

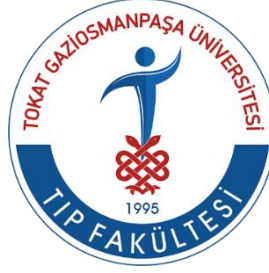
T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

İDİOPATİK PULMONER FİBROZİS HASTALARINDA AYIRICI TANIDA SARKOPENİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Nihal KARAGÖLLÜ

UZMANLIK TEZİ

TOKAT
2025



T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

İDİOPATİK PULMONER FİBROZİS HASTALARINDA AYIRICI TANIDA SARKOPENİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Nihal KARAGÖLLÜ

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Hüseyin Alper KIZILOĞLU

TOKAT

2025

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca benden bilgi, destek ve tecrübelerini esirgemeyen Prof. Dr. Erkan Gökçe, Prof. Dr. Zafer Özmen, Prof. Dr. Eda Albayrak, Prof. Dr. Zekiye Ruken Yüksekaya Çelikyay, Prof. Dr. Fatih Çelikyay, Doç.Dr. Fatma Kökçü, Doç. Dr. Murat Beyhan, Dr. Öğretim Üyesi Yaşar Birişik ve Dr. Öğretim Üyesi Kayhan Karakuş'a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Uzmanlık eğitimim boyunca ve tezimin hazırlanması sürecinde desteği ve sabrı için tez danışmanım değerli hocam Doç. Dr. Hüseyin Alper Kızıloğlu'na,

Radyoloji bölümü içerisinde birlikte çalıştığım uzmanlık eğitimim süresince desteklerini esirgemeyen, tanışmaktan mutluluk duyduğum başta üzerimde emeği olan kıdemlilerim ve Arş. Gör. Dr. Ömür Daşcı olmak üzere tüm asistan arkadaşlarıma, tüm teknisyenlerimiz ve sekreterlerimize,

Tez sürecimde benden desteğini esirgemeyen ve tanışmaktan mutluluk duyduğum Anatomi Anabilim Dalı Uzm. Dr. Fatma Mutlu Çamlı ve Arş. Gör. Mansurcan Öder'e,

Hayatımın her aşamasında yanımda olan sevgili anneme, babama, kardeşime, Dr. Hande Nur Cesur Baltacı ve Dr. Medine Kocamanoğlu'na,

Sevgi ve saygılarımı sunar, teşekkür ederim.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, olağan interstisyel pnömoni (OİP) paterni saptanan hastalarda, bilgisayarlı tomografi (BT) görüntülerinin analiziyle sarkopeninin non-invaziv bir biyobelirteç olarak ayırıcı tanındaki potansiyel değerini saptamayı amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamıza Ocak 2022-Haziran 2024 tarihleri arasında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesinde klinik incelemeler için HRCT veya Toraks BT çekilen ve görüntülemelerinde OİP, muhtemel OİP veya NSİP paterni tespit edilen 45-90 yaş aralığında 150 hasta; ve aynı tarih aralığında herhangi bir nedenle Toraks BT çekilen ve normal olarak değerlendirilen benzer yaş grubundaki 50 hasta olmak üzere toplam 200 hasta dahil edilmiştir. T12 vertebra ve alt kesit L1 vertebra transvers proçesleri düzeyinden, unilateral olarak erector spina kas grubu hacmi ve L1 vertebra transvers proçesleri düzeyinde erector spina kas grubunun unilateral olarak ROI (region of interest) alanı manual olarak ölçüldü. Tüm veriler bilgisayar ortamında SPSS 26.0 paket programı kullanılarak analiz edildi.

Bulgular: Çalışmaya dahil edilen bireylerde ortalama kas volümü $83,44 \pm 27,2 \text{ cm}^3$, L1 düzeyinde ortalama kas dansitesi ise $34,48 \pm 14,8 \text{ HU}$ olarak saptandı. Cinsiyetler arasında hem kas volümü hem de kas dansitesi açısından anlamlı farklılık gözlemlendi ($p<0,001$). Ayrıca, yaş grupları karşılaştırıldığında 65 yaş üzeri bireylerde L1 düzeyi kas dansite değerlerinin anlamlı derecede düşük olduğu belirlendi ($p<0,001$). Çalışma grupları arasında da kas volümü bakımından anlamlı fark tespit edildi ($p<0,001$).

Sonuç: Sarkopeninin OİP paterni bulunan İPF hastalarında tanısal sürece dahil edilmesi, klinisyenlere pratik ve hızlı bir değerlendirme olanağı sunarak erken dönemde rehabilitasyon ve beslenme desteği gibi müdahalelerin planlanmasına katkı sağlayabilir.

Anahtar Sözcükler : İdiopatik Pulmoner Fibrozis, Sarkopeni, Erector spinae

ABSTRACT

ASSESSMENT OF SARCOPENIA IN THE DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF IDIOPATHIC PULMONARY FIBROSIS PATIENTS

Objective: In this study, we aimed to determine the potential value of sarcopenia as a non-invasive biomarker in differential diagnosis by analysing computed tomography (CT) images in patients with an ordinary interstitial pneumonia (OIP) pattern.

Materials and Methods: Our study included a total of 200 patients: 150 patients aged 45-90 years who underwent HRCT or chest CT for clinical evaluation at Tokat Gaziosmanpaşa University Faculty of Medicine Hospital between January 2022 and June 2024 and were diagnosed with NIP, probable NIP, or NSIP patterns on imaging; and 50 patients of a similar age group who underwent chest CT for any reason during the same period and were evaluated as normal, for a total of 200 patients. The volume of the unilateral erector spinae muscle group was measured manually from the level of the T12 vertebra and the lower section of the L1 vertebra transverse processes, and the ROI (region of interest) area of the unilateral erector spinae muscle group was measured manually at the level of the L1 vertebra transverse processes. All data were analysed using the SPSS 26.0 software package.

Results: The mean muscle volume in the individuals included in the study was $83.44 \pm 27.2 \text{ cm}^3$, while the mean muscle density at the L1 level was determined to be $34.48 \pm 14.8 \text{ HU}$. Significant differences were observed between genders in terms of both muscle volume and muscle density ($p < 0.001$). Furthermore, when age groups were compared, it was determined that muscle density values at the L1 level were significantly lower in individuals over 65 years of age ($p < 0.001$). A significant difference in muscle volume was also detected between the study groups ($p < 0.001$).

Conclusion: Including sarcopenia in the diagnostic process of IPF patients with an OIP pattern may provide clinicians with a practical and rapid assessment, contributing to the planning of interventions such as early rehabilitation and nutritional support.

Keywords: Idiopathic Pulmonary Fibrosis, Sarcopenia, Erector spinae

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
KISALTMALAR DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	1
ŞEKİLLER DİZİNİ	2
1. GİRİŞ VE AMAÇ	4
2. GENEL BİLGİLER.....	6
2.1. Sırt Kasları ve Erektor Spinae Kas Grubu Anatomisi.....	6
2.2. Solunum Sistemi Embriyolojisi	6
2.3. Solunum Sistemi Anatomisi.....	9
2.3.1. Akciğer Parankimi.....	9
2.3.2. Bronşial Sistem	11
2.3.3. Akciğerin ve Bronşial Sistemin Damarları	13
2.3.4. Akciğerin İnnervasyonu	14
2.3.5. Akciğer Lenfatik Sistem.....	14
2.3.6. Plevra.....	15
2.4. Solunum Sistemi Fizyolojisi	16
2.4.1. Akciğer Hacim ve Kapasiteleri	16
2.4.2. Pulmoner Sirkülasyon	18
2.5. İdiyopatik Pulmoner Fibrozis.....	19
2.5.1. Tanım ve Epidemiyoloji.....	19
2.5.2. Etiyoloji.....	19
2.5.3 Klinik.....	20
2.5.4 Solunum Fonksiyon Testleri ve Karbonmonoksit Difüzyon Testi (DLCO)	20

2.5.5.Tanı Yöntemleri	21
2.5.6.Radyolojik Bulgular	22
2.6. Nonspesifik İntersitisyel Pnömoni	24
2.6.1. Tanım ve Epidemiyoloji.....	24
2.6.2. Etiyoloji.....	25
2.6.3.Klinik.....	25
2.6.4.Radyolojik Bulgular	26
2.7.Sarkopeni.....	28
2.7.1. Tanım	28
2.7.2. Epidemiyoloji	28
2.7.3. Etiyoloji.....	29
2.7.4. Sarkopeni Tanısında Kullanılan Yöntemler	29
3. GEREÇ VE YÖNTEM	33
4. BULGULAR	35
5. ÖRNEK VAKALAR.....	39
Örnek Vaka 1.	39
Örnek Vaka 2	41
Örnek Vaka 3.	44
6. TARTIŞMA	50
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	54
8. KAYNAKLAR.....	55

KISALTMALAR DİZİNİ

İAH: İnterstisyel Akciğer Hastalıkları
İPF: İdiyopatik Pulmoner Fibrozis
OİP: Olağan İnterstisyel Pnömoni
BIA: Biyoelektrik Empedans Analizi
DEXA: Dual Enerji X-Işını Absorpsiyometri
MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme
BT: Bilgisayarlı Tomografi
A. : Arteriae
V. : Venae
HRCT: Yüksek Rezolüsyonlu Bilgisayarlı Tomografi
DLCO: Karbonmonoksit Difüzyon Kapasitesi
NSIP: Non-spesifik İnterstisyel Pnömoni
EWGSOP2: Avrupa Yaşlılarda Sarkopeni Çalışma Grubu 2
AWGS: Asya Sarkopeni Çalışma Grubu
US: Ultrasonografi
MT: Kas Kalınlığı
CSA: Enine Kesit Alanı
PA: Pennasyon Açısı
FL: Fasikül uzunluğu
EI: Eko Yoğunluğu
PCSA: Fizyolojik Enine Kesit Alanı
PACS: Resim Arşivleme ve İletişim Sistemi
HU: Hounsfield units
ROI: Region of Interest
SPSS: Statistical Package for the Social Sciences
ASMI: İskelet Kas Kütlesi İndeksi
PMCSA: Pectoralis Major Kasının Kesitsel Alanı
VATS: Video-Yardımlı Torakoskopik Cerrahi

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Tanımlayıcı değerler	35
Tablo 2. Bireylerin kas volümü ve dansite değerleri.....	35
Tablo 3. Cinsiyete ve yaşa göre çalışma gruplarının karşılaştırılması.	36
Tablo 4. Yaş gruplarına göre kas volümü ve dansite değerlerinin karşılaştırılması .	36
Tablo 5. Cinsiyete göre kas volümü ve dansite değerlerinin karşılaştırılması.	37
Tablo 6. Çalışma gruplarının kas volümü ve dansite açısından karşılaştırılması.	38



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.(a) Trakea ve özofagusun ilkel tomurcuklardan gelişimi, (b) mezenkim ile çevrili ana bronşlara dönüşümü ve (c) bronşların daha ileri düzeyde farklılaşması. ...	7
Şekil 2. Sekonder pulmoner lobül.	11
Şekil 3. Asinusun yapısı; Bir terminal bronşiol, ondan dallanan respiratuvar bronşiol, alveoler kanalcıklar (ductuli alveolares) ve alveoller.	13
Şekil 4. Normal solunum, zorlu inspirasyon ve zorlu ekspirasyon sırasında akciğer kapasiteleri.	18
Şekil 5. Aksiyel BT kesitlerinde toplam iskelet kası alanının belirlenmesi. A. Sarkopenik olmayan, B. Sarkopenik olan hastalara ait görüntüler (69).	31
Şekil 6. Hastaya ait aksiyel kesit. Her iki akciğer alt loblarında heterojen yerleşimli subplevral alanlarda daha belirgin retiküler dansiteler ve bal peteği kistlerine ait görünüm.	39
Şekil 7. MPR Aksiyel görüntü T12-L1 vertebra düzeyi manuel kas volümü ölçümü.	39
Şekil 8. Erektor spinae kas grubu 3D volümetrik aksiyel planda görünümü.	40
Şekil 9. Erektor spinae kas grubu 3D volümetrik koronal planda görünümü.	40
Şekil 10. Erektor spinae kas grubu L1 düzeyi ortalama kas dansitesi ölçümü.	41
Şekil 11. Hastaya ait normal olarak yorumlanan HRCT görüntüsü, aksiyel kesit.	41
Şekil 12. MPR Aksiyel görüntü T12-L1 vertebra düzeyi manuel kas volümü ölçümü.	42
Şekil 13. Erektor spinae kas grubu 3D volümetrik aksiyel planda görünümü.	42
Şekil 14. Erektor spinae kas grubu 3D volümetrik koronal planda görünümü.	43
Şekil 15. Erektor spinae kas grubu L1 düzeyi ortalama kas dansitesi ölçümü.	43
Şekil 16. Hastaya ait aksiyel ve koronal görüntüler. Her iki akciğerde subplevral yerleşimli bal peteği kistleri, retiküler dansiteler ve akciğer parankiminde traksiyon bronşiektazilerine ait görünüm.	44
Şekil 17. MPR- Aksiyel, sagittal ve koronal görüntüler T12-L1 vertebra düzeyi manuel kas volümü ölçümü.	45
Şekil 18. Erektor spinae kas grubu 3D volümetrik aksiyel planda görünümü.	46
Şekil 19. Erektor spinae kas grubu 3D volümetrik koronal planda görünümü.	46
Şekil 20. Erektor spinae kas grubu L1 düzeyi ortalama kas dansitesi ölçümü.	47

Şekil 21. Hastaya ait aksiyel kesitte; minimal traksiyon bronşiektazileri mevcut olup, subplevral alan korunmuştur. NSİP paterni ile uyumludur.....	47
Şekil 22. MPR- Aksiyel, görüntü T12-L1 vertebra düzeyi manuel kas volümü ölçümü.....	48
Şekil 23. Erektor spinae kas grubu 3D volümetrik aksiyel planda görünümü.....	48
Şekil 24. Erektor spinae kas grubu 3D volümetrik koronal planda görünümü.....	49
Şekil 25. Erektor spinae kas grubu L1 düzeyi ortalama kas dansitesi ölçümü.	49



1. GİRİŞ VE AMAÇ

İnterstisyel akciğer hastalıkları (İAH), akciğer parankiminde farklı derecelerde inflamasyon, fibrozis ve yapısal deformasyona yol açan, akut ya da kronik seyir gösterebilen heterojen bir hastalık grubudur. Bu grupta yer alan İdiopatik Pulmoner Fibrozis (İPF), etyolojisi tam olarak aydınlatılamamış olmakla birlikte; sigara kullanımı, ileri yaş, çevresel maruziyetler, viral enfeksiyonlar, gastroözofageal reflü, ilaç kullanımı ve genetik yatkınlık gibi birçok risk faktörünün gelişiminde rol oynadığı, nedeni bilinmeyen, ilerleyici ve geri dönüşümsüz seyirli, yalnızca akciğerleri tutan kronik bir interstisyel akciğer hastalığıdır (1, 2).

Geçmişte, farklı alt tipler arasındaki ayrımın net olarak yapılamaması nedeniyle tüm olgular “İPF” başlığı altında değerlendirilirken, Amerikan Toraks Derneği’nin yayımladığı kılavuzla birlikte bu tanım revize edilmiş ve İPF, yalnızca olağan interstisyel pnömoni (OİP) histopatolojik paterniyle karakterize bir hastalık olarak yeniden tanımlanmıştır (3).

Tanı sürecinde öncelikli olarak nedeni bilinen İAH dışlandıktan sonra; non-invaziv yöntemler tercih edilmekte, yalnızca gerekli durumlarda invaziv girişimlere başvurulmaktadır (1).

İPF tanısının doğrulanması amacıyla yüksek çözünürlüklü bilgisayarlı tomografi bulguları (HRCT) ve histopatolojik patern birlikte değerlendirilmektedir. Histopatolojik olarak doğrulanan OİP tanısı, karakteristik mikroskopik bulguların kombinasyonuna dayanmakla birlikte, bu tanının elde edilmesini sağlayan invaziv yöntemler, işleme bağlı mortalite, solunum yolu enfeksiyonları, pnömotoraks, şiddetli hemoraji ve açık cerrahilerde yara iyileşmesinde gecikme gibi ciddi komplikasyon risklerini beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, non-invaziv görüntüleme yöntemleri aracılığıyla tanısal doğruluğu artırabilecek yeni biyobelirteçlerin araştırılması, klinik uygulamada hem tanısal güvenilirliği artırmak hem de hasta güvenliğini korumak açısından büyük önem taşımaktadır (4).

Sarkopeni, “kas yetmezliği” ile karakterize, kas kütlesi, gücü ve fonksiyonundaki ilerleyici azalma sonucunda fiziksel performansta düşüş, engellilik, düşme ve mortalite riskinde artış ile seyreden patolojik bir durumdur. Sarkopeni, genellikle yaşlanmanın bir sonucu olarak ortaya çıkmakla birlikte, yalnızca yaş ilişkili mekanizmalarla açıklanamaz. Kasın kullanılmamasına bağlı atrofi, fiziksel

aktivite eksikliği, yetersiz beslenme (malnütrisyon), eşlik eden kronik hastalıklar (komorbiditeler) ve kronik inflamatuvar süreçler sarkopeniye neden olabilmektedir. Kronik hastalık ilişkili sarkopeni genellikle ilerleyici bir seyir izler; ancak yaşlanmaya bağlı sarkopeniye kıyasla daha belirgindir (5, 6).

Kas kütlesi, Biyoelektrik Empedans Analizi (BIA), Dual Enerji X-Işını Absorpsiyometri (DEXA), Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) veya Bilgisayarlı Tomografi (BT) gibi çeşitli yöntemlerle değerlendirilebilmektedir. BT, farklı hasta gruplarında yaygın kullanımı, tekrarlanabilir kantitatif doku ölçümleri sağlaması ve yüksek doğruluk oranı nedeniyle vücut kompozisyonu analizinde altın standart yöntem olarak kabul edilmekle birlikte; radyasyon maruziyeti BT'nin en önemli dezavantajı olup, başka bir endikasyon bulunmayan hastalarda tarama amacıyla kullanılmasını kısıtlamaktadır (7).

İPF tanısında kullanılan invaziv yöntemlerin, işleme bağlı mortalite ve çeşitli komplikasyonlara yol açabildiği bilinmektedir. Bu durum, non-invaziv yöntemlerle sarkopeni değerlendirmesinin ve tanısall süreçte katkısının araştırılmasını klinik açıdan daha da önemli hâle getirmektedir.

Çalışmamızın amacı, OİP paterni saptanan hastalarda (İPF ve non-İPF grubunda), tanı aşamasında elde edilen BT görüntülerinin analiz edilmesi yoluyla tespit edilen sarkopeninin non-invaziv bir belirteç olarak ayırıcı tanıya katkısını değerlendirmektir. Bu sayede, OİP paterninin en sık etiyolojik nedenini oluşturan İPF'nin non-invaziv, hızlı ve güvenilir bir şekilde tanınması; ayrıca non-İPF kaynaklı OİP paternlerinden ayırt edilmesi hedeflenmektedir.

Hastalığın erken ve doğru tanısı, uygun tedavi planının zamanında oluşturulabilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Non-invaziv yöntemlerin kullanımı sayesinde biyopsi gereksiniminin ve buna bağlı komplikasyonların azaltılması, aynı zamanda maddi yükün hafifletilmesi amaçlanmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sırt Kasları ve Erektor Spinae Kas Grubu Anatomisi

Vücut ağırlığının büyük bir kısmı, vertebral kolonun önünde yer alır; bu nedenle, vertebraların spinoz ve transvers süreçlerine tutunan çok sayıda güçlü kas, vertebral kolonu desteklemek ve hareket ettirmek için gereklidir (8).

Sırtta iki ana kas grubu bulunur. Ekstrinsik sırt kasları; sırasıyla ekstremiteler ve solunum hareketlerini gerçekleştiren ve kontrol eden superfisyal ve intermediate kasları içerirken, intrinsik (derin) sırt kasları ise doğrudan vertebralar üzerinde etkili olan, vertebral kolonun hareketlerini sağlayan ve postürü koruyan kaslardır (8).

İntrinsik sırt kasları spinal sinirlerin posterior dalları tarafından innerve edilir. Pelvisten kafatasına kadar uzanan bu kaslar, derin fasyayla çevrilidir. İntrinsik sırt kasları, yüzeyle olan ilişkilerine göre superfisyal, intermediate ve derin tabakalar şeklinde sınıflandırılır (8).

Erektor spinae kas grubu, vertebral kolonunun her iki yanında, spinoz süreçler ile kostaların laterali arasında yer alan bir “oluk” içinde uzanır. Erektor spinae kasları, vertebral kolonun başlıca ekstansörleridir (8).

İliocostalis, longissimus ve spinalis kasları birlikte erektor spinae kas grubunu oluşturur (8).

