



T. C.
İSTANBUL BİLİM ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

**PULMONER NODÜL SAPTAMADA MANYETİK REZONANS
GÖRÜNTÜLEMENİN ROLÜ**

SEZGİ BURÇİN BARLAS
TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. NAGİHAN İNAN GÜRCAN

2018
İSTANBUL

TEŐEKKÖRLER

Tez çalıŐmama yardımcı olan, her konuda hiçbir zaman desteğini eksik hissetmediğim tez danıŐmanım, Anabilim Dalı BaŐkanım Sn. Prof. Dr. Nagihan İnan GÖrcan'a,

Mesleğimi her yÖnÖyle bana yaŐsatan, sevdiren, bilgi ve birikimleriyle filizlenmeme katkıda bulunan Sn. Prof. Dr. Refik Killi, Sn. Prof. Dr. Cem Balcı, Sn. Prof. Dr. Mustafa Őirvancı ve Sn. Prof. Dr. Canan Akman baŐta olmak Özere İstanbul Bilim Öniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı Öğretim üyelerine,

Beraber alıŐma mutluluğunu yaŐadıęım uzmanlarıma,

Ben olmamı, ayaklarımla üzerinde durmamı sağlayan canım aileme,

Sonsuz teŐekkÖrlerimi sunarım.

Saygılarımla

Dr. Sezgi Burçin Barlas

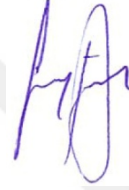
BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar tüm aşamalarda etik dışı hiçbir davranışımın olmadığını, tezimdaki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışması sonucu elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlar için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Adı ve Soyadı

Sezgi Burçin Barlas

İmza



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
BEYAN	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR	vi
TABLolar LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
RESİMLER LİSTESİ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. SOLUNUM SİSTEMİ ANATOMİSİ	2
2.1.1. Genel Anatomi	2
2.1.2. Trakeobronşial Dallanma	2
2.1.3. Akciğer Parankimi	3
2.1.4. Plevra	3
2.1.5. Bronkopulmoner Segmental Anatomi	3
2.2. PULMONER NODÜL	6
2.2.1. Soliter Pulmoner Nodül	6
2.2.1.1. Etyoloji	6
2.2.1.1.1. Neoplastik Pulmoner Nodüller	7
2.2.1.1.1.1. Malign Pulmoner Nodüller	7
2.2.1.1.1.1.1. Akciğer Kanseri	8
2.2.1.1.1.1.2. Soliter Pulmoner Metastaz	9
2.2.1.1.1.1.3. Pulmoner Lenfoma	9
2.2.1.1.1.1.4. Karsinoid Tümör	9
2.2.1.1.1.2. Benign Pulmoner Nodüller	10
2.2.1.1.1.2.1. Pulmoner Hamartom	10
2.2.1.1.1.2.2. Pulmoner Kondrom	11
2.2.1.1.1.2.3. Pulmoner Lipom	11
2.2.1.1.1.2.4. Pulmoner Teratom	11

2.2.1.1.2. İnflamatuvar Soliter Pulmoner Nodüller	12
2.2.1.1.2.1. Granüloamatöz Polianjitis	12
2.2.1.1.2.2. Akciğer Absesi	12
2.2.1.1.2.3. Romatoid Nodül	13
2.2.1.1.2.4. İnflamatuvar Psödotümör	13
2.2.1.1.2.5. Yuvarlak Pnömoni	14
2.2.1.1.3. Konjenital Pulmoner Nodüller	14
2.2.1.1.3.1. A-V malforamsyon	14
2.2.1.1.3.2. Bronkojenik kist	14
2.2.1.1.3.3. Bronşiyal Atrezi	15
2.2.1.1.4. Diğer	15
2.2.1.1.4.1. Pulmoner İnfarkt	15
2.2.1.1.4.2. İntrapulmoner Lenf Nodu	15
2.2.1.1.4.3. Mukoid Tıkaç	16
2.2.1.1.4.4. Pulmoner Hematom	16
2.2.2. Diffüz Pulmoner Nodül	16
2.2.2.1. Sarkoidoz	17
2.2.2.2. Silikozis	18
2.2.2.3. Malignite	19
2.2.2.3.1. Hematojen Metastazlar	19
2.2.2.3.2. Lenfoma	19
2.2.2.3.3. Kaposi Sarkomu	19
2.2.2.4. Respiratuvar Bronşiolit	20
2.2.2.5. Enfeksiyon	20
2.2.2.6. Küçük Havayolu Hastalıkları	22
2.2.2.7. Hipersensitivite Pnömonisi	22
2.2.2.8. Alveolar Mikrolitiazis	23
2.2.2.9. Amiloidozis	23
2.2.2.10. Akciğer Papillamatozu	23
2.2.2.11. Poliarteritis	24
2.2.2.12. Pulmoner Hemosiderozis	24
2.2.2.13. Pulmoner Varisler	24

