hocalarım Sayın Prof Dr. Orhan KARSAN'a, Prof Dr. Ömer Selim YILDIRIM'a, Prof Dr. Ali AYDIN'a, Doç. Dr. Ahmet Emre PAKSOY'a, Doç. Dr. M. Çağatay ENGİN'e, Doç. Dr. M. Cenk TURGUT'a, Dr. Öğr. Üyesi Eyüp ŞENOCAK'a teşekkür ederim.

Ortopedi ve Travmatoloji asistanlığım boyunca sevgisi, anlayışı ve fedakârlığıyla bana güç veren , sonu gelmeyen yoğun nöbetlere, saatler süren ve çoğu zaman telefonların dahi açılamadığı ameliyatlara rağmen sabırla bekleyen , her koşulda yanımda duran ve tüm zorlukları birlikte göğüslediğimiz sevgili eşime; gülüşüyle tüm yorgunluğumu unutturan, varlığıyla hayatıma anlam ve umut katan biricik kızıma; desteklerini ve dualarını her daim yanımda hissettiğim, bugünlere gelmemde büyük pay sahibi olan anneme, babama ve kardeşlerime yürekten teşekkür ederim.

İbrahim DAĞ

ÖZET

Kifoz Hastalarında Ameliyat Öncesi Solunum Fonksiyon Testi İle Ameliyat Sonrası Uzun Dönem Solunum Fonksiyon Testlerinin Karşılaştırılması

Amaç: Hiperkifoz deformiteli hastalarda cerrahi tedavinin uzun dönem solunum fonksiyonlarına etkisinin araştırılması

Gereç ve Yöntemler: 2016-2019 yılları arasında kliniğimizde kifoz nedeniyle posterior füzyon cerrahisi uygulanan 25 hastanın operasyon öncesi ve sonrası röntgen filmlerine bakılarak cobb değerleri ölçüldü. Hastaların ameliyattan önce bodypletismografi yöntemi tespit edilen solunum fonksiyonları ve akciğer kapasiteleri kayıt altına alındı. Hastaların ameliyattan ortalama 7 yıl sonra yine bodypletismografi yöntemi ile solunum parametreleri kayıt altına alınarak karşılaştırma yapıldı. Hastaların ameliyat öncesi ve sonrası akciğer hacim ve pulmoner fonksiyonları analiz edildi.

Sonuç: Kifoz deformitesi için yapılan cerrahi müdahale sonrası hastalarımızın torakal eğriliklerinde ortalama 30° derece düzeltme sağlandı. Deformitenin yaşla birlikte negatif korelasyon gösterip , genç hastalarda daha yüksek oranda düzelme sağlandı.

Kifoz hastalarında posterior füzyon cerrahisi sonrası hastaların total akciğer kapasitesi, zorlu vital kapasitesi, rezidüel volümde anlamlı artışlar görüldü. FEV1 değerinde anlamlı değişiklik olmamasına rağmen hastaların FEV1/FVC oranında anlamlı düşüş görüldü. Tepe akım hızı ve FEF50 de değişim olmamasına rağmen hastaların FEF25 değerlerinde düşüş, FEF75 değerlerinde yükseliş olduğu görüldü.

Omurganın sagital deformitesi sonucu torakal boşluktaki büzülmenin ve bu anatomik değişimin solunum kaslarını etkilediği anlaşıldı. Akciğerlerin kifoz deformitesi sebebi ile hem hacim olarak hem de fonksiyonel olarak etkilendiği görüldü. Hastaların cerrahi sonrası uzun dönem takiplerinde akciğer kapasitelerinde

artış olduğu, küçük hava yollarını daha etkin kullanıldığı, daha güçlü efor gösterdikleri görüldü.

Anahtar Kelimeler: hiperkifoz, pulmoner fonksiyon, akciğer kapasitesi, bodypletismografi

ABSTRACT

Comparison of Preoperative Pulmonary Function Testing and Postoperative Long-Term Pulmonary Function Testing in Kyphosis Patients

Aim: Investigation of the effects of surgical treatment on long-term respiratory function in patients with hyperkyphosis deformity.

Material and Methods: Between 2016 and 2019, we measured the cobb values of 25 patients who underwent posterior fusion surgery for kyphosis at our clinic by examining their preoperative and postoperative X-rays. The patients' respiratory functions and lung capacities, determined using body plethysmography before surgery, were recorded. A comparison was made between the patients' respiratory parameters, recorded using body plethysmography, an average of 7 years after surgery. Preoperative and postoperative lung volumes and pulmonary function were analyzed.

Conclusions: Following surgical intervention for kyphosis deformity, our patients achieved an average correction of 30° in their thoracic curvature. The deformity showed a negative correlation with age, with a higher rate of correction in younger patients.

After posterior fusion surgery in kyphosis patients, significant increases were observed in total lung capacity, forced vital capacity, and residual volume. Although there was no significant change in FEV1, a significant decrease was observed in the FEV1/FVC ratio. While peak airflow velocity and FEF50 remained unchanged, a decrease in FEF25 and an increase in FEF75 were observed.

It was understood that the sagittal deformity of the spine caused compression in the thoracic cavity, and this anatomical change affected the respiratory muscles. The lungs were affected both in terms of volume and function due to the kyphosis deformity. Long-term follow-up after surgery showed an increase in lung capacity, more efficient use of small airways, and greater exertion in the patients.

Keywords: hyperkyphosis, pulmonary function, lung capacity, body plethysmography

1. GİRİŞ VE AMAÇ

İnsanın omurga dizilimi anne karnında ve doğduğunda öne bakan tek bir konkaviteye sahiptir. İlerleyen aylarda bebek başını dik tutmaya başladıkça servikal bölge arkaya doğru konkavlaşır. Gelişimi devam ettikçe desteksiz oturma yeteneği kazanan bebekte lomber bölge arkaya doğru konkavlaşır. Gelişimini tamamladığında omurga nihai şekli olan servikal ve lomber bölgede konkavite, torakal ve sakral bölgede ise konveksite olmak üzere sagittal düzlemde dört eğrilik görülür. Bu doğal süreçte koronal planda olan anormallikler skolyoz, sagittal düzlemde arkaya doğru konveksite artışı hiperkifoz, konkavite artışı hiperlordoz olarak adlandırılır. (1) (Şekil 1)



Şekil 1. Kifoz deformitesine ait grafi, sagittal ve koronal plan görüntüsü.

Baş ve vücut ağırlıklarını taşıması sebebi ile servikal ve lomber omurlarda oluşan lordoz santrale yaklaşmaya çalışır. Ancak bunun aksine torakal omurlar kalp

ve akciğer tarafından arkaya itilmiştir. Arkada torakal omurlar, yanlarda kaburgalar ve önde göğüs kemiği ile çepeçevre sarılan bu korunaklı boşluğa akciğerler yerleşir ve gelişir. (2)

İki yaşına kadar alveol sayısı ve alveol vaskülerite değişiklikleri de meydana gelir. İlerleyen yaşlarda çocukların boyları uzadıkça akciğerleri de büyür. Kızlarda 16, erkeklerde 18 yaş civarında büyüme durur; ancak akciğer fonksiyonları 30'lu yaşlara kadar gelişmeye devam eder. Bu gelişim 20-30 yaş arası plato yapar, orta yaştan yaşlılık dönemine kadar yavaş ve sabit bir şekilde azalır. Ayrıca omurga deformiteleri ve beraberinde görülen kaburga deformiteleri akciğer gelişimi ve havalanması için gerekli hacimsel alanı daraltabilir.(3–5)

Torasik omurgada 50 dereceye kadar kifoz normaldir ancak 50 ve üzeri kifoz anormal kabul edilir ve hiperkifoz olarak adlandırılır. Ön spinal kolon kompresyona dayanamaz ve ön kolonun kısalmasına neden olabilir. Ayrıca arka kolon bozulması ve gerginliği sürdürememesi halinde arka kolon da nispeten zayıflar. Bu iki mekanizma hiperkifoza sebep olabilir. (2)

Bu çalışmada amacımız hiperkifoz olgularında torakal bölgenin sagital düzlemdeki büzülmesinin akciğerlerin gelişimi ve havalanması üzerindeki etkisi araştırmaktır. Hastaların ameliyat öncesi yapılan solunum fonksiyon testi ile operasyon ile hiperkifoz deformitesi düzeltildikten uzun dönem sonrası yapılan solunum fonksiyon testleri incelenerek akciğer havalanmasındaki değişiklikler analiz edilecektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Epidemiyoloji

Kifoz ilk defa M.Ö. IV. yüzyılda Hipokrat tarafından tanımlanmıştır. O dönemde tedavi amacıyla traksiyon ve basınç kuvvetlerini kullanmaya çalışmıştır. 16.yy'da Ambroise Pare kamburluğun duruşla alakalı olduğunu düşünerek hastaların duruşunu düzeltmek için çelik korse kullanmıştır. Jean-Andre Venel ise 18. yy'da egzersiz ve korse tedavisinin etkinliğinden bahsetmiştir.(6) Spinal cerrahide füzyon tekniklerinin uygulanması ancak 1900'lerin başında Fred Albee ve Russel Hibbs tarafından başlamıştır. 1900'lu yılların ortalarında John R. Cobb kendi adını verdiği radyolojik açı ölçüm tekniği ile vertebranın düzlemsel deformitelerinde kullanılan Cobb yöntemini bulmuştur. 1960 yılında Harrington modern anlamda posterior enstrümantasyon sistemini kullanan ilk kişidir. Teknik daha sonra Yves Cottrel ve Jean Dubousset tarafından kancalar ve pedikül vidalarının eklenmesi ile geliştirilmiştir. (6–8)

1920'de Holger Werfel Scheuermann hiperkifoz sebebinin spinal kasların yetmezliği olmadığını, anterior epifiziyel plakların avasküler nekrozuna bağlı gelişen kamalaşma olduğunu belirtmiş ve "Kyphosis Dorsalis Juvenilis" olarak isimlendirmiştir. (9) Schmorl ise disk içeriğinin vertebra corpusuna penetre olarak disk aralığının daraldığını söylemiştir. Daralma ile birlikte anterior kolonda artan basınç sonucu endplatelerde enkondral kemikleşme düzensizlikleri ile kamalaşmanın ortaya çıktığını söylemiştir. (10)

2.2. Anatomi

Vertebral kolon vücudun üst bölgesinin yer çekimine karşı ayakta durmasını sağlayan iskelet yapıyı oluşturur. Baş, göğüs ve karın boşluğundaki hayati organları taşır. Üst vücudun tüm ağırlığını pelvis aracılığıyla alt ekstremiteye aktarır. Vertebral kolon 7 servikal, 12 torakal, 5 lomber, 5 sakral ve 4 koksiks şeklinde 5 bölüme ayrılan toplam 33 vertebradan oluşur. Servikal, torakal ve lomber bölgedeki omurlar kafa, göğüs ve belin hareketine izin verecek şekilde birbirine bağlanmışlardır. Bu hareketli

segmentler bu yüzden gerçek veya presakral vertebralar olarak da bilinirler. Diğer omurlardan 5 tanesi kendi arasında füzyonlaşarak sakrumu ve kalan dört omurda kendi arasında birleşerek koksiksi oluştururlar. Sakrum ve koksiks omurları kendi aralarındaki birleşimden dolayı diğer 24 omurdan farklı olarak hareketli değillerdir. Bu yüzden yalancı veya sabit vertebralar da denir. (11)Servikal ve lomber segmentler gelişim aşamasında lordoz geliştirirler. Torakal ve sakral segmentler ise anne karnındaki kifotik duruşlarını korurlar**.** Vertebranın toplam yüksekliği erkeklerde ortalama 72 cm iken kadınlarda bu oran 7-10cm kadar kısadır.(2)

Vertebra önde korpus ve arkada arkus vertebralis olarak iki parçaya ayrılır. Vertebranın arkus ve korpusu arasındaki foramenler üst üste gelerek canalis vertebralisi oluşturur. Servikal 1 ve 2. vertebra arası hariç tüm hareketli omurların cismi arasında toplam 23 adet esnekliği ve yük absorbsiyonunu sağlayan disk mevcuttur. Servikal ve lomber bölgenin hareket açıklığı daha fazla iken torakal bölgenin nispeten daha sınırlı bir hareket kabiliyeti mevcuttur. Bunun başlıca sebebi omurganın posteriorunda, bölgeler arasında açılarında değişiklik görülen üst üste her iki omurun birbirleriyle yaptığı faset eklemlerdir. (12–14)

Vertebra segmentleri faset eklem haricinde ligamentöz bağlar ile birbirine bağlıdır. Vertebra corpusları önde anterior logitudinal ligament ve arkada posterior logitudinal ligament ile birbirlerine bağlıdır. Ayrıca laminalar arasında ligamentum flavum ve spinöz proçesler arasında interspinöz ve supraspinöz ligamentler de vertebraya destek sağlar. (15,16)

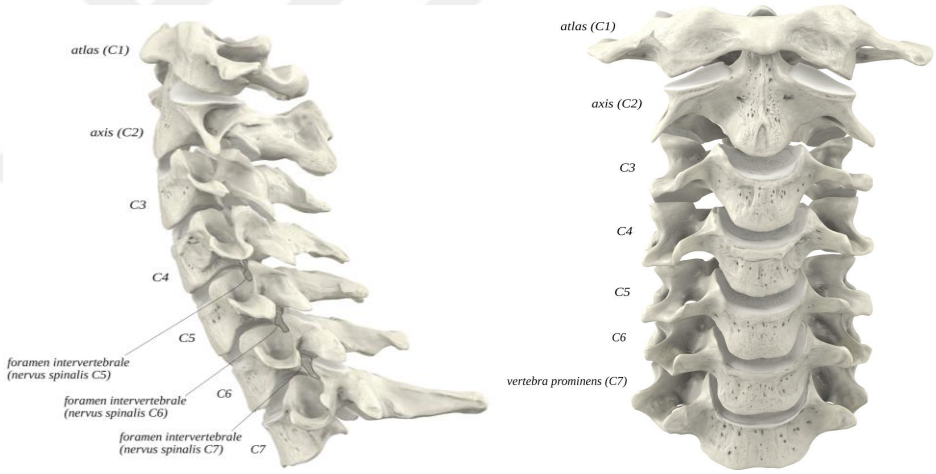
Vertebral kolonun hareket açıklıkları:

- Servikal bölgede ortalama: fleksiyon 64 derece, ekstansiyon 63 derece, lateral fleksiyon 49 derece ve rotasyon 85 derecedir.
- Torakal bölgede ortalama: fleksiyon 26 derece, ekstansiyon 22 derece, lateral fleksiyon 30 derece ve rotasyon 47 derecedir.
- Lomber bölgede ortalama: fleksiyon 65 derece, ekstansiyon 31 derece, lateral fleksiyon 30 derece ve rotasyon 15 derecedir. (17–19)

2.2.1. Servikal Omurga

Servikal omurga yedi adet vertebradan oluşur. Başı gövdeye bağlar. Özellikle rotasyonel hareketler olmakla birlikte fleksiyon, ekstansiyon ve lateral fleksiyon hareketlerine izin veren oldukça hareketli bir segmenttir. Servikal birinci ve ikinci vertebralar diğer vertebralardan yapısal olarak farklılıklar gösterirler. Birinci servikal vertebra Atlas , ikinci servikal vertebra Aksis ismini alır. (20,21) (Şekil 2)

Üçüncü servikal vertebra ve kaudalinde yer alan diğer servikal vertebralara subaksiyel vertebralar denir. Morfolojik olarak benzerlik gösterirler. Servikal vertebralar genel olarak çok fazla yük taşımadıkları için korpusları dörtgen şeklinde ve küçüktür. Arcusları uzun, ince ve üzerinde foramenleri bulunan transvers proçesleri mevcuttur. (20)(Şekil 2)

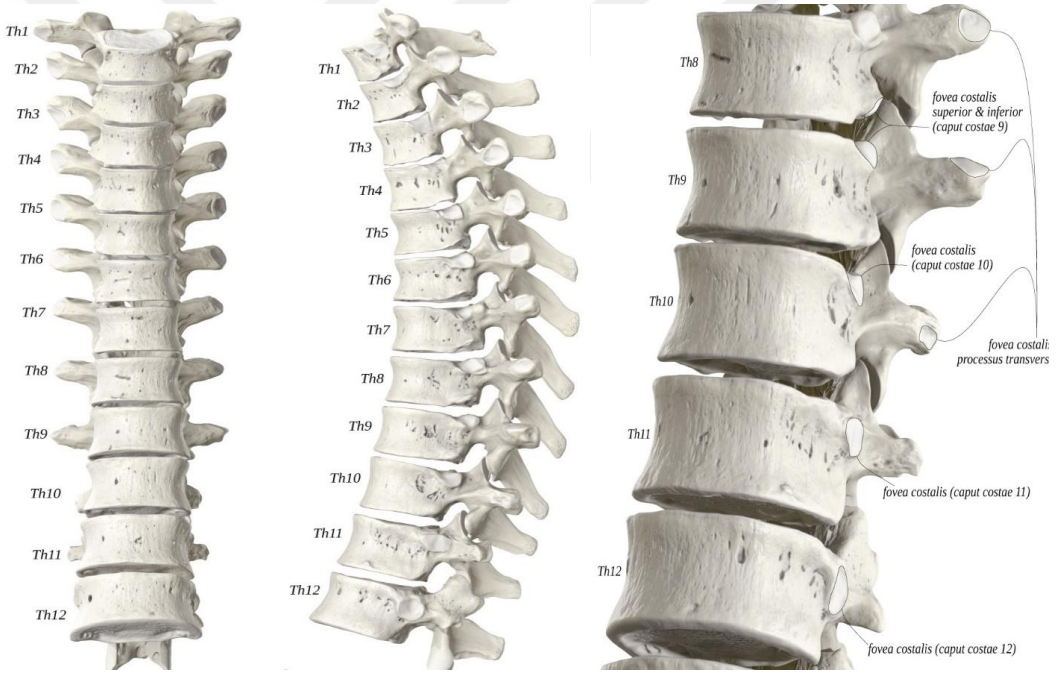


Şekil 2.Servikal omurgalar önden ve yandan görünüşü(22)

2.2.2. Torakal Omurga

Torakal omurga 12 adet vertebradan oluşur. Servikal ve lomber omurga arasında bulunur. Önde sternum arkada torakal omurga ve her iki tarafta kostalar ile birlikte göğüs kafesini oluştururlar. En üstteki torakal vertebralar anatomik olarak servikal vertebralara benzerlik gösterirken kaudale doğru daha çok lomber vertebraya

benzerlik gösterir. (23) Corpusları kaudale doğru giderek genişler. Torakal vertebraların korpuslarının her iki yanında kostalar ile eklem oluşturan fovea kostalis superior ve inferior bulunur. T1 vertebrada süperiorda tam bir ve inferiorda yarım fovea vardır. T2-T8 vertebraların süperior ve inferior yarım fovealar mevcuttur. Bu yarım fovealar komşu vertebra ile alt üst birleşerek kosta ile ortaklaşa eklem yaparlar. T9'da ise yalnızca yarım süperior fovea kostalis yapısı mevcuttur. T10, T11, T12 vertebralarında ise birer adet tam yapıda fovea kostalis bulunur. Torakal omurların ayrıca transvers çıkıntıları üzerinde kostaların tüberkülleri ile eklem yaptığı fovea kostalis processus transversi yer almaktadır. Yalnızca son iki torakal vertebrada bu eklem yüzleri yer almaz. Vertebral foramenlerin oluşturduğu spinal kanal, torakal 4-6. vertebralar seviyesinde en geniş kanal açıklığına sahiptir. (Şekil 3)

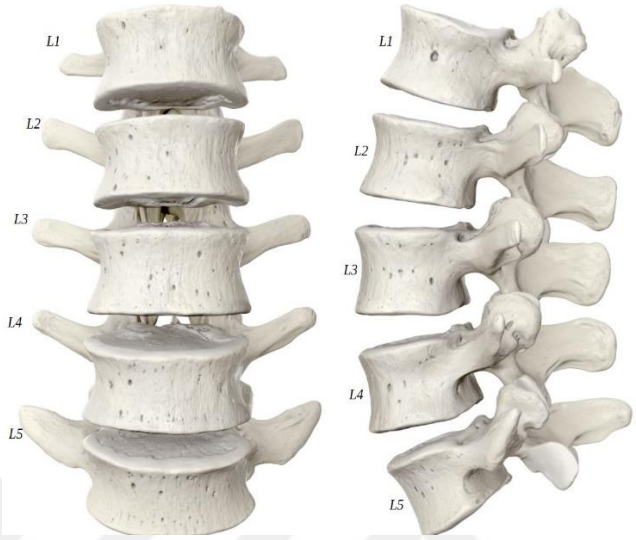


Şekil 3.Torakal omurgalar önden, yandan ve oblik görüntüsü(22)

2.2.3. Lomber Omurga

Lomber omurga torakal omurga ile sakrum arasında yer alan beş omurgadan oluşur. Korpusları taşıdığı yük sebebi ile kalın ve geniştir. Pedikülleri geniş , transvers çıkıntıları düz ve incedir. Spinöz çıkıntıları kısa ve yassıdır. Processus articularis