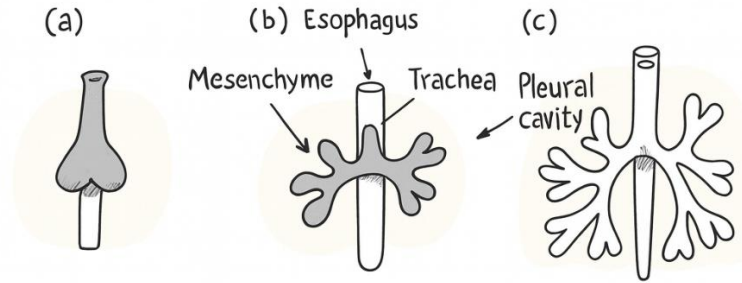
2.2. Solunum Sistemi Embriyolojisi

Alt solunum sistemi organlarının (larinks, trakea, bronşlar ve akciğerler) embriyogenez sürecinde gelişimi, dördüncü haftada başlar. Solunum sistemi, primordiyal farinksin kaudal ucunun tabanında görülen median bir tomurcuktan gelişir. Bu yapı, laringotrakeal oluk olarak adlandırılır. Laringotrakeal oluğun endodermal döşemesi; pulmoner epitel ile larinks, trakea ve bronşların epitel ve bezlerini oluşturur. Bu yapılardaki bağ dokusu, kıkırdak ve düz kaslar ise önbağırsak çevresindeki splanknik mezodermden gelişir (9).

Dördüncü haftanın sonuna kadar, önbağırsağın kaudal ucunun ventralinde yer alan laringotrakeal oluk, kese benzeri bir yapı kazanarak laringotrakeal divertikulumu (akciğer tomurcuğu) oluşturur. Splanchnik mezenşimle çevrili olan divertikulum, distal ucunun genişlemesiyle solunum tomurcuğuna dönüşür ve bu tek tomurcuktan solunum sistemi köken almaktadır. Beşinci haftanın sonlarına doğru,

divertikulumun içinde meydana gelen trakeoözefageal katlantılar, birbirine yaklaşıp trakeoözefageal septum adı verilen bir bölmeyi oluşturur. Trakeoözefageal septum, önbağırsağın kranial bölümünü; ventral ve dorsal şekilde iki ayrı kompartmana ayırır. Ventral kısımda larinks, trakea, bronşlar ve akciğerlerin primordiyumunu oluşturan laringotrakeal tüp; dorsalde orofarinks ve özefagusun primordiyal yapısı bulunur (9).

Önbağırsaktan ayrılma sürecinde; laringotrakeal divertikulumdan, trakea ile birlikte bilateral olarak uzanan ve "primer bronşiyal tomurcuklar" olarak adlandırılan iki lateral çıkıntı gelişir. Bronşiyal tomurcuklar, çevrelerini saran splanknik mezenşim ile birlikte bronşlara ve akciğerin dallanan yapısına farklılaşırken; beşinci haftanın başlarında, trakea ile olan bağlantıları genişleyerek ana (primer) bronşların başlangıç yapılarını oluşturur. Ana bronşlar, ardışık bölünmeler yoluyla lobar, segmental ve intrasegmental dalları oluşturan sekonder bronşlara ayrılırken; her bir lobar bronş, gelişimin ilerleyen evrelerinde dallanarak daha küçük bronşiyal yapılara farklılaşır (9).



Şekil 1.(a) Trakea ve özofagusun ilkel tomurcuklardan gelişimi, (b) mezenkim ile çevrili ana bronşlara dönüşümü ve (c) bronşların daha ileri düzeyde farklılaşması.

Her bir segmental bronş ve onu çevreleyen mezenşim kitlesi, bir bronkopulmoner segmentin öncül formunu (primordiyum) oluşturur. Bronşların gelişimi sırasında, çevrelerini saran splanknik mezenşimden kıkırdak plaklar, bronşlardaki düz kaslar ve bağ dokusu, pulmoner bağ dokusu ve kapiller damarlar ile akciğerleri örten visseral plevra tabakası oluşur. Göğüs duvarı ise somatik

mezodermden köken alan pariyetal plevra ile döşenir. Visseral ve pariyetal plevra tabakaları arasında kalan boşluk ise plevral kavite olarak tanımlanır (9).

Akciğerlerin olgunlaşma süreci, anatomik ve histolojik özelliklere dayanarak beş evreye ayrılır. Embriyonik, psödoglandüler, kanaliküler, sakküler ve alveolar şeklindedir. İletici (taşıyıcı) hava yolları, embriyonik ve psödoglandüler evrelerde oluşur; damarlanma ve gaz değişim birimleri ise kanaliküler, sakküler ve alveolar evrelerde oluşur (11).

Embriyonik evrede (0-7. hafta), trakea, sağ ve sol ana bronşlar ile segmental bronşlar oluşur. Aynı zamanda, hava yolu tomurcuklarının etrafında vaskülogenezis gerçekleşir (11).

Psödoglandüler evrede (5-17. hafta); gelişmekte olan akciğerler, histolojik olarak ekzokrin salgı bezlerine benzer bir yapı sergiler. Yaklaşık 16. gebelik haftasına kadar, gaz alışverişinden sorumlu yapılar hariç, akciğerlerin tüm temel morfolojik bileşenleri oluşur (12).

Kanaliküler evre (16-25. hafta) sırasında, akciğerin kraniyal segmentleri kaudal segmentlerden daha erken olgunlaştığından, bu evre psödoglandüler evre ile kısmen örtüşür. Bu dönemde, bronşlar ve terminal bronşiyollerin lümenleri belirgin şekilde genişlerken; akciğer parankimi, artan kapiller ağ ile çevrelenerek giderek daha vaskülarize bir yapı kazanır. On altıncı ve yirmi sekizinci haftalar arasında, her bir terminal bronşiyol iki veya daha fazla respiratuvar bronşiole ayrılır (9, 12).

Terminal kese evresinde (24. hafta- geç fetal dönem), çok sayıda terminal kese veya kesecik gelişir, bu keseciklerin epitel tabakası oldukça incelik ve kapiller damarlar, gelişmekte olan bu alveollerin içine doğru uzanmaya başlar. Epitel ve endotel hücreleri arasındaki yakın temas, gaz alışverişini sağlayacak olan kan-hava bariyerini oluşturur. 26. haftaya kadar terminal keseler, gaz alışverişinden sorumlu yassı epitel hücreleri (Tip I pnömositler) ile döşenmiş olur. Tip I pnömositler arasında dağılmış yuvarlak şekilli, salgılayıcı epitel hücreleri (Tip II pnömositler), fosfolipid ve protein karışımından oluşan pulmoner sürfaktan sentezler. Sürfaktan, alveoler keseciklerin iç yüzeyinde tek moleküllü bir tabaka oluşturarak; ekspirasyon sırasında alveollerin kollabe olmasını önler ve inspirasyon sırasında alveollerin yeniden genişlemesini kolaylaştırır (9).

Alveolar evrede (geç fetal dönem- 8 yaş), terminal keselerin epitel örtüsü ince yassı epitel hücrelerinden oluşan bir tabakaya dönüşür; geç fetal dönemde, akciğerler artık solunum fonksiyonunu gerçekleştirebilecek yeterliliğe ulaşır. Alveolar evrenin başlangıcında, her bir respiratuvar bronşiol; ince duvarlı alveolar keseciklerden oluşan bir küme ile sonlanır (9).

Plasentaya bağımlı gaz alışverişinden doğum sonrası bağımsız solunuma geçiş, alveolar keseciklerde sürfaktan sentezinin başlaması, akciğerlerin etkin gaz değişimini sağlayan fonksiyonel bir solunum organına dönüşmesi ve pulmoner dolaşımın sistemik dolaşımla eş zamanlı olarak organize olması ile gerçekleşir (9).

Olgun alveollerin yaklaşık %95'i postnatal dönemde gelişmektedir. Doğum öncesinde, primordial alveoller; respiratuvar bronşiooller ve alveolar keseciklerde küçük çıkıntılar şeklinde gözlemlenirken, doğumdan sonra, akciğerlerin genişlemesiyle birlikte bu primordial alveoller büyür. Akciğer hacmindeki artışın büyük kısmı, respiratuvar bronşiol ve primordial alveol sayısındaki artıştan kaynaklanmaktadır (9).

Alveoler gelişim, büyük ölçüde 3 yaşına kadar tamamlanmakla birlikte, yaklaşık 8 yaşına kadar devam edebilir. Olgunlaşmamış alveoller ilave primordial alveol oluşturma potansiyeline sahiptir. Zamanında doğan bir yenidoğanın akciğerlerinde yaklaşık 150 milyon primordial alveol bulunur. Üç ile sekiz yaş arasında, devam eden süreç sonucunda yetişkinlerdeki 300 milyon alveol sayısına ulaşılır (9).

Ana pulmoner arter ile sağ ve sol pulmoner arterler, altıncı aortik arkten köken alır. Pulmoner arterler, 4. haftadan 16. haftaya kadar, bronş tomurcuklarının çevresinde anjiyogeneze yoluyla büyümeye devam eder. Bu dönemde pre-asinar pulmoner venler de gelişmeye başlar (11).

2.3. Solunum Sistemi Anatomisi

2.3.1. Akciğer Parankimi

Akciğerler (pulmo sinister ve pulmo dexter), inspirasyonla alınan havadaki oksijenin kana geçmesini ve kandaki karbondioksitin ekspirasyon yoluyla dış ortama atılmasını sağlayan, gaz alışverişine özelleşmiş organlardır. Akciğerler birbirinden

mediasten ile ayrılmıştır. Her bir akciğerin, plevra ile örtülü bir tepesi (apex) ve alt kısmında diyafram kubbesine oturan bir tabanı (basis) bulunur (8, 13).

Akciğerler, innervasyonları ve havalandırmaları birbirinden bağımsız alt bölümlere ayrılmıştır. Bir primer bronş tarafından havalandırılan akciğerde, sekonder bronşların sorumlu olduğu anatomik birimlere “lob”; loblar içerisinde tersiyer bronşların havalandırdığı daha küçük birimlere ise 'segment' adı verilir (13).

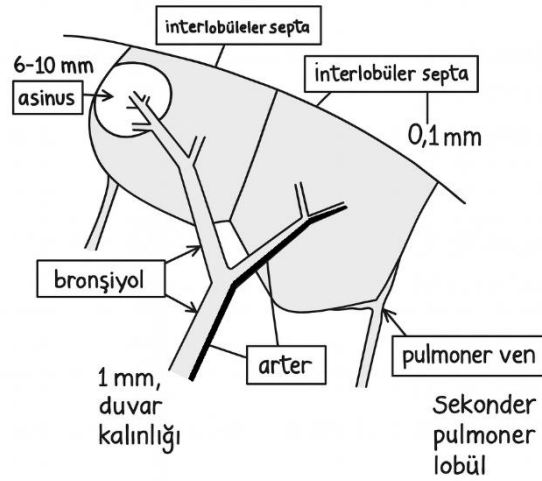
Sağ akciğerde bulunan oblik ve horizontal fissürler, sağ akciğeri üst, orta ve alt olmak üzere üç loba ayırırken; sol akciğer yalnızca oblik fissürle, üst ve alt lob olmak üzere iki loba ayrılır. Her bir akciğerde; kostal yüzey, mediastinal yüzey ve diyafragmatik yüzey olmak üzere üç yüzey bulunur (8).

Akciğerler, mediastenle akciğer kökü (radix pulmonis) aracılığıyla bağlantılıdır. Bu kök; bronşlar bronşlara eşlik eden bronşiyal damarlar, pulmoner arterler, superior ve inferior pulmoner venler, sempatik, parasempatik ve visseral afferent lifleri içeren pulmoner sinir pleksusları ile lenfatik damarları içerir. Akciğerin hilumu, her bir akciğerin mediastinal yüzeyinde bulunan kama şeklinde bir alandır ve akciğer kökünü oluşturan yapıların akciğere giriş ve çıkış yaptığı bölgedir (8).

Akciğer, interstisyum olarak adlandırılan bağ dokusu liflerinden oluşan ağsı bir yapı tarafından desteklenmekte olup; bronşları ve pulmoner arterleri çevreleyen bu yapıya peribronkovasküler interstisyum denir. Bu yapı periferde doğru uzandıkça, santral lobüler arter ve bronşları çevreleyen kısmı sentrilobüler interstisyum olarak isimlendirilmektedir (14, 15).

Vissseral plevranın altındaki subplevral interstisyum, akciğeri çevreleyerek parankime doğru uzanır ve interlobüler septa olarak adlandırılan bağ dokusu liflerini oluşturur. İntralobüler interstisyum, alveol duvarlarında ince bir bağ dokusu ağı oluşturan; lobül merkezinde yer alan sentrilobüler interstisyum ile lobül periferindeki interlobüler septa ve subplevral interstisyum arasında kalan alanı dolduran ince fibröz lifli yapıdır (16).

Akciğer, bir lob veya segmentten daha küçük birçok anatomik alt birimden oluşmaktadır. Bu alt birimlerin en önemlileri sekonder pulmoner lobül ve akciğer asinusudur. Sekonder pulmoner lobül, bağ dokusu septaları ile sınırlanmış akciğer parankiminin en küçük anatomik birimidir. Genellikle çok yüzlü bir şekle sahiptir ve bu lobüllerin çapı 1 ila 2,5 cm arasındadır. Her bir sekonder pulmoner lobül, merkezinde yer alan küçük bir bronşiol ve bir pulmoner arter dalı ile beslenir. Bu lobüller, pulmoner venler ile lenfatik damarları bulunduran interlobüler septalarla birbirinden ayrılır. Akciğer asinusu gaz değişiminin gerçekleştiği en büyük fonksiyonel birimdir. Asinüs sekonder pulmoner lobülden daha küçük bir anatomik birim olup terminal bronşiolün distalinde yer alır ve respiratuvar bronşiol aracılığıyla beslenir (17).



Şekil 2. Sekonder pulmoner lobül.

2.3.2. Bronşial Sistem

Trakea, erişkin bireylerde yaklaşık 10–13 cm uzunluğunda ve 1,5–2 cm çapında, kıkırdak yapılar ve yumuşak dokudan oluşan, C6-T5 vertebralar düzeyinde uzanan tübüler bir hava iletim organıdır (13).

Trakea, açıklıkları posteriora bakan ve transvers düzlemde yerleşmiş C şeklinde, 16–20 adet hiyalin kıkırdaktan ve bu kıkırdakları birbirine bağlayan fibröz bağ

dokusundan (ligamenta anularia) meydana gelir. Kıkırdak yapılar, soluk alıp verme sırasında trakeal lümenin kollapsını engelleyerek hava geçişinin sürekliliğini sağlar. Trakea anatomik olarak iki bölüme ayrılır; Cartilago cricoidea ile apertura thoracis superior arasında yer alan kısmı *pars cervicalis*, apertura thoracis superior'un altında kalan kısmı ise *pars thoracica* olarak adlandırılır (13).

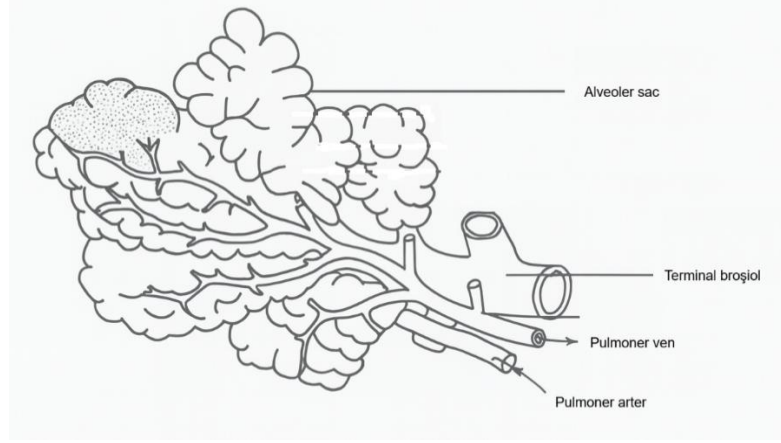
Cartilago cricoidea'nın alt kenarından başlayarak bifurcatio tracheae olarak adlandırılan bölgede iki ana bronşa (bronchus principalis dexter ve sinister) ayrılarak sonlanır (13).

Sağ ana bronş, sol ana bronşa göre daha geniş, daha kısa ve daha dik bir açıyla seyreder; bu nedenle doğrudan akciğerin hilumuna yönelir. Sol ana bronş ise inferolateral yönde ilerleyerek aort arkusunun altından, özofagus ve torasik aortanın önünden geçerek akciğer hilumuna ulaşır. Akciğer içerisinde bronşlar, belirli bir düzen içerisinde dallanarak trakeobronşial ağacın bronşiyal dallarını oluşturur (8).

Bronchus principalis sinister, hilum pulmonis'ten geçtikten sonra lobus superior ve lobus inferior'a hava taşıyan iki adet bronchus lobaris'e, bu lobar bronşlar da, her bir bronkopulmoner segmente giden bronchus segmentalis (tersiyer bronş) adı verilen daha küçük bronşlara ayrılır. Segmental bronşlardan sonra gelen daha küçük çaplı hava iletim yolları ise bronchiolus olarak adlandırılır (13).

Bronchiolus terminalis, hava ile kan arasında gaz alışverişinin gerçekleşmediği en ince çaplı (<0,5 mm) iletim bronşiolüdür. Bu bronşiolde sonra gelen bronchiolus respiratorius, hem hava iletiminde görev alır hem de alveollerle ilişkili olması sayesinde gaz alışverişinin başladığı ilk bronşiol segmentidir. Bronchiolus respiratorius, sayıları genellikle 2 ila 10 arasında değişen ductus alveolares'e açılır. Her ductus alveolaris, üzüm salkımını andıran yapılardan oluşan saccus alveolaris'ler ile sonlanır (13).

Ductus alveolaris ve onun distalinde yer alan alveoler yapılar dahil olmak üzere tüm bu yapılar primer lobül olarak adlandırılırken; bronchiolus respiratorius ve onun distalindeki yapılar asinüs, bronchiolus terminalis ve onun distalindeki tüm yapılar ise sekonder lobül olarak isimlendirilir (13).



Şekil 3. Asinusun yapısı; Bir terminal bronşiol, ondan dallanan respiratuvar bronşiol, alveoler kanalcıklar (ductuli alveolares) ve alveoller.

2.3.3. Akciğerin ve Bronşial Sistemin Damarları

Akciğerlerin iki farklı kan dolaşım sistemi vardır. Arteria pulmonalis'ler (sinistra ve dextra), sternal seviye hizasında pulmoner trunkustan ayrılır. Arteria pulmonalis'ler akciğerlere deoksijene kan getirirken, a. bronchialis'ler oksijene kan getirirler (8, 13).

Akciğer içinde arterler ve bronşlar eşleşmiş şekilde seyrederek; aynı anda dallanırlar ve birbirine paralel uzanırlar. Her akciğer lobu bir sekonder lobar arter ve bronş çifti tarafından, her bronkopulmoner segment ise bir tersiyer segmental arter ve bronş çifti tarafından beslenir. Bu arterlerin kapiller düzeydeki dalları ile alveoller arasında oksijen ve karbondioksit değişimi gerçekleşir (8, 19).

Arteriae bronchiales; trakeobronşiyal ağaç, akciğerin stromal dokusu, visseral plevra ve pulmoner damarların duvarlarını besler. Sağ tarafta genellikle bir adet, sol tarafta ise iki adet bronşiyal arter bulunur. Sağ bronşiyal arter çoğunlukla üçüncü posterior interkostal arterden; sol bronşiyal arterler doğrudan aorta descendens'ten köken alır (13).

Venae pulmonales, akciğerlerdeki oksijenlenmiş kanı kalbin sol atriyumuna taşır. Pulmoner kapillerlerden başlayan venüller, interlobüler septumlar boyunca birleşerek daha büyük venleri oluşturur. Her bronkopulmoner segment içinde bir pulmoner ven bulunur. Sonuç olarak, her iki akciğerden ikişer adet olmak üzere toplam dört pulmoner ven kalbe döner. Venae bronchiales ise bronşların daha büyük

dallarından başlar. Sağ bronşiyal ven, v. azygos'a; sol bronşiyal ven ise v. hemiazygos accessoria'ya drene olur (19).

Trakeanın üst bölümünü *arteria thyroidea inferior*, trakeanın alt bölümünü ve trakeabronşiyal ağacı ise *arteriae bronchiales* 'ler besler. *Arteriae bronchiales*, *arteria thyroidea inferior*'un dallarıyla anastomoz yapar. Venöz drenaj, *vena thyroidea inferior* ve *venae bronchiales* aracılığıyla sağlanır (19).

2.3.4. Akciğerin İnnervasyonu

Akciğerler ve visseral plevranın sinirleri, *pleksus pulmonalis*lerden köken alır. Bu pleksus parasempatik, sempatik ve visseral afferent lifler içerir. *Parasempatik lifler*, *pleksus pulmonalis*'e *nervus vagus*'tan gelen presinaptik liflerdir. Bu lifler, sinapslarını *pleksus pulmonalis* içindeki parasempatik gangliyon hücreleriyle ve bronş ağacının dalları boyunca yapar. Parasempatik lifler bronkokonstriktör, vazodilatör ve sekretomotor etki gösterir. *Sempatik lifler* ise *pleksus pulmonalis*'e gelen postsinaptik liflerdir. Bu liflerin hücre gövdeleri, sempatik zincirdeki paravertebral sempatik ganglionlarda yer alır. Sempatik lifler bronkodilatasyon, vazokonstriksiyon yapar ayrıca sekresyon aktivitesini inhibe eder. Visseral afferent lifler, otonom fonksiyonların düzenlenmesinde rol alan refleks duyuları ileten ve ağrılı ya da zararlı uyarılara yanıt olarak nosiseptif impulsları taşıyan sinir lifleridir. Pariyetal plevranın innervasyonu ise *nervi intercostales* ve *nervi phrenici* tarafından sağlanır (8).