2.2.3. Radyolojik Değerlendirme	25
2.2.3.1. Nodülün Özellikleri	25
2.2.3.1.1. Nodül Boyut ve Morfolojisi	25
2.2.3.1.2. Nodül Lokasyonu	26
2.2.3.1.3. Nodül Çokluğu	26
2.2.3.1.4. Nodül Büyüme Hızı	26
2.2.3.2. Görüntüleme Yöntemleri	27
2.2.3.2.1. Direkt Akciğer Grafisi	27
2.2.3.2.2. Bilgisayarlı Tomografi	28
2.2.3.2.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme	30
2.2.3.2.3.1. Protokol Önerileri	31
2.2.3.2.3.2. Akciğer Patolojilerinin MRG ile Değerlendirilmesi	34
2.2.3.2.3.2.1. Sinyal İntensitesinin Arttığı Patolojik Durumlar	34
2.2.3.2.3.2.2. Damarlar ve Akciğer Perfüzyon Bozuklukları	36
2.2.3.2.3.2.3. Havayolları ve Akciğer Ventilasyon Bozuklukları	37
2.2.3.3. Nodül Takibi	37
3. GEREÇ ve YÖNTEM	42
3.1. HASTALAR	42
3.2. MRG	42
3.3. BT	43
3.4. RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME	44
3.5. İSTATİKSEL DEĞERLENDİRME	44
4. BULGULAR	47
5. TARTIŞMA	50
KAYNAKLAR	53
ETİK KURUL KARARI	66
ÖZGEÇMİŞ	67

KISALTMALAR

BCCA	British Columbia Cancer Agency
BT	Bilgisayarlı Tomografi
CAD	Bilgisayar destekli algılama
DAG	Difüzyon ağırlıklı görüntüleme
GPA	Granülomatoz Polianjitis
GRE	Gradyent eko
HASTE	Half-Fourier Acquisition ile Single-Shot Turbo Spin Eko
HU	Hounsfield ünite
IR	Inversion Recovery
iELCAP	International Early Lung Cancer Action Program
KHAK	Küçük hücreli akciğer kanseri
KHDAK	Küçük hücreli dışı akciğer kanseri
KHH	Küçük havayolu hastalıkları
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
NLST	National Lung Screening Trial
PanCan	Pan-Canadian Early Detection of Lung Cancer Study
PAVM	Pulmoner arteriyovenöz malformasyonlar
PD	Proton dansite
RB	Respiratuar bronşiolit
RB-IAH	Respiratuar bronşiolit ile ilişkili intersitisyel akciğer hastalığı
SPN	Soliter pulmoner nodül
SSFP	Serbest solunumlu steady-state
SSh-TSE	T2 Ağırlıklı hızlı spin eko
STIR	Short tau inversion recovery
TIRM	Turbo Inversion Recovery Magnitude
True-FISP	Balanced steady state free precession
TSE	Hızlı spin eko
T2A, T1A	T2 ağırlıklı, T1 ağırlıklı
VIBE	Volumetric Interpolated Breathhold Examination

TABLolar LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2.1. Soliter pulmoner nodül nedenleri	7
Tablo 2.2. Akciğer MRG için kullanılan sekanslar	33
Tablo 2.3. Fleischner Topluluğu 2017 pulmoner nodül takip önerileri	40
Tablo 3.1. Hastaların primer maligniteleri	45
Tablo 3.2. Hastaların demografik verileri	45
Tablo 3.3. MRG sekans parametreleri	46
Tablo 4.1. Sekanslara göre saptanan pulmoner nodüller	47
Tablo 4.2. Duyarlılık ve yanlış pozitif sonuçlar	47