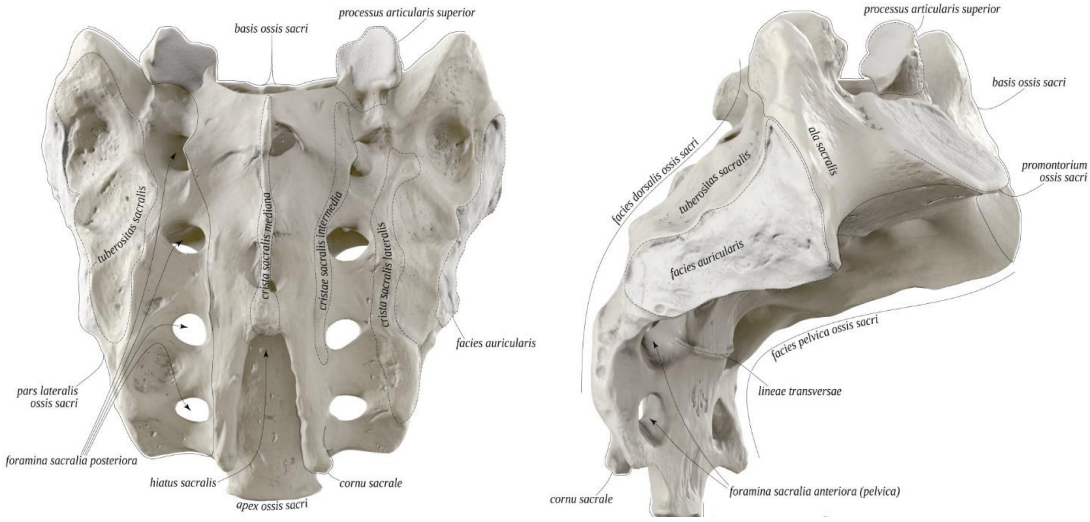
superior'un arka dış tarafında processus mammillaris adı verilen bir çıkıntı vardır. Transvers proseslerin arka alt tarafında ise processus accessorius adı verilen çıkıntılar bulunur. (24,25)(Şekil 4)



Şekil 4. Lomber omurgalar önden ve yandan görüntüsü(22)

2.2.4. Sakrum

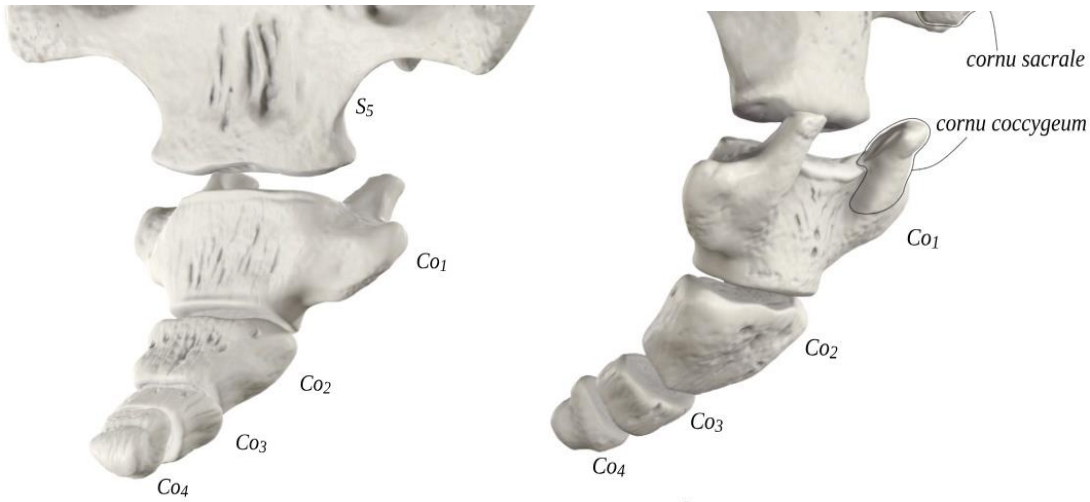
Os sacrum embriyolojik dönemde beş adet vertebra arasındaki disklerin kemikleşip birleşmesiyle meydana gelmiştir. Lomber omurga ve koksiks arasında bulunur. Ayrıca yan yüzleri iliak kemik ile eklem yaparak vücut ağırlığını pelvise aktarır. Sakrumun koronal düzlemde tam bir delik yapıda olan dört adet foramen bulunur ve bu deliklerden 4 çift sakral sinir çıkar. (26)(Şekil 5)



Şekil 5. Sakrumun ön ve oblik görüntüsü(22)

2.2.5. Koksiks

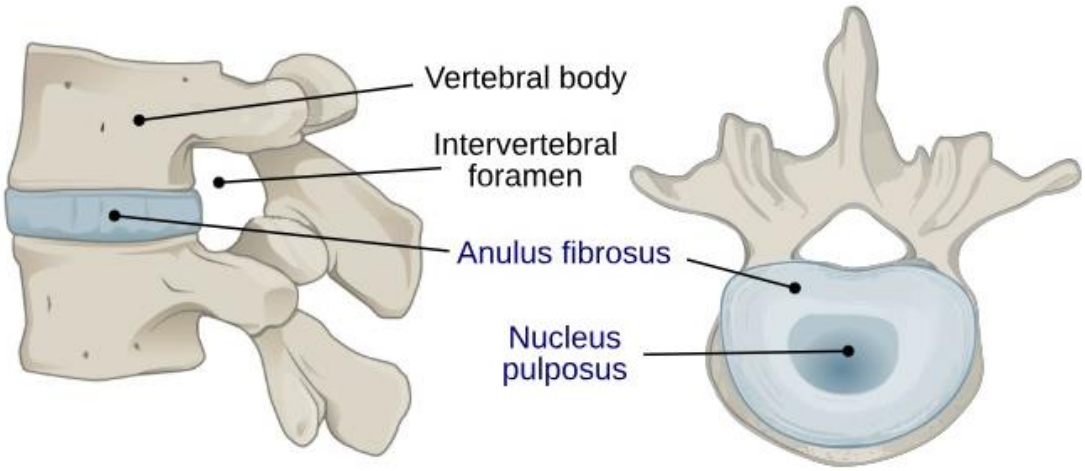
Omurganın en alt ucunda bulunan üç veya beş gelişmemiş vertebranın birbiri ile kaynaşması ile oluşur. Toplumun yaklaşık %70-80'inde dört segment mevcuttur. Sakrumun alt ucu ile eklemleşir. Üçgen şeklinde bir kemiktir. Koksiks omurganın son segmentini oluşturup, hareketsizdir.(27)(Şekil 6)



Şekil 6. Koksiksin oblik görüntüleri(22)

2.2.6. İntervertebral Disk

Omurga boyunca ikinci servikal vertebradan birinci sakral vertebraya kadar her iki vertebra corpusu arasında toplam 23 adet disk bulunmaktadır. Disklerin toplamı, omurganın toplam uzunluğunun %25 ila %30'unu oluşturur. Diskler fibrokartilajinöz yapıdadır. İntervertebral diskler vertebraların arasında hareketliliği sağlarlar ve omurgaya etki eden güçlerin dengeli iletilmesine yardımcı olurlar. Disklerin merkez kısımları yumuşak, jelatinöz bir maddeden meydana gelir. Notokord artıklarından meydana gelen bu kısımlara nükleus pulposus denir. Nükleus pulposusun etrafı, kollajen lifler ve kıkırdak hücrelerinden oluşan fibrokartilajinöz dokudan yapılmış annulus fibrosus adı verilen bir halka ile çevrelenmiştir. Disklerin alt ve üst yüzlerinde fibrokartilajinöz doku değişerek, vertebra korpuslarının üst ve alt yüzeylerini örten hyalin kıkırdak tabakasını oluşturur.(28,29)(Şekil 7)



Şekil 7. İntervertebral diskin yandan ve üstün görüntüsü

2.2.7. Torakal Bölge Kasları

Sırt kasları yüzeyel bölgede bulunan mm. dorsi superficialis ve daha derin bölgede mm. dorsi profundus olmak üzere iki katman olarak farklı başlıklar altında incelenir.

2.2.7.1. Musculi dorsi superficialis

M. splenius capitis ve m. splenius cervicis; sırası ile lig. nuchae ve T1-T3,4 arasında proc. spinosus'lara, T3-T6 arasındaki proc. spinosus'lara origo yapar. M. splenius capitis, proc. mastoideus'ta sonlanırken, m. splenius cervicis C2-C3 proc. transversus'unda sonlanır. Nn. spinales tarafından innerve edilirler. Bilateral kontraksiyonunda baş ekstansiyonunda görev yaptığı için dolaylı yoldan sırt ekstansiyonuna etki etmektedir

M. trapezius; pars descendens, pars ascendens ve pars transversa olmak üzere üç kısımda incelenir. Protuberentia occipitalis externa ve tüm vertebrae thoracica'nın proc. spinosus'larına origo yaparak başlayan bu kasın pars descendens parçası, clavicula'nın 1/3 lateral kısmında sonlanır. Pars transversa acromion'da, pars ascendens ise spina scapula'nın medial kısmında sonlanmaktadır. N. accesorius tarafından innerve edilmektedir. Bilateral kontraksiyonunda gövde ekstansiyonunda görev yapar. Aynı zamanda üst ekstremite hareketlerinde ve retraksiyonda görev alır.

M. latissimus dorsi; T6-T12 arasında ve tüm lumbal seviyelerdeki proc. spinosus'lara, crista iliaca ve crista sacralis mediana'ya origo yapan bu kas, humerus'taki crista tuberculi minoris'te sonlanır. N. thoracodorsalis tarafından innerve edilir ve inspirasyona yardım eden bir kastır. Aynı zamanda üst ekstremite sabitken gövdeyi yukarı çekmemizi sağlayan barfiks hareketinde oldukça aktiftir.

M. levator scapulae; C1-C4 proc. transversus'undan başlayarak scapula'nın margo medialisinde angulus supeior bölümüne yakın insertio yapar. N. dorsalis scapulae tarafından innerve edilen bu kas scapular hareketlilikten sorumlu kaslardan biridir. Aynı zamanda scapula sabit ise servikal bölgeye tek taraflı çalıştığında lateral fleksiyon, çift taraflı çalıştığında ekstansiyon yaptırır.

M. rhomboideus major; T2-T5 proc. spinosus'una origo yapar. Trigonum spinae'ye yakın yerde scapula'nın margo medialis'inde sonlanırlar. N. dorsalis scapulae tarafından innerve edilen bu kaslar özellikle şınav hareketinde gövdeyi kollar üzerinde yukarı kaldırırken oldukça aktiftir.

M. rhomboideus minor; C7-T1 proc. spinosus'una origo yapar ve m. rhomboideus major ile aynı yerde sonlanır. İki kas, m. serratus anterior ile antagonist çalışarak scapula'ya retraksiyon yaptırmaktan sorumludur. M. serratus posterior superior; C7-T3 proc. spinosus'larına origo yaparak başlar. II-V. angulus costae'de sonlanır. Ventilasyonun inspirasyon evresinde görev alan bu kas, nn. intercostales tarafından innerve edilir.

M. serratus posterior inferior; T11-T12 proc. spinosus'una origo yaparak başlar ve IV. angulus costae'de sonlanır. Ventilasyonun ekspirasyon evresinde görev alan bu kas, nn. intercostales tarafından innerve edilir.

2.2.7.2. Musculi dorsi profundus

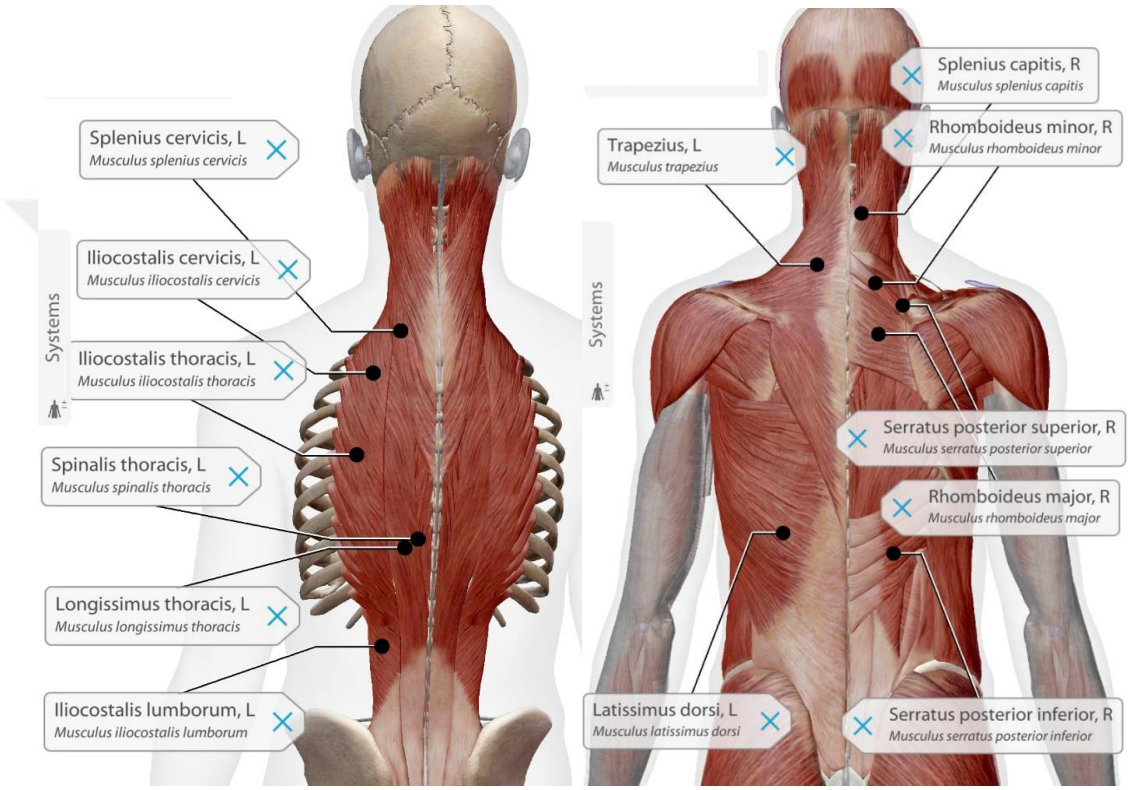
Mm. dorsi profundus incelenirken yine yüzeyel ve derin katman olarak ikiye ayrılır. Yüzeyel katmanda yer alan kaslara toplu olarak m. erector spinae adı verilir. Üç farklı kastan oluşan bu grup sacrum ve columna vertebralis arasında uzanmaktadır. Lateralden mediale; m. iliocostalis, m. longissimus, m. spinalis olarak sıralanmıştır.

M. spinalis thoracis; M. longissimus thoracis'in medialinde yerleşmiştir. L1, L2 ve T11, T12'nin proc. spinosus'una origo yapar. Üst seviye torakal vertebraların proc. spinosus'larında sonlanır. Nn. spinales tarafından innerve edilir. Columna vertebralis'in ekstansiyonunda görev alır.

M. longissimus thoracis; errector spinae grubunun ortada yerleşimli ve en kalın olanıdır. Tüm lumbal vertebraların proc. transversus'u ve proc. accesorius'una origo yapar. Tüm torakal vertebraların proc. transversus'una insersio yaparak sonlanır. Fonksiyon ve innervasyonu m. iliocostalis thoracis ile benzerlik gösterir.

M. iliocostalis thoracis; kasının torakal bölgede bulunan kısmına m. iliocostalis thoracis adı verilir. Costae-XII'den VI'ya kadar olan angulus costae'de origo yaparak başlar ve ilk altı costae'nin angulus costae'sine tutunarak sonlanır. Aynı seviyedeki nn. spinales tarafından innerve edilir. Ekspirasyonda görev alan bu kaslar, 34 aynı zamanda bilateral kontraksiyonunda columna vertebralis'e ekstansiyon, tek taraflı kontraksiyonunda ise lateral fleksiyon yaptırır.

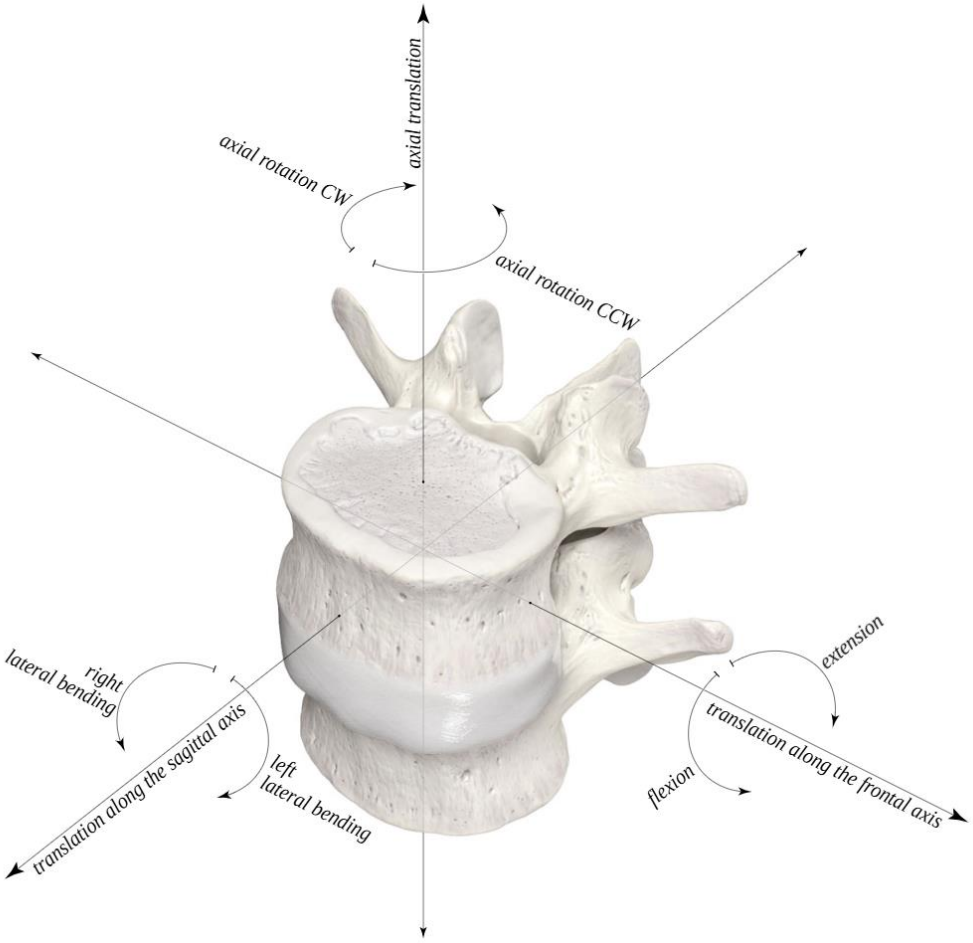
Derin katman Mm. dorsi profundus'un derin katmanında bulunan kaslar ise mm. transversospinales (M. semispinalis, mm. multifidus, mm. rotatores), mm. interspinales ve mm. intertransversarii olarak adlandırılır. Nn. spinales'in arka dalları tarafından innerve edilen bu kasların fonksiyonu, columna vertebralis'in ekstansiyonu ve stabilizasyonudur. Tek taraflı kontraksiyonlarında ise gövdeye rotasyon da yaptırırlar. (1,2,30)(Şekil 8)



Şekil 8. Derin ve yüzeyel sırt kaslarının şematik gösterimi (www.visiblebody.com'un izniyle Human Anatomy Atlas 2025 Version 2025.00.012 Android uygulamasından 07.10.2025 tarihinde alınmıştır)

2.3. Omurganın Fonksiyonel Birimi

Omurga fonksiyonel birimi iki vertebra ve aradaki disk ile ligamanları içerir. Fonksiyonel birimi oluşturan alt vertebra sabitken, biyomekanik yüklerin üst vertebrada ne gibi etkilerinin olduğunu araştırmak için kullanılır. Omurga uzaysal düzlemde 6 yönde hareket edebilmektedir. (31)(Şekil 9)



Şekil 9. Omurganın hareket eksenleri(22)

2.4. Normal Omurganın Frontal Düzlem Analizi

Skolyoz, omurganın frontal düzlemde yana doğru eğrilmesi ve yatay düzlemde rotasyonuyla birlikte olan üç boyutlu deformitedir. Frontal düzlemde omurganın eğriliğinin olmadığı kabul edilmekle birlikte bazı insanlarda asendan aortanın pulsasyonuna bağlı 8 – 10 derece konveksitesi sağa bakan eğrilik görülebilir. 10 dereceye kadar olan eğrilikler skolyoz olarak kabul edilmez. Radyolojik değerlendirmede Densin orta noktasından yere dik çekilen çizginin, tüm vertebraların orta noktalarından geçerek sakral 1. Vertebranın orta noktasında sonlanması gerekir. Sakral 1. vertebranın merkezinden sağa veya sola 1 cm ‘den fazla sapmalar frontal dengenin bozulduğunu gösterir.(31,32)

2.5. Normal Omurganın Sagittal Düzlem Analizi

Anne karnında fetüsün omurga açıklığı öne bakan tek bir konkaviteye sahip iken, gelişim ilerledikçe lumbosakral bölgede açılanma görülür. Çocuk başını kaldırmaya başladığında servikal bölge arkaya doğru konkavlaşır. Gelişim devam edip desteksiz oturmalar ve ayağa kalkmalar başladıktan sonra lomber bölge arkaya doğru konkavlaşır. Erişkin evrede ise arkaya doğru servikal ve lomber bölgede konkavite, torakal ve sakral bölgede ise konveksite olmak üzere sagittal düzlemde dört eğrilik görülür. (1)

Omurgadaki sagittal ve frontal düzlemdeki eğrilikler hesaplanırken Cobb yöntemi kullanılır. Bu yöntem kullanılarak torakal kifoz T2-T12 arasında ölçülüp normal değeri 20°-40° arasındadır. Lomber lordoz L1-L5 arasında ölçülüp normal değeri 40°-60° arasındadır. Torakal bölgedeki kifoz açısı ile lomber lordoz açısı arasında vücudun dik duruşunda sinerjik bir ilişki mevcuttur. Torakal kifoz açısının artması lomber bölgede lordoz açısının artışını ortaya çıkarır. Burada amaç omurganın sagittal denge çizgisini arkaya doğru kaydırmaktır. Tam tersi eğer lomber bölge lordoz açısı azalır ise kompanse etmek amacıyla torakal bölgede fizyolojik kifoz açısı azalır. Sagittal denge insanın fizyolojik postürde ayakta durması; ergonomik enerji kullanımı, ağrı ve zamanla ortaya çıkacak dejenerasyonları engellemesi açısından mutlaka gereklidir. (33,34)

2.6. Hiperkifoz

2.6.1. Genel Bilgiler ve Etiyoloji

Hiperkifoz kolumna vertebralisin posteriorda konveksliğinin artması sonucu sagital düzlemde ortaya çıkan omurga eğriliği olarak tanımlanır. Çalışmalarda torasik kifoz açı ölçümü için üst referans noktası T2 den T5'e kadar değişiklik göstermektedir.(35) Skolyoz Araştırma Derneği (SRS), torakal kifoz eğiminin T2'in üst uç plağı ve T12'nin alt uç plağı arasında kalan açının ölçülmesiyle bulunduğu ve normal sınırlardaki eğimin 20 ile 45 derece arasında olması gerektiğini bildirmiştir.