2.3.5. Akciğer Lenfatik Sistem

Pulmoner lenfatik pleksuslar birbiriyle bağlantılıdır. *Yüzeyel (subplevral) lenfatik pleksus*, visseral plevranın hemen altında yer alır ve akciğer parankimi ile visseral plevradan lenfatik drenaj sağlar. Bu yüzeyel pleksustan çıkan lenf damarları, akciğer hilusundaki *bronkopulmoner (hiler) lenf düğümlerine* drene olur (8).

Derin bronkopulmoner lenfatik pleksus, bronşların submukozasında ve peribronşiyal bağ dokusunda yer alır ve esas olarak akciğer kökünü oluşturan yapıların drenajından sorumludur. Bu pleksustan gelen lenf damarları önce lobar bronşlar boyunca yer alan *intrensek pulmoner lenf düğümlerine* drene olur (8).

Hem yüzeyel hem de derin lenfatik pleksuslardan gelen lenf, *trakeanın bifurkasyonunun* ve ana bronşların *üst ve alt* seviyelerinde yer alan *üst ve alt trakeobronşiyal lenf düğümlerine* taşınır (8).

Sağ akciğerin tüm lenf drenajı sağ trakeobronşiyal lenf düğümlerine, sol akciğerin lenf drenajı ise genellikle sol trakeobronşiyal lenf düğümlerine olur. Ancak sol akciğerin alt lobundan gelen lenfin bir kısmı, karşı tarafa geçerek sağ trakeobronşiyal lenf düğümlerine dökülür (19).

2.3.6. Plevra

Her bir akciğeri ayrı ayrı saran seröz zar yapısına *plevra* adı verilir. Toraks duvarını, mediastinumu ve diyaframın üst yüzünü örten kısım *pleura parietalis*, akciğerlerin dış yüzeyini saran kısım ise *pleura visceralis* olarak adlandırılır. Bu iki tabaka arasında bulunan boşluğa *cavitas pleuralis* denir. Visseral plevra, akciğer fissurlarının içine kadar ilerleyerek her bir lobu birbirinden tamamen ayırır. Parietal plevra, bulunduğu anatomik bölgeye göre adlandırılır ve dört parçadan oluşur. Bu parçalar; *pars costalis*, *pars mediastinalis*, *cupula pleurae* ve *pars diaphragmatica*'dır. Parietal ve visseral plevra *radix pulmoniste* birbirinin devamı hâline gelir (19).

Pleura parietalis'in farklı yüzeylerinden diğer yüzeylere geçiş yaptığı bölgelerde oluşan plevral kıvrımlara veya çıkmazlara *recessus pleurales* adı verilir. Bu çıkmazlar, inspirasyon sırasında genişleyen akciğerin kenarlarının serbestçe hareket etmesine olanak sağlar (13).

Parietal plevra, *a. intercostalis*, *a. thoracica interna* ve *a. phrenica superior* dallarıyla beslenir. Bu bölgeden gelen venöz drenaj ise aynı isimli venlere dökülür. Visseral plevra ise *a. bronchialis* dalları tarafından vaskülerize edilir; venöz kan ise *vena pulmonalis*'ler aracılığıyla drene edilir (19).

Parietal plevranın duyu innervasyonu; *n. intercostalis*, *n. thoracoabdominalis*, *n. subcostalis* ve *n. phrenicus* dalları tarafından sağlanır. Bu sinirler aracılığıyla iletilen dokunma ve ısı gibi uyarılar, pariyetal plevrada ağrı hissine neden olabilir. Visseral plevra ise *plexus pulmonalis* kaynaklı otonom sinirlerle innerve edilir. Visseral plevra'da ağrı duyusu bulunmaz (19).

2.4. Solunum Sistemi Fizyolojisi

Solunumun temel amacı, dokulara oksijen sağlamak ve karbondioksiti uzaklaştırmaktır. Bu amaçla solunum sistemi; hava akımının sağlanması (ventilasyon), gazların alveoller ile kan arasında difüzyonu, oksijen ve karbondioksitin kan ve vücut sıvılarıyla taşınması, solunumun düzenlenmesi ve ventilasyonun kontrolü olmak üzere dört temel işlevi yerine getirir (20).

Normal, sakin solunum temel olarak diyaframın kasılıp gevşemesiyle gerçekleşir. İnspirasyon sırasında diyafram kasılarak akciğerlerin alt kısmını aşağı çekerken; ekspirasyonda diyafram gevşer ve elastik geri çekilme kuvvetleriyle hava dışarı atılır. Ancak derin veya hızlı solunum gerektiğinde, bu kuvvetler yeterli olmaz ve karın kaslarının kasılmasıyla ekspirasyon desteklenir (20).

Plevra basıncı, parietal ve visceral plevra arasındaki sıvının oluşturduğu basınçtır ve genellikle negatif, yani hafif emici özelliktedir. İnspirasyonun başında yaklaşık -5 cm su olan bu basınç, inspirasyon ilerledikçe -7,5 cm suya kadar düşerek akciğerlerin genişlemesini sağlar. Bu negatif basınç sayesinde akciğerler dışı doğru çekilir ve hava dolması sağlanır. Buna karşılık, ekspirasyon sırasında plevra basıncı eski seviyesine döner (20).

Alveol basıncı ise akciğer içindeki hava basıncıdır ve glottis açıkken, hava akışı olmadığı durumda atmosfer basıncına eşittir (0 cm-H₂O). İnspirasyon esnasında alveol basıncı yaklaşık -1 cm suya düşerek havanın akciğerlere girmesini sağlar (20).

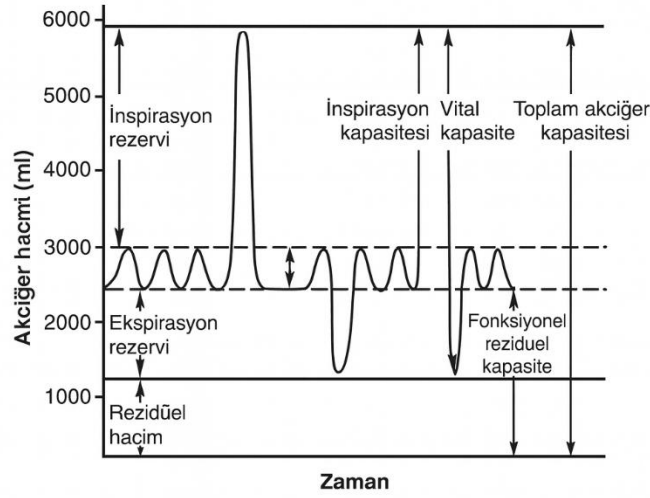
Alveol ve plevra basınçları arasındaki fark ise, transpulmoner basınç olarak adlandırılır. Bu basınç, akciğerlerin genişlemesini sağlayan kuvveti temsil eder. Transpulmoner basınçtaki her birim artışa karşılık akciğerlerin gösterdiği genişleme derecesine akciğer kompliyansı denir (20).

2.4.1. Akciğer Hacim ve Kapasiteleri

Akciğer ventilasyonu, spirometri adı verilen basit ve yaygın bir yöntemle değerlendirilir. Bu değerlendirmeyi kolaylaştırmak amacıyla, akciğerdeki hava hacmi dört temel hacim (tidal hacim, inspiratuar rezerv hacmi, ekspiratuar rezerv hacmi ve rezidüel hacim) ve bunların birleşiminden oluşan dört kapasite (vital kapasite, inspiratuar kapasite, fonksiyonel rezidüel kapasite ve total akciğer kapasitesi) şeklinde sınıflandırılır (20).

Akciğer volümleri, solunum fonksiyonlarının değerlendirilmesinde önemli parametrelerdir. Soluk hacmi (tidal hacim), her normal solunum sırasında akciğerlere giren veya çıkan hava miktarını ifade eder ve erişkin erkeklerde ortalama 500 ml kadardır. İnspirasyon rezerv hacmi, normal bir soluk alımından sonra, maksimum çaba ile alınabilen ek hava hacmidir ve yaklaşık 3000 ml'dir. Ekspirasyon rezerv hacmi, normal bir soluk verme sonrasında, zorlu bir ekspirasyonla çıkarılabilen ilave hava miktarını ifade eder ve ortalama 1100 ml civarındadır. Son olarak, rezidüel hacim, maksimum zorlu bir ekspirasyon sonrasında dahi akciğerlerde kalan hava miktarıdır ve yaklaşık 1200 ml'dir (20).

Akciğer kapasiteleri, farklı volümlerin birleşiminden oluşur ve solunumun kapsamlı değerlendirilmesine olanak sağlar. İnspirasyon kapasitesi, soluk hacmi ile inspirasyon rezerv hacminin toplamıdır ve normal bir ekspirasyon sonrasında alınabilecek maksimum hava miktarını temsil eder (yaklaşık 3500 ml). Fonksiyonel rezidüel kapasite, ekspirasyon rezerv hacmi ile rezidüel hacmin toplamıdır ve normal bir ekspirasyon sonunda akciğerlerde kalan hava miktarını ifade eder (yaklaşık 2300 ml). Vital kapasite, inspirasyon rezerv hacmi, soluk hacmi ve ekspirasyon rezerv hacminin toplamından oluşur; bir kişinin maksimum inspirasyondan sonra zorlu bir ekspirasyonla çıkarabileceği hava miktarını gösterir (yaklaşık 4600 ml). Son olarak, toplam akciğer kapasitesi, vital kapasite ile rezidüel hacmin toplamı olup akciğerlerin alabileceği en büyük hava hacmidir (yaklaşık 5800 ml). Bu kapasite, akciğerlerin maksimum genişleyebilme sınırını belirler (20).



Şekil 4. Normal solunum, zorlu inspirasyon ve zorlu ekspirasyon sırasında akciğer kapasiteleri.

Solunan havanın bir bölümü, gaz değişiminin gerçekleşmediği burun, farinks ve trakea gibi iletilici hava yollarında kalır; bu bölgeyi dolduran havaya ölü boşluk havası denir. Bu hava, alveollere ulaşamadığı ve gaz değişimine katkı sağlamadığı için fonksiyonel açıdan yararsızdır. Ekspirasyon sırasında ise ilk olarak bu ölü boşluktaki hava dışarı atılır, alveollerden gelen hava ise ancak daha sonra atmosfere ulaşır (20).

2.4.2. Pulmoner Sirkülasyon

Fizyolojik açıdan değerlendirildiğinde, vasküler sistemde kanın yeterli şekilde dolaşabilmesi, o sistemin ilk andaki basıncının yeterli düzeyde olmasına bağlıdır. Doku düzeyinde gerçekleşen değiş-tokuş işlevi kapiller damarlarda meydana gelir ve bu işlevin sürdürülebilmesi için, kapillerin arteriyel ucu ile venöz ucu arasında bir basınç farkı bulunmalıdır. Bu fark, kanın akışını sağlayan itici gücü oluşturur. Pulmoner dolaşımında da benzer şekilde, kan akımını etkileyen temel faktörler şunlardır: pulmoner vasküler direnç, arterio-venöz basınç farkı, akciğer hacmindeki değişiklikler, alveoler basınç, yerçekimi, mekanik stres ve hipoksi. Bu faktörler, pulmoner dolaşımın düzenlenmesi ve doku oksijenlenmesinde kritik rol oynar (21).

2.5. İdiyopatik Pulmoner Fibrozis

2.5.1. Tanım ve Epidemiyoloji

İPF, nedeni bilinmeyen, ilerleyici ve geri dönüşümsüz seyirli, yalnızca akciğerleri tutan kronik bir interstisyel pnömonidir (2).

İntersitisyel akciğer hastalıkları (İAH), akciğer parankiminde değişik derecelerde inflamasyon, fibrozis ve yapısal bozulmaya neden olan akut ya da kronik seyirli bir grup hastalıktır (1).

Bu inflamasyon veya fibrozis sonucunda ise gaz değişiminde bozulma, nefes darlığı, azalmış egzersiz toleransı ve yaşam kalitesinde düşüş ile kendini gösterir. Son derece nadir formlardan nispeten yaygın olanlara kadar geniş bir yelpazede 200'den fazla interstisyel akciğer hastalığı tanımlanmıştır (22).

İAH'ler, bilinen nedenlere bağlı hastalıklar, idiyopatik interstisyel pnömoniler, granülomatöz hastalıklar ve diğerleri olarak sınıflara ayrılmıştır (1).

Geçmişte, bu alt tipler arasında net bir ayırım yapılmaması nedeniyle, tümü İPF başlığı altında değerlendirilmekteydi. Ancak Amerikan Toraks Derneği (American Thoracic Society) tarafından yayımlanan bildiri ile birlikte, İPF tanımı revize edilmiş ve yalnızca OİP histopatolojik paterni ile karakterize edilen bir hastalık olarak tanımlanmıştır. Bu yeni tanım günümüzde uluslararası düzeyde kabul görmektedir (3, 23).

İPF, özellikle orta ve ileri yaşlarda (ortalama 65 yaş) ortaya çıkan, erkeklerde kadınlardan daha sık görülen, histopatolojik olarak OİP paterninde seyreden bir idiyopatik interstisyel pnömonidir. Klinik pratikte, en sık ya da ikinci en sık karşılaşılan interstisyel akciğer hastalığıdır (24, 25).

2.5.2. Etiyoloji

Etyolojisi tam olarak aydınlatılamamış olup; hastalığın gelişmesinde rol oynayan risk faktörleri sigara, ilerlemiş yaş, çevresel faktörler, viral enfeksiyonlar, gastroözefajiyal reflü, ilaç maruziyeti ve genetik faktörlerdir. Etiyopatogenez için daha önceleri öncelikle kabul edilen inflamasyon teorisi son yıllarda yerini fibrozisle sonuçlanan yara iyileşmesi teorisine bırakmıştır (2).

2.5.3. Klinik

Ülkemizde yapılan çok merkezli bir çalışmada İPF tanılı hastalarda en sık görülen semptomlar sırasıyla dispne (%85.3) ve öksürük (%80) olarak saptanmıştır (26).

İPF genellikle ilk ortaya çıkan ve en belirgin yakınma olan efor dispnesi; sinisi bir başlangıç gösterir ve zamanla giderek artar (26).

İPF seyri heterojen özellikler göstermektedir. Bazı hastalar klinik olarak uzun süre stabil kalabilirken, bazı olgularda hastalık yavaş ancak sürekli bir progresyon izlemektedir. Diğer bir hasta grubunda ise ani gelişen akut alevlenmelerle hızlı klinik kötüleşme gelişmekte ve mortalite ile sonuçlanmaktadır (27).

Yeni çalışmalarda bildirilen medyan sağ kalım süresi tanı anından itibaren 2 ila 5 yıl arasındadır (28).

İAH tanısında hasta odaklı, sistematik bir yaklaşım gereklidir. Tanı sürecinde ilk adım, kapsamlı bir öykü alınması ve ayrıntılı fizik muayenenin yapılmasıdır. Bunu takiben, önce non-invaziv tanı yöntemleri tercih edilmeli; gerekli durumlarda ise invaziv yöntemler kullanılmalıdır. Tanı sürecinde, öncelikle nedeni bilinen İAH'ları dışlanmalıdır. Bu dışlama tamamlandıktan sonra, İPF tanısı için, HRCT bulguları ile histopatolojik patern birlikte değerlendirilmelidir (1).

2.5.4. Solunum Fonksiyon Testleri ve Karbonmonoksit Difüzyon Testi (DLCO)

İnterstisyel akciğer hastalığı (İAH) olan bireylerde, spirometri ile akciğer hacimleri ve difüzyon kapasitesi ölçümleriyle hastanın akciğer mekaniği, gaz değişim kapasitesi ve egzersize yanıtı değerlendirilir (29).

İAH'lı hastalarda genellikle restriktif tipte bir solunum fonksiyon bozukluğu gözlenmektedir. Bu hastalarda FEV₁ ve FVC değerleri birlikte azalırken, FEV₁/FVC oranı normal ya da yüksek olabilir. Total akciğer kapasitesi (TLC) ve akciğer hacimlerinde azalma dikkati çeker (29).

İAH'da en erken fizyopatolojik değişikliklerden biri, karbonmonoksit difüzyon kapasitesinde (DLCO) azalmadır. Bu parametre, radyolojik bulgular ortaya çıkmadan önce hastalığın tanınmasına olanak sağlayabilir. Ayrıca, difüzyon

kapasitesi hastalığın progresyonunun izlenmesi ve tedaviye yanıtın değerlendirilmesi açısından da önemli bir biyobelirteçtir (29).

2.5.5. Tanı Yöntemleri

HRCT, İAH tanısında merkezi bir rol oynamakta ve özellikle İPF şüphesi bulunan hastaların değerlendirilmesinde kritik öneme sahiptir. Rutin olarak görüntüler sırtüstü pozisyonda ve tam inspirasyonda çekilmektedir (30, 31).

HRCT için temel teknik gereklilikler, volümetrik görüntüleme ve ince kesitli (1,25 mm ve daha ince) rekonstrüksiyondur. Multidedektör helikal tarayıcılar, kısa bir nefes tutma süresinde, bütün toraksın ince kesitler ile volümetrik (hacimsel) olarak taranmasına olanak verir. Volümetrik görüntüleme bütün anormalliklerin tespitini maksimize etmekte ve farklı düzlemlerde görüntülerin rekonstrükte edilmesine olanak tanımaktadır. Anormal bulguları daha iyi ayırt edebilmek için bu kesitler kenar belirginleştirici bir algoritma ile rekonstrükte edilmelidir. Volümetrik tekniğin en büyük dezavantajı, maruz kalınan yüksek radyasyon dozudur. Giderek yaygınlaşan otomatik doz ayarlama sistemleri ve rekonstrüksiyon gibi teknolojiler, tanısal doğruluğu korumak kaydıyla radyasyon dozunu azaltmak açısından makul ve etkili seçenekler olarak değerlendirilmektedir (30, 31).

BT'nin yüksek tanısal doğruluğu nedeniyle; birçok olguda yalnızca klinik ve görüntüleme verilerine dayanarak, cerrahi biyopsiye gerek kalmaksızın İPF tanısı konulabilir. Ancak, OİP pnömoni radyolojik tanısı olguların yaklaşık yarısında güvenle konulabilmektedir; bunun temel nedeni, OİP'in ayırt edici özelliği olan bal peteği görünümünün tanımlanmasındaki belirsizliktir. Kistler veya traksiyon bronşiektazilerinin birleşmesi gibi bazı anormallikler yanlışlıkla bal peteği görünümü olarak yorumlanabilmektedir (32).

Hastaların çoğu klinik kriterleri karşılamasına rağmen, BT bulguları OİP paternini tam olarak karşılamamakta ve bu hastalar genellikle “muhtemel OİP” olarak sınıflandırılmaktadır. Uluslararası kılavuzlar, bu olgularda tanıyı netleştirmek amacıyla akciğer biyopsisi yapılmasını önermektedir. Böylelikle tanı; görüntüleme ve histopatolojik bulguların belirli kombinasyonlarına dayandırılmaktadır (33, 34).

Biyopsi ile konulan OİP tanısı, bazı histopatolojik özelliklerin kombinasyonuna dayanır. Bu tanı için, yapısal bozulma ile birlikte yamalı (heterojen) yoğun fibrozis, subplevral ve paraseptal akciğer parankiminin tutulumu, fibroblast odaklarının varlığı ve alternatif bir tanıyı düşündürecek herhangi bir özelliğin bulunmaması gereklidir. Yapısal bozulma, destrüktif skar dokusu ve/veya bal peteği görünümünü içerebilir. Tüm bu özelliklerin birlikte bulunması, yüksek güvenilirlikle bir OİP paterninin tanımlanmasını sağlar. Öte yandan, “muhtemel OİP” ifadesi, alternatif tanıyı destekleyecek bulguların yokluğunda bu kriterlerden yalnızca bir kısmının saptandığı biyopsi örnekleri için kullanılmaktadır (4).

2.5.6. Radyolojik Bulgular

İdiyopatik pulmoner fibroziste gözlenen tipik HRCT bulguları, OİP paterni olarak adlandırılır. ATS/ERS/JRS/ALAT tarafından 2022 yılında yayımlanan kılavuzda, İPF tanısı için dört tanısıl kategori tanımlanmıştır: bunlar (a) OİP, (b) muhtemel OİP, (c) belirsiz OİP ve (d) alternatif tanıdır (26).

İPF tanısı konulabilmesi için OİP paternine neden olabilecek diğer idiyopatik interstisyel pnömonilerin, otoimmün hastalıkların, ilaçlara bağlı akciğer hastalıklarının ve mesleki ya da çevresel maruziyetlerin dışlanması gereklidir (26).

HRCT'de tipik OİP veya muhtemel OİP paterninin varlığı ve bu paternle ilişkili olabilecek diğer nedenlerin ekarte edilmesi durumunda, multidisipliner bir değerlendirme ile biyopsi yapılmaksızın klinik olarak İPF tanısı konabilir. Ancak, OİP paternine sahip bir hastada bu patern ile ilişkili başka bir hastalık ya da çevresel/mesleki maruziyet söz konusuysa, o hastaya İPF tanısı konulamaz (26).

OİP paterninin radyolojik tanısı için HRCT kriterleri şunlardır: (1) bazal ve subplevral bölgelerde belirgin tutulum, (2) retiküler patern varlığı, (3) traksiyon bronşiektazi eşlik etsin ya da etmesin bal peteği görünümünün bulunması ve (4) OİP paterni ile uyumsuz herhangi bir bulgunun olmamasıdır (35).