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Geçiz zonu-Respiratuar zon	4
Şekil 2.2. Sekonder Pulmoner Lobül	5
Şekil 2.3. Bronkopulmoner segmental anatomi	5



RESİMLER LİSTESİ

	Sayfa No
Resim 3. 1,5 T MRG	43
Resim 4.1. 6 mm nodülü olan hastaya ait örnek görüntü	48
Resim 4.2. 4 mm nodülü olan hastaya ait örnek görüntü	48
Resim 4.3. 3 mm nodülü olan hastaya ait örnek görüntü	49
Resim 4.4. 9 mm nodülü olan hastaya ait örnek görüntü	49



PULMONER NODÜL SAPTAMADA MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEMENİN ROLÜ

ÖZET

Amaç: Manyetik Rezonans Görüntüleme’de (MRG) pulmoner nodül saptamanın tanısal doğruluğunu araştırmak ve T2 ağırlıklı (A) balanced steady state free precession (True-FISP) ile kontrastlı T1A 3D Volumetric Interpolated Breathhold Examination (VIBE) sekanslarının etkinliğini karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Bilgisayarlı Tomografi’de (BT) saptanan 300 pulmoner nodülü olan 90 hastaya (211 nodül <6 mm, 89 nodül ≥ 6 mm) 1,5 T cihazda tüm vücut MRG yapıldı. BT ve MRG verileri iki radyolog tarafından analiz edildi. Pulmoner nodülleri saptamada tüm MRG ve her bir sekans için duyarlılık ve yanlış pozitiflik hesaplandı. Ayrıca <6 mm ve ≥ 6 mm şeklinde iki gruba ayrılarak alt grup analizi yapıldı.

Bulgular: Pulmoner nodül saptanmasında MRG’nin genel duyarlılığı %35,33; nodül büyüklüğüne göre <6 mm nodüller için %21,80, ≥ 6 mm nodüller için %67,41 bulundu. Her bir sekansın duyarlılıkları sırasıyla <6 mm ve ≥ 6 mm nodüller için T2A True-FISP sekansında %12,79, %44,79 ve T1A 3D VIBE sekansında %21,80, %67,41 bulundu.

Sonuç: 6 mm ve üstü nodüllerde MRG’nin tanısal doğruluğu artmaktadır. Kontrastlı T1A 3D VIBE sekansı, T2A True-FISP sekansından daha yüksek tanısal duyarlılık göstermektedir. Tüm vücut MRG protokolüne kontrast eklemek pulmoner nodül saptama oranını arttırabilir.

Anahtar Kelimeler: Pulmoner nodül, Akciğer MRG, MRG sekansları

MAGNETIC RESONANCE IMAGING FOR DETECTION OF PULMONARY NODULES

ABSTRACT

Purpose: To evaluate the diagnostic performance of Magnetic Resonance Imaging (MRI) for the detection of pulmonary nodules and comparison between T2 Weighted (W) Balanced Steady State Free Precession (True-FISP) and contrast enhanced T1W 3D Volumetric Interpolated Breathhold Examination (VIBE) sequences.

Methods and Materials: Ninety patients with 300 pulmonary nodules (211 nodules were <6 mm; 89 nodules were ≥ 6 mm) diagnosed by Computed Tomography (CT) underwent whole body MRI at 1.5 T scanner. CT and MRI data were analyzed by two radiologists. The sensitivity and false positive rate was calculated for detection of pulmonary nodules for each MRI sequence and overall MRI. In addition, subgroup analysis was done as <6 mm, ≥ 6 mm.

Results: The overall sensitivity of MRI for the detection of pulmonary nodules was 35,33% and according to nodule size: 21.80% for nodules <6 mm; 67,41% for nodules ≥ 6 mm. MRI sequences yielded following sensitivities according to nodul size: 12,79% for T2W True-FISP, 21,80% for T1A 3D VIBE for nodules <6 mm; 44,94% for T2A TrueFISP, 67,41% for T1A 3D VIBE for nodules ≥ 6 mm.

Conclusion: The diagnostic accuracy of MRI in nodules greater than 6 mm is increasing. Contrast enhanced T1A 3D VIBE sequence shows higher sensitivity than T2A True-FISP sequence. Using contrast to whole body MRI protocol may increase the rate of pulmonary nodule detection.