Hiperkifoz doğuştan veya gelişimsel olabilir. Vertebral ekstansör kasların zayıflığı veya postüral duruş bozuklukları sebebiyle de omurgada hiperkifoz oluşabilmektedir. Adölesan bireylerde gelişim döneminde iskelet sisteminin uzamasına ayak uyduramayan agonist antagonist kaslarda, kuvvet ve esneklik yönünden dengesizlikler nedeni ile farklı derecede postüral kifoz görülmektedir. Ayrıca gelişimsel anomaliler, dejeneratif disk hastalığı, travma, enflamatuvar ve enfeksiyöz hastalıklar, serebral palsi, musküler distrofi, spinal musküler atrofi, myelomeningosel, nörofibramatozis gibi kas iskelet sinir sistemi hastalıkları hiperkifoz sebepleri arasında sayılabilir.(36)

Winter ve Holl'un 1978 yılında hiperkifoz deformitesi etiyolojisi için yapmış oldukları ve günümüzde geçerliliğini sürdürmekte olduğu sınıflama.(37)(Tablo 1)

Tablo 1. Hiperkifoz Etiyolojisi

Hiperkifoz Etiyolojisi	
Scheuermann Kifozu	Postüral Kifoz
Konjenital Kifoz	Paralitik Kifoz
Meningomyelosele Bağlı Kifoz	Posttravmatik Kifoz
İnflamatuvar Kifoz	Cerrahi Sonrası Kifozlar
Yetersiz Füzyon Kifozlar	Radyoterapi Sonrası
Metabolik	Gelişimsel

2.6.2. Yaygın Görülen Kifoz Tipleri

2.6.2.1. Scheuermann kifozu

Scheuermann kifozu ilk olarak 1920'de Danimarkalı radyolog Holger Werfel Scheuermann tarafından "Osteochondritis deformans juvenilis dorsi" olarak tanımladığı torasik veya torakolomber omurgada görülen hiperkifozdur. (38) Hiperkifoz, omurların anterior kama şeklinde olması, uç plak düzensizlikleri ve Schmorl nodülleri ile ilişkilidir. (39) 1964'te Sorensen en az üç bitişik omurun en az 5° kamalaşması ile radyografik olarak tanımlayan ilk kişi olmuştur. Hastalığın prevalansının %0,4 ile %10 arasında olduğu erkekleri ve kadınları eşit şekilde

etkilediği düşünülmektedir.(40) SK'nin etiyolojisi henüz net değildir; ancak, birden fazla teori öne sürülmüştür. Scheuermann omur halkası apofizinin osteonekrozu sonucu anterior omurların uzunlamasına büyümesinin durması ve böylece omurların kamalaştığına inanıyordu. Schmorl, vertebral uç plakalardan fıtıklaşan disk materyalinin disk yüksekliğinde azalmaya, vertebral gövde kamalaşmasına ve nodül oluşumuna yol açtığını öne sürmüştür. (41–45)

Scheuermann kifozu tipik ve atipik olmak üzere iki ayrı grupta incelenir. Yaygın olan tipik scheuermann kifozu deformitenin tepe noktası genellikle T7-T9 orta torasik omurgadadır ve Sorensen kriterlerine uyar. Atipik şekli ise deformitenin tepe noktası sıklıkla torakolomber veya lomber omurgadadır. Disk aralığında daralma, uç plak değişiklikleri ve Schmorl nodülleri gibi klasik radyografik bulgular hala mevcuttur, ancak Sorensen kriterleri her zaman karşılanmaz. (46,47)

2.6.2.2. Konjenital Kifoz

Konjenital kifoz tanımı ilk olarak 1844 yılında kullanılmıştır. Omurganın gelişimsel anomalileri, kondrifikasyon ve ossifikasyon evrelerinde ortaya çıkar. Omur gövdesinin oluşum veya segmentasyon kusurları nedeniyle hemivertebra, kelebek vertebra ve kama vertebralar oluşur. Bu kusurlu yapılarda omurganın ilk oluşum aşamasından itibaren hiperkifoz veya skolyoz deformitelerine sebep olabilir.(48-50)

2.6.2.3. Postüral Kifoz

Postüral kifoz kişinin günlük yaşamsal aktivitelerinde tekrarlayıcı öne doğru eğik durmasına bağlı oluşan spinal eğrilik olarak tanımlanabilir. En önemli sebebi fizik kondisyonun yetersiz olmasıdır. Postüral kifozda eğriliği açıklayabilecek radyografik vertebra anomalisi veya başka bir patoloji veya nörolojik bir bozukluk olmadan kişinin yanlış postür duruşuyla ortaya çıkmaktadır. Sağlıklı genç bireylerde sık rastlanabileceği gibi ilerleyen yaşlarda da kötü postüre bağlı olarak görülebilir. Görülme sıklığı adölesanlarda %15,3 iken daha ileri yaşlarada %38 olarak bildirilmektedir. Günümüzde daha sık karşılaşılmasının sebebinin azalmış fiziksel

aktiviteler ve baş önde uzun süre vakit geçirilen telefon, tablet, bilgisayar, masa başı aktiviteleri olduğu düşünülmektedir. (51)

2.6.2.4. Posttravmatik Kifoz

Posttravmatik kifoz, omurga travmaları sonrası gelişen ve omurganın sagittal düzlemde öne doğru anormal eğilmesiyle karakterize bir deformitedir (52,53).Travma sonrası kifoz , vertebranın anterior kolonundaki yükseklik kaybından kaynaklanır. Özellikle kompresyon ve burst tipi kırıklarda daha sık görülür. Çok segmentli değişikliklerin görüldüğü dejeneratif deformitelerin aksine, travma sonrası deformiteler yerel segmental bir sorunu temsil eder. Posttravmatik kifozun kesin cerrahi endikasyonları progresif nörolojik defisit ve ağrıdır.(54,55)

2.6.2.5. Nöromusküler Kifoz

Nöromüsküler kifoz, kas ve sinir sistemine bağlı gelişen postüral bozukluklardan biridir. Nöromüsküler hastalıklar, kasların zayıflaması ve kontrol kaybı nedeniyle omurganın biomekanik dengesini bozar. Bu bozulma, spinal deformitelerin gelişmesine yol açar. Genellikle parkinson hastalığı, serebral palsi, multipl skleroz, spinal musküler atrofi ve kas distrofileri dahil olmak üzere çok çeşitli nöromüsküler hastalıklar omurga deformiteleriyle ilişkilidir. Bu tip kifoz, genellikle ilerleyici olup fonksiyonel kayıplara ve yaşam kalitesinde ciddi bozulmalara neden olabilir. (56) Cerrahi tedavi, deformitenin düzeltilmesiyle birlikte oturma dengesini artırır, ağrıyı azaltır ve solunum fonksiyonlarını stabilize edebilir. (57)

2.6.2.6. Postlaminektomi Kifozu

Postlaminektomi kifozu, özellikle çocuk ve genç erişkin hastalarda yapılan spinal dekompresyon cerrahilerinden sonra gelişebilen ciddi bir deformitedir. Bu osteotomi posterior elemanların, özellikle lamina, spinöz çıkıntılar, interspinöz ve supraspinöz bağların çıkarılmasıyla yapılır. Bu da omurganın posterior kolonu zayıflatır ve posterior yapılarının destabilizasyonuna yol açar. Posterior kolondaki bu zayıflık vertebral cisimler üzerine binen anterior yükün artmasına neden olarak

anterior kollapsa ve kifotik deformiteye yol açar. Özellikle gelişim çağındaki çocuklarda büyüme plaklarının açık olması, deformitenin ilerleyici olmasına zemin hazırlar. (58,59)

2.6.2.7. Ankilozan Spondilit

Ankilozan spondilit esas olarak aksiyel iskeleti etkileyen, kronik, inflamatuvar ve ilerleyici bir romatolojik hastalıktır. Özellikle sakroiliak eklemler ve omurgada tutulumla karakterizedir. Spondiloartritler grubunun prototipi olup, genç erkek bireylerde daha sık görülmektedir. Hastalığın erken döneminde bel ve kalça ağrısı ön plandadır, ancak ilerleyen evrelerde omurgada ankiloz ve mobilite kaybı gelişebilir.(60) İnflamasyon, başlıca entezis adı verilen kemik-tendon bağlanma noktalarında başlar. Bu inflamatuvar süreç zamanla yeni kemik oluşumuna yol açarak omurga segmentlerinin birleşmesine ve karakteristik "bambu kamışı" görüntüsünün oluşmasına neden olur. İleri evrelerde hastalar kambur duruş, göğüs ekspansiyonunda azalma ve fonksiyonel kapasitede belirgin kayıpla başvurabilir.(61,62)

2.6.3. Kifozun Değerlendirme Yöntemleri

Hiperkifoz hastalarında fizik muayenede hastalarında genellik en çok şikayetçi olduğu ve ilk farkedilen semptom postür bozukluğudur. Hiperkifoza kompansatuvar olarak servikal ve lomber lordozda artışı veya omurgada koronal plan eğriliği gözlenlebilir. Gergin pektoral kaslar omuzun öne eğimine, gergin kalça fleksör ve hamstring kasları da gövdenin öne fleksiyonuna neden olur. Nörolojik semptomlar adolesan hastalarda nadirdir. Ancak özellikle erişkin hastalarda torakal disk herniasyonu, intraspinal veya ekstradural epidural kist ya da ciddi kifozun apeksinde osteoporotik kırıklardan sonra mekanik kord kompresyonuna bağlı olarak nörolojik semptomlar görülebilir. Bu sebeple hiperkifoz hastalarında nörolojik muayenede yapılması gerekir. Deformiteye bağlı duruş bozukluğu ve kozmetik sebepler hastaların ve ailelerinin tedavi isteklerinin temelini oluşturur. Ayrıca hastalarda hiperkifoza bağlı ağrı ya da kompensatuar hiperlordotik segmentler üzerinde bel ağrısı ile başvurabilir. Ağrı, ayakta durma ve aktivite ile artabilir ve tipik olarak büyümenin durmasıyla

rahatlar. Ağrının yayılımı ve şiddeti; hastanın yaşına, hastalığın evresine, hiperkifozun yerine ve deformitenin ciddiyetine göre değişir.(63)

Cobb Yöntemi: Cobb açı yöntemi kifozun değerlendirilmesinde kullanılan ve altın standart olarak kabul edilen radyografik bir yöntemdir.(64) Cobb açı ölçümü tanım olarak sagital düzlemde torasik eğriliğe katılan üst vertebranın üst kenarından ve son vertebranın alt kenarlarından teğet geçen doğruları dik olarak kesen çizgiler arasındaki açı değeridir. Cobb açı hata değeri $\pm 5^{o}$ olarak belirtilmektedir. Bu hatanın, radyolojik görüntüde kemikli yer işaretlerinin doğru bir şekilde belirlenmesindeki zorluktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Şu ana kadar ölçüm için seçilecek optimum sınır omurları konusunda literatürde bir fikir birliği yoktur. (65,66) Omurganın sagital plandaki dengesini değerlendirmek için kullanılan Cobb yöntemi ile ölçülen açılar mevcuttur. Torakal kifoz açısı ile bu ölçümler birlikte değerlendirilerek omurganın dengesi ve deformite dereceleri belirlenir: (Şekil 10)

Kifoz Açısı: Torakal eğriliğin derecesi Cobb açısına göre belirlenir. Torakal kifoz açısı; T2 vertebra üst uç plağı ile T12 vertebranın alt uç plağı arasındaki açı ölçümü ile hesaplanır denilmektedir. Kifotik omurgada en doğru değerlendirme, sagital planda yatayla en fazla açı yapan vertebra (T1-3) ile T12 arasındaki ölçüm ile yapılır. Normal torakal kifoz değeri 20-45 derece arasındadır.(67)

Proksimal Kifoz Açısı: T2 vertebra üst uç plağı ile T5 vertebra alt uç plağı arasındaki açı ölçülerek hesaplanır. (67)

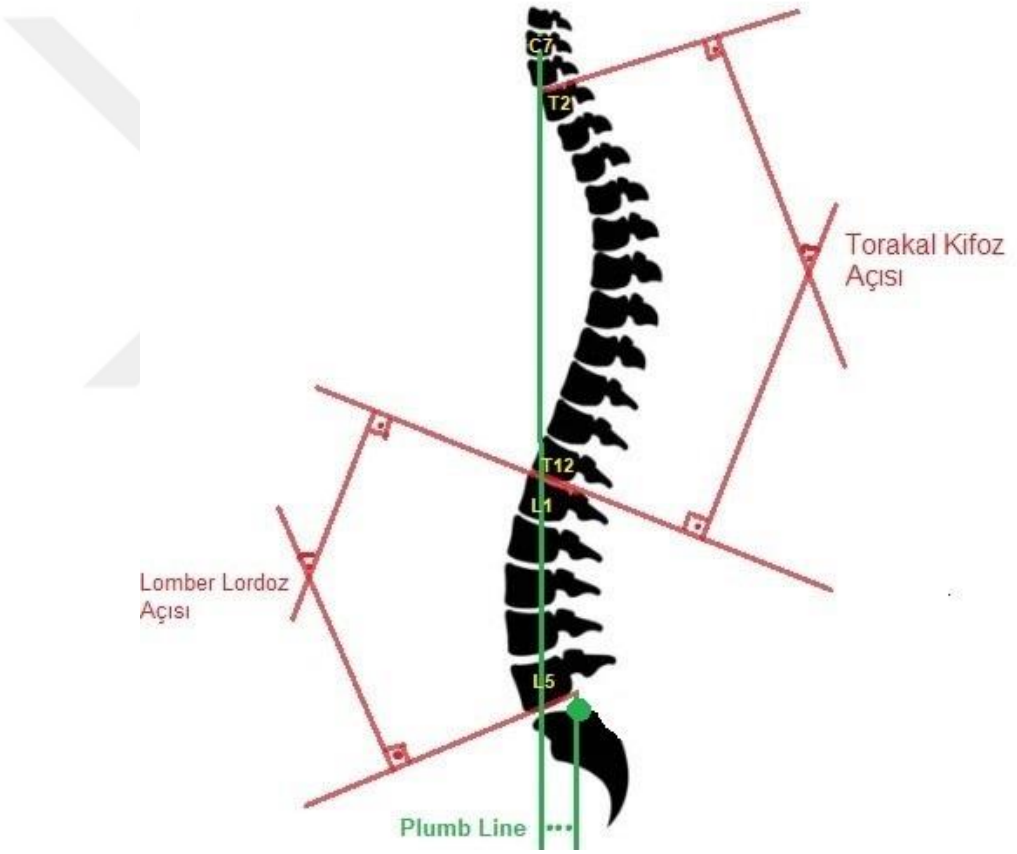
Distal Kifoz Açısı: T5 vertebra üst uç plağı ile T12 vertebra alt uç plağı arasındaki açı hesaplanarak tespit edilir. The Scoliosis Research Society (SRS)'ye göre T5 üst uç plağı ile T12 alt uç plağı arasındaki açı ölçümlerinde 20 ile 40 derece arasında değişen değerler bildirmiştir.(67)

Sagital Dikey Eksen (SVA) (plumb line-PL): C7 vertebra korpusunun ortasından yere çizilen dik çizgidir. SVA başın pozisyonunu vücut ağırlık merkezine göre belirler. SVA hattının S1 vertebraya olan uzaklığı değerlendirilir.C7 PL'nin S1 posterolateral köşesine göre anteriorda olması pozitif, posteriorda olması negatif

olarak değerlendirilir. SRS, PL'nin sakral promontoryuma olan uzaklığının +/- 2 cm olmasını normal olarak kabul eder. (67)(Şekil 10)

Pelvik İnsidans(PI): Kişiye özgünlük gösteren anatomik bir açıdır. S1 üst uç plak çizgisinin ortasından çekilen dik çizgiyle S1 üst uç plak ortasını femoral baş merkezini birleştiren çizgi arasındaki açıdır.(67)

Pelvik Eğim (PT): S1 vertebra üst uç plak orta noktasından femur baş merkezine çizilen çizginin yere dik çizilen çizgiyle yaptığı açıdır. (67)



Şekil 10. Cobb yöntemi ile torakal kifoz ve lomber lordoz ölçümü, Sagital dikey eksen ölçümü

Esnek Cetvel: Esnek cetvel omurga eğriliklerinde açı ölçümü için kullanılan esnek bir cetveldir. Klinikte kullanım kolaylığı ve uygun fiyatlı bir malzeme olması nedeniyle tercih edilmektedir. Esnek cetvelin bir ucu servikal yedinci veya torakal birinci vertebranın kemik çıkıntısına diğeri torakal on ikinci vertebranın spinöz

proçesine yerleştirilir. Daha sonra cetvelin aldığı şekil bozulmadan omurga üzerinden alınır ve aynı şekil kâğıda çizilerek aktarılır ve ölçüm yapılır.(68)

Debrunner Kifometresi: Debrunner kifometresi hareketli bir iletki biçimindedir. Cihazın üst kolu torakal ikinci ve üçüncü vertebralar arasına; alt kolu torakal 11.-12. vertebralara yerleştirilir. Kifometrenin her iki kolu arsında kalan açı değeri torakal kifoz açısı olarak kaydedilir. Kifoz açı ölçümünde altın standar olan cobb yöntemiyle güçlü kolerasyon gösterir.(69)

Spinal Mouse: C7 spinöz proçesden başlanarak S3 spinöz proses dahil olmak üzere tüm omurga işaretlenir. Spinal Mouse cihazı uygulanan basıncın ve hızın sabit olması sağlanarak C7-S3 arası alan üzerinde kaydırılır. Cihazdan alınan veriler bluetooth aracılığı ile bağlantılı olduğu bilgisayara aktarılır. Omurganın eğrilik değerleri grafikler üzerinden değerlendirilebilir.(70,71)

Oksiput-Duvar Mesafesi: Oksiput duvar mesafesi klinik ortamlarda kifozun belirlenmesi için kullanılan bir değerlendirme metodudur. Kişi topukları ve pelvis duvarla temas halinde olacak şekilde ayakta pozisyonlanır. Baş ileri bakar pozisyonda oksiput ile duvar arasındaki mesafe cm cinsinden ölçülerek kifozun şiddeti yorumlanır. Kifozun şiddeti, hafif (≤5 cm), orta (5,1-8 cm) ve şiddetli (>8 cm) olarak sınıflandırılır. Oksipital kemik yerine yedinci servikal çıkıntının duvar arasındaki mesafe ölçümü de pratikte kullanılabilmektedir.(72)

2.6.4. Tedavi Yöntemleri

Konservatif tedavi

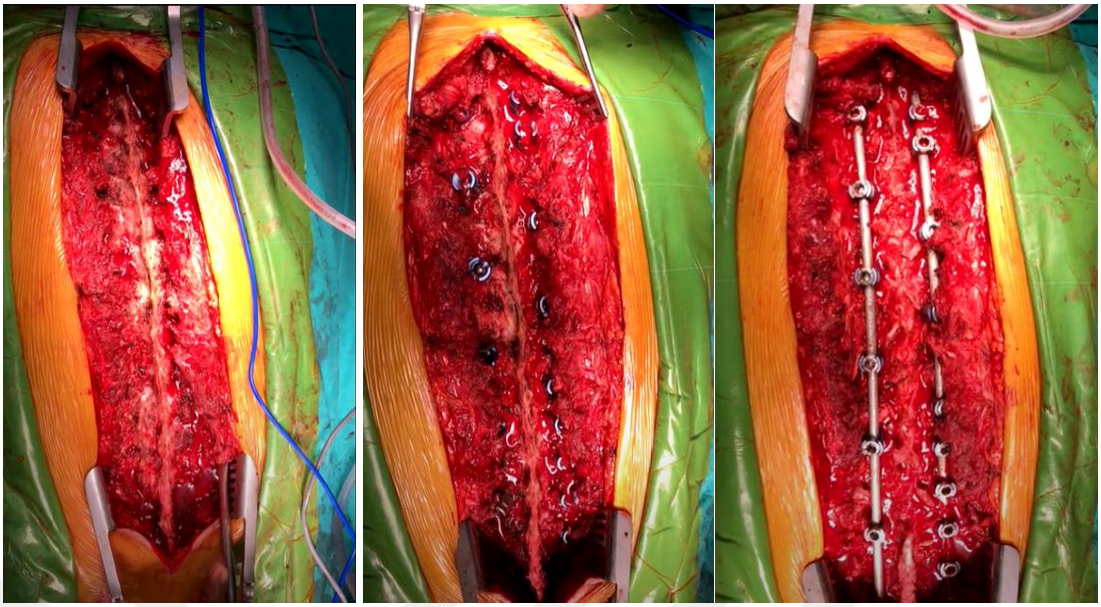
Hiperkifozda tedavi seçenekleri gözlem, konservatif ve cerrahi yöntemler olarak sıralanır. Eğer deformite hafif formlu ve ilerleme göstermiyorsa 6 ayda bir yapılacak muayene ve görüntüleme ile deformitenin seyir kontrolü yeterlidir. Konservatif tedavi seçenekleri, fizik tedavi, elektrik stimülasyon, korse ve alçılama olarak sıralanır. Fizik tedavi egzersizlerindeki amaç fleksibilite kazanmak, lomber

hiperlordozu düzeltmek ve omurga ekstansiyon kaslarını germek olup kas tonusunu geliştirmeye ve kötü postürü düzeltmeye yarar.