Akciğer fibrozisinin varlığı, traksiyon bronşiektazi/bronşiolektazi ve/veya bal peteği görünümünün tanımlanması ile büyük ölçüde güvenilir bir şekilde ifade

edilebilir. Fibrozisin yalnızca akciğerin bazal bölgelerinde sınırlı olması ve kraniokaudal planda keskin bir sınırlanma göstermesi, koronal kesitlerde ise akciğerin lateral kenarlarına doğru anlamlı bir yayılım göstermemesi, “düz kenar” bulgusu (straight-edge sign) olarak adlandırılır. Bu bulgu, fibrozisin alt loblarla sınırlı kaldığını ve üst bölümlere doğru tipik yayılım göstermediğini işaret etmektedir (36, 37).

Fleischner Derneği tanımına göre radyolojik olarak bal peteği görünümü; genellikle subplevral yerleşimli ve 10 mm’den küçük, belirgin duvarlarla çevrili, birbirine bitişik kümelenmiş kistik hava boşlukları, benzer çaplara sahip kistler ve “kistik yapılar” şeklinde tanımlanır (37).

OİP paterninde bal peteği görünümü tipik olarak akciğerin bazal ve periferik bölgelerinde daha belirgindir. Bazen çapları 2,5 cm’ye kadar ulaşabilen bal peteği kistleri, genellikle ortak duvarı paylaşan çok sıralı yapılar şeklindedir. Ancak hastalığın erken dönemlerinde, bu kistik yapılar tek sıralı ve sayıca daha az olabilir (37, 38).

Bal peteği görünümü, traksiyon bronşiektazisi, kistik akciğer hastalıkları ve sentrilobüler amfizem ile karışabilmektedir. Ayrım yapabilmek için ince kesitli aksiyel görüntülerde dilate hava yollarının seyri dikkatle izlenmelidir. Bal peteğinde kistik yapılar kalın duvarlı olup subplevral yerleşimlidir ve genellikle göğüs duvarına paralel bir seyir izler. Amfizemdeki kistler ince duvarlıdır ve genellikle göğüs duvarından daha uzak yerleşim gösterme eğilimindedir (35).

Traksiyon bronşiektazisi ve bronşiolektazisi, sırasıyla bronşial ve bronşioler non-uniform dilatasyondur. Dilate hava yolları kist (bronş) ya da mikrokist (akciğer periferinde bronşiol) olarak izlenmektedir. İPF’de traksiyon bronşiektazisi, bronşioler proliferasyona sekonder gelişmektedir. BT’de traksiyon bronşiektazisinin varlığının fibrotik OİP hastalarında kötü prognozla ilişkili olduğu bildirilmiştir (39-41)

Akciğer interstisyumunda sıvı birikimi, fibrozis ya da hücrel infiltrasyona bağlı olarak retiküler kalınlaşmalar oluşur. Retiküler patern, genellikle intralobüler

interstisyel kalınlaşma sonucunda ortaya çıkar ve 10 mm'den küçük intralobüler ince çizgilenmelerle karakterize ağsı bir görünümündedir. Traksiyon bronşektazisi ile birlikte görüldüğünde, altta yatan fibrozisi düşündürmektedir. Retiküler paterne OİP hastalarında genellikle bal peteği görünümü eşlik eder (37, 38).

Buzlu cam dansiteleri, yaygın bir bulgu değildir ve genellikle ince retiküler patern üzerine süperimpoze şekilde izlenir. Mediastinal ve hiler lenf nodu büyümesi olguların %70–86'sında görülmekte olup, bu lenf nodları tipik olarak 15 mm'den küçüktür. Bal peteği veya traksiyon bronşektazisi ile beraberlik gösteren buzlu cam çoğunlukla fibrozisi temsil eder ve kronik bir süreci yansıtır (38, 42).

Zamansal değişim; HRCT bulgularının şiddeti açısından değerlendirildiğinde, buzlu cam dansite alanları genellikle retiküler opasitelere ilerler, bu opasiteler de zamanla bal peteği görünümüne dönüşür ve bu görünümün yaygınlığı zamanla artar (43).

Histolojik olarak OİP, klinik olarak ise İPF tanısı almış hastaların BT bulguları, yalnızca OİP'ye özgü tipik görüntülerle sınırlı kalmayıp; aynı zamanda nonspesifik interstisyel pnömoni paternine benzer, nonspesifik ya da atipik görüntüler de içerebilmektedir (39).

2.6. Nonspesifik İntersitisyel Pnömoni

2.6.1. Tanım ve Epidemiyoloji

Nonspesifik interstisyel pnömoni (NSİP), ilk kez 1994 yılında tanımlanmıştır. NSİP patogenezinde doku hasarı, immün/inflamatuvar yanıt ve fibrozis yer alır. Akciğerin tutulan tüm bölgelerinde zamansal homojenlik gösteren bir interstisyel pnömonidir. Bu özellikleriyle NSİP, zamansal heterojenlik gösteren ve fibrozis odaklarının düzensiz dağıldığı OİP'den ayırt edilebilir (44, 45).

NSİP, histopatolojik değerlendirmede, bazı olgularda OİP ile birlikte bulunabildiğinden; hipersensitivite pnömonisi gibi diğer hastalıklara benzerlik

gösterebildiğinden, doğru tanı konulabilmesi için klinik, radyolojik ve patolojik bulguların birlikte ele alındığı multidisipliner bir yaklaşım gerekmektedir(46-48).

NSİP, idiyopatik interstisiyel pnömoniler arasında OİP sonra en sık görülen formdur ve tüm idiyopatik interstisiyel pnömoni vakalarının yaklaşık %14-36'sını oluşturur (48).

NSİP genellikle 40–50 yaşlarında görülür; bağ doku hastalıklarıyla sık ilişkilendirilmesi nedeniyle kadınlarda prevalansı daha yüksektir. Buna karşın, idiyopatik formunda kadın ve erkekler arasında görülme sıklığı açısından belirgin bir fark yoktur; her iki cinsiyette de eşit oranda rastlanır (49, 50).

2.6.2. Etiyoloji

Etiyolojide bağ doku hastalıkları, organik tozlar, çeşitli çevresel maruziyetler ve geçirilmiş akut akciğer yaralanması gibi farklı faktörler rol oynamaktadır. Ancak biyopsi bulguları bazen bu altta yatan nedenlerle ilişkili olmayan, farklı bir patolojiden kaynaklanıyor olabilir (46, 51).

Bağ doku hastalıklarında, OİP yerine sıklıkla NSİP paterni görülür. Özellikle progresif sistemik skleroz, polimiyozit/dermatomiyozit ve Sjögren sendromu gibi bağ doku hastalıklarında en sık karşılaşılan interstisiyel pnömoni formu NSİP'dir(49, 50).

OİP'nin aksine, NSİP'nin tütün kullanımıyla doğrudan bir ilişkisi bulunmamaktadır(49).

2.6.3.Klinik

Hastalık genellikle sıradan ve özgül olmayan klinik bulgularla ortaya çıkar. Sinsi başlangıçlı ve yavaş seyirli bir tablo izler. En sık görülen semptomlar, giderek artan kuru öksürük ve eforla ortaya çıkan solunum güçlüğüdür. Hastaların şikayetlerinin süresi ortalama olarak 8 ay civarındadır (48, 49).

2.6.4.Radyolojik Bulgular

Zamansal ve uzaysal homojenlik, NSİP'in en karakteristik ve ayırt edici özelliğidir. NSİP'in, spesifik bir görüntüleme bulgusu bulunmamaktadır. NSİP olgularının yaklaşık %10'unda herhangi bir radyolojik bulguya rastlanmayabilir. Radyolojik değerlendirmede; NSİP'de sık karşılaşılan bulguların yanı sıra eşlik eden, farklı nitelikteki bulguların birlikte değerlendirilmesi tanıya ulaşmada yardımcı olur (46, 49).

NSİP'de tutulum genellikle orta-alt akciğer zonlarında, akciğer periferinde, subplevral bölgelerde ve çoğunlukla simetriktir. Üst akciğer zonlarında belirgin tutulum olması, hipersensitivite pnömonisi gibi farklı tanıları akla getirmelidir. Benzer şekilde, tek taraflı akciğer tutulumu NSİP ile uyumlu değildir ve bu durum da ayırıcı tanı açısından dikkate alınmalıdır (46).

Hemen tüm hastalarda görülen ve en sık karşılaşılan radyolojik bulgu ince kesit BT'de, tek başına ya da konsolidasyon alanlarıyla birlikte bulunan, yama tarzında ya da yaygın dağılım gösteren buzlu cam infiltrasyonudur (46, 48, 50, 52).

Amerikan Toraks Derneği'ne ait bir rapora göre, NSİP'nin görüntüleme bulguları arasında alt akciğer zonlarında baskın olarak izlenen retiküler opasiteler, buna eşlik eden traksiyon bronşiektazi ve lobar volüm kaybı yer almaktadır. HRCT incelemelerinde olguların %92'sinde (67 olgunun 62'sinde) alt zon tutulumu saptanmış; %46'sında lezyonlar periferik dağılım göstermiş, %47'sinde ise tutulum diffüz bir paternle izlenmiştir. Olguların büyük çoğunluğunda (%87) retiküler patern, %82'sinde traksiyon bronşiektazisi ve %77'sinde volüm kaybı mevcuttur (52).

Periferik buzlu cam infiltrasyonu ve konsolidasyon alanlarında izlenebilen "subplevral korunma" bulgusu, NSİP tanısını destekleyici bir radyolojik işaret olarak kabul edilir. Ancak bu bulgu, olguların yalnızca yaklaşık %30'unda görülür. Ayrıca, organize pnömoni (OP), alveoler proteinoz, diffüz alveoler kanama gibi farklı klinik durumlarda da ortaya çıkabileceğinden, NSİP'ye özgü bir bulgu değildir (53).

Buzlu cam dansitelerine sıklıkla eşlik eden bulgulardan biri, traksiyon bronşiektazisi veya bronşioloektazisidir. Bu durum, altta yatan fibrozisin ve buna bağlı gelişen yapısal akciğer bozulmasının bir göstergesidir. İzlemde buzlu cam dansiteleri geriler ya da değişmeden kalabilir. Buzlu cam dansitelerindeki azalma genellikle fonksiyonel iyileşmeye işaret etmektedir (47, 49).

NSİP’de görülen bir diğer önemli bulgu, tutulum gösteren akciğer bölgelerinde ince retiküler infiltrasyondur. Bu alanlar içerisinde nadiren ve hafif düzeyde bal peteği görünümü izlenebilir. Bu yönüyle NSİP, OİP’den ayrılır; çünkü OİP’de bal peteği oluşumu yaygın ve belirgin iken, NSİP’de bu bulgu az sıklıkta görülmektedir (49).

Buzlu cam infiltrasyonu ve retiküler patern gibi tüm radyolojik bulgular, bronkovasküler bantlar boyunca uzanma eğilimindedir (47, 49).

NSİP’de yer yer konsolidasyon alanları izlenebilir ve bu bulgular genellikle retiküler patern ve buzlu cam dansitelerine eşlik eder. Tek başına konsolidasyon bulgusu, NSİP için beklenen bir durum değildir; görüldüğünde OP, eozinofilik pnömoni gibi diğer tanılar da düşünülmelidir. Traksiyon bronşiektazi eşliğinde izlenen kronik konsolidasyonlar ise, NSİP’ye OP’nin eşlik ettiği durumları düşündürmelidir (48).

NSİP için en tanımlayıcı radyolojik bulgu buzlu cam infiltrasyonu, OİP için en tanımlayıcı bulgu ise bal peteği görünümüdür. Bir meta-analizde; radyolojik tutulum açısından bal peteği görünümünün NSİP’de OİP’ye göre; anlamlı düzeyde az, buzlu cam infiltrasyonunun ise anlamlı düzeyde fazla olduğu gösterilmiştir (28, 48).

Benzer şekilde, santral ve peribronkovasküler tutulum ile yaygın tutulum paternlerinin NSİP’de daha sık gözlemlendiği belirlenmiştir. Ayrıca, subplevral korunma bulgusu ve konsolidasyon varlığı da NSİP lehine bulgular olarak tanımlanmıştır (28).

Özellikle bal peteği bulgusu, OİP ile NSİP ayrımında hâlen en özgül radyolojik belirteçtir. Ancak unutulmamalıdır ki, NSİP hastalarının zamanla bal

peteği görünümü geliştirebileceği ve bu paternin O P’e evrilebileceği olasılığı göz önünde bulundurulmalıdır (28, 54).

2.7.Sarkopeni

2.7.1. Tanım

Sarkopeni, "kas yetmezliği" ile karakterize patolojik bir durumdur. Kas gücü kaybı ile birlikte kas kütlesi ve fonksiyonunda ilerleyici kayıp sonucu fiziksel işlevlerde azalma ve buna bağlı olarak engellilik, düşme ve mortalite riskinde artış olarak tanımlanır (5).

25 yaşından itibaren, kas liflerinin boyutu ve sayısında kademeli bir azalma başlamakta; 80 yaşına gelindiğinde ise kas kütlesinde yaklaşık %30 kayıpla sonuçlanmaktadır (55).

Belirli bir eşik değerin üzerinde, yaşa bağlı kas kaybı anormal kabul edilir. Bu durumu tanımlamak için “sarkopeni” terimi ilk kez  rwin Rosenberg tarafından ortaya atılmıştır (56).

Klinik uygulamada en yaygın olarak kullanılan tanısıl algoritmalar, EWGSOP2 (Avrupa Yaşlılarda Sarkopeni  alışma Grubu 2) ve AWGS (Asya Sarkopeni  alışma Grubu) kriterleridir (57).

2.7.2. Epidemiyoloji

Çok sayıda araştırmada sarkopeni prevalansının, hastaların demografik ve klinik özelliklerine bağlı olarak %0,1 ile %85,4 arasında değişebildiği bildirilmiştir (58, 59).

Sarkopeni prevalansı, tanıda kullanılan tanımlara ve kriterlere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Sarkopeni, sıklıkla birden fazla patoloji ve komorbidite ile ilişkili olduğundan bu durum, sarkopeni prevalansının doğru bir şekilde ölçülmesini zorlaştırabilmektedir (58, 60).

2.7.3. Etiyoloji

Sarkopeninin, yaşlanmanın kas dokuları üzerindeki etkisinin bir sonucu olarak ortaya çıktığı düşünülebilir. İntrensek (yaş ilişkili) mekanizmalar dışında çeşitli ekstrensek ve davranışsal faktörler de sarkopeninin gelişiminde ve/veya ilerlemesinde önemli rol oynamaktadır (6).

Bu faktörler; kasın kullanılmamasına bağlı atrofi, fiziksel aktivite eksikliği, yetersiz beslenme (malnütrisyon), eşlik eden hastalıklar (komorbiditeler) ve kronik inflamatuvar süreçlerdir (6).

Kronik hastalık ilişkili sarkopeni ilerleyici olmakla birlikte, bu kayıplar doğrusal değildir ve yaşlanmada görülen değerlere göre oldukça yüksektir (7).

2.7.4. Sarkopeni Tanısında Kullanılan Yöntemler

Kas kuvvetinin el kavrama testi veya sandalyeden kalkma testi ile değerlendirilmesi önerilmektedir (7).

Fiziksel performansın değerlendirilmesinde ise yürüme hızı, kısa fiziksel performans bataryası (SPPB) testi, Timed Up and Go testi veya 400 metre yürüme testi kullanılabilir (7).

Kas kütlesi ise Biyoelektrik Empedans Analizi (BIA), Dual enerji X-Ray absorpsiyometri (DEXA), manyetik rezonans görüntüleme (MRG) veya bilgisayarlı tomografi (BT) ile ölçülebilir. Ayrıca, ultrasonografi de kas değerlendirmesinde kullanılabilecek yöntemlerden biri olarak belirtilmektedir (7).

Biyoelektrik Empedans Analizi (BIA):

Kas kütlesi ölçümünde güçlü bir şekilde desteklenmemekle birlikte; taşınabilirliği, uygun maliyeti ve erişilebilirliği sayesinde uygulanabilir bir yöntem olarak görülmektedir (7).

BIA, vücut üzerinden düşük amperli elektrik akımı geçirilmesi prensibine dayanır. Elektrik akımı vücut suyundan iletiildiği için empedans, toplam vücut suyu ile ters orantılıdır ve bu durum, vücuttaki en fazla su içeren doku olan toplam kas kütleinin hesaplanmasına olanak sağlar (61).

BIA sonuçlarının MRG ile uyumlu olması nedeniyle DEXA'ya alternatif olarak kullanılabilir (61, 62)

Dual enerji X-Ray absorpsiyometri (DEXA):

Dual enerji X-Ray absorpsiyometri, vücut tarafından iki farklı enerjideki X-ışınlarının nispi zayıflatılmasını ölçer. Ölçüm süresi kısa olup radyasyon maruziyeti minimaldir (63).

Ölçüm sırasında 40 ve 70 keV enerjili iki farklı X-ışını kullanmaktadır (64).

DEXA, yağ dokusu, kemik minerali ve yağsız doku olmak üzere üç bileşenli bir vücut kompozisyonu modeli oluşturur. Bölgesel analiz yapabilme özelliği sayesinde özellikle ekstremiteler yağsız dokusu ve vücut yağ dağılımını değerlendirmeye olanak tanır. Bu sayede hem toplam kas kütlesi, hem de tüm ekstremitelerin kas kütleinin toplamı olan appendiküler kas kütlesi ölçülebilir (63).

Yapılan ölçümler, BT ve MRG ile elde edilen ölçümlerle iyi düzeyde uyum göstermektedir (64).

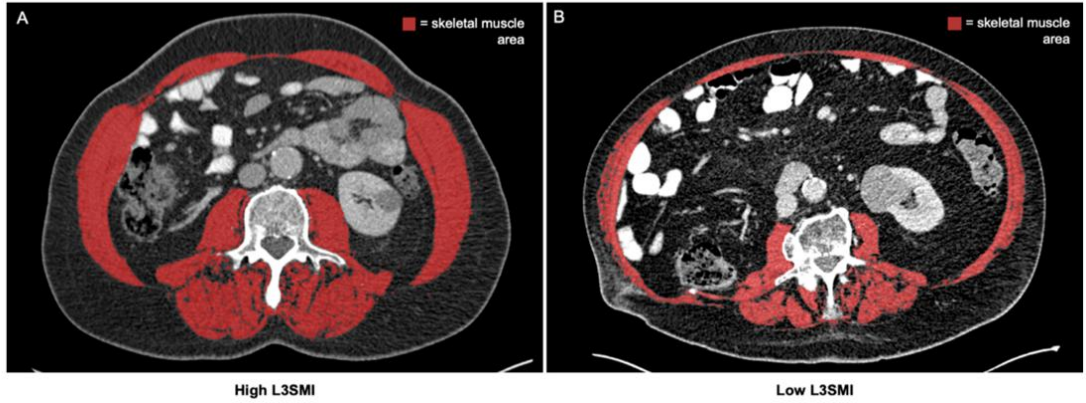
Bilgisayarlı tomografi (BT):

BT'nin farklı hasta gruplarında yaygın olarak kullanılması, BT kullanımının artmaya devam edecek olması ve BT kullanılarak tekrarlanabilir şekilde kantitatif doku ölçümleri yapılabilmesi nedeniyle; BT vücut kompozisyonunu değerlendirmek için altın standart yöntem olarak kabul edilmektedir (65, 66).

BT'nin en önemli dezavantajı radyasyon maruziyeti olduğundan BT'nin başka bir nedenle ihtiyaç duymayan hastalarda sarkopeni tarama aracı olarak önerilmesi zordur (67).

Tüm vücut iskelet kası kütlesini tahmin etmenin en basit ve en hızlı yollarından biri, üçüncü (L3) veya dördüncü (L4) lomber vertebra düzeyinde psoas kası veya abdominal kas kütlesinin enine kesit alanlarını hesaplamaktır (67).

Abdominal BT aksiyel kesitlerinde farklı düzeylerde rektus abdominis, transversus abdominis, internal ve external oblikler, quadratus lumborum, psoas major ve minor ile erector spinae kasları değerlendirilebilir (68).



Şekil 5. Aksiyel BT kesitlerinde toplam iskelet kası alanının belirlenmesi. A. Sarkopenik olmayan, B. Sarkopenik olan hastalara ait görüntüler (69).

Tek bir BT kesitinden elde edilen veriler ile tüm vücut yağ dokusu ve iskelet kası miktarı arasında güçlü bir korelasyon olduğu gösterilmiştir. Kas dokusunun tanımlanmasında genellikle 29–150 HU aralığı eşik değer olarak kullanılırken, yağ dokusu için bu değerler –30 ila –190 HU arasında değişmektedir. BT ile kas içi yağ varlığı; kas içindeki yağlı alanların doğrudan tanımlanması veya miyosteatoza bağlı olarak kasın ortalama HU atenuasyonundaki azalma ile iki şekilde değerlendirilebilmektedir.

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG):

Kas ve yağ dokusundaki proton sayılarının farklılığı, çeşitli anatomik bölgelerde kas kesit alanının (CSA) değerlendirilmesinde yüksek kontrast çözünürlüğü ve doğruluk sağlar (70, 71).

MRG, esas olarak araştırma amaçlı kullanılmıştır; bu nedenle yerleşmiş ve onaylanmış görüntüleme protokolleri, referans veriler ve eşik değerler bulmak zordur (72).