Keywords: Pulmonary nodule, Lung MRI, MRI sequences

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Son yıllarda manyetik rezonans görüntüleme'deki (MRG) yüksek performans gradiyent sistemleri, paralel görüntüleme, hareket eden masa teknolojisi, artmış alan homojenitesi, multikanal koiller ve tek seansta tüm vücut görüntüleyebilme gibi yeni gelişen teknolojiler sayesinde tüm vücut MRG, onkolojik görüntülemede popüler hale gelmiştir (1,2). Yüksek yumuşak doku kontrastı nedeni ile MRG'nin, kas-iskelet sistemi, baş-boyun ve abdomen görüntülemede Bilgisayarlı Tomografi'ye (BT) üstünlüğü birçok çalışma ile ortaya konmuştur. Ancak toraks görüntülemede BT halen MRG'ye olan üstünlüğünü korumaktadır.

Akciğer MRG'nin tercih olarak seçilmesinde en büyük faktör iyonize radyasyon içermemesidir. Çocuk hastalarda, gebelerde, mükerrer görüntüleme gereken hastalarda ve iyotlu kontrastın kontraendike olduğu hastalarda iyi bir alternatiftir. Hatta akciğer MRG kistik fibrozis, akciğer kanserinde T3-T4 ayırımı, pancoast tümörü ve tüm vücut evreleme gibi patolojilerde ilk seçenek olarak kullanılmaktadır. Pulmoner nodüllerde ise halen ikinci seçenek modalite konumundadır (3-5). Pulmoner nodül saptamada MRG ilk seçenek modalite olarak kullanılmasa da takip gerektiren görüntülemelerde, kümülatif radyasyon dozu ile ilişkili artan kanser riski nedeniyle BT'ye iyi bir alternatif olarak değerlendirilebilir. Literatürde nodül boyutlarına göre farklılık göstermekle birlikte MRG'nin pulmoner nodül saptama için duyarlılıkları %36-96 arasında değişiklik gösteren çalışmalar bulunmaktadır (6-12).

Bu çalışmadaki amaç, tüm vücut MRG'de pulmoner nodül saptamanın tanısal doğruluğunu araştırmak ve T2 Ağırlıklı (A) Balanced Steady State Free Precession (True-FISP) ile kontrastlı T1A üç boyutlu (3D) Volumetric Interpolated Breath-hold Examination (VIBE) sekanslarının etkinliğini karşılaştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. SOLUNUM SİSTEMİ ANATOMİSİ

Akciğerler solunumun fonksiyonel birimleridir ve hayatta kalmak için anahtardır. 1500 mil hava yolu, 300-500 milyon alveol içermektedirler ve 70 m² (yarı tenis kortu) yüzey alanına sahiptirler. Her akciğer yaklaşık 1,1 kg ağırlıktadır. Çeşitli hastalıklara neden olan geniş bir patoloji yelpazesinden etkilenirler.

2.1.1. Genel Anatomi

Akciğerler göğüs kafesinde kalp ve mediastenden ayrılmış olarak bulunur. İki akciğer benzer olmakla birlikte, tamamen simetrik değildir, farklı sayıda lob ve farklı bronş ve vasküler anatomi içerir. Çoğunlukla, sağ akciğer 10 segment içeren üç lobdan, sol akciğer 8 segment içeren iki lobdan oluşur. Akciğerler göğüs duvarından ayrılan plevra ile çevrilidirler.

2.1.2. Trakeobronşial dallanma

Trakeobronşial ağaç, çapı giderek azalan tübüler yapılardan oluşur ve larenksten başlayarak alveolde son bulur. Genellikle taşıyıcı zon, geçiş zonu ve respiratuar zon olarak üç bölümde incelenir.

Taşıyıcı zon trakea, bronş, bronşoller ve terminal bronşollerden oluşur. Fonksiyonları akciğerin işlevsel bölümüne gaz iletimini optimize etmektir. Duvarlarında gaz içerisindeki partikülleri uzaklaştırmaya yarayan silialar ve ekspirasyonda kollabe olmasını önleyen kıkırdak bulunur.

Geçiş zonu respiratuar bronşoller, alveoler kanal ve alveoler keselerden oluşur. Her alveoler kese 4-10 alveol içerir.