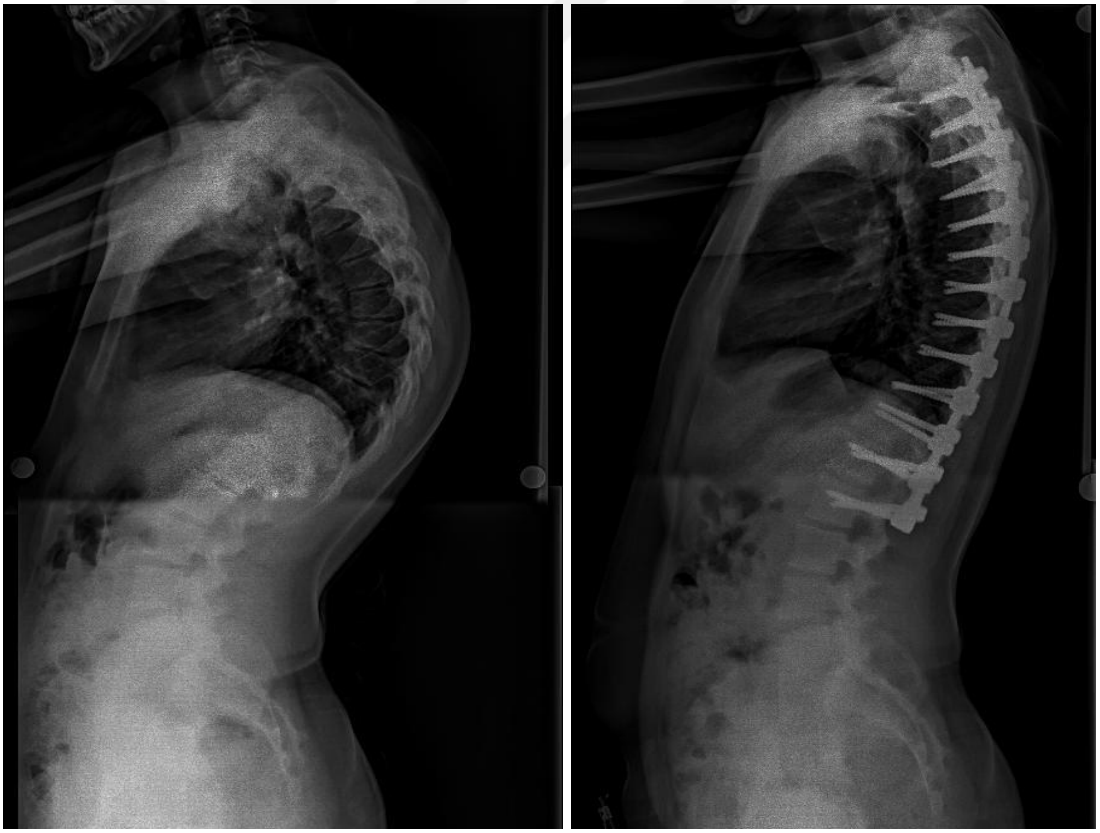
İskelet matüritesi tamamlanmamış ilerleyici kifozu olanlar, dış görünüşünden rahatsız olan ve kifoz derecesi 50º-70º olanlarda korse tedavisi denenebilir. Bu yöntemde amaç, deformitenin ilerlemesini engellemek, vertebra ön yüzündeki kompresif güçlere engel olarak vertebra yüksekliğinin korunmasını sağlamak, lomber bölge hiperlordozunu azaltmak ve normal sagittal dizilimi sağlamaktır.En sık Milwaukee korse kullanılmaktadır. Milwaukee korse, dinamik 3 nokta ortezi olarak torakal vertebra ekstansiyonunu sağlar. Üst bölgede boyun halkası üst torakal vertebra dizilimi içindir. Ortada arka bölgedeki destekler kifozun apeksine gelecek şekilde konumlandırılır. Doğru yerleştirildiğinde torakal kifozu azaltır. Alt kısımdaki pelvik destek lomber lordozu azaltır. Tam gün kulanım önerilir (22/24 saat). Kullanım süresi 12-18 aydır. Günlük kullanım süresinin azaltılması için iskelet matüritesinin tamamlanmış olması beklenir (Risser> 4). Daha rijit kifozlarda düzeltici alçı tercih edilebilir. Ancak, hasta konforu ve alçıya bağlı cilt irritasyonu, bası yarası gibi problemler göz önünde bulundurulmalıdır.(36,73,74)

Cerrahi tedavi

Cerrahi müdahale endikasyonları arasında, korse uyumuna ve fizik tedaviye rağmen ilerleyici kifoz, nörolojik defisit, kalıcı ağrı veya iskeletsel olarak olgun bir bireyde belirgin deformite yer alır. Posteior yaklaşımlı pediküler vida ile spinal enstrümantasyon kifoz cerrahisi için kullanılabilir yöntemlerin başında gelmektedir. Rijit deformitelerde Smith-Petersen osteotomisi, pedikül substraksiyon osteotomisi, Ponte osteotomisi gibi deformite düzeltici posterior osteotomiler yapılabilir. (75) (Şekil 11)



Şekil 11. Omurga cerrahisinde vaka içi görüntüler



Şekil 12. Hiperkifoz deformitesi mevcut hastanın ameliyat öncesi ve sonrası omurganın sagital röntgen görüntüsü

2.7. Akciğer ve Hiperkifoz Arası İlişki

Ontogenetik olarak göğüs kafesinin morfolojisi üçüncü yaşa kadar piramidal şekilden fıçı şekline dönüşür. Ancak, koronal düzlemdeki genişleme özellikle üst göğüsün bir özelliğidir. Yenidoğanın alt göğüs kafesi yetişkinlerinkinden nispeten daha geniştir. Sonuç olarak, her kaburganın morfolojisi yaşla birlikte değişir, böylece kaburgaların açısı doğumdan ergenliğe kadar sagital düzlemde aşağıya doğru döner. Ayrıca, bebek kaburgalarının aksiyel görünümde yetişkin kaburgalarına göre daha az kavisli olduğu ve alt kaburgaların, diyafram için giriş noktası görevi görmeleri nedeniyle orta ve üst kaburgalara göre daha düz olduğu gösterilmiştir. Bu morfolojik değişiklikler, büyüme sırasında solunum mekanizmasındaki değişikliklerle ilişkiliydi. Bu nedenle, küçük çocuklar diyafram solunumu ile karakterize edilirken, yetişkinler interkostal solunumu diyafram solunumu ile birleştirir.(76)

Akciğer alveollerinin sayısının doğumdan sonra 8 yaşına kadar artmaya devam ettiğini sanılmakta idi. Ancak, daha yeni çalışmalar normal alveoler çoğalmanın genellikle 2 yaşında tamamlandığını ve bundan sonra alveollerin torasik büyüme tamamlanana kadar boyut olarak artmaya devam ettiğini göstermiştir. (77)Doğumdan itibaren akciğer gelişimi devam ederken ortaya çıkan omurga deformiteleri bu gelişimi olumsuz etkiler. Alveollerin çoğalamadığı ve deformiteye bağlı sıkışmışlık, gelişmekte olan akciğerde atrofi oluşturabileceği gösterilmiştir. (78)Hiperkifoz veya kifoskolyozu olan hastalarda kifotik deformitenin açısı arttıkça akciğer fonksiyonları da bozulmaktadır. (79–81) Hatta ileri seviye deformiteler solunum yetmezliği dolayısıyla ölümlere sebebiyet verebilmektedir.(82)

2.8. Akciğer Hacimlerinin Ölçülmesi

Sağlıklı yetişkinlerde ortalama akciğer kapasitesi yaklaşık 6 litredir. Yaş, cinsiyet, vücut kompozisyonu ve etnik köken, bireyler arasındaki akciğer kapasitesinin farklı aralıklarını etkileyen faktörlerdir. Total akciğer kapasitesi (TLC) doğumdan ergenliğe kadar hızla artar ve 25 yaş civarında plato yapar. Erkekler, kadınlardan daha fazla TLC'ye sahip olma eğilimindeyken, uzun boylu bireyler kısa boylu olanlardan daha fazla TLC'ye sahip olma eğilimindedir ve yüksek bel-kalça oranına sahip bireyler

genellikle daha düşük TLC'ye sahiptir. TLC ve diğer akciğer hacimlerinin ölçülmesi için birkaç yöntem mevcuttur. (83)

Spirometri, klinik ortamda akciğer fonksiyonunu değerlendirmek ve bir saniyedeki zorlu ekspirasyon hacmini (FEV1) ve zorlu vital kapasiteyi (FVC) ölçerek akciğer hastalıklarının teşhisi için kullanılan yaygın bir testtir. Spirometrinin tek başına kullanımı, genellikle TLC'yi hesaplamak için kullanılan bir test olarak yanlış yorumlanır; ancak aslında bu test, maksimum ekshalasyondan sonra akciğerlerde kalan hava hacmi olan rezidüel volümü ölçemez. Ayrıca, TLC'yi hesaplamak için spirometrinin kullanılması, RV'yi tahmin etmek için pletismografi, gaz seyreltme, gaz yıkama veya radyografik görüntüleme ile birleştirilmelidir. (83)

Pletismografinin doğuşu DuBois ve meslektaşları 1956 yılında ilk kez Boyle yasasına dayandırdıkları bir gazın sıkıştırılması sırasında hacim değişiminin ölçülmesi yoluyla göğüsteki gaz hacminin ölçülmesini sağlayan teknik ile ortaya çıkmıştır. (84)Tüm vücut pletismografisi, intratorasik gaz hacmi ölçümleri ve spesifik hava yolu direncinin ölçümü için "altın standart" olarak kabul edilir. Bu parametreler, kısıtlayıcı bir bozukluğu, akciğerlerin aşırı şişmesini ve hava akımı tıkanıklığını değerlendirmek ve için mutlaka gereklidir.(85) (Şekil 15)



Şekil 13. Bodypletismografi ve spirometri ölçümü yapılan hasta

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Atatürk Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde 2016-2020 yılları arasında hiperkifoz deformitesi nedeniyle posterior enstrümantasyon ve füzyon cerrahisi uygulanmış 64 hastasının kayıtları tarandı.Arşiv yenileme ve düzenleme çalışmalarında solunum fonksiyon testi sonuçları silinmesi sebebiyle 34 hastanın verilerine ulaşılamadı. Daha sonra 5 hastanın uzak illere taşınması veya telefon numara değişikliği sebebi ile ulaşılamaması nedeniyle çalışmaya 25 hasta ile devam edildi. Çalışmaya dahil edilen tüm hastaların ameliyatı aynı cerrah tarafından gerçekleştirilmiştir.

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun B.30.2.ATA.0.01.00/249 sayılı 28.03.2025 tarihli etik kurul onayı alındı.

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma Hastanesi Hastane Bilgi Yönetim Sistemi'nden retrospektif olarak taranan hastaların ameliyat öncesinde solunum fonksiyon ve bodypletismografi test sonuçları bulunan hastalar belirlendi ve test verileri kaydedildi. Sistemde veya yatış formlarında bulunan telefon numaraları kaydedildi. Hasta bilgi sisteminden ameliyat olduğu tarih, ameliyat öncesi grafileri ve solunum testleri verileri kaydedildi. Hastalara telefon ile ulaşılarak Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma Hastanesi'ne davet edildi. Hastalar radyografik görüntüleme, solunum fonksiyon testi ve bodypletismografi testine tabi tutularak sonuçları kaydedildi.

Hiperkifoz deformitesi, torasik kafes hareketliliğini ve akciğer volümlerini kısıtlayarak başta restriktif tipte solunum bozukluğuna yol açabilmektedir. Bu nedenle çalışmada, hem akciğer volümlerini hem de hava yolu fonksiyonlarını değerlendirebilen kapsamlı solunum fonksiyon parametreleri tercih edilmiştir. Zorunlu vital kapasite (FVC), zorlu ekspiratuvar volüm (FEV1) ve FEV1/FVC oranı, restriktif ve obstrüktif paternlerin ayırt edilmesinde temel parametrelerdir. Vital kapasite (VC) ve total akciğer kapasitesi (TLC), göğüs duvarı deformitelerine bağlı akciğer hacim değişikliklerinin değerlendirilmesinde önemli göstergelerdir. Rezidüel

volüm (RV) ve RV/TLC oranı ise torasik rijidite ve hava hapsinin dolaylı göstergeleri olarak kullanılmıştır. Peak ekspiratuvar akım (PEF) ile FEF25, FEF50 ve FEF75 değerleri, özellikle küçük hava yollarının fonksiyonel durumunu yansıtarak cerrahi sonrası solunum mekaniğindeki değişikliklerin daha ayrıntılı olarak analiz edilmesine olanak sağlamaktadır. ERV ve bodypletismografi ile ölçülen volümler ise torasik kafes ekspansiyonu ve akciğer kompliyansındaki değişimlerin objektif değerlendirilmesi amacıyla çalışmaya dahil edilmiştir.

Hastaların ameliyat öncesi dönemde elde edilen solunum fonksiyon testi sonuçları ile ameliyat sonrası en az 5 yıl, en fazla 9 yıl sonra gerçekleştirilen solunum fonksiyon testi sonuçları karşılaştırılmıştır. Solunum fonksiyon testlerinde ERV, RV, RV/TLC, VC, FVC, FEV1, FEV1/FVC, PEF, FEF75, FEF50 ve FEF25 parametreleri değerlendirmeye alınmıştır. Bu parametrelerin birlikte değerlendirilmesi, kifoz cerrahisinin solunum sistemi üzerindeki uzun dönem etkilerinin kapsamlı ve çok yönlü olarak ortaya konmasını sağlamaktadır.

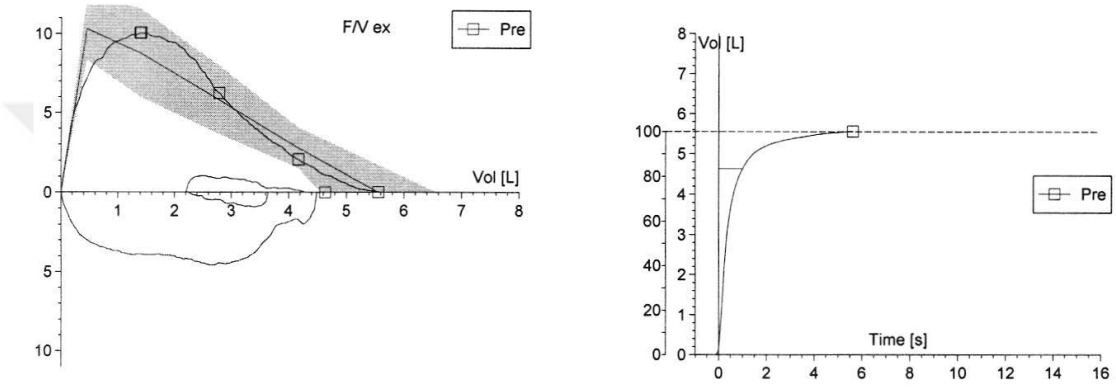
ATATURK UNIVERSITESI ARASTIRMA HASTANESI
GOGUS HASTALIKLARI A.D
SOLUNUM FONKSIYONU TEST LABORATUVARI

[redacted]
METEHAN

10/01/2003
male

901831
22 Years
183 cm
96.0 kg
29 kg/m2

Spirometry Flow-Volume Pre-Post



Flow-Volume Pre-Post

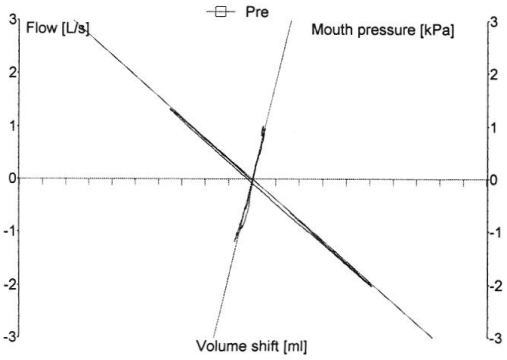
	Pred	Pre	%(Pre/Pred)	Z-Score	Z-Score
FVC	5.55	5.55	100		0.00
FEV 1	4.65	4.63	99		-0.05
FEV 1 % FVC	82.71	83.39	101		0.10
PEF	10.31	10.06	98		-0.21
MMEF 75/25	5.18	5.03	97		-0.14
MEF 50	5.81	6.23	107		0.32
MEF 25	2.79	2.06	74		-0.93
MEF 75	8.80	10.04	114		0.73
FEV 3		5.36			
Level date		05.08.25			
Level time		14:26			

Şekil 14. Spirometri test sonucu

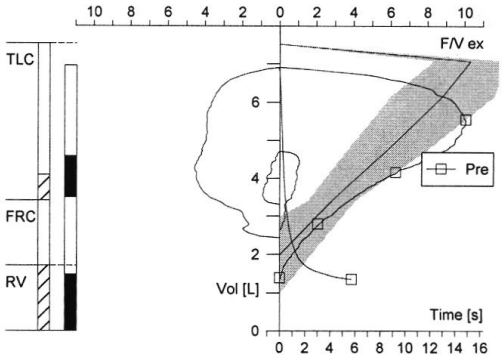
Vyaire Medical GmbH
D-97204 Hoechberg, Leibnizstrasse 7
Phone: +49 (931) 4972-0, Fax: +49 (931) 4972-423

Last Name:	[redacted]	Identification:	901831
First Name:	METEHAN	Age:	22 Years
		Height:	183 cm
Date of Birth:	10/01/2003	Weight:	96.0 kg
Gender:	male	BMI:	29 kg/m2

Bodyplethysmography / Flow-Volume



sRaw & FRCpleth



Static Volumes & Flow-Volume-Curve

	Pred	Pre	%(Pre/Pred)
sR eff	1.18	0.47	40
R tot	0.30	0.14	46
R eff	0.30	0.12	38
FRCpl	3.42	3.50	103
ERV	1.70	2.02	119
RV	1.72	1.48	86
TLC	7.54	6.96	92
RV%TLC	23.71	21.32	90
VC IN	5.81	5.48	94
FVC	5.55		
FEV 1	4.65		
FEV1%M	82.71		
PEF	10.31		
MEF 75	8.80		
MEF 50	5.81		
MEF 25	2.79		
Level date		05.08.25	
Level time		14:26	

Cooperation: good ( ) moderate ( ) bad ( )

Comment

Şekil 15. Pletismografi test sonucu

3.1. Cerrahi Teknik

Hastalara planlanan ameliyat tarihinden önce radyografik görüntüleme ve solunum fonksiyon testleri yapıldı. Operasyon planlanan gün cerrahiye floroskopik görüntü elde etmeye müsaade eden radyolüsen masada prone pozisyonda genel anestezi altında ameliyata alındı. Steril şartlarda çift kat yeşil steril örtü ile örtülerek enstürmantasyon planlanan seviyeler floroskopi ile belirlenerek torakolomber bölgeden açılan posterior insizyonla paravertebral diseksiyon yapıldı. Vertebral pediküllere ulaşıldı. Enstrümantasyon yapılan seviyeler farklılık göstermekle beraber en sık T2-L2 (%44) arası vertebralara skopi eşliğinde karşılıklı pedikül vidaları gönderildi. Fasetektomi sonrası hala rijit olan 13 hastada farklı sayı ve seviyelerde ponte osteotomisi uygulandı. Anatomik açılara uygun olarak şekillendirilmiş rodlar yerleştirilip kompresör ve distraktör yardımı ile eğrilik düzeltilerek enstrümantasyon tamamlandı. Kapama öncesi 1 gr vankomissin toz antibiyotik yara içine dökülüp çift uçlu dren konuldu. Drenler günlük gelen 50cc altına düşüne kadar bekletildi. Hastalar ameliyat sonrası 3. gün mobilize edildi.