MRG'nin en önemli avantajı iyonizan radyasyon içermemesidir. Fakat MRG'nin klinik olarak diğer yerleşik tekniklere göre üstünlüğünün net olmaması, protokol standardizasyonunun bulunmaması, yüksek maliyetler ve zorlu post-proses işlemleri, sarkopeni değerlendirmesinde yaygın kullanımını sınırlandırmaktadır (73).

Ultrasonografi (US):

Ultrasonografi (US), kullanım kolaylığı, tekrarlanabilirliği, iyonizan radyasyon içermemesi, taşınabilirliği ve erişilebilirliği gibi avantajları nedeniyle yaygın olarak kullanılan pratik bir tanısal araçtır (74).

US, hem kas miktarını hem de kas kalitesini değerlendirmek için kullanılabilir. US ile kas kalınlığı (MT), enine kesit alanı (CSA), eko yoğunluğu (EI), pennasyon açısı (PA), fasikül uzunluğu (FL), fizyolojik enine kesit alanı (PCSA) ve elastografi parametreleri değerlendirilebilir. Özellikle kuadriseps femoris kas ölçümü, bu kas grubunda kas kalınlığının diğer kaslara kıyasla daha hızlı azalma göstermesi nedeniyle klinik değerlendirmelerde tercih edilmektedir (74, 75).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Müdahale Olmayan Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu 12.12.2024 tarihli ve 24-MOBAEK-010 kayıt numaralı onayı sonrası başlanmıştır.

Çalışmamıza Ocak 2022-Haziran 2024 tarihleri arasında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesinde klinik incelemeler için HRCT veya Toraks BT çekilen ve görüntülemelerinde OİP, muhtemel OİP veya NSİP paterni tespit edilen 45-90 yaş aralığında 150 hasta; ve aynı tarih aralığında herhangi bir nedenle Toraks BT çekilen ve normal olarak değerlendirilen benzer yaş grubundaki 50 hasta olmak üzere toplam 200 hasta dahil edilmiştir.

Çalışmaya görüntüleri artefaklı olan, kanser tanısı alan ve akciğer tutulum paterni hakkında net yorum yapılamayan hastalar dahil edilmemiştir.

Hastalar supin pozisyonunda yatırılarak aksiyal görüntüler elde edilmiştir. Çalışmamızda 128 detektörlü BT (GE Healthcare Optima CT 660) cihazıyla helikal tarama ile elde edilen görüntüler kullanılmıştır.

Çekim protokolünde kullanılan parametreler HRCT için; kesit kalınlığı: 1.25 mm, kolimasyon: 0.625 mm, rotasyon zamanı: 0.5 sn, Pitch: 0.98, FOV: 360 mm, kV: 120 , mA: 79 ve Toraks BT için; kesit kalınlığı: 1.25 veya 2.5 mm, kolimasyon: 0.625 mm, rotasyon zamanı: 0.5 sn, Pitch: 1.375 , FOV: 384 mm, kV: 120 , mA: 216 idi.

Görüntüler ünitemizde mevcut olan görüntü paylaşım sistemi Sectra IDS7 PACS (resim arşivleme ve iletişim sistemi) üzerinden retrospektif olarak değerlendirildi. Değerlendirme en az 3.5 yıllık radyoloji deneyimi olan aynı uzmanlık öğrencisi tarafından yapıldı.

Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş ve cinsiyet bilgileri kaydedildi.

Hastaların Sectra IDS7 PACS'ta aksiyal mediasten penceresi görüntüleri üzerinden elde olunan reformat kesitlerde yine aksiyel görüntüler üzerinden üst kesit

T12 vertebra ve alt kesit L1 vertebra transvers proçes orta kesimleri düzeyinden, unilateral olarak erector spina kas grubu manuel olarak işaretlenmiş ve bu düzeyler arasındaki kas grubu için manuel hacim ölçümü yapılmıştır. Ayrıca L1 vertebra transvers proçesleri düzeyinde erector spina kas grubunun unilateral olarak region of interest (ROI) alanı ile manual olarak işaretleme yapılarak HU cinsinden ortalama dansite değerleri ölçülmüştür. Kas yapıları belirleyebilmek için radyoloji PACS sisteminde -29 ile 150 HU aralığı seçilmiştir.

Tüm veriler bilgisayar ortamında SPSS 26.0 paket programı kullanılarak analiz edildi. Değişkenler, frekans “n”, yüzde “%”, aritmetik ortalama “ $\bar{X}$ ”, standart sapma “Ss” ve min-max. olarak özetlendi. Kategorik veriler Ki-Kare testi ile karşılaştırıldı. Sürekli verilerin normal dağılıma uygunlukları değerlendirmek için Kolmogorow-Smirnow testi kullanıldı. Normal dağılım gösteren sürekli değişkenlerin analizinde gruplar arasındaki farklılığı belirlemek için bağımsız ikili gruplarda Bağımsız Gruplarda T Testi, bağımsız ikiden fazla gruplarda One Way Anova analizi kullanıldı. Çalışmada istatistiksel olarak anlamlılık düzeyi anlamlılık testlerinde $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmamıza dahil edilen 200 hastadan 85'i kadın (%42,5), 115'i ise erkek(%57,5) idi. Bireylerin yaş ortalaması $69,21 \pm 8,7$ yıl idi. Hastalar yaşları açısından 65 yaş ve altı ile 65 üstü olmak üzere iki gruba ayrıldı. 67 hasta ≤ 65 yaş iken (%33,5), 133 hasta >65 yaş idi (% 66,5) (Tablo 1).

Tablo 1. Tanımlayıcı değerler

	N	%
Yaş grubu		
≤ 65	67	33,5
>65	133	66,5
Cinsiyet		
Kadın	85	42,5
Erkek	115	57,5
Yaş(ort. $\pm$ ss)	$69,21 \pm 8,7$	

Çalışmadaki bireylerin kas volümü $83,44 \pm 27,2$ ve L1 düzeyinde ortalama kas dansitesi ise $34,48 \pm 14,8$ olarak tespit edildi (Tablo 2).

Tablo 2. Bireylerin kas volümü ve dansite değerleri.

	Ort. $\pm$ Ss	Min-max.
Kas Volümü	$83,44 \pm 27,2$	(16,3-175)
L1 düzeyi ortalama kas dansitesi	$34,48 \pm 14,8$	(66,65—40,8)

Cinsiyete göre hasta grupları açısından anlamlı fark mevcuttu ($p=0,003$). Bu farkın kaynağına bakıldığında ise OİP grubunda diğerlerine göre erkek oranının kadınlardan daha fazla olduğu görüldü. Yaş gruplarına göre ise gruplar açısından anlamlı bir farklılık saptanmadı ($p=0,14$) (Tablo 3).

Tablo 3. Cinsiyete ve yaşa göre çalışma gruplarının karşılaştırılması.

	OİP		Muhtemel OİP		NSİP		Kontrol		P
	N	%	N	%	N	%	N	%	
Yaş grubu									
≤65	17(a,b)	34	11(b)	22	17(a,b)	34	22(a)	44	0,14
>65	33(a,b)	66	39(b)	78	33(a,b)	66	28(a)	56	
Cinsiyet									
Kadın	10(a)	20	25(b)	50	25(b)	50	25(a)	50	0,003
Erkek	40(a)	80	25(b)	50	25(a)	50	25(b)	50	

Yaş grupları arasında kas volümü açısından anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ($p=0,068$). L1 düzeyi ortalama kas dansite değerleri için ise anlamlı bir farklılık mevcut ($p<0,001$) olup 65 yaş üstünün dansite değerinin daha düşük olduğu görüldü (Tablo 4).

Tablo 4. Yaş gruplarına göre kas volümü ve dansite değerlerinin karşılaştırılması

	Yaş grubu		P
	≤65	>65	
	Ort.±Ss	Ort.±Ss	
Kas Volümü	88,39±26,6	80,94±27,3	0,068
L1 düzeyi ortalama kas dansitesi	39,88±16,0	31,76±13,4	<0,001

Kadın ve erkek cinsiyetleri arasında kas volümü ve L1 düzeyi ortalama kas dansiteleri açısından anlamlı bir farklılık mevcuttu ($p<0,001$, $p<0,001$). Erkeklerde kas volümü ve ortalama kas dansitesinin daha yüksek olduğu görüldü (Tablo 5).

Tablo 5. Cinsiyete göre kas volümü ve dansite değerlerinin karşılaştırılması.

	Cinsiyet		
	Kadın	Erkek	P
	Ort.±Ss	Ort.±Ss	
Kas Volümü	75,34±22,0	89,42±29,2	<0,001
L1 düzeyi ortalama kas dansitesi	29,93±13,4	37,84±14,9	<0,001

Çalışma grupları arasında kas volümü açısından anlamlı bir farklılık mevcuttu ($p<0,001$). Farkın kaynağına bakıldığında OİP grubu hastalarında NSİP ve kontrol gruplarına göre kas volümünün anlamlı derece daha düşük olduğu ($p<0,001$, $p<0,001$), Muhtemel OİP grubu hastalarında NSİP ve kontrol grubuna göre kas volümünün anlamlı derece düşük olduğu ($p=0,001$, $p<0,001$) ve NSİP grubu hastalarında da kontrol grubuna göre kas volümünün anlamlı derece düşük olduğu saptandı ($p=0,002$).

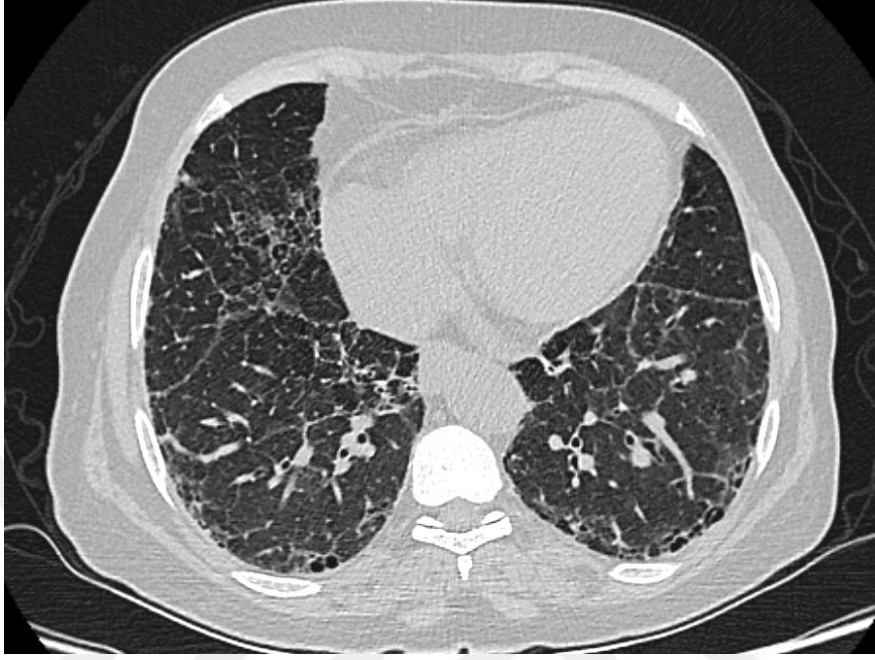
Gruplar arasında L1 düzeyi ortalama kas dansitesi yönünden anlamlı bir farklılık tespit edildi ($p<0,001$). Farkın kaynağına bakıldığında OİP grubu hastalarında kontrol grubuna göre ortalama kas dansitesinin anlamlı derecede daha düşük olduğu ($p<0,001$), muhtemel OİP grubu hastalarında ortalama kas dansitesinin NSİP ve kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük olduğu ($p=0,022$ ve $p<0,001$) ve NSİP grubu hastalarında ortalama kas dansitesinin kontrol grubuna göre düşük olduğu ($p=0,008$) görüldü (Tablo 6).

Tablo 6. Çalışma gruplarının kas volümü ve dansite açısından karşılaştırılması.

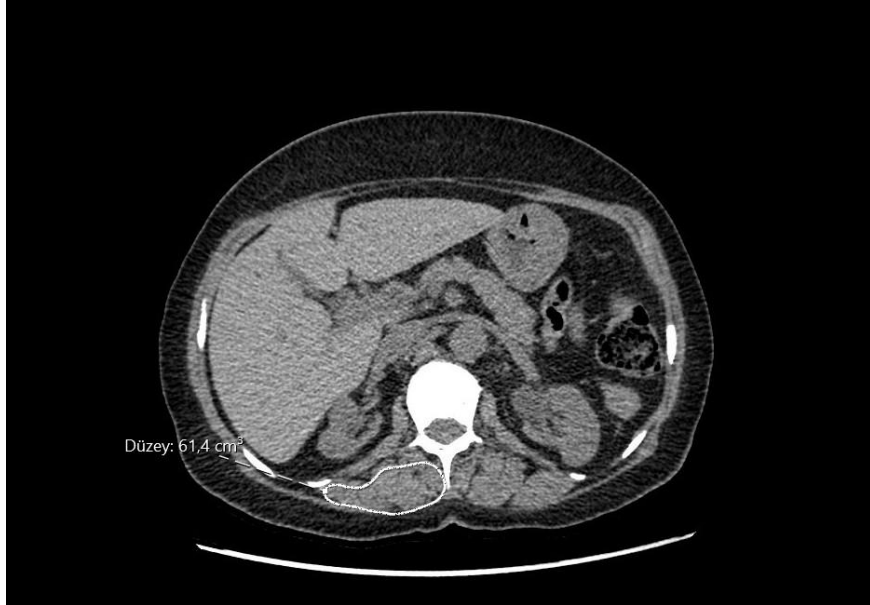
	OİP	Muhtemel OİP	NSİP	Kontrol	P
	Ort.±Ss	Ort.±Ss	Ort.±Ss	Ort.±Ss	
Kas Volümü	69,09±22,6	71,14±22,2	88,44±22,0	105,08±25,5	<0,001
L1 düzeyi ortalama kas dansitesi	31,18±15,9	27,42±14,5	35,27±12,1	44,04±11,08	<0,001

5. ÖRNEK VAKALAR

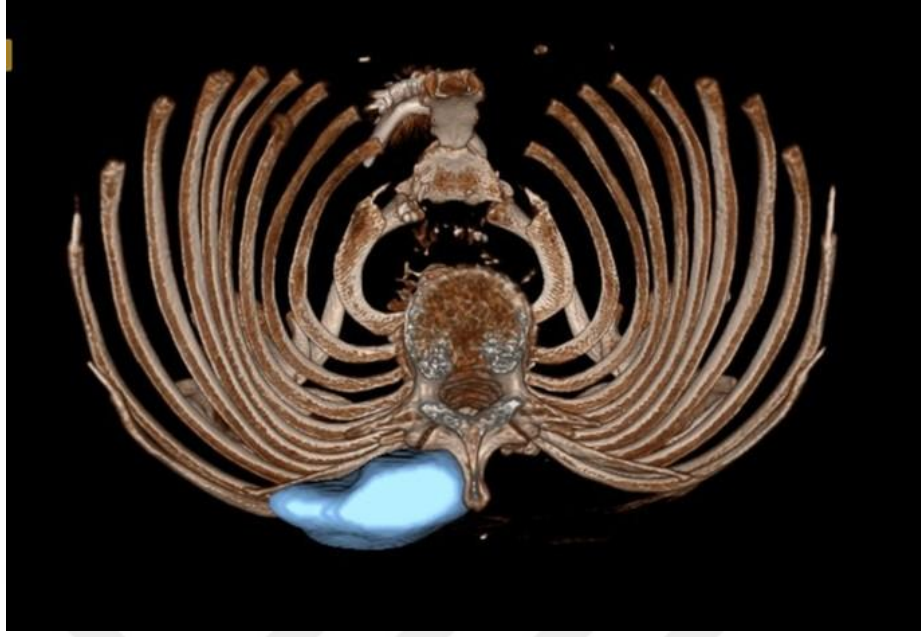
Örnek Vaka 1. 67 yaş kadın hasta OİP paterni ile takipli.



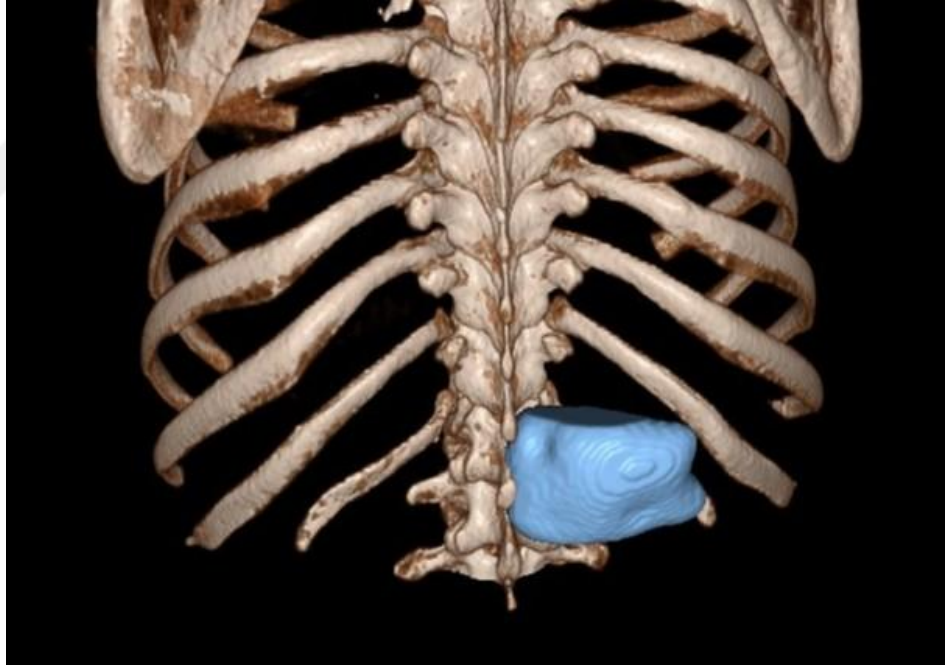
Şekil 6. Hastaya ait aksiyel kesit. Her iki akciğer alt loblarında heterojen yerleşimli subplevral alanlarda daha belirgin retiküler dansiteler ve bal peteği kistlerine ait görünümeler.



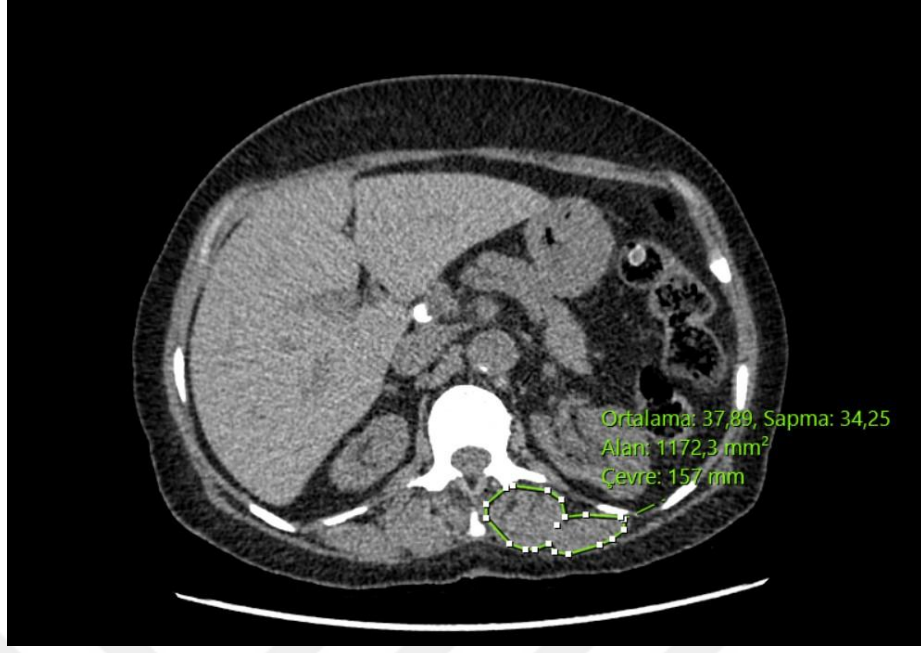
Şekil 7. MPR Aksiyel görüntü T12-L1 vertebra düzeyi manuel kas volümü ölçümü.



Şekil 8. Erektor spinae kas grubu 3D volümetrik aksiyel planda görünümü.