Respiratuar zon akciğerde gaz transferini yapan alveollerden oluşur. Geçiş zonu ile birlikte respiratuar zon terminal bronşiol sonrası trakeobronşial ağacın uzantısı gibidir ve akciğer parankimini oluşturur (Şekil 2.1).

2.1.3. Akciğer Parankimi

Pulmoner asinüs gaz değişim ünitesidir. Terminal bronşiolün distalinde akciğerin bir parçasıdır. Her sekonder pulmoner lobül 3-12 asinüsten oluşur ve komşu asinüs birbirinden intralobüler septa ile ayrılır.

Primer pulmoner lobül respiratuar bronşun distalinde akciğerin bir ünitesidir. Asinüsten belirgin ölçüde küçüktür ve alveoler kanallar, alveoler keseler ve alveollerden oluşur. Sekonder pulmoner lobülün 30-50 primer pulmoner lobülden oluştuğu tahmin edilmektedir (13).

Sekonder pulmoner lobül genelde 1-2,5 cm boyutlarındadır. Bunlar plevra ve peribronkovasküler intersitisyum ile devam eden fibröz septalar ile sınırlandırılmış polihedral şekilli yapılardır. Çekirdek yapısı sentrilobüler bronşları ve buna eşlik eden pulmoner arter ve lenfatikleri içermektedir (Şekil 2.2).

2.1.4. Plevra

Plevra iki katmandan oluşur. Pariyetal plevra kostalar, mediasten ve diyafragmayı çevreler. Viseral plevra akciğeri çevreler. Parietal plevra torasik kaviteye, viseral plevra direk olarak akciğerlere yapışmıştır. Bu iki zar arasında kalan boşluğa intraplevral boşluk adı verilir.

İki bitişik lobu birbirinden ayıran pleural fissürler, viseral plevra tarafından oluşturulur. Her akciğer üst lobları alt loblarda ayıran oblik (major) fissür ve sağ akciğer sağ üst lobu sağ orta lobdan ayıran yatay (minör) fissür içerir.

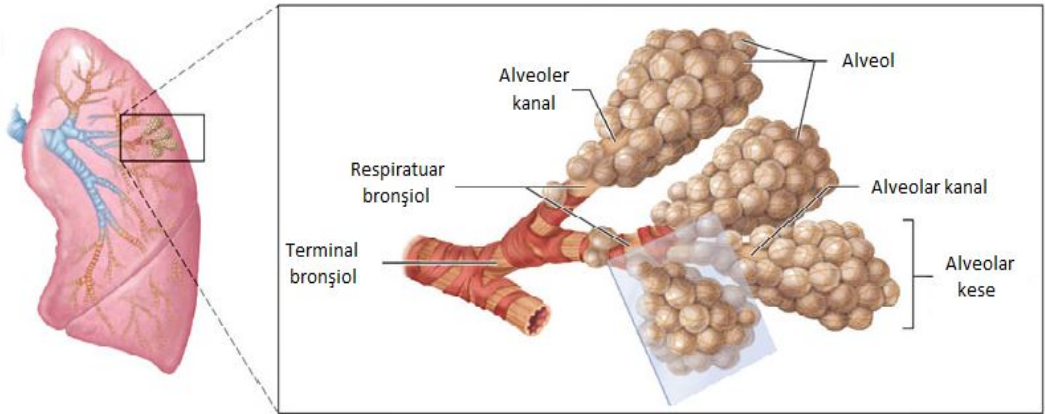
2.1.5. Bronkopulmoner Segmental Anatomi

Trakea karinada sağ ve sol ana bronş olarak ikiye ayrılır. Ana bronşlarda ilk bölünme sekonder bronş veya lobar bronştur, ancak sonraki bölünmeler en küçük bronşiol sayısız alveollere bağlanana kadar, küçük ve daha küçük bronş ve bronşiooller olur.