3.2. Kullanılan Parametreler

Cobb Açısı: Torakal 2 ve torakal 12'nci vertebralar arasındaki açının Cobb yöntemi ile ölçülerek kifoz açısı hesaplanır.(86)

Vital Kapasite (VC): Akciğerlerde tam inspirasyon ile maksimum ekspirasyon arasında değişen hava hacmidir. Derin bir nefes alımından sonra verilebilecek maksimum nefes miktarını ifade eder. Tam inspirasyon sonrası hızlı ve güçlü bir şekilde ekspirasyon zorlu vital kapasitedir (FVC). Sağlıklı bir birey normalde vital kapasitenin %80'ini 6 saniye veya daha kısa sürede ekshale edebilmektedir. Tam inspirasyondan sonra yavaş şekilde verilerek akciğerdeki hava boşaltımı ile ölçülen hacim yavaş vital kapasitedir. Tam ekspirasyon sonrası maksimum solunan hava miktarı inspiratuvar vital kapasite olarak tanımlanır.(87)

Total Akciğer Kapasitesi (TLC): Maksimum inspirasyonun sonunda akciğerlerdeki hava hacmidir. Vital kapasite ve rezidüel hacmin toplamına eşittir.(87)(Şekil 16)

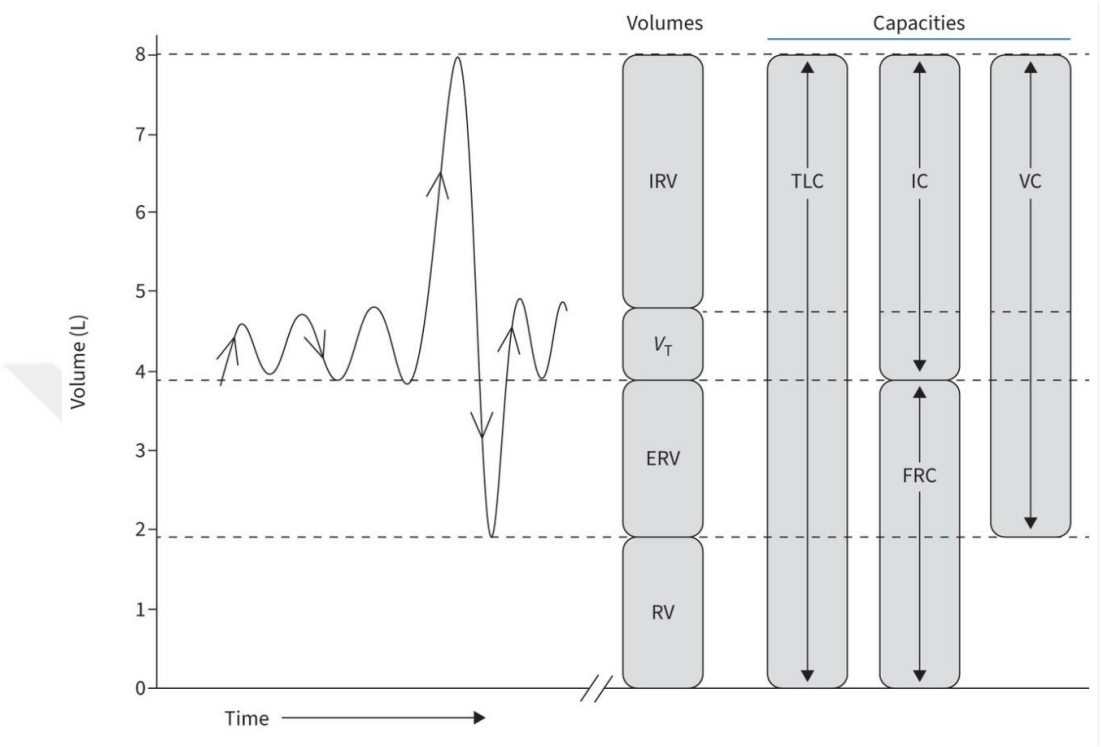
Rezidüel Volüm (RV): İnsanda ölçülebilen en küçük volumdür. Derin ekspirasyon sonrası akciğerlerde kalan hava miktarıdır. Ölçümü için spirometri yeterli değildir. Bodypletismografi ile ölçülebilmektedir.(87)

Zorlu Orta Ekspiratuar Akciğer Akımı (FEF 25-50-75): FEF 25-75 hava akımı obtrüksiyonun olduğu periferik hava yollarının en hassas akım ölçümüdür. Küçük hava yolu hastalıklarında erken dönemde azalır. Sigara, mukus tıkacı, immün sistem infiltrasyonu gibi birçok durumda erken dönemde azalır. Zorlu ekspirasyon sırasında havanın %25 ve %75'inin atıldığı dönemdeki akım hızını ifade eder.(87)

Zorlu vital kapasite manevrasının belirli noktalarında ölçülen maksimum ekspiratuvar akımları gösteren ve çeyreklik dilimlerde incelenen FVC'nin %25'inin, %50'sinin %75'inin ekshale edildiği noktalardaki değerler için sırasıyla FEF%25, FEF%50, FEF%75 şeklinde isimlendirilir. Zorlu ekspirasyon sırasında volümlerin %25'inin atlandığı düzeydeki akım hızı zorlu ekspiratuar akım olan FEF%25 efora bağımlı olup PEF ve FEV 1 ile birlikte büyük havayollarından gelen akım yansıtır. Zorlu ekspirasyon manevrası sırasında, zorlu vital kapasitenin %50'sinin atıldığı, zorlu ekspiratuar akımı olan FEF50 akım hızı efordan bağımsızdır. Bu segmentteki hava akım hızları, akciğerlerin elastik geri tepme gücü ve küçük havayollarının direncine bağlıdır.

FEV 1 (Bir Saniyede ki Zorlu Ekspiratuar Hacim): Hızlı ve derin inspirasyonun ardından, zorlu ve hızlı ekspirasyonun birinci saniyesinde ekspire edilen hava miktarıdır, efora bağımlıdır, ölçümü kooperasyon gerektirir. Büyük havayollarını yansıtır ve birimi mililitredir. Sağlıklı kişilerde birinci saniyede vital kapasitenin %70-80'i (FEV1 % FVC) dışarı atılır.(87)

Tepe Akım Hızı (PEF): Zorlu vital kapasite manevrasının en erken döneminde ölçülen maksimum ekspiratuvar akım hızıdır. Efora, kooperasyona bağlıdır.(87)



Şekil 16. Akciğer hacimleri şematik gösterimi(88)

4. BULGULAR

Bu çalışmaya 2016–2020 yılları arasında hiperkifoz tanısı ile opere edilen toplam 64 hasta dahil edilmiştir. Ancak 39 hasta çeşitli nedenlerle çalışma dışı bırakılmış olup, toplam 25 hastanın en az 5 yıl, en çok 9 yıl ortalma 7 yıl süreyle takip verilerine ulaşılmıştır.

Çalışmaya dahil edilen hastaların 9'u postüral kifoz, 16'sı Scheuermann kifozu tanısı almış bireylerden oluşmaktadır. Konjenital, nöromüsküler ve sendromik kifoz tipleri; etiyolojik farklılıklar, progresyon özellikleri ve toraks ile pulmoner sistem üzerindeki ek yapısal etkileri nedeniyle heterojenite oluşturabileceğinden çalışma dışı bırakılmıştır. Böylece torakal sagittal deformitenin pulmoner fonksiyonlar üzerindeki etkisi daha homojen bir hasta grubunda değerlendirilmiştir.

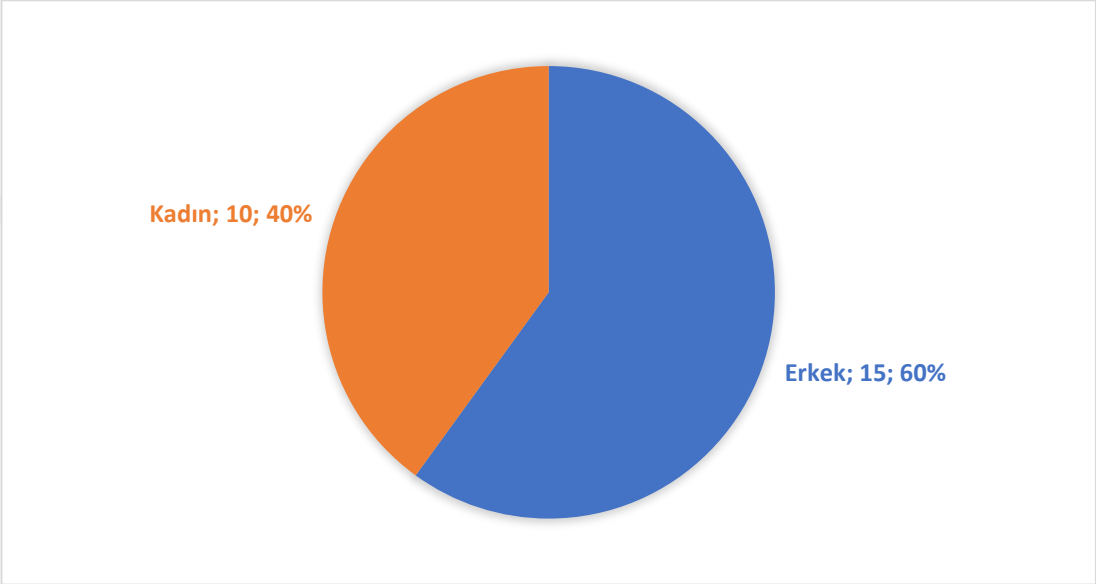
Yaş aralığı 14–25 yıl olarak belirlenmiştir. Alt yaş sınırı, spirometri ve pletismografi testlerinin hasta kooperasyonuna bağımlı olması ve ölçüm güvenilirliğinin sağlanabilmesi amacıyla belirlenmiştir. Üst yaş sınırı ise pulmoner fonksiyonların genç erişkin dönemde pik yapması, ileri yaşlarda ortaya çıkabilecek fizyolojik gerileme ve çevresel faktörlerin etkisini minimize etmek amacıyla seçilmiştir.

Kaburga ve göğüs duvarına ait konjenital anomalisi, akciğer hipoplazisi veya doğuştan kalp hastalığı bulunan bireyler çalışma dışı bırakılmıştır. Ayrıca revizyon cerrahisi geçirmiş hastalar ve travmaya bağlı deformitesi olan olgular da dahil edilmemiştir. Bu yaklaşım, pulmoner fonksiyonları etkileyebilecek ek patolojileri elimine ederek çalışmanın iç geçerliliğini artırmayı amaçlamaktadır.

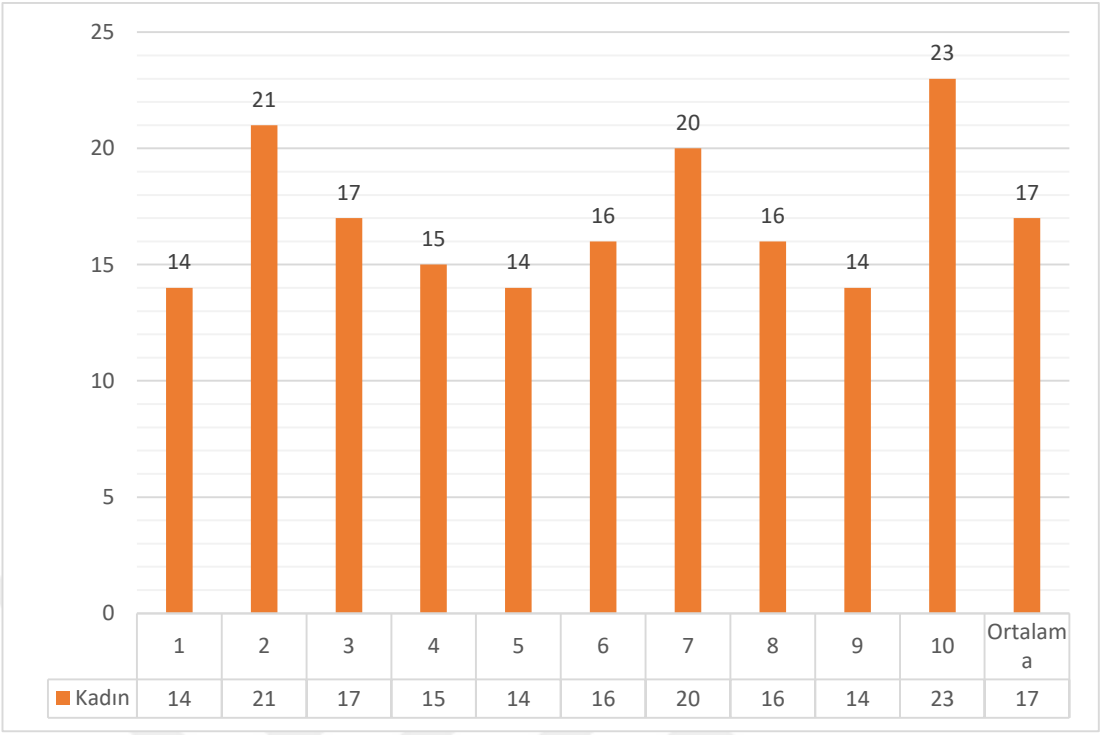
Çalışmaya dahil edilen hastaların 10'u (%40) kadın, 15'i (%60) erkekti. Hastaların cinsiyete göre dağılımı Şekil 17'da gösterilmiştir.

Kadın hastaların ameliyat oldukları yaşların dağılımı Şekil 18'de gösterilmiştir. Kadın hastalarda yaşlar 14 ile 23 yıl arasında değişmekte olup, yaş ortalaması 17 yıl olarak hesaplanmıştır.

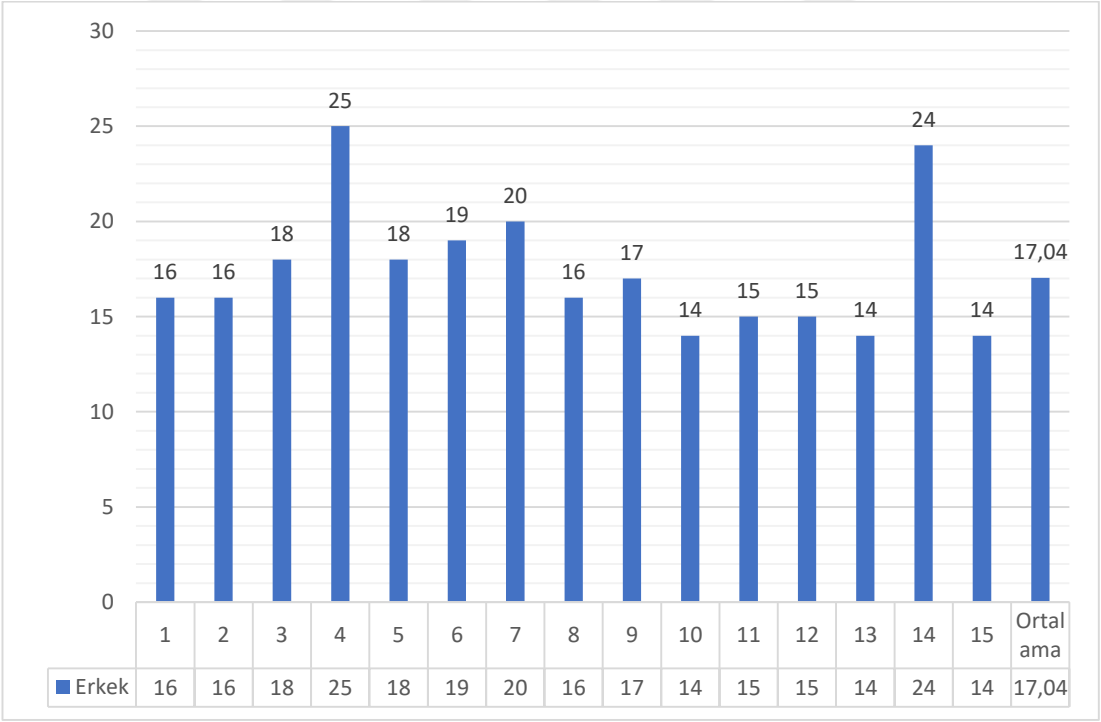
Erkek hastaların ameliyat yaşlarının dağılımı ise Şekil 19'da sunulmuştur. Erkek hastalarda yaş aralığı 14–25 yıl arasında olup, yaş ortalaması 17,04 yıl olarak bulunmuştur. Erkek hastaların yaş ortalaması kadın hastalarla benzerlik göstermekle birlikte, bu analiz yalnızca tanımlayıcı niteliktedir.



Şekil 17. Cinsiyet dağılımı grafik gösterimi



Şekil 18. Kadın hastaların yaşları ve ortalaması



Şekil 19. Erkek hastaların yaşları ve ortalaması

Tablo 2. Hastaların ameliyat önce ve sonrası cobb açısı değerleri dağılımı

	Mean	Standard Deviation	Median	Minimum	Maximum	t2, Z2	p
cobb1	75	7	73	62	92	-4,375	<0.001
coob2	46	5	44	38	56		

Ameliyat öncesi dönemde en yüksek kifoz açısı 92°, en düşük kifoz açısı ise 62° olarak ölçülmüştür. Ameliyat sonrası dönemde ise Cobb açısı değerlerinin 38° ile 56° arasında dağıldığı görülmüştür. Çalışmaya dahil edilen hastaların ameliyat öncesi dönemde ortalama Cobb açısı 75° ± 7° olup, ameliyat sonrası dönemde bu değerin 46° ± 5°'e düştüğü saptanmıştır. Yapılan karşılaştırmada Cobb açısındaki azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir (Z = −4,375; p < 0,001) (Tablo 2).

.Tablo 3. Hastaların ameliyat önce ve sonrası cobb açılarının cinsiyete göre dağılımı

	Cinsiyet											
	Erkek					Kadın						
	Mean	Standard Deviation	Median	Minimum	Maximum	Mean	Standard Deviation	Median	Minimum	Maximum	t1, Z1	p
cobb1	74	7	72	67	92	75	8	74	62	88	-0,614	0,539
coob2	46	6	44	38	56	44	4	43	40	50	0,985	0,335
cobb fark	28	9	27	17	47	31	7	32	19	45	-0,891	0,382

Ameliyat öncesi dönemde erkek hastalarda ortalama Cobb açısı 74° ± 7°, kadın hastalarda ise 75° ± 8° olarak ölçülmüş olup, cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (p = 0,539).

Ameliyat sonrası dönemde ortalama Cobb açısı erkek hastalarda 46° ± 6°, kadın hastalarda 44° ± 4° olarak bulunmuş ve bu fark da istatistiksel olarak anlamlı değildir (p = 0,335).

Cobb açısındaki azalma miktarı değerlendirildiğinde, erkek hastalarda ortalama düzelme 28° ± 9°, kadın hastalarda ise 31° ± 7° olarak hesaplanmış, ancak cinsiyetler arasında anlamlı bir fark izlenmemiştir (p = 0,382) (Tablo 3).

Tablo 4. Hastaların ameliyat önce ve sonrası solunum testi sonuçlarının analizi

	Mean	Standard Deviation	Median	Minimum	Maximum	t2, Z2	p
erv 1	1,98	0,55	2,05	0,97	2,96	2,024	0,054
erv 2	1,84	0,59	1,81	1,01	2,9		
rv 1	1,61	0,52	1,55	0,84	3,02	-3,35	0,001
rv 2	2,07	0,9	1,82	1,14	4,46		
tlc 1	5,4	1,41	5,17	3,24	8,25	-5,425	<0.001
tlc 2	6,29	1,58	6,33	3,27	9,74		
rv%tlc 1	30,3	7,3	30,33	18,3	43,37	-1,475	0,153
rv%tlc 2	32,64	9,77	30,99	15,37	53,46		
vc in 1	3,35	1,27	3,14	1,32	5,46	-0,686	0,499
vc in 2	3,43	1,36	3,28	1,28	5,99		
fvc 1	3,79	1,12	4,05	2,02	6,13	-4,127	<0.001
fvc 2	4,23	1,19	4,38	2,13	6,44		
fev1 1	3,61	0,91	3,89	2,08	5,03	-0,135	0,893
fev1 2	3,59	0,95	3,91	2,01	5,08		
fev1 %fvc 1	96,96	11,2	93,51	81,21	122,09	-3,673	<0.001
fev1%fvc 2	85,81	9,79	84,52	68,3	100		
pef 1	5,87	1,68	6,13	3,05	8,92	-1,17	0,253
pef 2	6,22	2,29	6,54	2,7	10,73		
fef75 1	2,87	1,02	2,79	1,27	6,15	-3,431	0,001
fef75 2	4,74	2,37	5,03	0,76	10,04		
fef50 1	4,49	1,27	4,6	2,3	7,48	0,541	0,593
fef50 2	4,39	1,79	3,97	1,69	8,9		
fef25 1	5,75	1,49	5,95	3,49	8,51	-3,431	0,001
fef25 2	3,52	2,47	2,97	0,83	10,73		

t2: Paired t test, Z2:Wilcoxon test

Çalışmamızda ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası uzun dönem solunum fonksiyon testi sonuçları karşılaştırıldığında bazı parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler saptandı (Tablo 4).