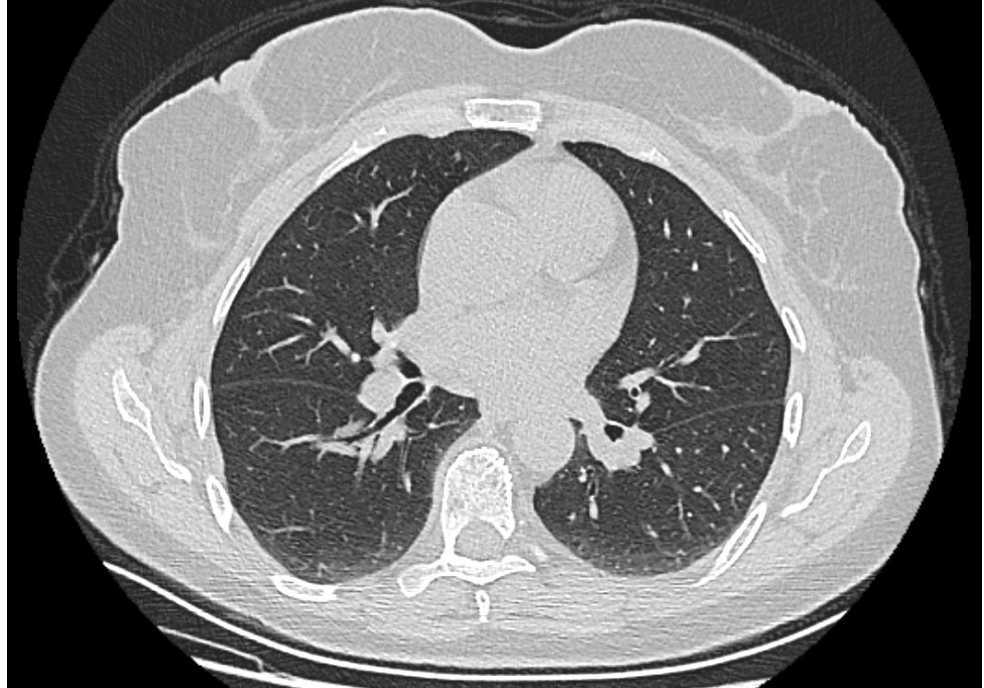


Şekil 9. Erektor spinae kas grubu 3D volümetrik koronal planda görünümü.

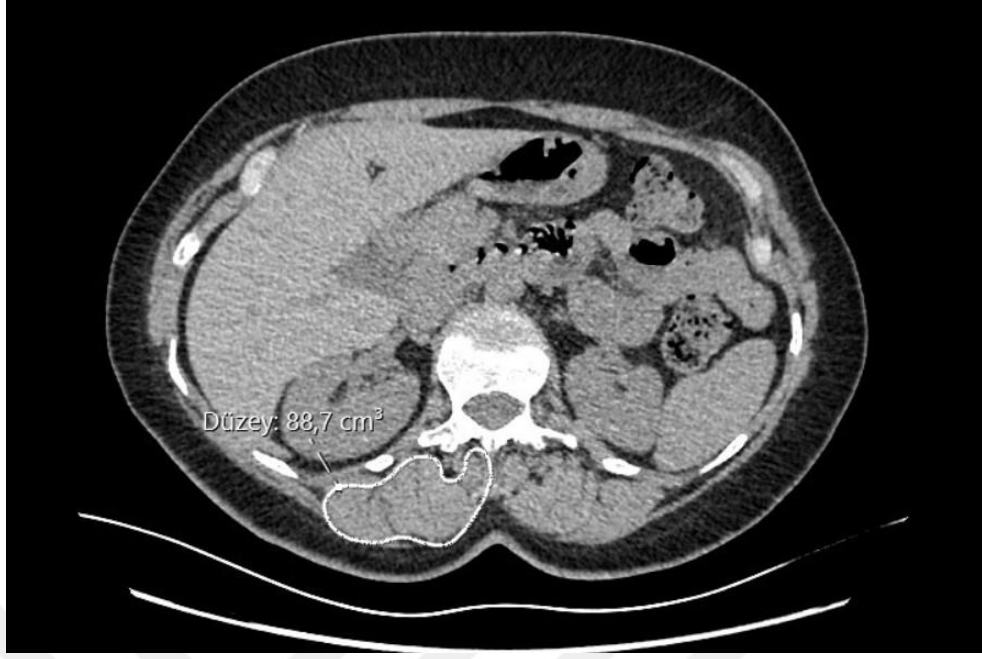


Şekil 10. Erektor spinae kas grubu L1 düzeyi ortalama kas dansitesi ölçümü.

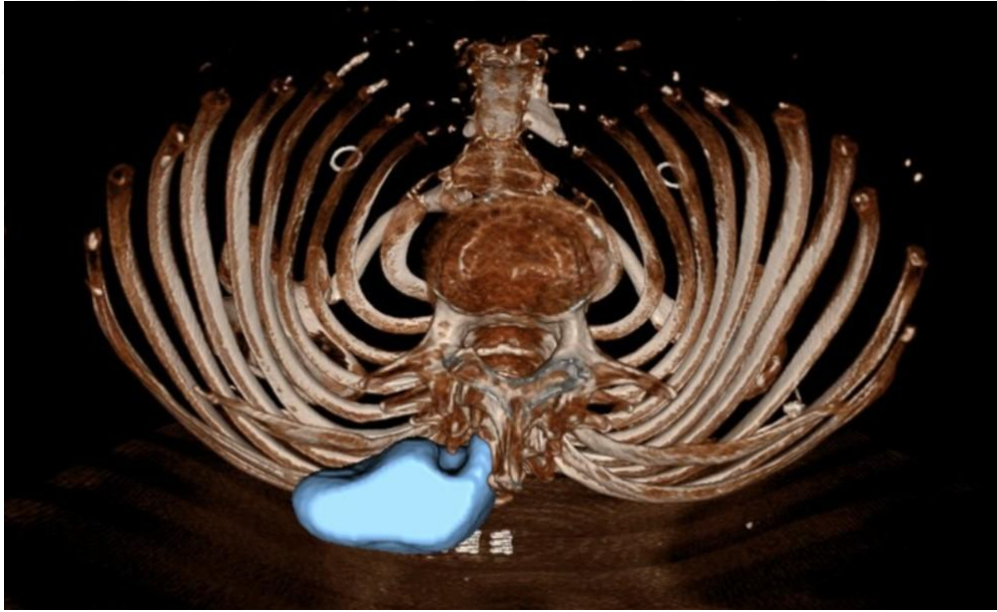
Örnek Vaka 2. Romatolojik hastalık şüphesiyle görüntülemesi yapılan 59 yaş kadın hasta.



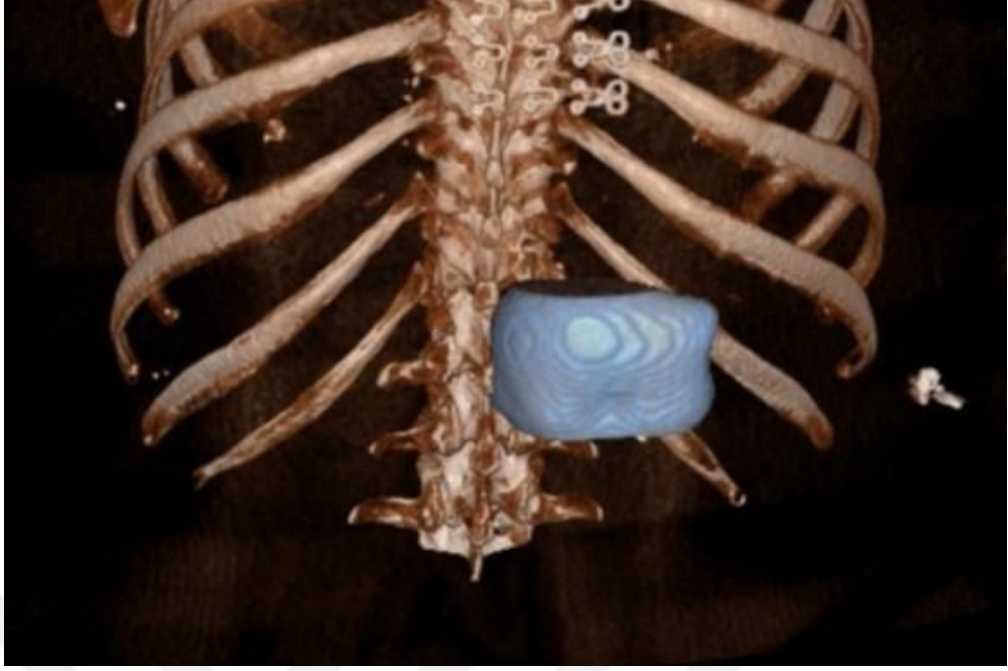
Şekil 11. Hastaya ait normal olarak yorumlanan HRCT görüntüsü, aksiyel kesit.



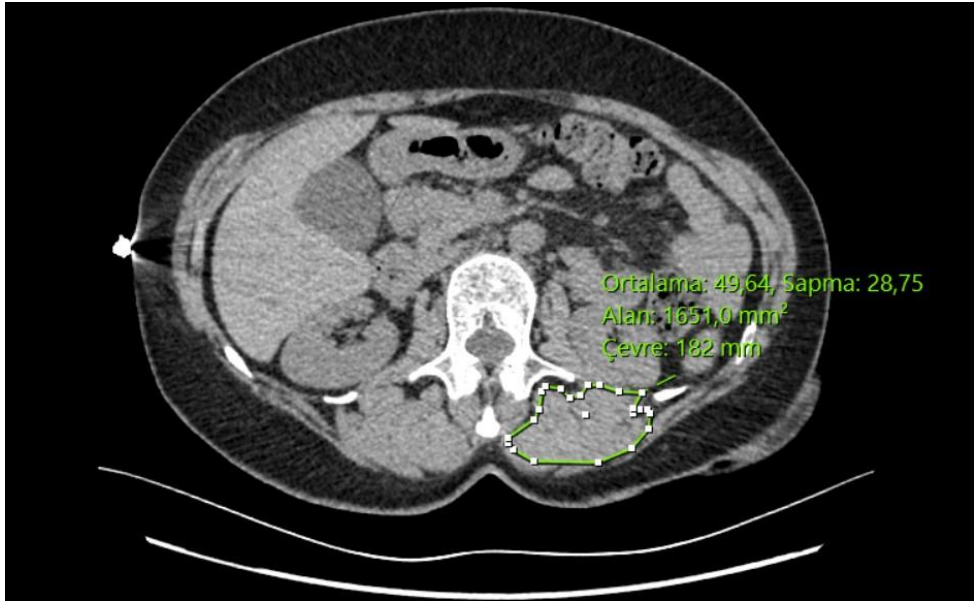
Şekil 12. MPR Aksiyel görüntü T12-L1 vertebra düzeyi manuel kas volümü ölçümü.



Şekil 13. Erektor spinae kas grubu 3D volümetrik aksiyel planda görünümü.

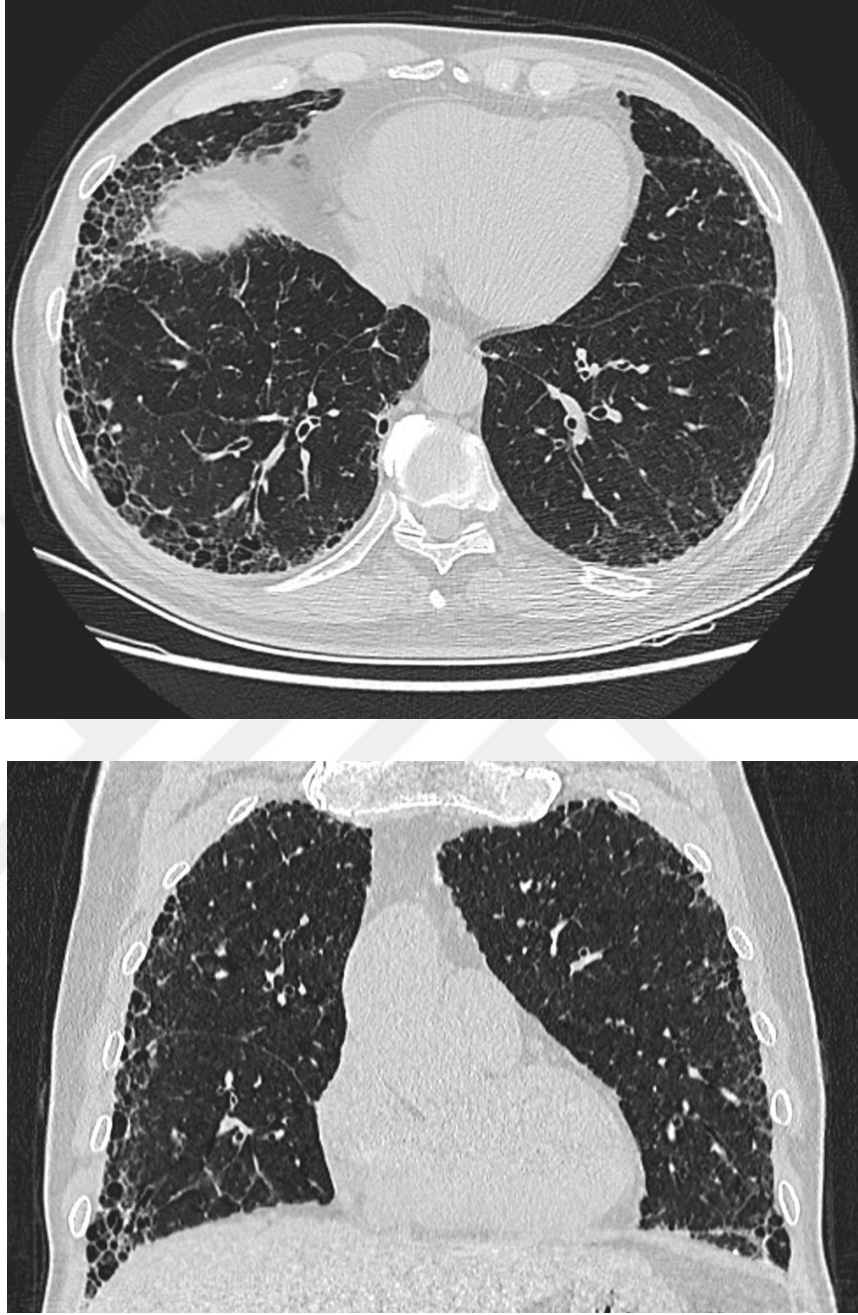


Şekil 14. Erektor spinae kas grubu 3D volümetrik koronal planda görünümü.

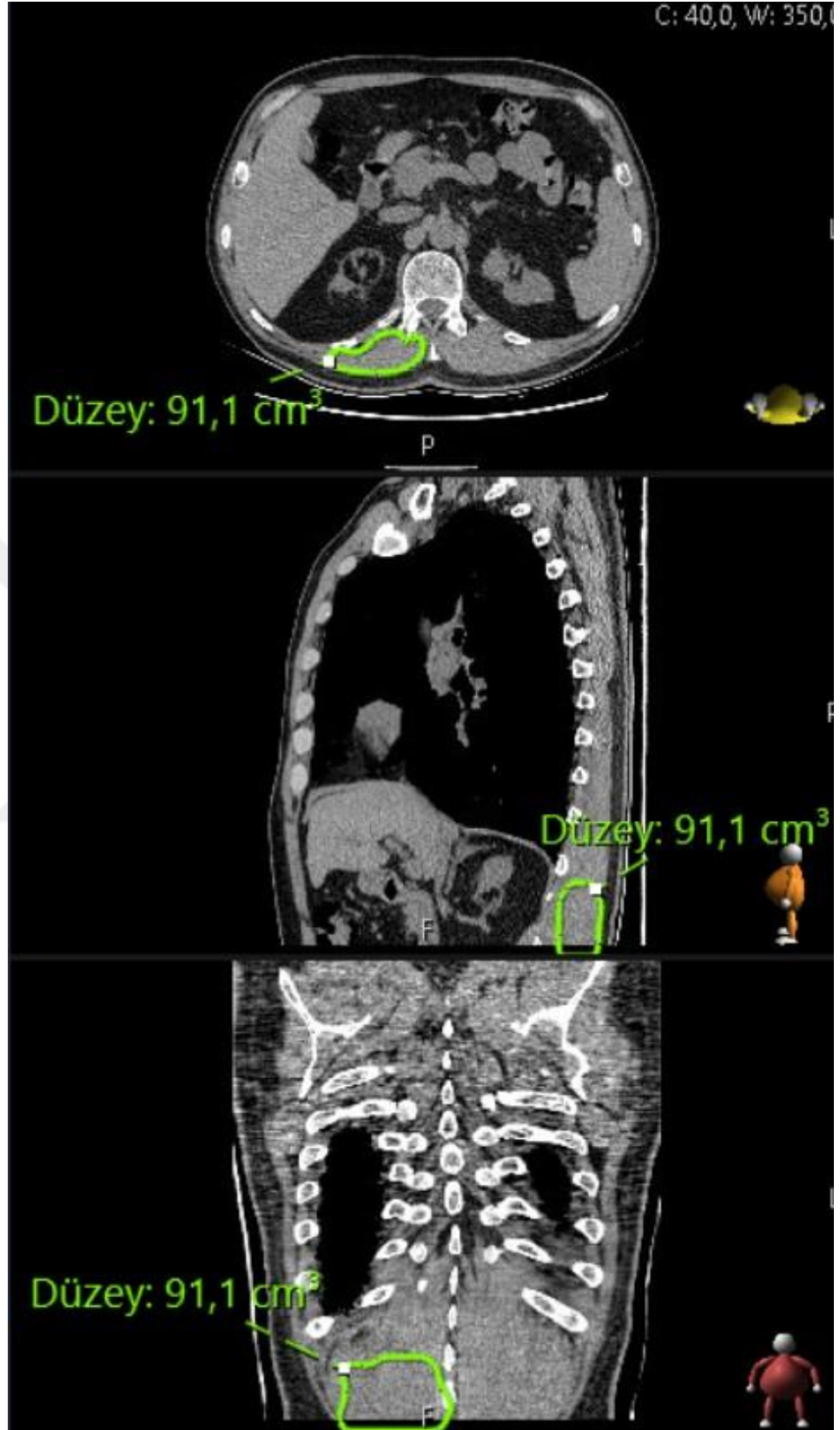


Şekil 15. Erektor spinae kas grubu L1 düzeyi ortalama kas dansitesi ölçümü.

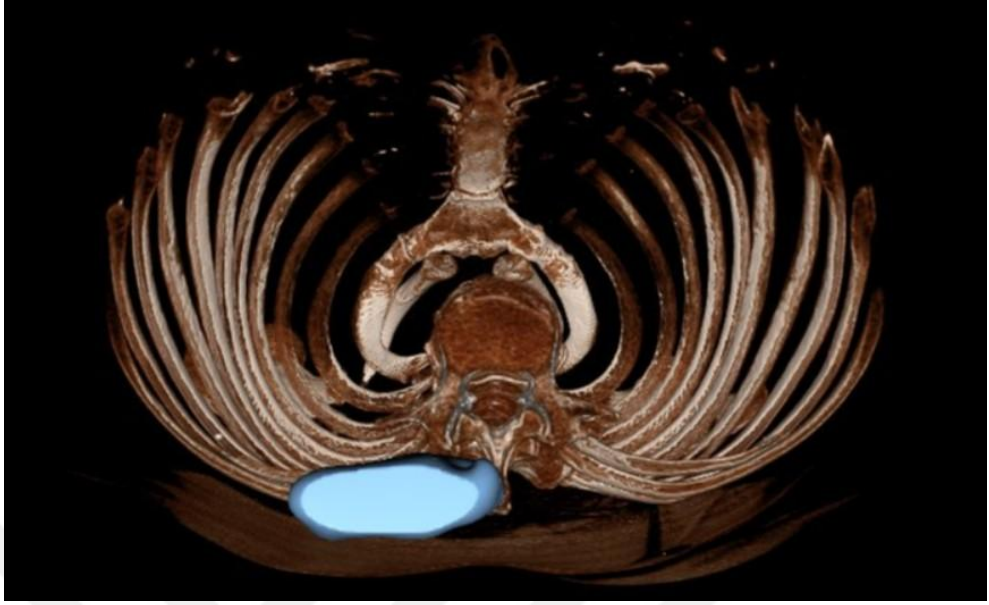
Örnek Vaka 3. 58 yaşında, erkek hasta OİP paterni ile takipli.



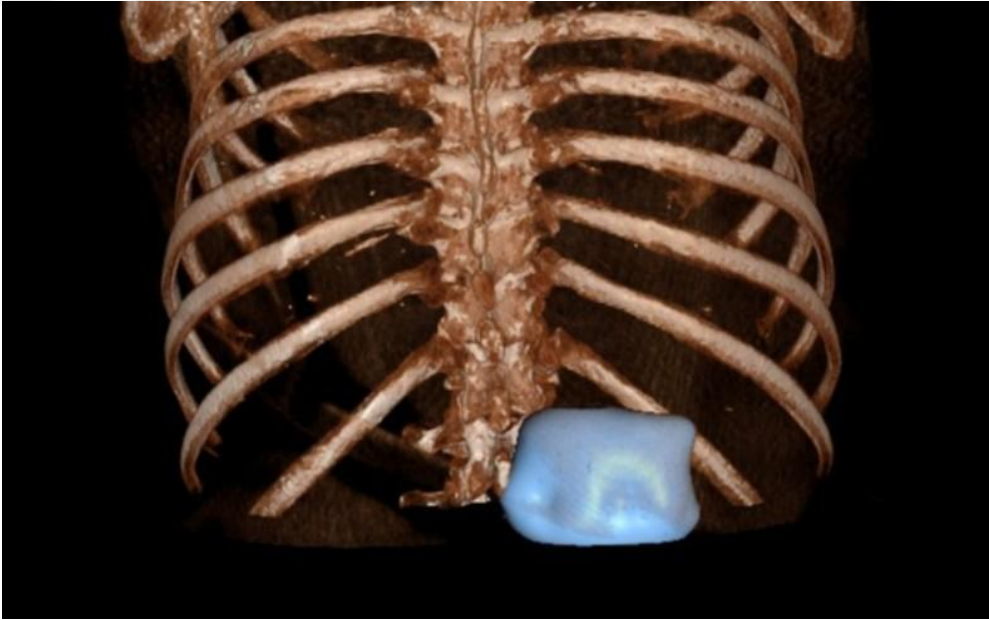
Şekil 16. Hastaya ait aksiyel ve koronal görüntüler. Her iki akciğerde subplevral yerleşimli bal peteği kistleri, retiküler dansiteler ve akciğer parankiminde traksiyon bronşiektazilerine ait görünümeler.