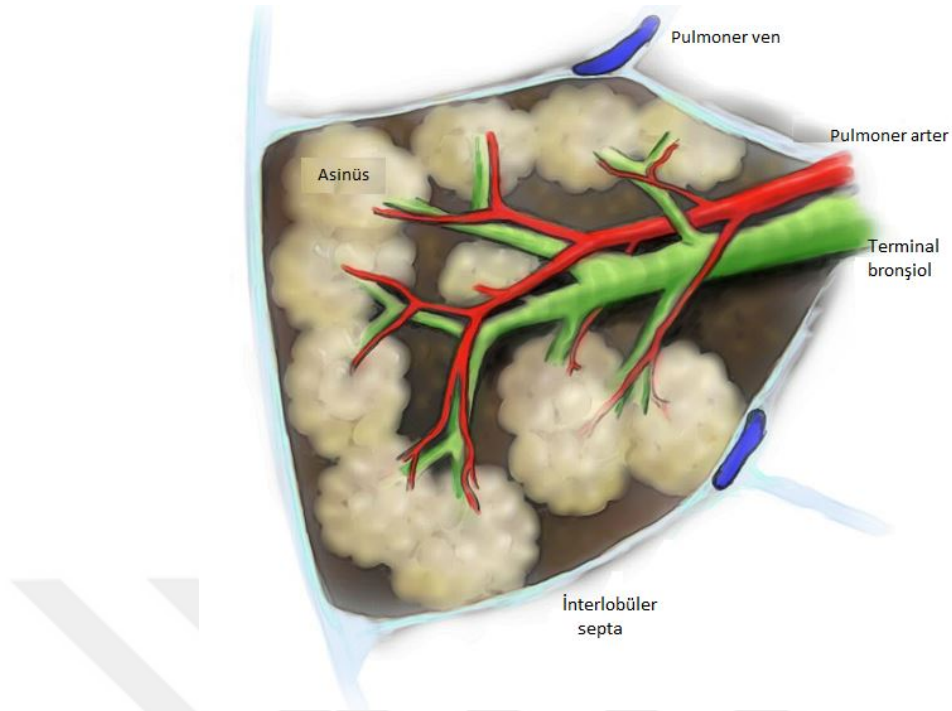
Her segment kendi pulmoner arter dalına sahiptir ve bu nedenle bronkopulmoner segment kendi bronşu ve arteri olan akciğerin bir parçasıdır. Her segment fonksiyonel ve anatomik olarak ayrı olup, komşu segmentleri etkilemeksizin tek bir segmentin cerrahi olarak rezeke edilmesine olanak tanır.

Sol akciğer daha küçük olmasına ve sadece iki lob içermesine rağmen, sağ ve sol akciğer arasında bir çeşit segmental simetri vardır. Genel olarak her akciğer 10 bölümden oluşur: üst loblar 3, orta lob ve lingula 2, alt loblar 5 segment içerir. Her iki akciğer üst lob apikal, posterior ve anterior segmentleri ve alt loblar superior ve 4 bazal segmentleri (anterior, medial, posterior ve lateral) içerir. Bu temel simetrik anatomi arasında birkaç farklılık vardır. Sağ orta lob iki segment içerir: medial ve lateral. Solda lingula üst lobun bir parçasıdır ve superior ve inferior segmentleri vardır. Sol akciğerde iki segmentin birleşerek aynı segmental bronşa sahip bir segment şeklinde izlenen iki bölgesi vardır: sol üst lob apikoposterior segment ve sol alt lob anteromedial segment.