- Total akciğer kapasitesi (TLC), ameliyat öncesi dönemde 5,40 ± 1,41 iken ameliyat sonrası dönemde 6,29 ± 1,58 olarak ölçülmüş ve bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$).
- Zorlu vital kapasite (FVC) değerinin de 3,79 ± 1,12'den 4,23 ± 1,19'a yükseldiği ve bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p < 0,001$).
- Rezidüel volüm (RV) değeri ameliyat öncesi 1,61 ± 0,52 iken ameliyat sonrası dönemde 2,07 ± 0,90 olarak saptanmış ve aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p = 0,001$).
- FEV1/FVC oranı ise ameliyat öncesi 96,96 ± 11,20'den ameliyat sonrası 85,81 ± 9,79'a düşmüş olup bu azalma istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,001$).
- Küçük hava yollarını yansıtan parametrelerden FEF75 değeri ameliyat sonrası dönemde anlamlı artış göstermiştir (2,87 ± 1,02'ye karşı 4,74 ± 2,37; $p = 0,001$). FEF25 değerinde ise ameliyat sonrası dönemde anlamlı azalma saptanmıştır (5,75 ± 1,49'a karşı 3,52 ± 2,47; $p = 0,001$).
- Ekspiratuvar rezerv volüm(ERV) değerinde ameliyat sonrası dönemde hafif bir azalma gözlenmiş olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlılık sınırında kalmıştır (1,98 ± 0,55'e karşı 1,84 ± 0,59; $p = 0,054$).
- FEV1, PEF, FEF50, VC IN ve RV/TLC oranı gibi diğer solunum fonksiyon parametrelerinde ameliyat öncesi ve sonrası dönemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 5. Solunum parametreleri cinsiyete göre değişimi

	Cinsiyet											
	Erkek					Kadın						
	Mean	Standard Deviation	Median	Minimum	Maximum	Mean	Standard Deviation	Median	Minimum	Maximum	t1, Z1	p
cobb1	74	7	72	67	92	75	8	74	62	88	-0,614	0,539
coob2	46	6	44	38	56	44	4	43	40	50	0,985	0,335
Z2	-3,411					-2,805						
p	0,001					0,005						
erv 1	2,19	0,54	2,19	0,97	2,96	1,67	0,4	1,51	1,28	2,34	2,653	0,014
erv 2	2,15	0,52	1,98	1,23	2,9	1,38	0,32	1,29	1,01	1,85	4,231	<0.001
t2	0,474					2,8						
p	0,643					0,021						
rv 1	1,72	0,61	1,74	0,84	3,02	1,45	0,28	1,51	1,01	1,78	1,534	0,14
rv 2	2,24	0,99	1,95	1,17	4,46	1,81	0,73	1,56	1,14	3,32	1,15	0,262
t2	-2,293					-2,154						
p	0,038					0,06						
tlc 1	6,19	1,18	6,17	4,26	8,25	4,22	0,74	4,07	3,24	5,85	4,695	<0.001
tlc 2	7,16	1,23	7,43	4,49	9,74	4,99	1,08	4,81	3,27	6,82	4,527	<0.001
t2	-4,333					-3,152						
p	0,001					0,012						
rv%tlc 1	27,38	6,3	28,64	18,3	36,61	34,68	6,69	34,24	24,63	43,37	-2,77	0,011
rv%tlc 2	30,5	9,8	30,81	15,37	52,66	35,85	9,27	33,87	24,17	53,46	-1,365	0,185
t2	-1,287					-0,699						
p	0,219					0,502						
vc in 1	4,04	1,01	3,98	2,25	5,46	2,32	0,86	2,2	1,32	4,37	4,436	<0.001
vc in 2	3,99	1,22	4,12	2,16	5,99	2,57	1,12	2,37	1,28	5,2	2,95	0,007
t2	0,367					-1,274						
p	0,719					0,235						
fvc 1	4,47	0,78	4,43	2,98	6,13	2,78	0,68	2,58	2,02	4,3	5,553	<0.001
fvc 2	4,93	0,85	4,98	3,16	6,44	3,18	0,79	3	2,13	5,16	-3,44	0,001
Z2	-2,272					-2,293						
p	0,023					0,022						
fev1 1	4,21	0,53	4,15	3,08	5,03	2,72	0,56	2,66	2,08	3,86	6,75	<0.001
fev1 2	4,17	0,68	4,36	2,18	5,08	2,71	0,52	2,64	2,01	3,91	-3,55	<0.001
Z2	-0,114					-0,051						
p	0,91					0,959						

fev1 %fvc 1	95,53	11,4	93,51	81,21	122,09	99,09	11,14	93,29	89,32	120,54	-0,444	0,657
fev1%fvc 2	85,18	10,18	83,42	68,3	100	86,75	9,63	89,66	68,75	98,68	-0,386	0,703
Z2	-2,726					-2,497						
p	0,006					0,013						
pef 1	6,78	1,36	6,6	3,78	8,92	4,5	1,1	4,25	3,05	6,38	4,423	<0.001
pef 2	7,36	2,06	7,73	2,7	10,73	4,5	1,38	4,13	2,82	6,78	3,849	0,001
t2	-1,293					-0,003						
p	0,217					0,998						
fef75 1	3,21	1,13	2,95	1,27	6,15	2,37	0,58	2,26	1,59	3,31	2,137	0,043
fef75 2	5,44	2,55	6,02	0,76	10,04	3,69	1,68	3,18	1,87	6,74	1,92	0,067
t2	-3,83					-2,974						
p	0,002					0,016						
fef50 1	5,11	1,15	5,02	2,59	7,48	3,57	0,84	3,44	2,3	5,06	3,623	0,001
fef50 2	5,11	1,84	5,69	1,69	8,9	3,32	1,08	3,04	2,15	5,78	2,772	0,011
t2	-0,019					0,876						
p	0,985					0,404						
fef25 1	6,58	1,15	6,41	4,33	8,51	4,5	0,99	4,3	3,49	6,15	4,681	<0.001
fef25 2	4,08	2,89	3,12	0,83	10,73	2,68	1,4	2,3	1,13	5,56	-0,943	0,346
Z2	-2,669					-2,293						
p	0,008					0,022						

Çalışmada erkek ve kadın şeklinde cinsiyet gruplandırması yapılarak değerlendirildiğinde katılımcılar arasında operasyon öncesinde bazı solunum fonksiyon parametrelerinde anlamlı farklar gözlemlenmiştir.

- Erkeklerde total akciğer kapasitesi (TLC) başlangıçta 6.19 ± 1.18 L, kadınlarda ise 4.22 ± 0.74 L olarak belirlenmiş ve bu fark anlamlı bulunmuştur ($p < .001$).
- Benzer şekilde zorlu vital kapasite (FVC) erkeklerde 4.47 ± 0.78 L, kadınlarda 2.78 ± 0.68 L olup fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < .001$).
- FEV1 değerleri erkeklerde 4.21 ± 0.53 L iken kadınlarda 2.72 ± 0.56 L olarak ölçülmüş ve bu fark da anlamlıdır ($p < .001$).
- PEF (tepe ekspiratuar akım) erkeklerde 6.78 ± 1.36 L/sn, kadınlarda 4.50 ± 1.10 L/sn ($p < .001$),

- FEF25 ise sırasıyla 6.58 ± 1.15 L/sn ve 4.50 ± 0.99 L/sn ($p < .001$) olarak erkeklerde daha yüksek bulunmuştur.
- Ayrıca ERV, FEF75, FEF50 ve VC IN gibi parametrelerde de erkeklerin değerleri kadınlara göre anlamlı olarak daha yüksektir (tümü $p < .05$).
- Ancak, FEV1/FVC oranı, RV/TLC oranı ve bazı parametrelerde cinsiyetler arasında anlamlı fark izlenmemiştir ($p > .05$).

Bu sonuçlar, erkeklerin genel olarak kadınlara kıyasla daha yüksek akciğer hacmi ve hava akımı değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. (Tablo 5)

Öte yandan her iki cinsiyette de müdahale sonrası bazı solunum fonksiyon parametrelerinde anlamlı değişiklikler izlenmiştir.

- Erkek grubunda TLC 6.19 ± 1.18 L'den 7.16 ± 1.23 L'ye yükselmiş ($p = .001$), FVC 4.47 ± 0.78 L'den 4.93 ± 0.85 L'ye artmıştır ($p = .023$).
- Benzer şekilde FEF75 ve FEF25 değerlerinde de anlamlı artış gözlemlenmiştir ($p = .002$ ve $p = .008$).
- Kadın grubunda da TLC 4.22 ± 0.74 L'den 4.99 ± 1.08 L'ye ($p = .012$) ve FVC 2.78 ± 0.68 L'den 3.18 ± 0.79 L'ye yükselmiş ($p = .022$), ayrıca FEF75 ($p = .016$) ve FEF25 ($p = .022$) değerlerinde de anlamlı değişimler izlenmiştir.
- Ancak FEV1 değerlerinde her iki cinsiyette de anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır ($p > .90$).
- Ayrıca, FEV1/FVC oranı hem erkeklerde hem kadınlarda anlamlı olarak azalmıştır ($p = .006$ ve $p = .013$).

Müdahale sonrası dönemde her iki cinsiyette de bazı solunum fonksiyon parametrelerinde anlamlı değişiklikler izlenmiştir. Erkek hastalarda TLC ve FVC değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış gözlenirken ($p = 0,001$ ve $p = 0,023$), kadın hastalarda da benzer şekilde TLC ve FVC değerlerinde anlamlı artış saptanmıştır ($p = 0,012$ ve $p = 0,022$). Her iki cinsiyette de FEF25 ve FEF75 değerlerinde anlamlı artışlar izlenmiştir. Ancak FEV1 değerlerinde her iki grupta anlamlı bir değişiklik

saptanmamıştır (p > 0,05). Buna karşılık FEV1/FVC oranı hem erkeklerde hem kadınlarda anlamlı olarak azalmıştır (p = 0,006 ve p = 0,013) (Tablo 5).

Tablo 6. Ameliyat sonrası verilerin öncesine göre farkının cinsiyete göre dağılımı

	Cinsiyet											
	Erkek					Kadın						
	Mean	Standard Deviation	Median	Minimum	Maximum	Mean	Standard Deviation	Median	Minimum	Maximum	t, Z	p
cobb fark	28	9	27	17	47	31	7	32	19	45	-0,891	0,382
erv fark	-0,04	0,33	-0,12	-0,54	0,6	-0,29	0,33	-0,23	-1,04	0,08	1,847	0,078
rv fark	0,51	0,87	0,26	-0,72	2,66	0,37	0,54	0,26	-0,34	1,55	-0,361	0,718
tlc fark	0,98	0,87	0,94	-0,43	3,02	0,77	0,77	0,76	-0,33	1,93	0,606	0,55
rv%tlc fark	3,12	9,39	0,53	-13,26	27,69	1,17	5,27	0,03	-5,01	12,11	-0,777	0,437
vcin fark	-0,04	0,47	0,07	-1,54	0,53	0,26	0,64	0,05	-0,52	1,39	-0,667	0,505
fvc fark	0,46	0,61	0,55	-0,65	1,73	0,4	0,41	0,43	-0,41	0,87	0,284	0,779
fev1 fark	-0,03	0,37	0,04	-0,9	0,57	0	0,45	-0,03	-0,84	0,71	-0,182	0,857
fev1%fvc fark	-10,35	11,85	-9,3	-34,37	11,2	-12,34	11,72	-11,58	-34,19	3,44	0,414	0,683
pef fark	0,59	1,75	0,54	-3,43	3,7	0	1,01	0,1	-2,2	1,36	0,951	0,352
fef75 fark	2,24	2,26	2,79	-0,51	6,21	1,31	1,39	1,28	-0,81	3,43	1,266	0,218
fef50 fark	0	0,93	0,16	-2,25	1,42	-0,25	0,92	0,01	-2,1	0,72	0,687	0,499
fef25 fark	-2,5	2,59	-3,33	-5,96	2,22	-1,82	2	-1,44	-5,02	1,19	-0,706	0,487

t1: İndependent Samples t test, Z1:Mann whitney u test

Müdahale sonrası parametre değişimlerinin (öncesi-sonrası farkların) cinsiyetler arasında karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (tüm p> .05). Cobb açısındaki azalma erkeklerde 28 ± 9°, kadınlarda ise 31 ± 7° olarak ölçülmüş olup fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (p = .382). ERV değişimi erkeklerde-0.04 ± 0.33 L, kadınlarda-0.29 ± 0.33 L olup, kadınlarda daha fazla düşüş gözlenmesine rağmen fark marjinal olarak anlamlılığa yaklaşmakla birlikte istatistiksel sınırın altında kalmıştır (p = .078). Diğer değişim parametreleri incelendiğinde; RV (erkek: 0.51 ± 0.87 L; kadın: 0.37 ± 0.54 L, p = .718), TLC (erkek: 0.98 ± 0.87 L; kadın: 0.77 ± 0.77 L, p = .550), RV/TLC oranı (erkek: 3.12 ± 9.39%; kadın: 1.17 ± 5.27%, p = .437), ve FVC (erkek: 0.46 ± 0.61 L; kadın: 0.40 ± 0.41 L, p = .779) açısından da anlamlı farklılık bulunmamıştır. Ek olarak, hava akım hızlarını

yansıtan FEF25, FEF50, FEF75 ve PEF gibi değerlerdeki değişimler de erkek ve kadınlar arasında istatistiksel olarak benzer bulunmuştur (tüm p> .05). Bu sonuçlar, her iki cinsiyetin müdahaleye verdiği fizyolojik yanıtın benzer büyüklükte olduğunu, cinsiyetin değişim üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını göstermektedir (Tablo 6).

Tablo 7. Ameliyat önce ve sonrası verilerin farkının çeşitli parametrelerle korelasyonu

Correlations															
			cobb fark	erv fark	rv fark	tlc fark	Rv%tlc fark	Vc in fark	fvc fark	fev1 fark	Fev1%fvc fark	pef fark	fef75 fark	fef50 fark	fef25 fark
Spearman's rho	Yaş	r	-.696**	-0,195	-0,207	-0,342	-0,137	-0,169	-0,239	-0,347	-0,145	0,041	0,005	-0,259	-0,199
		p	0	0,35	0,32	0,094	0,514	0,419	0,251	0,089	0,489	0,845	0,981	0,212	0,341
	Ameliyat olduğu Yaş	r	-.535**	-0,124	-0,253	-0,347	-0,195	-0,117	-0,25	-0,356	-0,134	-0,024	-0,105	-0,217	-0,088
		p	0,006	0,555	0,223	0,089	0,35	0,579	0,228	0,08	0,525	0,909	0,616	0,298	0,674
	Ameliyattan günümüz Geçen süre	r	-0,201	-0,282	0	-0,033	0,114	0,025	-0,121	-0,113	-0,096	0,078	-0,09	-0,277	-0,034
		p	0,334	0,173	0,998	0,875	0,587	0,905	0,566	0,592	0,647	0,712	0,67	0,179	0,872
	Enstrüman sayısı	r	0,009	0,112	-0,174	0,022	-0,311	-0,223	0,226	-0,165	-0,284	-0,118	0,112	0,024	-0,312
		p	0,965	0,595	0,404	0,915	0,131	0,285	0,278	0,429	0,169	0,575	0,593	0,91	0,129
	Eğriliğin apexi	r	-0,217	-0,186	-0,295	-0,146	-0,263	0,106	0,172	0,17	-0,068	0,287	-0,018	.450*	0,246
		p	0,298	0,373	0,152	0,487	0,204	0,615	0,411	0,415	0,747	0,165	0,931	0,024	0,237
	Ponte osteotomisi	r	0,138	-0,198	0,099	-0,063	0,031	-0,164	0,101	0,139	0,153	0,3	0,332	0,181	-0,387
		p	0,51	0,344	0,636	0,764	0,882	0,434	0,629	0,508	0,465	0,145	0,105	0,386	0,056
	Sigara	r	-0,282	-0,074	0,059	-0,132	0,017	-0,295	-0,04	-0,254	-0,086	0,295	0,243	-0,033	-0,372
		p	0,172	0,723	0,779	0,53	0,936	0,152	0,848	0,221	0,682	0,153	0,241	0,875	0,067

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Korelasyon analizleri ;

- Yaş ve ameliyat olduğu yaş gibi bireysel faktörlerin Cobb açısı üzerindeki değişimle anlamlı şekilde ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

Yaş ile cobb açısı farkı arasında güçlü ve negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur ($r = -0.696$, $p < .001$), bu da yaş arttıkça deformite düzelmesinin azaldığını göstermektedir.

- Benzer şekilde, operasyondaki yaş ile Cobb açısındaki değişim orta düzeyde negatif korelasyon göstermiştir ($r = -0.535$, $p = .006$).
- Apex düzeyi ile FEF50 farkı arasında orta düzeyde pozitif ve anlamlı bir ilişki saptanmıştır ($r = 0.450$, $p = .024$) bu bulgu da deformitenin tepe noktasının hava akım hızlarında iyileşme ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.
- Diğer değişkenler incelendiğinde, yaş ve operasyondaki yaşın TLC, RV, FEV1 ve FVC gibi solunum parametrelerindeki değişimlerle genel olarak zayıf negatif ilişkiler gösterdiği görülmektedir; ancak bu korelasyonlar istatistiksel olarak anlamlı değildir (tüm $p > .05$).
- Ameliyat olduktan sonra geçen süre , yapılan enstrüman seviyesi , osteotomi uygulanıp uygulanmaması ve sigara kullanımı değeri gibi cerrahi değişkenlerin de solunum fonksiyonlarındaki değişimlerle ilişkileri çoğunlukla zayıf düzeyde olup, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.
- Özellikle sigara ile VC IN ve TLC gibi hacim parametreleri arasında zayıf negatif eğilimler gözlemlenmiş olsa da bu ilişkiler anlamlılık düzeyine ulaşmamıştır.

Bu bulgular genel olarak, yaşın Cobb açısındaki düzelme üzerinde belirgin etkili olduğunu, diğer cerrahi ve yapısal faktörlerin ise solunum fonksiyonlarındaki değişimleri sınırlı ve değişken biçimde etkilediğini göstermektedir (Tablo 7).

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, torakal sagital deformitelerin göğüs kafesi mekaniğini bozarak akciğer gelişimi ve pulmoner fonksiyonlar üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğu hipotezinden yola çıkılarak, hiperkifoz deformitesi nedeniyle cerrahi tedavi uygulanmış hastalarda ameliyat öncesi ve sonrası solunum fonksiyonları kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. Hiperkifozun torasik mekaniğe, akciğer hacimlerine ve hava akımına etkisini bütüncül olarak ortaya koyabilmek amacıyla ERV, RV, RV/TLC, VC, FVC, FEV1, FEV1/FVC, PEF, FEF75, FEF50 ve FEF25 parametreleri analiz edilmiştir.

Literatürde çoğunlukla spirometrik parametrelerle sınırlı kalan değerlendirmelerin aksine, bu çalışmada spirometriye ek olarak vücut pletismografisi kullanılarak total akciğer kapasitesi (TLC) ve rezidüel volüm (RV) gibi akciğer hacimlerinin daha güvenilir şekilde ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu yönüyle çalışmamız, kifoz deformitesi ile pulmoner fonksiyonlar arasındaki ilişkiyi yalnızca fonksiyonel değil, hacimsel düzeyde de inceleyerek literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmayı hedeflemiştir.

Skolyoz Araştırma Derneği'nin (SRS) tanımına göre normal torasik kifoz açısı 20°–45° arasında değişmektedir. Bu sınırların üzerinde yer alan değerler hiperkifoz olarak tanımlanmaktadır. Çalışmamıza dahil edilen hastalarda en yüksek preoperatif kifoz açısı 93°, en düşük 62° olarak ölçülürken, ameliyat sonrası değerler 38°–56° aralığında yer almıştır. Ameliyat öncesi ortalama Cobb açısı 75° olması, ciddi torakal sagital deformitenin mevcut olduğunu göstermektedir. Cerrahi müdahale sonrası Cobb açısının ortalama 46°'ye gerilemesi, hem radyolojik hem de klinik olarak anlamlı bir düzeltmeye işaret etmektedir. Elde edilen ortalama 30°'lik düzelme miktarı, literatürde bildirilen cerrahi düzeltme oranlarıyla uyumludur ve cerrahinin sagittal denge üzerindeki etkinliğini ortaya koymaktadır.

Cinsiyetler arası ameliyat öncesi dönemdeki veriler karşılaştırıldığında erkek hastaların kadınlara kıyasla daha yüksek akciğer hacimleri ve hava akım değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Bu bulgu, akciğer hacimlerinin boy, kas kütlesi ve toraks

boyutlarıyla ilişkili olduğu bilinen fizyolojik farklılıklarla uyumludur. Bununla birlikte, cerrahi sonrası elde edilen hacimsel ve fonksiyonel kazanımların büyüklüğü açısından cinsiyetler arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu durum, hiperkifoz cerrahisinin pulmoner etkilerinin cinsiyetten bağımsız olarak benzer fizyolojik mekanizmalar üzerinden gerçekleştiğini düşündürmektedir.

Çalışmamızın temel bulgularından biri, cerrahi sonrası total akciğer kapasitesinde gözlenen anlamlı artıştır. TLC'nin ameliyat sonrası dönemde anlamlı biçimde yükselmesi, torakal deformitenin düzeltilmesiyle göğüs boşluğunun daha fizyolojik bir hacme kavuştuğunu göstermektedir. Bu artışın hem erkek hem kadın hastalarda benzer büyüklükte olması, cerrahi müdahalenin pulmoner hacimler üzerindeki etkisinin cinsiyete özgü olmadığını desteklemektedir. Ayrıca TLC artışı ile yaş, cerrahi seviye sayısı, osteotomi uygulanması veya sigara kullanımı arasında anlamlı bir ilişki saptanmamış olması, elde edilen hacimsel kazanımın esas olarak sagital denge ve torakal geometrinin düzeltilmesine bağlı olduğunu düşündürmektedir.

Zorlu vital kapasite (FVC) değerindeki anlamlı artış, cerrahi sonrası göğüs kafesi ekspansiyonunun ve solunum kaslarının daha etkin çalıştığını göstermektedir. Hastaların pulmoner fonksiyonları değerlendirildiğinde hızlı ve derin solumanın ardından, zorlu ve hızlı ekspirasyonun birinci saniyelerinde ekspire edilen hava miktarını gösteren FEV1 efora bağımlı bir parametredir ve büyük havayollarını yansıtır. Çalışmaya katılan hastalarda ameliyat önce ve sonraki FEV1 değerleri anlamlı bir değişiklik göstermemiştir.

Birinci saniyede üflenen havanın, derin inspiryumun ardından zorlu ekspiryumla atılan hava miktarına oranı (FEV1/FVC) büyük hava yollarının obstrüksiyonu anlamak için kullanılır. FVC artışına karşın FEV1 değerlerinde anlamlı bir değişiklik olmaması, FEV1/FVC oranında gözlenen düşüşü açıklamaktadır. Bu oranlardaki azalma, FEV1'deki bir bozulmadan ziyade FVC'deki hacimsel artışın matematiksel bir sonucudur ve klinik olarak obstrüktif bir ventilasyon bozukluğunu düşündürmemektedir.