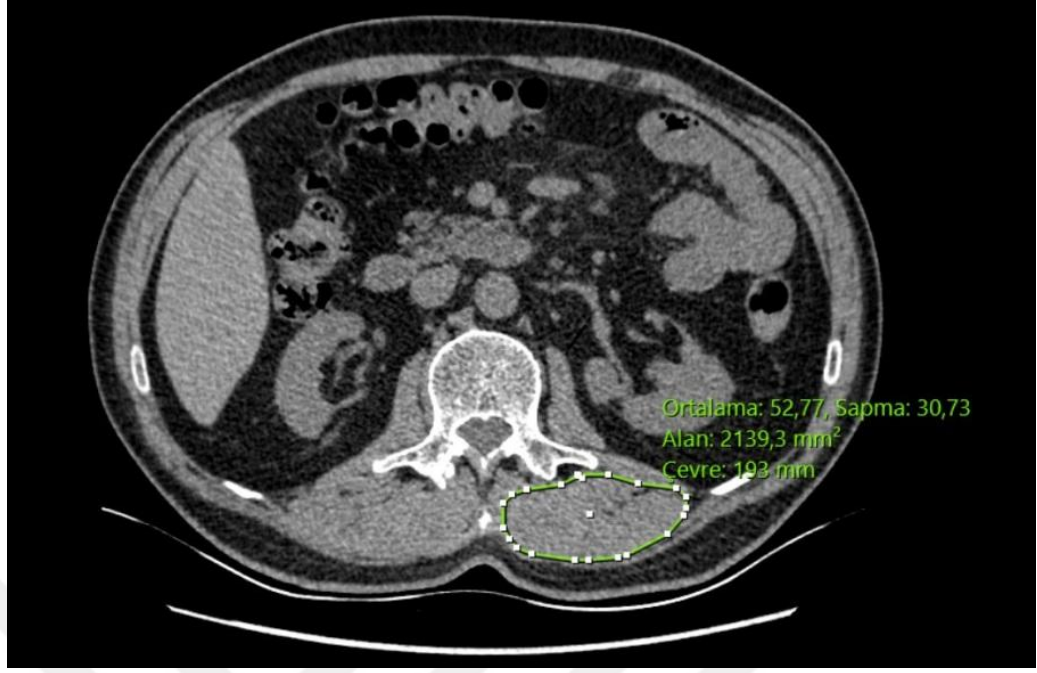
Şekil 17. MPR- Aksiyel,sagittal ve koronal görüntüler T12-L1 vertebra düzeyi manuel kas volümü ölçümü.



Şekil 18. Erektor spinae kas grubu 3D volümetrik aksiyel planda görünümü.

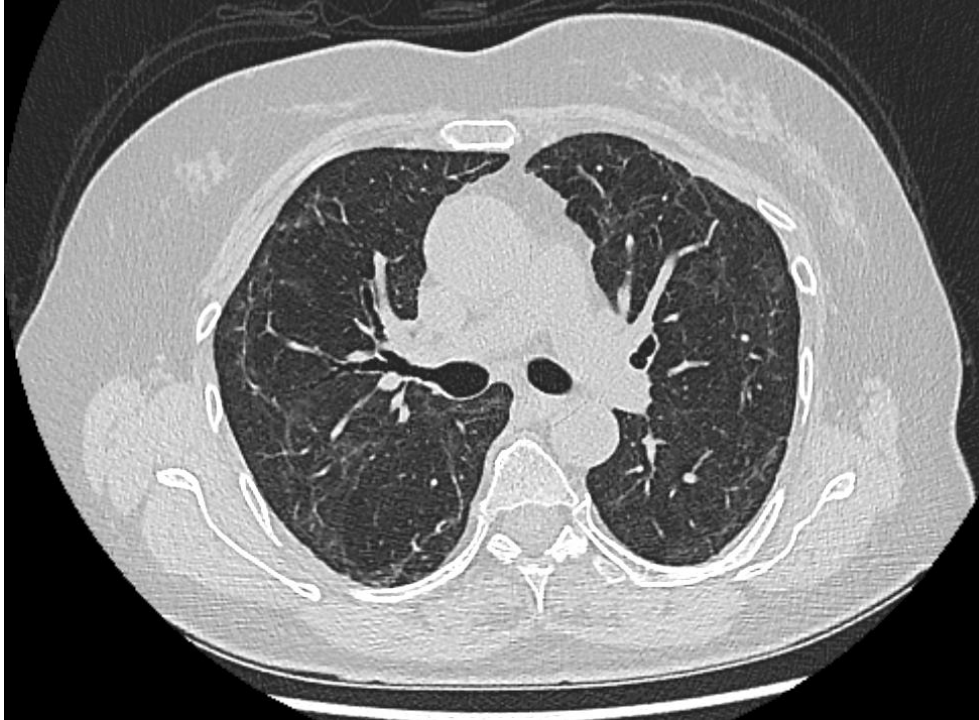


Şekil 19. Erektor spinae kas grubu 3D volümetrik koronal planda görünümü.

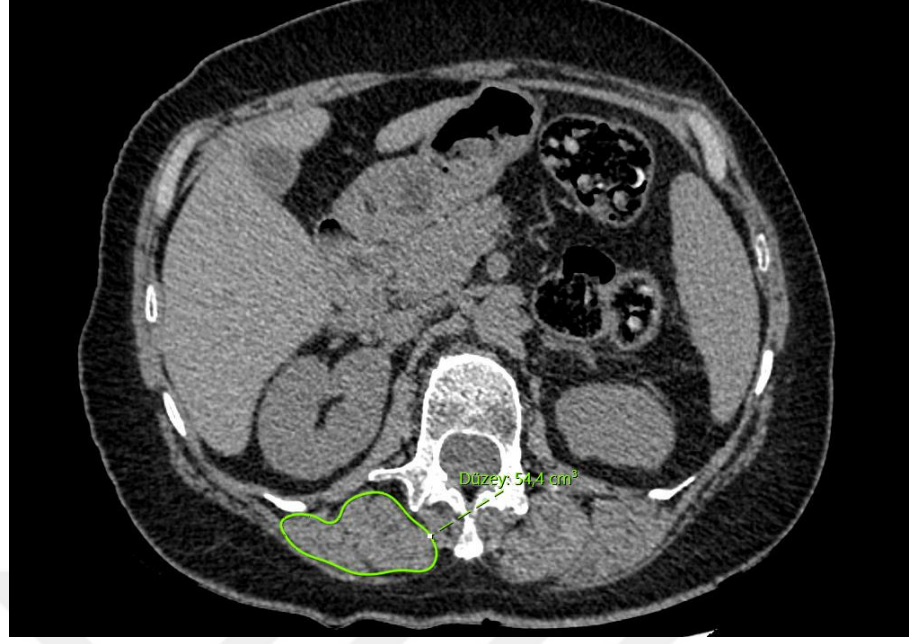


Şekil 20. Erektor spinae kas grubu L1 düzeyi ortalama kas dansitesi ölçümü.

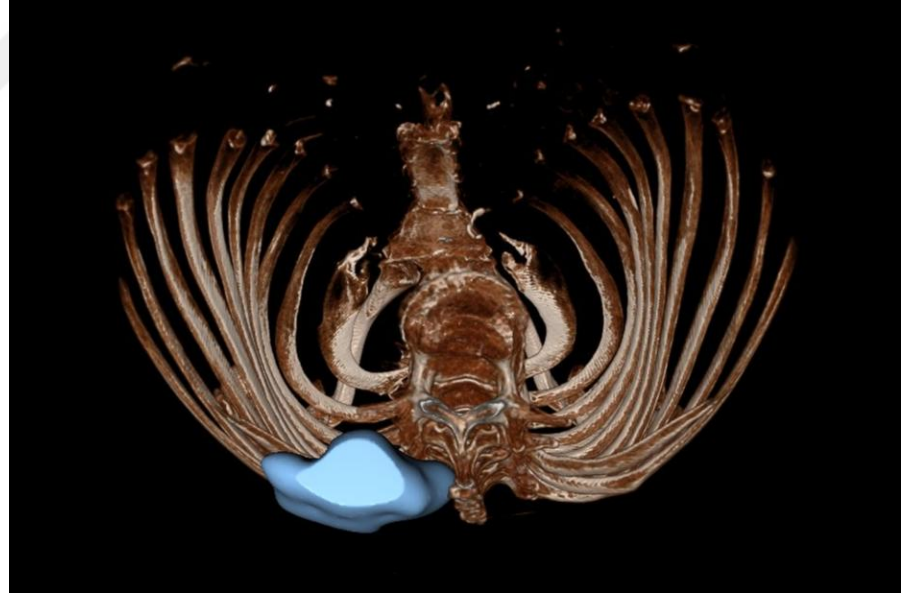
Örnek Vaka 4. 60 yaşında kadın hasta



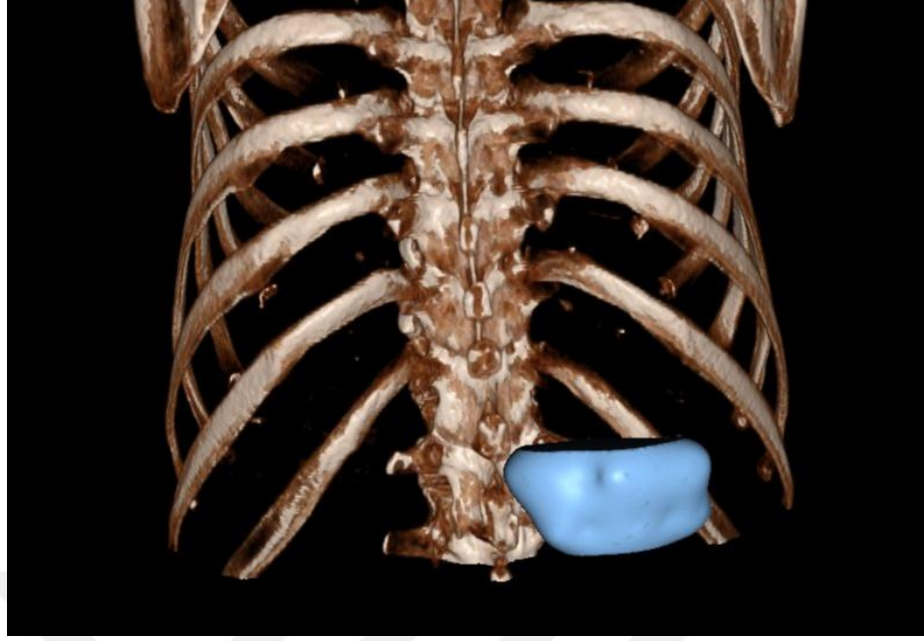
Şekil 21. Hastaya ait aksiyel kesitte; minimal traksiyon bronşiektazileri mevcut olup, subplevral alan korunmuştur. NSİP paterni ile uyumludur.



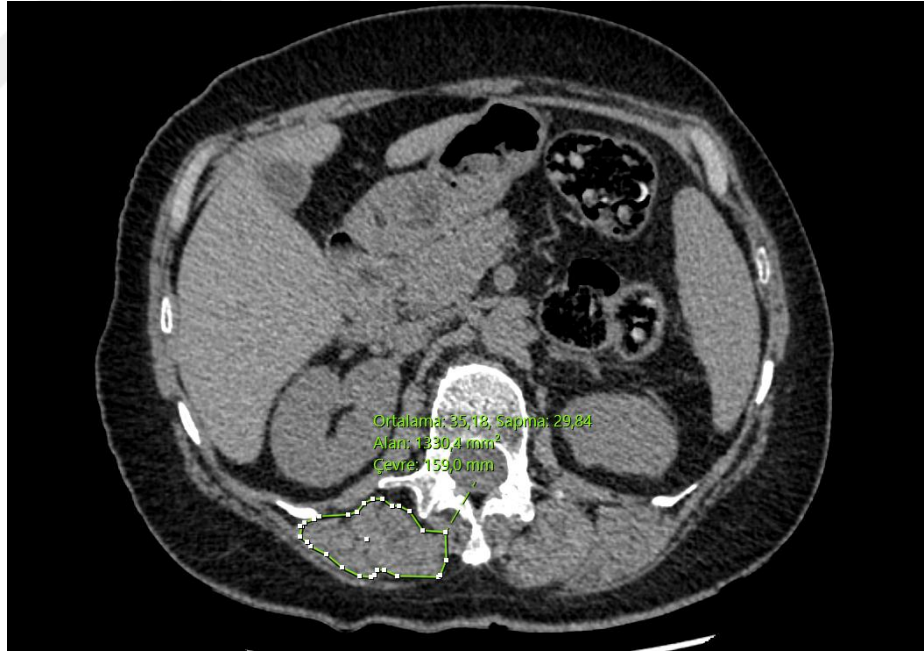
Şekil 22. MPR- Aksiyel, görüntü T12-L1 vertebra düzeyi manuel kas volümü ölçümü.



Şekil 23. Erektor spinae kas grubu 3D volümetrik aksiyel planda görünümü.



Şekil 24. Erektor spinae kas grubu 3D volümetrik koronal planda görünümü.



Şekil 25. Erektor spinae kas grubu L1 düzeyi ortalama kas dansitesi ölçümü.

6. TARTIŞMA

Çalışmamızda İPF ve Muhtemel OİP ve NSİP grubu İAH olan hastalarda kas volümü ve L1 düzeyinde ortalama kas dansitesi değerlendirilmiş, yaş ve cinsiyet demografik faktörleri ile birlikte bu farklı alt gruplar karşılaştırılmıştır. Bulgularımız, kas volümü ve kas dansitesinin hem demografik faktörlerden hem de hastalık varlığından etkilenecek İPF'nin klinik tablosuna ve prognozuna katkı sunduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmaya dahil edilen hastaların üçte ikisinden fazlası 65 yaş üzerindedir. Cinsiyet dağılımı dengeli olmakla birlikte erkek oranı kadınlara göre daha yüksektir. Bu dağılım, İPF'nin ileri yaşlarda ve erkeklerde daha sık görüldüğünü bildiren literatürlerle uyumlu bulunmuştur.

Yaş gruplarına göre değerlendirildiğinde, 65 yaş üzerindeki hastalarda hem kas volümü hem de ortalama kas dansitesi daha düşük saptandı.

Çalışmamızda kas volümünün; OİP grubu hastalarında NSİP ve kontrol gruplarına göre, Muhtemel OİP grubu hastalarında NSİP ve kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük olduğunu saptadık. Ayrıca L1 düzeyi ortalama kas dansitesinin OİP grubu hastalarında kontrol grubuna göre; muhtemel OİP grubu hastalarında NSİP ve kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük olduğunu tespit ettik. Bu bulgular, İAH'ların kas yapısı üzerinde olumsuz etkiye neden olduğunu ve sarkopeni ile ilişkili olabileceğini; bununla birlikte gruplar arasında anlamlı farklılık saptanması sarkopeninin İPF ve non-İPF ayırıcı tanısında kullanılabileceğini göstermektedir.

Daha düşük iskelet kas kütlesi, daha düşük yaşam kalitesi ve daha kötü prognoz ile ilişkilidir. Fujita ve arkadaşları İPF hastalarında düşük kas kütlesi, düşük kas gücü ve/veya düşük fiziksel performans varlığını değerlendirmiştir. Kas kütlesi ölçümleri, doğrudan segmental çok frekanslı biyoelektrik empedans analizörü (BIA) ile yapılmıştır. Bu çalışmada, İPF hastalarının %39,3'ünde sarkopeni saptanmıştır. Bozulmuş pulmoner fonksiyon, egzersize bağlı hipoksemi ve beslenme durumunun,

inaktiviteyi artırarak sarkopeniye yol açabileceği düşünülmüştür (45). Bizim çalışmamızda da ileri yaş grubunda ve hasta gruplarında kas volümü ve ortalama kas dansitesindeki azalma bu görüşü desteklemektedir.

Faverio ve arkadaşları yaptıkları çalışmada sarkopeni prevalansı ve ilişkili faktörleri incelemiş; tanı anında sarkopeni prevalansının düşük olmakla birlikte (%23) göz ardı edilemeyecek düzeyde olduğunu ve sarkopeninin daha yüksek hastalık şiddeti ve sedanter yaşam tarzı ile ilişkili olduğunu bulmuşlardır (76). Bizim bulgularımızda da OİP ve muhtemel OİP gruplarında düşük kas değerlerinin öne çıkması benzer şekilde hastalık şiddeti ile ilişkili olabilir.

Nakano ve arkadaşları erektör spina enine kesit alanını (ESMCSA) BT ile ölçmüş bu değerdeki erken azalmanın, IPF'li hastalarda prognozun yararlı bir göstergesi olabileceğini tespit etmişlerdir (77). Çalışmamızda da ortalama kas dansitesindeki azalmanın özellikle ileri yaş ve hasta gruplarında belirgin olması, bu ölçümlerin prognozda da kullanılabileceğini düşündürmektedir.

Fuseya ve ark. ise T12 vertebra alt sınırında, başlıca antigravite kas grubunu oluşturan erektör spina kas alanının (ESMCSA), ciddi hava akımı kısıtlanması, solunum semptomları, amfizem şiddeti ve mortalite ile ilişkili olduğunu göstermişlerdir. Moon ve arkadaşları T4 vertebra düzeyinde pektoralis, paraspinal, serratus ve latissimus kaslarına; T12 vertebra düzeyinde ise erektör spina kas alanlarından elde ettikleri değerleri değerlendirmiş; iskelet kas kütlelerinin İPF'de prognostik bir faktör olabileceği gösterilmiştir. Azalmış akciğer fonksiyonu ve dispneye bağlı fiziksel aktivite azalmasının kas kütlelerinde azalmaya neden olduğu bilinmektedir, ancak düşük kas kütlelerinin mi hastalık şiddetini artırdığı, yoksa artmış hastalık şiddetinin mi kas kütlelerini azalttığı net değildir (78, 79). Biz de çalışmamızda erektör spina kas hacim ve dansitesinin değerlendirdik ve prognoz ile ilişkili olduğunu tespit ettik.

Ebihara ve arkadaşları ekstremite iskelet kas kütle indeksi (ASMI), pectoralis major kasının kesitsel alanı (PMCSA) ve erector spinae kaslarının kesitsel alanını (ESMCSA) incelemiş PMCSA, IPF hastalarında fiziksel performansla ilişkili bulunurken, ESMCSA çalışmada incelenen hiçbir hastalık progresyonu parametresi

ile anlamlı ilişki göstermemiştir. Ayrıca ASMI ve PMCSA arasında güçlü bir korelasyon bulunmuştur (80). Bizim bulgularımız da kas miktarı ve kalitesinin hem demografik faktörlerle hem de hastalık varlığıyla yakından ilişkili olduğunu göstermekte olup, bu sonuçlar literatür ile tutarlı bulunmuştur.

Çalışmamızın amacı, sarkopeninin İPF tanısına non-invaziv katkısını değerlendirmektir. Bulgularımız, kas volümü ve ortalama kas dansitesindeki azalmanın özellikle OİP ve muhtemel OİP gruplarında belirgin olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, sarkopeninin yalnızca prognozla değil, aynı zamanda tanısallıkla da ilişkili olabileceğini göstermektedir.

Tıbbi öykünün alınması, İPF tanısında ilk ve en önemli adımdır (81).

Solunum fonksiyon testlerinde en sık restriksiyon ve difüzyon kapasitesinde azalma saptanır, ancak bu değişiklikler özellikle erken dönemde hafif olabilir. Buna karşın, neredeyse tüm hastalarda tanı anında görüntüleme bulguları patolojiktir. HRCT tanıda merkezi bir rol oynar. Tipik patern HRCT’de izlendiğinde, OİP için %90–100 özgüllüğe sahiptir ve bu olgularda tanıyı doğrulamak için genellikle akciğer biyopsisine gerek yoktur. Bununla birlikte, HRCT’de bal peteği yoksa ve/veya OİP için tipik olmayan bulgular varsa histolojik doğrulama gerekebilir. Histolojik tanı için torakotomi ile akciğer biyopsisi veya daha yaygın olarak video-yardımlı torakoskopik cerrahi (VATS) ile cerrahi akciğer biyopsisi yapılmaktadır. Bronkoskopik transbronşiyal forseps biyopsileri ise alınan örneklerin küçük boyutu nedeniyle OİP’deki heterojen değişikliklerin yeterince değerlendirilmesine olanak tanımadığından önerilmemektedir (82).

İPF tanısında kullanılan invaziv yöntemlerde işleme bağlı mortalite, solunum yolu enfeksiyonları, pnömotoraks, şiddetli kanama ve açık cerrahilerde yara iyileşmesinde gecikme gibi komplikasyonlar gelişebilmektedir (81). Buna karşın kas volümü ve ortalama kas dansitesi ölçümleri, mevcut BT görüntülerinden ek maliyet veya girişim gerektirmeden yapılabilmektedir. Bu yönüyle çalışmamız, İPF tanısına ucuz, güvenli ve non-invaziv bir yaklaşım önermektedir.

Sarkopeninin tanı aşamasında gösterilmesi, yalnızca hastalığın varlığının saptanmasına değil, aynı zamanda erken dönemde müdahale edilmesine de olanak tanımaktadır.