Rezidüel volümde gözlenen artış, ilk bakışta obstrüktif bir patolojiyi düşündürebilecek bir bulgu gibi değerlendirilebilir. FEV1 değerlerinde değişiklik olmaması ve RV/TLC oranının sabit kalması, rezidüel volüm artışının patolojik hava hapsi yerine, torakal konfigürasyonun yeniden şekillenmesine bağlı fizyolojik bir adaptasyon olduğunu düşündürmektedir. Akciğerlerdeki hacimsel kazanımlarla beraber ölü anatomik boşluğun artması hiperkifoz deformitesinin düzeltilmesiyle birlikte akciğerlerin daha uzun ve daha az kompresif bir konfigürasyona ulaşması, anatomik ölü boşluğun yeniden dağılımına yol açmış olabilir. Bu durum, RV artışının fizyolojik sınırlar içerisinde kaldığını ve obstrüktif bir süreci yansıtmadığını düşündürmektedir.

Öte yandan yer çekiminin sıvı ve gazlara uyguladığı kuvvet değişken olduğu için solunum fonksiyon testleri ayakta ve yatar pozisyonda yapıldığında farklılıklar gösterdiği bilinmektedir. Hiperkifoz deformitesinin düzeltilmesi ile birlikte torakal boşluğun enine olan genişliği azalarak daha uzun bir anatomik yapıya kavuşur. Bu yapı alveolar difüzyonu etkilemiş olabilir.

Akciğer volümleri pozisyon, yaş, boy, cinsiyet, vücut kütlesi, etnik özellikler, günlük aktivite gibi faktörlerden etkilenir. Çocuklar ve adölesanlarda volümler boyla orantılıdır. Yetişkinlerde ise volümler yaşla ters, boyla doğru orantılı olup kadınlarda erkeklerden daha küçüktür.(89)

Bu veriler ışığında hiperkifoz deformitesi operasyon ile düzeltilen hastaların hem postüral düzelme ile boy uzaması sağlanmış hemde torakal bölgedeki büzülmenin düzeltilmesi ile göğüs boşluğunu anatomik torakal boşluğa yaklaştırmıştır. Hipotezimize uygun olarak hastaların operasyon sonrası akciğerlerdeki ölü anatomik boşlukları (RV) , zorunlu vital kapasiteleri (FVC) ve ikisinin toplamı ile ortaya çıkan total akciğer kapasiteleri anlamlı derece artış gösterdi. Hacim artışı yaş, cinsiyet, enstrümantasyon seviyesi, osteotomi uygulanması gibi diğer değişkenler ile zayıf kolerasyon gösterdi. Akciğerdeki ölü boşluğun toplam akciğer hacmine oranla bir miktar artış gösterdiği ancak istatistiksel olarak anlamlılık düzeyine ulaşmadığı görüldü.

Zorlu vital kapasite manevrasının belirli noktalarında ölçülen maksimum ekspiratuvar akımları gösteren ve çeyreklik dilimlerde incelenen FVC'nin %25'inin, %50'sinin %75'inin ekshale edildiği noktalardaki değerler için sırasıyla FEF%25, FEF%50, FEF%75 şeklinde isimlendirilir. Zorlu ekspirasyon sırasında volümlerin %25'inin atlandığı düzeydeki akım hızı zorlu ekspiratuar akım olan FEF%25 efora bağımlı olup PEF ve FEV 1 ile birlikte büyük havayollarından gelen akım yansıtır. Zorlu ekspirasyon manevrası sırasında, zorlu vital kapasitenin %50'sinin atıldığı, zorlu ekspiratuar akımı olan FEF50 akım hızı efordan bağımsızdır. Bu segmentteki hava akım hızları, akciğerlerin elastik geri tepme gücü ve küçük havayollarının direncine bağlıdır. FEF50 değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır. Yalnızca FEF50 değerlerinin deformitenin apex noktası ile orta düzeyde pozitif ve anlamlı bir ilişki saptanmıştır ($r = 0.450$, $p = .024$). FEF değerleri için ameliyattan sonra geçen süre, toplam enstrümantasyon yapılan seviye miktarı, cinsiyet, osteotomi uygulanıp uygulanmaması ve sigara kullanımı parametrelerine göre sonuçlarda değişkenlik göstermemiştir.

Hava akım hızlarına ilişkin parametreler incelendiğinde, FEF25 değerinde azalma, FEF75 değerinde ise belirgin artış gözlenmiştir. FEF25'in efora bağımlı ve büyük havayollarını yansıtan bir parametre olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu azalma ekspiryumun başlangıç fazındaki tepe akımın (PEF) nispeten daha düşük olmasına işaret edebilir. Buna karşın FEF75'in artışı, küçük havayolları ve akciğer elastik geri tepme gücünün ekspiryumun ilerleyen fazlarında daha etkin kullanıldığını düşündürmektedir. Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, cerrahi sonrası hastaların ekspiryumun başlangıç fazındaki maksimal akımın azalmasına karşın, solunum kaslarını daha verimli kullandığı ve ekspiryum süresince hava akımını daha sürdürülebilir şekilde devam ettirebildiği sonucuna varılabilir.

ERV, FEV1, PEF, FEF50, VC IN, RV%TLC istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır.

Akciğerlerin morfolojik gelişimi incelendiğinde ortalamak 2 yaşından sonra alveolar vaskülerite tamamlanıp boy uzaması ile birlikte hacimsel artış devam etmektedir. Adölesan dönem sonunda boy uzamasının durmasıyla hacimsel artışın

durur ancak fonksiyonel gelişimlerin 25 yaşlarında pik yaparak 30lu yaşlara kadar devam eder.(77)

Çalışmamıza dahil edilen hastaların ameliyat oldukları zamanki ortalama yaşları büyüme evrelerinin sonuna denk gelmektedir. Ancak deformitenin düzeltilmesi ile birlikte torakal bükülme dikleşerek boy uzunlukları artmaktadır. Bu da akciğer volümleri artışının bir sebebi olduğu düşünülmektedir. Ayrıca anatomik pozisyonun yeniden sağlanmasıyla diyafram ve solunum kasları daha efektif çalıştığı düşünülmektedir.

Korelasyon analizleri, yaş ve ameliyatın yapıldığı yaşın Cobb açısındaki düzelme miktarıyla güçlü ve negatif ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, torakal deformitelerin daha genç yaşlarda cerrahi olarak düzeltilmesinin daha yüksek düzeyde postüral ve geometrik kazanım sağladığını ortaya koymaktadır. Buna karşın yaş ve cerrahi yaşın solunum fonksiyonlarındaki değişimlerle anlamlı bir ilişki göstermemesi, pulmoner adaptasyonun yalnızca deformite düzeltme miktarına değil, bireysel fizyolojik rezervlere de bağlı olduğunu düşündürmektedir.

Akciğerlerin hacimsel değişiklikleri göz önüne alındığında bu anlamlı değişimlerin arkasında tek başına bir sebep olmadığı düşünülmektedir. Yani hacimsel artışın tüm sebebi akciğerlerin gelişiminin devam ettiği bu yaş gruplarında zaten süre gelen bir gelişim olduğu savunmak doğru olmaz. Ancak operasyon ile kifoz açılarının düzeltilerek akciğer için uygun anatomik boşluğun oluşturulması ile ne denli gelişim ortaya çıktığı sorusuna bu veriler ile cevap verilememektedir. Yine de bu yaş grubunda fizyolojik gelişim devam etmekle birlikte, gözlenen hacimsel kazanımların büyüklüğü ve literatürde cerrahi uygulanmayan benzer yaş gruplarında bildirilen sonuçlar dikkate alındığında, cerrahi düzeltmenin belirgin katkı sağladığı düşünülmektedir. Türk Toraks Derneğinin ön gördüğü hastanın yaşı, cinsiyeti ve kilosu gibi parametreler kullanılarak toplum genelinde hesaplanan predictive değerler ile çalışmamızın kolerasyonu sebeplerin sonuç üzerindeki etki derecelerini açıklamakta faydalı olacağı düşünülmektedir.

Akciğerlerin çevresini saran iskelet sisteminin anomalileri gelişim için ihtiyaç duyulan hacimsel alanı daraltabilir. Buda gelişim dönemindeki akciğerlerin hacimsel ve fonksiyonel gelişimine olumsuz yönde etki edebilir. Hiperkifoz deformitesinin düzeltilmesi akciğer gelişimi için var olan olumsuz koşulların iyileşmesini sağlayarak gerek fonksiyonel gerekse hacimsel iyileşme sağladığını hipotez edinen bu çalışmayı literatürde destekleyen çalışmalar mevcuttur. Örneğin;

Sijian Lin ve arkadaşlarının 2023 yılında yaptığı, 5 merkezden yürütülen toplam 126 hastanın dahil edildiği çalışmada operasyon yapılan hiperkifoz hastalarında anlamlı düzeyde akciğer kapasitelerinde artış ve pulmoner fonksiyonlarda iyileşme görüldüğü kaydedildi.(91)

Amanda L Lorbergs ve arkadaşlarının 2017 yılında yaptığı, 275 hiperkifoz deformitesi olan hastanın 16 yıllık takiplerinde kifoz derecesindeki artışın akciğer fonksiyonlarında azalmaya sebep olduğu görülmüş.(79)

Gaurav Abbi ve arkadaşlarının 2014 yılında yaptığı, 64 adet scheuermann kifozlu hastanın dahil edildiği çalışmada torakal eğriliklerin akciğer fonksiyonunu önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymuştur.(92)

Yan Zeng ve arkadaşlarının 2014 yılında yaptığı, 34 adet hiperkifoz deformitesi olan hastanın dahil edilği çalışmada ameliyat öncesi ve sonrası solunum fonksiyon testleri kaydedilmiş ve hastaların ameliyat sonrası akciğer hacimlerinde anlamlı bir değişiklik olmadığı ancak pulmoner fonksiyonel sonuçlarda anlamlı derecede iyileşmeler görmüştür.(93)

Michael J McMaster ve arkadaşlarının 2007 yılında yaptığı, 41 adet konjenital kifozu olan hastanın dahil edildiği çalışmada kifozun şiddetindeki artışın solunum yetmezliğinde anlamlı bir artışla ilişkili olduğunu görmüştür. (77)

Manabu Uchida ve arkadaşlarının 2023 yılında yaptığı, 94 sağlıklı yetişkin insanın dahil olduğu çalışmada sırasıyla normal duruş ve kifotik duruş simüle edilmiş

ve kifotik duruşlarda insanların akciğer kapasiteleri, öksürük tepe akımı parametrelerinde ciddi düşüşler gözlemlemiştir. (80)

Diane Dudas Sheehan ve John Grayhack 2021 yılında yaptıkları çalışma omurga deformitelerinin düzeltilmesinin var olan solunumsal patolojileri mutlaka düzelmediğini ancak hastaların ameliyat olmayanlara göre daha iyi olduğunu savunmuştur.(81)

Mitić-Milinkić ve arkadaşlarının 1996 yılında yaptığı çalışmada, 25 kifoskolyozlu hasta incelenmiş. 10 hasta inceleme sırasında kronik obstrüktif akciğer hastalığı mevcut idi. İki yıllık kan gazı analizleri kifoskolyozlu hastalarda solunum yetmezliği geliştikten sonra hastalığın hızlı bir şekilde ilerlediğini sonucuna ulaşmışlardır. (94)

Ömer Elabd ve arkadaşlarının 2025 yılında yaptıkları çalışmada, ergen yaş gurubunda hiperkifozu mevcut 18 adet kız çocuğu rastgele iki eşit gruba ayrıldı. Kontrol grubuna sadece düzeltici egzersiz uygulanırken, çalışma grubuna düzeltici egzersize ek olarak diyafram gevşetme uygulandı. Hastaların kifoz dereceleri ve solunum testlerine tabi tutuldular. 3 aylık düzeltici egzersiz programına diyaframatik gevşeme eklenmesi, hiperkifotik ergen kızlarda Cobb açısı ve akciğer fonksiyon testlerinde, önceki çalışmalara kıyasla daha kısa bir sürede, tek başına düzeltici egzersize kıyasla daha üstün iyileşmeler göstermiştir. (95)

Literatürde hiperkifoz deformitesi ile pulmoner fonksiyonlar arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar, genel olarak kifoz derecesindeki artışın akciğer hacimlerinde ve fonksiyonlarında azalma ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Cerrahi düzeltme sonrası pulmoner iyileşmeyi bildiren çalışmalar mevcut olmakla birlikte, bu sonuçlar heterojenlik göstermektedir. Çalışmamızda elde edilen hacimsel ve fonksiyonel kazanımlar, özellikle pletismografik ölçümlerle desteklenmesi açısından literatüre özgün katkı sunmaktadır.

Literatürde hiperkifozlu hastalarda cerrahi öncesi ve sonrası solunum fonksiyonlarını karşılaştıran çalışmalar incelendiğinde, takip sürelerinin çoğunlukla

12–24 ay ile sınırlı olduğu görülmektedir. Bu çalışmalar erken dönem pulmoner yanıtı ortaya koymakla birlikte, torakal yeniden yapılanmanın ve akciğer parankiminin uzun dönem adaptasyonunun değerlendirilmesi açısından yetersiz kalabilmektedir. Oysa torasik kafes geometrisinin düzeltilmesi sonrasında pulmoner sistemde meydana gelen fizyolojik ve mekanik adaptasyon süreçleri zamana yayılan dinamik değişimlerdir.

Çalışmamızda ortalama 7 yıllık takip süresi ile hastaların yalnızca erken postoperatif dönemleri değil, uzun dönem kalıcı pulmoner sonuçları değerlendirilmiştir. Bu uzun izlem süresi, elde edilen hacimsel ve fonksiyonel kazanımların geçici postoperatif etkilerden bağımsız olduğunu ve sürdürülebilir fizyolojik yeniden yapılanmayı yansıttığını göstermektedir. Ayrıca uzun dönem veriler, büyüme çağının sonuna yaklaşan bireylerde torakal morfolojinin düzeltilmesinin pulmoner gelişim üzerindeki kalıcı etkilerini ortaya koyması açısından ayrı bir önem taşımaktadır. Bu yönüyle çalışmamız, hiperkifoz cerrahisinin solunum sistemi üzerindeki etkilerini uzun dönem perspektifte değerlendiren sınırlı sayıdaki çalışmalardan biri olup literatüre metodolojik ve klinik açıdan güçlü bir katkı sunmaktadır.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları mevcuttur. Kontrol grubunun bulunmaması, akciğer hacimlerindeki artışın cerrahi müdahaleye mi yoksa fizyolojik büyüme sürecine mi bağlı olduğu sorusunu kesin olarak yanıtlamayı güçleştirmektedir. Bununla birlikte, literatürde hiperkifozu devam eden bireylerde benzer yaş aralığında hacim artışı yerine fonksiyonel kısıtlanma bildiriliyor olması, elde edilen bulguların cerrahiye bağlı olduğunu desteklemektedir. Ayrıca spirometrik ölçümlerin hasta uyumuna bağımlı olması, çalışmanın diğer bir sınırlılığıdır.

Sonuç olarak, bu çalışma hiperkifoz deformitesinin cerrahi olarak düzeltilmesinin yalnızca radyolojik bir kazanım sağlamadığını, aynı zamanda akciğer hacimleri ve ekspiryum dinamikleri üzerinde anlamlı fizyolojik etkiler oluşturduğunu göstermektedir. Elde edilen bulgular, kifoz cerrahisinin değerlendirilmesinde pulmoner parametrelerin de göz önünde bulundurulması gerektiğini ortaya koymakta

ve cerrahi endikasyonların daha bütüncül bir bakış açısıyla ele alınmasına katkı sunmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, torakal hiperkifoz deformitesi nedeniyle cerrahi tedavi uygulanmış hastalarda ameliyat öncesi ve uzun dönem ameliyat sonrası solunum fonksiyonları kapsamlı biçimde değerlendirilmiş; deformitenin düzeltilmesinin akciğer hacimleri ve hava akımı parametreleri üzerindeki etkileri hem spirometrik hem de pletismografik ölçümlerle ortaya konmuştur.

Torakal sagital eğrilik hastaların sadece dış görünüşleri değiştirmekle kalmayıp fiziksel ve pulmoner fonksiyon bozukluklara da yol açabilir. Özellikle konjenital olan omurganın sagital deformiteleri progresyonu hızlı olup hayati fonksiyonlar açısından da sıkı takip altında tutulması önerilmektedir.

Ameliyat sonrası hastaların zorlu vital kapasitelerindeki artış ve ekpiryum sırasındaki hava akımları değerleri hiperkifoz deformitesinin düzeltilmesinin akciğerler üzerinde gerek hacimsel gerek fonksiyonel iyileşmeler gösterdiği anlaşılmıştır.

Solunum kasları ve diyaframa yönelik yapılan egzersizler akciğer fonksiyonlarını etkilediği görülmüştür. Bu sebeple hiperkifoz deformitesi olan hastaların ameliyat sonrası egzersizlerin de postüral egsersizlere ek olarak solunumsal egzersizlerde önerilebilir.

Omurganın öne doğru eğilmesi ile posterior kas grubundaki değişimlerin sinerjik olarak anterior bölgedeki gerek omurga gerek solunumsal kaslarda yapı ve şekil değişiklikleri ve disfonksiyon görülebileceği düşünülmektedir. Solunumsal kaslardaki fonksiyon bozukluğu akciğer gelişimini olumsuz etkileyebileceği ve kifotik eğriliklerde negatif progresyon gösterebileceği unutulmamalıdır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

- Hiperkifoz deformitesi olan hastaların cerrahi değerlendirilmesinde, yalnızca radyolojik ölçümlerin değil, solunum fonksiyon testlerinin ve özellikle pletismografik hacim ölçümlerinin de rutin değerlendirmeye dahil edilmesi önerilmektedir.
- Cerrahi zamanlamanın, özellikle genç yaş grubunda deformite düzelme potansiyeli ve postüral kazanımlar açısından önemli olduğu göz önünde bulundurulmalı; ileri yaşlarda cerrahinin pulmoner kazanımları sınırlı olabileceği dikkate alınmalıdır.
- Pulmoner fonksiyonların değerlendirilmesinde, yalnızca spirometrik parametrelere odaklanılmamalı; TLC, RV ve RV/TLC gibi hacimsel parametreler birlikte yorumlanmalıdır.
- Gelecekte yapılacak çalışmalarda, kontrol grubu içeren, prospektif ve uzun dönem takipli tasarımlar ile cerrahiye bağlı kazanımların fizyolojik büyüme sürecinden bağımsız olarak daha net ortaya konması önerilmektedir.
- Fonksiyonel sonuçların yalnızca istirahat solunum testleri ile değil, egzersiz kapasitesi, yaşam kalitesi ve solunumsal efor toleransı gibi klinik parametrelerle de desteklenmesi, cerrahinin hasta üzerindeki gerçek etkisini daha iyi ortaya koyacaktır.
- Kifoz cerrahisinin multidisipliner bir yaklaşım gerektirdiği göz önünde bulundurularak, ortopedi, göğüs hastalıkları ve fizik tedavi rehabilitasyon birimleri arasında yakın iş birliği önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Şahin Vedat. Ortopedi ve Travmatoloji. Güneş Tıp Kitabevi. Vols. 2–8. 2022.
2. Azar Frederick M., Beaty James H., Canale S. Terry. Campbell's Operative Orthopaedics, Thirteenth Edition. DOĞAN TIP KİTABEVİ. Vol. 2. 2020. 2036–2057 p.
3. Peleg S, Kallevag RP, Dar G, Steinberg N, Lenzner Z, May H. The effect of Scheuermann's kyphosis on rib cage morphology: A skeletal study. Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger. 2025 Jan; 257:152348.
4. Yaszay B, Bastrom TP, Bartley CE, Parent S, Newton PO. The effects of the three-dimensional deformity of adolescent idiopathic scoliosis on pulmonary function. European Spine Journal. 2017 Jun 11;26(6):1658–64.
5. Chun EM, Suh SW, Modi HN, Kang EY, Hong SJ, Song HR. The change in ratio of convex and concave lung volume in adolescent idiopathic scoliosis: a 3D CT scan based cross sectional study of effect of severity of curve on convex and concave lung volumes in 99 cases. European Spine Journal. 2008 Feb 3;17(2):224–9.
6. Greene TL, Hensinger RN, Hunter LY. Back Pain and Vertebral Changes Simulating Scheuermann's Disease. Journal of Pediatric Orthopaedics [Internet]. 1985;5(1). Available from: https://journals.lww.com/pedorthopaedics/fulltext/1985/01000/back_pain_and_vertebral_changes_simulating.1.aspx
7. Cotrel Y, Dubousset J. Nouvelle technique d'ostéosynthèse rachidienne segmentaire par voie postérieure. Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique. 2014 Feb;100(1):35–9.
8. LUQUE ER. The Anatomic Basis and Development of Segmental Spinal Instrumentation. Spine (Phila Pa 1976) [Internet]. 1982;7(3). Available from: https://journals.lww.com/spinejournal/fulltext/1982/05000/the_anatomic_basis_and_development_of_segmental.10.aspx
9. Scheuermann HW. The classic: kyphosis dorsalis juvenilis. Clin Orthop Relat Res. 1977 Oct;(128):5–7.
10. Schmorl's Nodule. New England Journal of Medicine. 1978 Jan 5;298(1):57–57.
11. Devereaux MW. Anatomy and Examination of the Spine. Neurol Clin. 2007 May;25(2):331–51.
12. Almeer G, Azzopardi C, Kho J, Gupta H, James SL, Botchu R. Anatomy and pathology of facet joint. J Orthop. 2020 Nov;22:109–17.
13. Bogduk N. Functional anatomy of the spine. In 2016. p. 675–88.
14. Panjabi MM, White AA. Basic Biomechanics of the Spine. Neurosurgery. 1980 Jul;7(1):76–93.