Kas volümü ve ortalama kas dansitesinde azalma görülen hastalar, erken dönemde pulmoner rehabilitasyon, beslenme desteği ve egzersiz programlarına yönlendirilebilir. Böylece hem yaşam kalitesi hem de uzun dönem prognoz üzerinde olumlu etkiler elde edilebilir. Bu nedenle, sarkopeni İPF tanısında erken uyarıcı belirteç olma potansiyeline sahiptir.

Çalışmamızda, kas volümü ve ortalama kas dansitesinin hem yaş ve cinsiyet gibi demografik değişkenler hem de farklı interstisyel akciğer hastalık grupları arasında karşılaştırmalı olarak incelenmiş olması, ölçümlerin sayısal verilere dayanması, bulguların güvenilirliğini artırmıştır.

Çalışmamızın limitasyonları; çalışmamızın retrospektif özellikte olması, örneklem sayısının sınırlı olması ve tek merkezli yapılması, ölçümlerin tek radyolog tarafından yapılmış olması, erkek cinsiyette daha fazla görülmesi nedeniyle OİP hasta grubunda her bir cinsiyetten eşit sayıda hasta olmaması, hastaların vücut kitle indeksi mevcut olmadığından kas volüm ve dansitesinin bireysel farklılıklara göre normalize edilememesi ve ölçümlerin manuel olarak yapılmış olmasıdır. Kas dansitesi ölçümleri tek bir anatomik düzeyden (L1) yapılmıştır; bu da tüm vücut kas kütlelerini tam olarak yansıtmayabilir. Bununla birlikte, daha önceki çalışmalarda da L1 veya L3 düzeyinden yapılan alan/ROI ölçümlerinin sarkopeniyi değerlendirmede güvenilir olduğu bildirilmiştir (83).

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamız, kas volümü ve kas dansitesindeki azalmanın özellikle OİP ve muhtemel OİP gruplarında belirgin olduğunu göstermiştir. Bu sonuç, kas ölçümlerinin yalnızca prognoz göstergesi değil, aynı zamanda tanısal süreçte kullanılabilecek ek bir parametre olabileceğini ortaya koymaktadır. Mevcut BT görüntülerinden kolaylıkla elde edilebilen bu ölçümler, invaziv girişimlere alternatif oluşturarak tanıya non-invaziv katkı sağlayabilir. Bununla birlikte gruplar arasında anlamlı farklılık saptanması sarkopeninin İPF ve non-İPF ayırıcı tanısında kullanılabileceğini göstermektedir.

Çalışmamız klinisyenlere pratik, hızlı ve uygulanabilir bir yöntem sunmaktadır. Eğer sarkopeni tanısal sürece dahil edilirse, hastalar daha erken dönemde rehabilitasyon ve beslenme desteği gibi müdahalelere yönlendirilebilir. Bu durum yalnızca tanıya değil, aynı zamanda hastaların yaşam kalitesine ve sağkalımına da katkı sağlayabilir.

8. KAYNAKLAR

1. Sayıt AT. İPF, PPFE ve PPF Tanısında Radyolojik Bulgular. Türk Radyoloji Seminerleri. 2024.
2. Yaşar Z, Çetinkaya E. İdiopatik pulmoner fibroziste güncel tedavi yaklaşımı. Tuberk Toraks. 2015;63(4):278-90.
3. Riha R, Duhig E, Clarke B, Steele R, Slaughter R, Zimmerman P. Survival of patients with biopsy-proven usual interstitial pneumonia and nonspecific interstitial pneumonia. European Respiratory Journal. 2002;19(6):1114-8.
4. Raghu G, Remy-Jardin M, Richeldi L, Thomson CC, Inoue Y, Johkoh T, Kreuter M, Lynch DA, Maher TM, Martinez FJ. Idiopathic pulmonary fibrosis (an update) and progressive pulmonary fibrosis in adults: an official ATS/ERS/JRS/ALAT clinical practice guideline. American journal of respiratory and critical care medicine. 2022;205(9):e18-e47.
5. Sanchez-Rodriguez D, Marco E, Cruz-Jentoft AJ. Defining sarcopenia: some caveats and challenges. Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care. 2020;23(2):127-32.
6. Savaş S. Sarkopeniden korunma. Ege Tıp Dergisi. 2015;54.
7. Bauer J, Morley JE, Schols AM, Ferrucci L, Cruz-Jentoft AJ, Dent E, Baracos VE, Crawford JA, Doehner W, Heymsfield SB. Sarcopenia: a time for action. An SCWD position paper. Journal of cachexia, sarcopenia and muscle. 2019;10(5):956-61.
8. Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. Clinically Oriented Anatomy 2014.
9. Moore KL, Torchia MG, Persaud TVN. Klinik Yönleriyle İnsan Embriyolojisi 2016.
10. W. ST. Langman's Medical Embryology. 6th ed. ed 1990.
11. Sahasrabudhe N, Gosney JR, Hasleton P. The normal lung: histology, embryology, development, aging and function. Spencer's Pathology of the Lung. 2013:1-10.
12. Schoenwolf GC, Bleyl SB, Brauer PR, Francis West PH. Larsen's Human Embryology 2015.
13. SOYLUOĞLU Aİ, TANYELİ E, GORAL K. İç Organlar Anatomisi.
14. Griffin CB, Primack SL. High-resolution CT: normal anatomy, techniques, and pitfalls. Radiologic Clinics. 2001;39(6):1073-90.
15. Hansell DM. Thin-section CT of the lungs: the Hinterland of normal. Radiology. 2010;256(3):695-711.
16. Murata K, Takahashi M, Mori M, Shimoyama K, Nitta N, Mishina A, Matsuo H, Morita R. Peribronchovascular interstitium of the pulmonary hilum: normal and abnormal findings on thin-section electron-beam CT. AJR American journal of roentgenology. 1996;166(2):309-12.
17. Webb WR. Thin-section CT of the secondary pulmonary lobule: anatomy and the image—the 2004 Fleischner lecture. Radiology. 2006;239(2):322-38.
18. H. HG. Cardio pulmonary Anatomy and Physiology 2000.
19. Durgun B. Akciğer Anatomisi. GÖĞÜS HASTALIKLARI.1.
20. Guyton AC, HALL JE. Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji: Nobel Tıp Kitabevleri; 2013.

21. DOLU N. Pulmoner Dolaşım Fizyolojisi. Türkiye Klinikleri Cardiology-Special Topics. 2010;3(1):1-7.
22. Wijsenbeek M, Suzuki A, Maher TM. Interstitial lung diseases. The Lancet. 2022;400(10354):769-86.
23. Idiopathic P. Diagnosis and Treatment-International Consensus Statement. Am J Respir Crit Care Med. 2000;161:646-64.
24. Çetinoğlu ED. Türkiye’de ve Dünyada İnterstisyel Akciğer Hastalığı Epidemiyolojisi. Güncel Göğüs Hastalıkları Serisi. 2014;2(3):257-62.
25. Ley B, Collard HR. Epidemiology of idiopathic pulmonary fibrosis. Clinical epidemiology. 2013;483-92.
26. Martinez FJ, Chisholm A, Collard HR, Flaherty KR, Myers J, Raghu G, Walsh SL, White ES, Richeldi L. The diagnosis of idiopathic pulmonary fibrosis: current and future approaches. The Lancet Respiratory Medicine. 2017;5(1):61-71.
27. Travis WD, Costabel U, Hansell DM, King Jr TE, Lynch DA, Nicholson AG, Ryerson CJ, Ryu JH, Selman M, Wells AU. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: update of the international multidisciplinary classification of the idiopathic interstitial pneumonias. American journal of respiratory and critical care medicine. 2013;188(6):733-48.
28. Ebner L, Christodoulidis S, Stathopoulou T, Geiser T, Stalder O, Limacher A, Heverhagen JT, Mougiakakou SG, Christe A. Meta-analysis of the radiological and clinical features of usual interstitial pneumonia (UIP) and nonspecific interstitial pneumonia (NSIP). PLoS One. 2020;15(1):e0226084.
29. KÖKSAL D, BEDER S. TANISAL YAKLAŞIM.
30. Elicker BM, Webb WR. Yüksek Çözünürlüklü Akciğer BT Temeller: Dünya Tıp Kitabevi; 2019.
31. Sverzellati N. Highlights of HRCT imaging in IPF. Respiratory research. 2013;14(Suppl 1):S3.
32. Wuyts WA, Cavazza A, Rossi G, Bonella F, Sverzellati N, Spagnolo P. Differential diagnosis of usual interstitial pneumonia: when is it truly idiopathic? European Respiratory Review. 2014;23(133):308-19.
33. Raghu G, Collard HR, Egan JJ, Martinez FJ, Behr J, Brown KK, Colby TV, Cordier J-F, Flaherty KR, Lasky JA. An official ATS/ERS/JRS/ALAT statement: idiopathic pulmonary fibrosis: evidence-based guidelines for diagnosis and management. American journal of respiratory and critical care medicine. 2011;183(6):788-824.
34. Lee JW, Shehu E, Gjonbrataj J, Bahn YE, Rho BH, Lee M-Y, Choi W-I. Clinical findings and outcomes in patients with possible usual interstitial pneumonia. Respiratory Medicine. 2015;109(4):510-6.
35. Devaraj A. Imaging: how to recognise idiopathic pulmonary fibrosis. European Respiratory Review. 2014;23(132):215-9.
36. Chung JH, Cox CW, Montner SM, Adegunsoye A, Oldham JM, Husain AN, Vij R, Noth I, Lynch DA, Strek ME. CT features of the usual interstitial pneumonia pattern: differentiating connective tissue disease-associated interstitial lung disease from idiopathic pulmonary fibrosis. American Journal of Roentgenology. 2018;210(2):307-13.
37. Hansell DM, Bankier AA, MacMahon H, McLoud TC, Muller NL, Remy J. Fleischner Society: glossary of terms for thoracic imaging. Radiology. 2008;246(3):697-722.

38. Ceylan N. İnterstisiyel Akciğer Hastalıklarına Radyolojik Yaklaşım: Anatomi ve BT Paternleri. Türk Radyoloji Seminerleri. 2024.
39. Sumikawa H, Johkoh T, Colby TV, Ichikado K, Suga M, Taniguchi H, Kondoh Y, Ogura T, Arakawa H, Fujimoto K. Computed tomography findings in pathological usual interstitial pneumonia: relationship to survival. American journal of respiratory and critical care medicine. 2008;177(4):433-9.
40. Piciucchi S, Tomassetti S, Ravaglia C, Gurioli C, Gurioli C, Dubini A, Carloni A, Chilosi M, Colby TV, Poletti V. From “traction bronchiectasis” to honeycombing in idiopathic pulmonary fibrosis: a spectrum of bronchiolar remodeling also in radiology? BMC pulmonary medicine. 2016;16(1):87.
41. Edey AJ, Devaraj AA, Barker RP, Nicholson AG, Wells AU, Hansell DM. Fibrotic idiopathic interstitial pneumonias: HRCT findings that predict mortality. European radiology. 2011;21(8):1586-93.
42. Hochegger B, Marchiori E, Zanon M, Rubin AS, Fragomeni R, Altmayer S, Carvalho CRR, Baldi BG. Imaging in idiopathic pulmonary fibrosis: diagnosis and mimics. Clinics. 2019;74:e225.
43. Rabahi MF, Moreira MAC, Meirelles GdSP, Marchiori E. Usual interstitial pneumonia: typical, possible, and “inconsistent” patterns. Jornal Brasileiro de Pneumologia. 2017;43:393-8.
44. Katzenstein A-LA, Fiorelli RF. Nonspecific interstitial pneumonia/fibrosis: histologic features and clinical significance. The American journal of surgical pathology. 1994;18(2):136-47.
45. Fujita K, Ohkubo H, Nakano A, Mori Y, Fukumitsu K, Fukuda S, Kanemitsu Y, Uemura T, Tajiri T, Maeno K. Frequency and impact on clinical outcomes of sarcopenia in patients with idiopathic pulmonary fibrosis. Chronic Respiratory Disease. 2022;19:14799731221117298.
46. Hino T, Lee KS, Yoo H, Han J, Franks TJ, Hatabu H. Interstitial lung abnormality (ILA) and nonspecific interstitial pneumonia (NSIP). European journal of radiology open. 2021;8:100336.
47. Flaherty KR, Martinez FJ, editors. Nonspecific interstitial pneumonia. Seminars in respiratory and critical care medicine; 2006: Copyright© 2006 by Thieme Medical Publishers, Inc., 333 Seventh Avenue, New
48. Kligerman SJ, Groshong S, Brown KK, Lynch DA. Nonspecific interstitial pneumonia: radiologic, clinical, and pathologic considerations. Radiographics. 2009;29(1):73-87.
49. Johkoh T, editor Nonspecific interstitial pneumonia and usual interstitial pneumonia: is differentiation possible by high-resolution computed tomography? Seminars in Ultrasound, CT and MRI; 2014: Elsevier.
50. Kinder BW, Collard HR, Koth L, Daikh DI, Wolters PJ, Elicker B, Jones KD, King Jr TE. Idiopathic nonspecific interstitial pneumonia: lung manifestation of undifferentiated connective tissue disease? American journal of respiratory and critical care medicine. 2007;176(7):691-7.
51. Katzenstein A-LA, Myers JL. Nonspecific interstitial pneumonia and the other idiopathic interstitial pneumonias: classification and diagnostic criteria. LWV; 2000. p. 1.
52. Travis WD, Hunninghake G, King Jr TE, Lynch DA, Colby TV, Galvin JR, Brown KK, Chung MP, Cordier J-F, Du Bois RM. Idiopathic nonspecific interstitial

- pneumonia: report of an American Thoracic Society project. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2008;177(12):1338-47.
53. Chong WH, Saha BK, Austin A, Chopra A. The significance of subpleural sparing in CT chest: a state-of-the-art review. *The American Journal of the Medical Sciences*. 2021;361(4):427-35.
 54. Silva CIS, Muller NL, Hansell DM, Lee KS, Nicholson AG, Wells AU. Nonspecific interstitial pneumonia and idiopathic pulmonary fibrosis: changes in pattern and distribution of disease over time. *Radiology*. 2008;247(1):251-9.
 55. Lexell J, Taylor CC, Sjöström M. What is the cause of the ageing atrophy?: Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15-to 83-year-old men. *Journal of the neurological sciences*. 1988;84(2-3):275-94.
 56. Rosenberg IH. Summary comments. *The American journal of clinical nutrition*. 1989;50(5):1231-3.
 57. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, Cooper C, Landi F, Rolland Y, Sayer AA. Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16-31.
 58. Beaudart C, Rizzoli R, Bruyère O, Reginster J-Y, Biver E. Sarcopenia: burden and challenges for public health. *Archives of public health*. 2014;72(1):45.
 59. Patel HP, Syddall HE, Jameson K, Robinson S, Denison H, Roberts HC, Edwards M, Dennison E, Cooper C, Aihie Sayer A. Prevalence of sarcopenia in community-dwelling older people in the UK using the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) definition: findings from the Hertfordshire Cohort Study (HCS). *Age and ageing*. 2013;42(3):378-84.
 60. Dam T-T, Peters KW, Fragala M, Cawthon PM, Harris TB, McLean R, Shardell M, Alley DE, Kenny A, Ferrucci L. An evidence-based comparison of operational criteria for the presence of sarcopenia. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*. 2014;69(5):584-90.
 61. Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Ross R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *Journal of applied physiology*. 2000;89(2):465-71.
 62. Kyle UG, Genton L, Karsegard L, Slosman DO, Pichard C. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20–94 years. *Nutrition*. 2001;17(3):248-53.
 63. Lee W-J, Liu L-K, Peng L-N, Lin M-H, Chen L-K, Group IR. Comparisons of sarcopenia defined by IWGS and EWGSOP criteria among older people: results from the I-Lan longitudinal aging study. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2013;14(7):528. e1-. e7.
 64. Bazzocchi A, Diano D, Ponti F, Salizzoni E, Albisinni U, Marchesini G, Battista G. A 360-degree overview of body composition in healthy people: relationships among anthropometry, ultrasonography, and dual-energy x-ray absorptiometry. *Nutrition*. 2014;30(6):696-701.
 65. Lenchik L, Boutin RD, editors. *Sarcopenia: beyond muscle atrophy and into the new frontiers of opportunistic imaging, precision medicine, and machine learning*. Seminars in musculoskeletal radiology; 2018: Thieme Medical Publishers.

66. Lenchik L, Lenoir KM, Tan J, Boutin RD, Callahan KE, Kritchevsky SB, Wells BJ. Opportunistic measurement of skeletal muscle size and muscle attenuation on computed tomography predicts 1-year mortality in medicare patients. *The Journals of Gerontology: Series A*. 2019;74(7):1063-9.
67. Shen W, Punyanitya M, Wang Z, Gallagher D, St-Onge M-P, Albu J, Heymsfield SB, Heshka S. Total body skeletal muscle and adipose tissue volumes: estimation from a single abdominal cross-sectional image. *Journal of applied physiology*. 2004;97(6):2333-8.
68. Guerri S, Mercatelli D, Gómez MPA, Napoli A, Battista G, Guglielmi G, Bazzocchi A. Quantitative imaging techniques for the assessment of osteoporosis and sarcopenia. *Quantitative imaging in medicine and surgery*. 2018;8(1):60.
69. Loosen SH, van den Bosch V, Gorgulho J, Schulze-Hagen M, Kandler J, Jördens MS, Tacke F, Loberg C, Antoch G, Brümmendorf T. Progressive sarcopenia correlates with poor response and outcome to immune checkpoint inhibitor therapy. *Journal of Clinical Medicine*. 2021;10(7):1361.
70. Rossi F, Valdora F, Bignotti B, Torri L, Succio G, Tagliafico AS. Evaluation of body computed tomography-determined sarcopenia in breast cancer patients and clinical outcomes: a systematic review. *Cancer Treatment and Research Communications*. 2019;21:100154.
71. Rossi F, Valdora F, Barabino E, Calabrese M, Tagliafico AS. Muscle mass estimation on breast magnetic resonance imaging in breast cancer patients: comparison between psoas muscle area on computer tomography and pectoralis muscle area on MRI. *European radiology*. 2019;29(2):494-500.
72. Albano D, Messina C, Vitale J, Sconfienza LM. Imaging of sarcopenia: old evidence and new insights. *European radiology*. 2020;30(4):2199-208.
73. Rossi F, Torri L, Lambertini M, De Giorgis S, Calabrese M, Tagliafico AS. Muscle mass loss after neoadjuvant chemotherapy in breast cancer: estimation on breast magnetic resonance imaging using pectoralis muscle area. *European Radiology*. 2020;30(8):4234-41.
74. Mombiela RM, Vucetic J, Rossi F, Tagliafico AS, editors. *Ultrasound biomarkers for sarcopenia: what can we tell so far? Seminars in Musculoskeletal Radiology*; 2020: Thieme Medical Publishers.
75. Morley JE, Abbatecola AM, Argiles JM, Baracos V, Bauer J, Bhasin S, Cederholm T, Coats AJS, Cummings SR, Evans WJ. Sarcopenia with limited mobility: an international consensus. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2011;12(6):403-9.
76. Faverio P, Fumagalli A, Conti S, Madotto F, Bini F, Harari S, Mondoni M, Oggionni T, Barisione E, Ceruti P. Sarcopenia in idiopathic pulmonary fibrosis: a prospective study exploring prevalence, associated factors and diagnostic approach. *Respiratory Research*. 2022;23(1):228.
77. Nakano A, Ohkubo H, Taniguchi H, Kondoh Y, Matsuda T, Yagi M, Furukawa T, Kanemitsu Y, Niimi A. Early decrease in erector spinae muscle area and future risk of mortality in idiopathic pulmonary fibrosis. *Scientific reports*. 2020;10(1):2312.
78. Moon SW, Choi JS, Lee SH, Jung KS, Jung JY, Kang YA, Park MS, Kim YS, Chang J, Kim SY. Thoracic skeletal muscle quantification: low muscle mass is related with worse prognosis in idiopathic pulmonary fibrosis patients. *Respiratory research*. 2019;20(1):35.

79. Tanimura K, Sato S, Fuseya Y, Hasegawa K, Uemasu K, Sato A, Oguma T, Hirai T, Mishima M, Muro S. Quantitative assessment of erector spinae muscles in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Novel chest computed tomography–derived index for prognosis. *Annals of the American Thoracic Society*. 2016;13(3):334-41.
80. Ebihara K, Iwanami Y, Yamasaki K, Takemura A, Sato N, Usui Y, Nakamura Y, Kishi K, Homma S, Ebihara S. Appendicular skeletal muscle mass correlates with patient-reported outcomes and physical performance in patients with idiopathic pulmonary fibrosis. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*. 2021;253(1):61-8.
81. Lee JH, Song JW. Diagnostic approaches for idiopathic pulmonary fibrosis. *Tuberculosis and Respiratory Diseases*. 2023;87(1):40.
82. Munchel JK, Shea BS. Diagnosis and management of idiopathic pulmonary fibrosis. *Rhode Island Medical Journal*. 2021;104(7):26-9.
83. Mourtzakis M, Prado CM, Lieffers JR, Reiman T, McCargar LJ, Baracos VE. A practical and precise approach to quantification of body composition in cancer patients using computed tomography images acquired during routine care. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2008;33(5):997-1006.