15. Oxland TR. Fundamental biomechanics of the spine—What we have learned in the past 25 years and future directions. J Biomech. 2016 Apr;49(6):817–32.

16. Miele VJ, Panjabi MM, Benzel EC. Anatomy and biomechanics of the spinal column and cord. In 2012. p. 31–43.

17. Apti A, Kuru Çolak T, Akçay B. Normative Values For Cervical And Lumbar Range Of Motion In Healthy Young Adults. Journal of Turkish Spinal Surgery. 2023 Jul 27;34(3):113–7.

18. Vollmer DG, Banister WM. Thoracolumbar spinal anatomy. Neurosurg Clin N Am. 1997 Oct;8(4):443–53.

19. Janis Savlovskis. https://www.anatomystandard.com/biomechanics/spine/rom-of-spine.html. 2022. Range of the Motion (ROM) of the Cervical, Thoracic and Lumbar Spine in the Traditional Anatomical Planes.

20. Holck P. Cervikalcolumnas anatomi. Tidsskrift for Den norske legeforening. 2010;130(1):29–32.

21. Panjabi M, Dvorak J, Duranceau J, Yamamoto I, Gerber M, Rauschning W, et al. Three-dimensional movements of the upper cervical spine. Spine (Phila Pa 1976). 1988 Jul;13(7):726–30.

22. Šavlovskis Jānis, Raits Kristaps. https://www.anatomystandard.com/. 2025. Anatomy Standard.

23. Panjabi Mm, Takata K, Goel V, Federico D, Oxland T, Duranceau J, et al. Thoracic Human Vertebrae Quantitative Three-Dimensional Anatomy. Spine (Phila Pa 1976). 1991 Aug;16(8):888–901.

24. Pope MH. Biomechanics of the Lumbar Spine. Ann Med. 1989 Jan 8;21(5):347–51.

25. Christophy M, Faruk Senan NA, Lotz JC, O'Reilly OM. A Musculoskeletal model for the lumbar spine. Biomech Model Mechanobiol. 2012 Jan 12;11(1–2):19–34.

26. Cheng JS, Song JK. Anatomy of the sacrum. Neurosurg Focus. 2003 Aug;15(2):1–4.

27. Woon JTK, Stringer MD. Clinical anatomy of the coccyx: A systematic review. Clinical Anatomy. 2012 Mar 7;25(2):158–67.

28. Roberts S, Evans H, Trivedi J, Menage J. Histology and Pathology of the Human Intervertebral Disc. Journal of Bone and Joint Surgery. 2006 Apr;88(suppl_2):10–4.

29. Devereaux MW. Anatomy and Examination of the Spine. Neurol Clin. 2007 May;25(2):331–51.

30. Moore KL, Dalley AF. Clinically oriented anatomy. Wolters kluwer india Pvt Ltd; 2018.

31. Izzo R, Guarnieri G, Guglielmi G, Muto M. Biomechanics of the spine. Part I: Spinal stability. Eur J Radiol. 2013 Jan;82(1):118–26.

32. Smith Tj, Fernie GR. Functional Biomechanics of the Spine. Spine (Phila Pa 1976). 1991 Oct;16(10):1197–203.

33. Le Huec JC, Thompson W, Mohsinaly Y, Barrey C, Faundez A. Sagittal balance of the spine. European Spine Journal. 2019 Sep 22;28(9):1889–905.

34. Pope MH. Biomechanics of the Lumbar Spine. Ann Med. 1989 Jan 8;21(5):347–51.

35. Bernhardt M, Bridwell KH. Segmental Analysis of the Sagittal Plane Alignment of the Normal Thoracic and Lumbar Spines and Thoracolumbar Junction. Spine (Phila Pa 1976). 1989 Jul;14(7):717–21.

36. Yaman O, Dalbayrak S. Kyphosis and review of the literature. Turk Neurosurg. 2013;

37. Jackson RP, McManus AC. Radiographic Analysis of Sagittal Plane Alignment and Balance in Standing Volunteers and Patients with Low Back Pain Matched for Age, Sex, and Size: A Prospective Controlled Clinical Study. Spine (Phila Pa 1976) [Internet]. 1994;19(14). Available from: https://journals.lww.com/spinejournal/fulltext/1994/07001/radiographic_analysis_of_sagittal_plane_alignment.10.aspx

38. Scheuermann HW. The classic: kyphosis dorsalis juvenilis. Clin Orthop Relat Res. 1977 Oct;(128):5–7.

39. Blumenthal SL, Roach J, Herring JA. Lumbar Scheuermann's. A clinical series and classification. Spine (Phila Pa 1976). 1987 Nov;12(9):929–32.

40. Lemire JJ, Mierau DR, Crawford CM, Dzus AK. Scheuermann's juvenile kyphosis. J Manipulative Physiol Ther. 1996;19(3):195–201.

41. Sardar ZM, Ames RJ, Lenke L. Scheuermann's Kyphosis: Diagnosis, Management, and Selecting Fusion Levels. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2019 May 15;27(10):e462–72.

42. Ali RM, Green DW, Patel TC. Scheuermann's kyphosis. Curr Opin Pediatr. 1999 Feb;11(1):66–9.

43. Diaremes P, Braun S, Meurer A. Morbus Scheuermann. Orthopade. 2022 Apr 15;51(4):339–48.

44. Kaur S, Lalam R. Scheuermann's Disease. Semin Musculoskelet Radiol. 2023 Oct 10;27(05):522–8.

45. Ali RM, Green DW, Patel TC. Scheuermann's kyphosis. Curr Opin Pediatr. 1999 Feb;11(1):66–9.

46. Palazzo C, Sailhan F, Revel M. Scheuermann's disease: An update. Joint Bone Spine. 2014 May;81(3):209–14.

47. Wenger DR, Frick SL. Scheuermann Kyphosis. Spine (Phila Pa 1976). 1999 Dec;24(24):2630.

48. Marks DS, Qaimkhani SA. The Natural History of Congenital Scoliosis and Kyphosis. Spine (Phila Pa 1976). 2009 Aug;34(17):1751–5.

49. Yaman O, Dalbayrak S. Kyphosis and review of the literature. Turk Neurosurg. 2013;

50. Winter RB. Congenital kyphosis. Clin Orthop Relat Res. 1977 Oct;(128):26–32.

51. Bruno AG, Anderson DE, D'Agostino J, Bouxsein ML. The effect of thoracic kyphosis and sagittal plane alignment on vertebral compressive loading. Journal of Bone and Mineral Research. 2012 Oct 1;27(10):2144–51.

52. Pishnamaz M, Scholz M, Trobisch PD, Lichte P, Herren C, Hildebrand F, et al. Posttraumatische Fehlstellungen der Brust- und Lendenwirbelsäule. Unfallchirurg. 2020 Feb 3;123(2):143–54.

53. Alsayed MA, Elaal MA. Surgical management of posttraumatic thoracolumbar Kyphosis: A review. J Family Med Prim Care. 2024 Mar;13(3):814–8.

54. Buchowski JM, Kuhns CA, Bridwell KH, Lenke LG. Surgical management of posttraumatic thoracolumbar kyphosis. The Spine Journal. 2008 Jul;8(4):666–77.

55. Zeng Y, Chen Z, Sun C, Li W, Qi Q, Guo Z, et al. Posterior Surgical Correction of Posttraumatic Kyphosis of the Thoracolumbar Segment. J Spinal Disord Tech. 2013 Feb;26(1):37–41.

56. Protopsaltis TS, Boniello AJ, Schwab FJ. Management of Spinal Deformity in Adult Patients With Neuromuscular Disease. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2016 Sep;24(9):634–44.

57. Boachie-Adjei O, Lonstein JE, Winter RB, Koop S, vanden Brink K, Denis F. Management of neuromuscular spinal deformities with Luque segmental instrumentation. J Bone Joint Surg Am. 1989 Apr;71(4):548–62.

58. Deutsch H, Haid RW, Rodts GE, Mummaneni P V. Postlaminectomy cervical deformity. Neurosurg Focus. 2003 Sep;15(3):1–5.

59. Park Y, Riew KD, Cho W. The long-term results of anterior surgical reconstruction in patients with postlaminectomy cervical kyphosis. The Spine Journal. 2010 May;10(5):380–7.

60. Lu Y, Si G, Bai M, Wang Y, Tian Y, Li W, et al. 3D-Printed Laminae for Kyphosis in Ankylosing Spondylitis During Pedicle Subtraction Osteotomy. Orthop Surg. 2025 Jul;17(7):2038–47.

61. Charles YP, Ntilikina Y, Collinet A, Steib JP. Combined percutaneous and open instrumentation for thoracolumbar kyphosis correction by two-level pedicle subtraction osteotomy in ankylosing spondylitis. European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology. 2020 Jul 24;30(5):939–47.

62. Luan H, Liu K, Kahaer A, Wang Y, Sheng W, Maimaiti M, et al. Pedicle subtraction osteotomy for the corrective surgery of ankylosing spondylitis with thoracolumbar kyphosis: experience with 38 patients. BMC Musculoskelet Disord. 2022 Jul 30;23(1):731.

63. Yurtseven Ögm, Pekeren Ögmh. Bölüm 24 Omurga Anomalileri (Skolyoz, Kifoz, Lordoz ve Disk Herniasyonlari).

64. Azadinia F, Kamyab M, Behtash H, Ganjavian MS, Javaheri MRM. The Validity and Reliability of Noninvasive Methods for Measuring Kyphosis. J Spinal Disord Tech. 2014 Aug;27(6):E212–8.

65. Mac-Thiong JM, Pinel-Giroux FM, de Guise JA, Labelle H. Comparison between constrained and non-constrained Cobb techniques for the assessment of thoracic kyphosis and lumbar lordosis. European Spine Journal. 2007 Sep 11;16(9):1325–31.

66. Koelé MC, Lems WF, Willems HC. The Clinical Relevance of Hyperkyphosis: A Narrative Review. Front Endocrinol (Lausanne). 2020;11:5.

67. Balioğlu Mb, Albayrak A, Kargin D, Atici A, Akman Ye. Omurganın sagittal plan analizi. Journal of Turkish Spinal Surgery [Internet]. 2014;25(2):149–54. Available from: https://search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/detay/161446/omurganin-sagittal-plan-analizi?view=ris&download=161446.ris

68. Teixeira F, Carvalho G. Confiabilidade e validade das medidas da cifose torácica através do método flexicurva. Revista Brasileira de Fisioterapia. 2007 Jun;11(3).

69. Tran TH, Wing D, Davis A, Bergstrom J, Schousboe JT, Nichols JF, et al. Correlations among four measures of thoracic kyphosis in older adults. Osteoporos Int. 2016 Mar;27(3):1255–9.

70. Barrett E, McCreesh K, Lewis J. Reliability and validity of non-radiographic methods of thoracic kyphosis measurement: A systematic review. Man Ther. 2014 Feb;19(1):10–7.

71. Ameer MA, Kamel MI, Elhafez YM. A comparison of sagittal spine deformities among elementary school students using spinal mouse device. Work. 2019 Nov 21;64(3):545–50.

72. Wiyanad A, Chokphukiao P, Suwannarat P, Thaweewannakij T, Wattanapan P, Gaogasigam C, et al. Is the occiput-wall distance valid and reliable to determine the presence of thoracic hyperkyphosis? Musculoskelet Sci Pract. 2018 Dec;38:63–8.

73. Eshraghi A, Maroufi N, Sanjari MA, Saeedi H, Keyhani MR, Gholizadeh H, et al. Effect of Milwaukee brace on static and dynamic balance of female hyperkyphotic adolescents. Prosthet Orthot Int. 2013 Feb;37(1):76–84.

74. Sardar ZM, Ames RJ, Lenke L. Scheuermann's Kyphosis: Diagnosis, Management, and Selecting Fusion Levels. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2019 May 15;27(10):e462–72.

75. Polly DW, Ledonio CGT, Diamond B, Labelle H, Sucato DJ, Hresko MT, et al. What Are the Indications for Spinal Fusion Surgery in Scheuermann Kyphosis? Journal of Pediatric Orthopaedics. 2019 May;39(5):217–21.

76. Peleg S, Kallevag RP, Dar G, Steinberg N, Lenzner Z, May H. The effect of Scheuermann's kyphosis on rib cage morphology: A skeletal study. Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger. 2025 Jan;257:152348.

77. McMaster MJ, Glasby MA, Singh H, Cunningham S. Lung Function in Congenital Kyphosis and Kyphoscoliosis. J Spinal Disord Tech. 2007 May;20(3):203–8.

78. Redding G, Song K, Inscore S, Effmann E, Campbell R. Lung function asymmetry in children with congenital and infantile scoliosis. The Spine Journal. 2008 Jul;8(4):639–44.

79. Lorbergs AL, O'Connor GT, Zhou Y, Travison TG, Kiel DP, Cupples LA, et al. Severity of Kyphosis and Decline in Lung Function: The Framingham Study. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2017 May 1;72(5):689–94.

80. Uchida M, Yamaguchi K, Tamai T, Kobayashi K, Tohara H. Effects of simulated kyphosis posture on swallowing and respiratory functions. J Phys Ther Sci. 2023;35(8):2023–011.

81. Sheehan DD, Grayhack J. Pulmonary Implications of Pediatric Spinal Deformities. Pediatr Clin North Am. 2021 Feb;68(1):239–59.

82. Yaszay B, Bastrom TP, Bartley CE, Parent S, Newton PO. The effects of the three-dimensional deformity of adolescent idiopathic scoliosis on pulmonary function. European Spine Journal. 2017 Jun 11;26(6):1658–64.

83. Delgado BJ, Bajaj T. Physiology, Lung Capacity. 2025.

84. DuBois AB, Botelho SY, Bedell GN, Marshall R, Comroe JH. A Rapid Plethysmographic Method For Measuring Thoracic Gas Volume: A Comparison With A Nitrogen Washout Method For Measuring Functional Residual Capacity In Normal Subjects 1. Journal of Clinical Investigation. 1956 Mar 1;35(3):322–6.

85. Criée CP, Sorichter S, Smith HJ, Kardos P, Merget R, Heise D, et al. Body plethysmography – Its principles and clinical use. Respir Med. 2011 Jul;105(7):959–71.

86. Akar E, Ulu MO. Kifoz Tanımı-Sagital Plan Değerlendirme. Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Bülteni. 2023;98(1):2–8.

87. Ulubay G, Dilektaşlı AG, Börekçi Ş, Yıldız Ö, Kıyan E, Gemicioğlu B, et al. Turkish Thoracic Society Consensus Report: Interpretation of Spirometry. Turk Thorac J. 2019 Jan 1;20(1):69–89.

88. Criée CP, Sorichter S, Smith HJ, Kardos P, Merget R, Heise D, et al. Body plethysmography – Its principles and clinical use. Respir Med. 2011 Jul;105(7):959–71.

89. Saryal S. Lung Volumes. Toraks Cerrahisi Bulteni. 2017 Mar 1;10(1):21–8.

90. Ulubay G, Dilektaşlı AG, Börekçi Ş, Yıldız Ö, Kıyan E, Gemicioğlu B, et al. Turkish Thoracic Society Consensus Report: Interpretation of Spirometry. Turk Thorac J. 2019 Jan 1;20(1):69–89.

91. Lin S, Ma S, Zhou Z, Ge Z, Wang Y, Yang C, et al. Improvement of pulmonary function and reconstructed 3D lung volume after deformity correction for thoracic spinal posttubercular kyphosis: a multicenter study. J Neurosurg Spine. 2023 Jul 1;39(1):58–64.

92. Abbi G, Lonner BS, Toombs CS, Sponseller PD, Samdani AF, Betz RR, et al. Preoperative Pulmonary Function in Patients With Operative Scheuermann Kyphosis. Spine Deform. 2014 Jan;2(1):70–5.

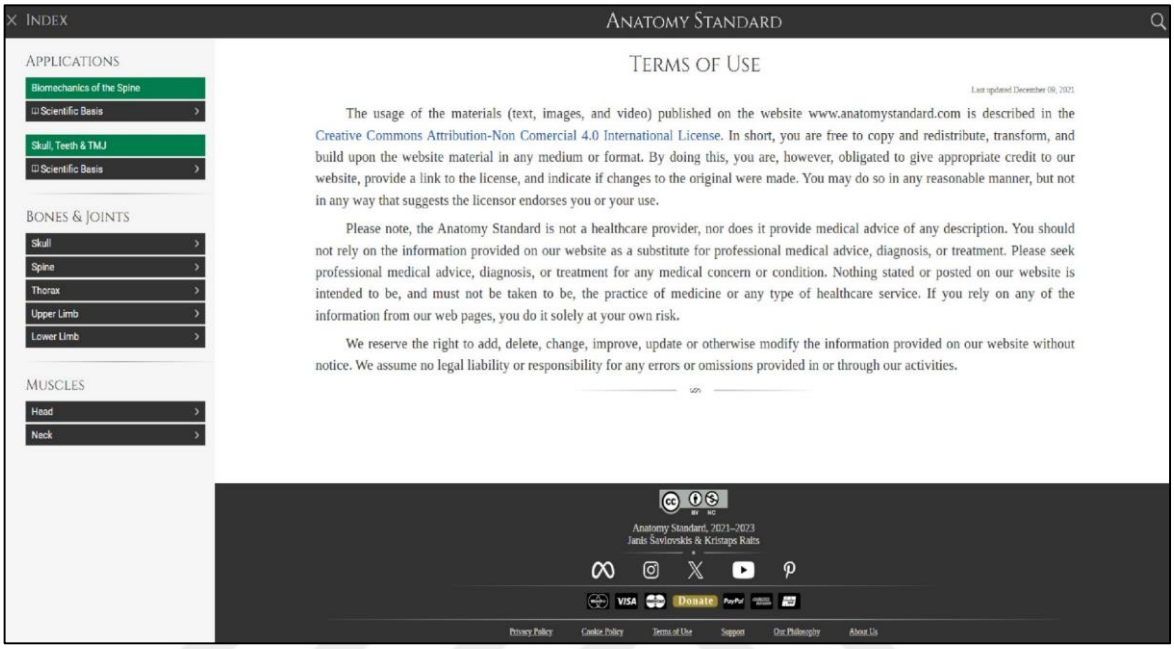
93. Zeng Y, Chen Z, Ma D, Guo Z, Qi Q, Li W, et al. The Influence of Kyphosis Correction Surgery on Pulmonary Function and Thoracic Volume. Spine (Phila Pa 1976). 2014 Oct;39(21):1777–84.

94. Mitić-Milinkić M, Milutinović R, Vukcević M, Miladinović D. [Pulmonary function in persons with kyphoscoliosis]. Srp Arh Celok Lek. 1996;124(3–4):62–4.

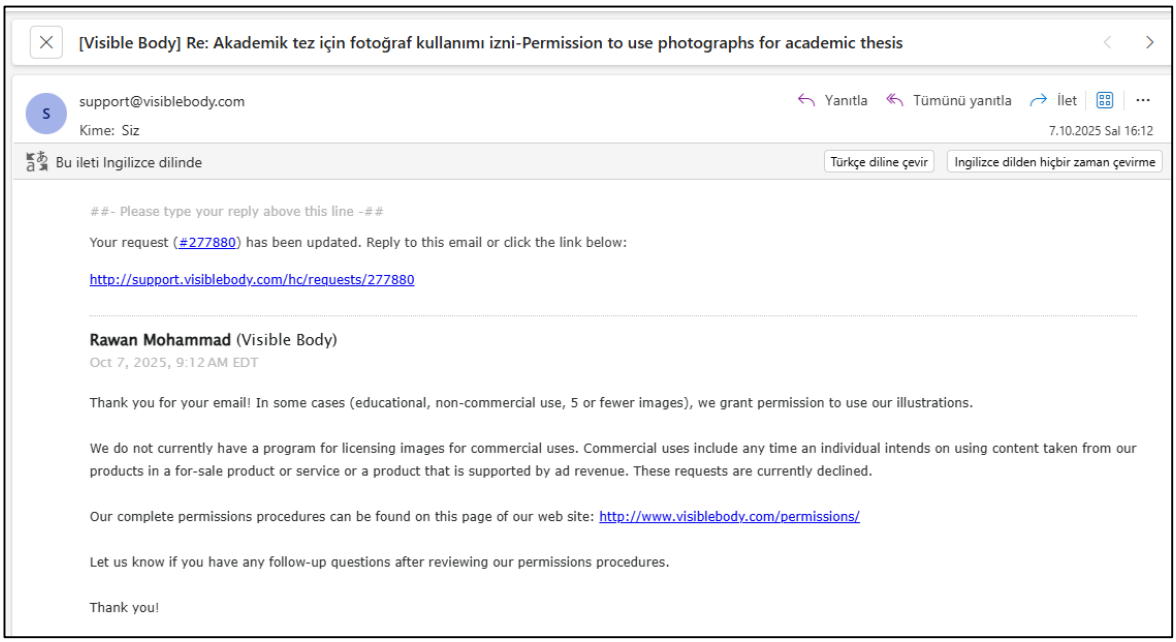
95. Elabd OM, Elsamahy SA, Abdelmutilibe SM, Mohammed AH, Ali F, Elabd AM. Effect of Adding Diaphragmatic Myofascial Release to Corrective Exercise on the Thoracic Curvature Angle and Pulmonary Function Testing in Hyperkyphotic Adolescent Girls. Am J Phys Med Rehabil. 2025 Mar;104(3):203–9.

EKLER

EK-1. İNTERNET SİTESİNE AİT GÖRÜNTÜLERİN KULLANIM İZİNLERİ



Şekil 20. Şekil 2, 3, 4, 5, 6 ve 9 daki görüntülerin kaynağı olan anatomy standard sitesine ait içerik kullanım izni



Şekil 21. Şekil 8'deki görüntü kullanımı için visible body onay maili