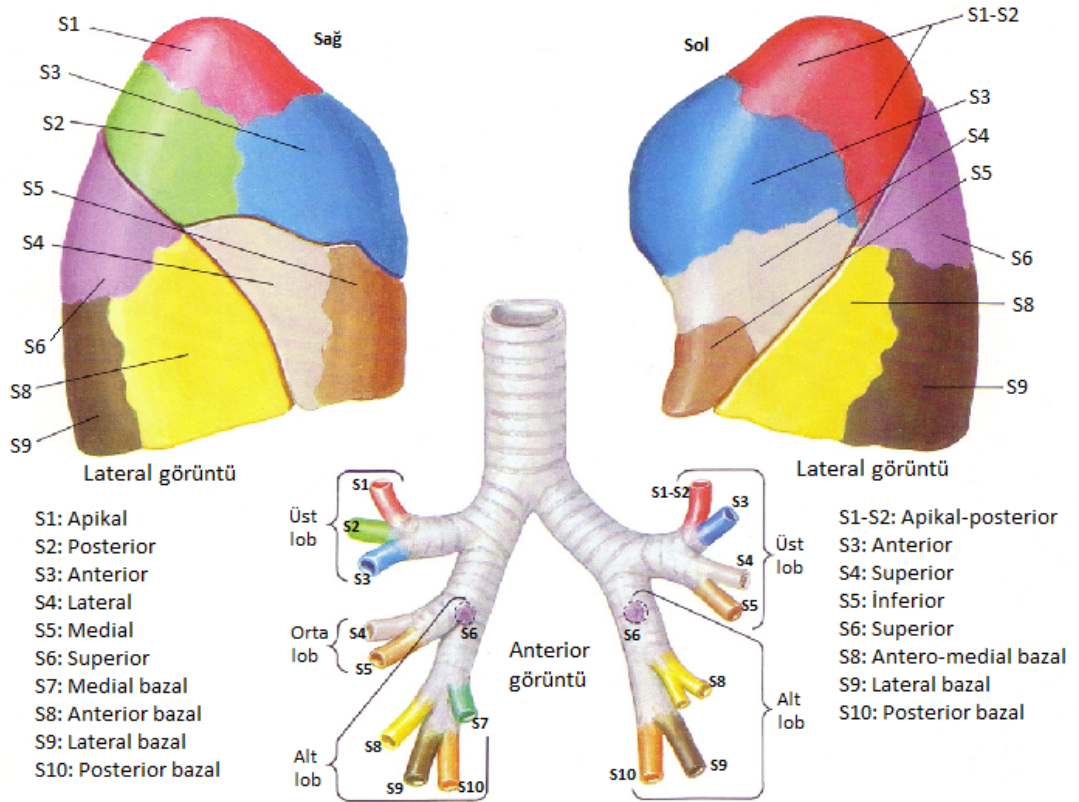
Bronşların Boyden sınıflamasına göre sağ akciğer üç loba ve on segmente, sol akciğer iki loba ve sekiz segmente ayrılır (14) (Şekil 2.3).



Şekil 2.1. Geçiz zonu-Respiratuar zon



Şekil 2.2. Sekonder Pulmoner Lobül



Şekil 2.3. Bronkopulmoner segmental anatomi

2.2. PULMONER NODÜL

Pulmoner nodüller küçük, fokal ve yuvarlak radyografik opasitelerdir. Tek veya multipl olabilirler. Hem kadınlarda hem erkeklerde en sık karşılaşılan kanser olan akciğer kanseri dünya çapında önemli bir hastalık yüküdür. Bazı raporlar, 2015 yılında yeni tanı alan akciğer kanseri vaka sayısının 221 200 olduğunu ve tüm kanser tanılarının %13'ünü oluşturduğunu bildirmektedir. Akciğer kanser mortalitesi tüm kanser ölümlerinin yaklaşık %27'sini oluşturmaktadır (4). Bu nedenlerden dolayı, akciğer nodülleri incelenmeli ve yakından izlenmelidir. Erken tespit ile akciğer kanseri olan hastaların 5 yıllık sağkalım oranı yaklaşık %50 oranında iyileştirilebilir.

2.2.1. Soliter Pulmoner Nodül

Tanım olarak, soliter pulmoner nodül (SPN) tek, düzgün sınırlı, tamamen havalanmış akciğer ile çevrili, çapı 3 cm'ye kadar olan radyografik opasitelerdir (15,16). Atelektazi, hiler genişleme veya plevral efüzyon eşlik etmez. SPN'ü olan hastalar genellikle asemptomatiktir. Üç cm'den büyük fokal pulmoner lezyonlar, aksi ispat edilene kadar akciğer kanseri olarak adlandırılır (17).

2.2.1.1. Etiyoloji

SPN nedenlerini neoplastik, inflamatuvar ve konjenital olmak üzere üç ana başlıkta toparlamak mümkündür. Genelde benign nedenlere daha fazla rastlandığı bildirilmiştir (18,19). Ancak, özellikle rezeksiyon verilerinin sunulduğu yeni çalışmalarda malignite oranının daha yüksek olduğu bildirilmiştir (20). Tablo 2.1.'de SPN nedenleri toplu olarak özetlenmiştir.

Tablo 2.1. Soliter pulmoner nodül nedenleri

NEOPLASTİK	İNFLAMATUAR
<ul style="list-style-type: none">❖ Malign nedenler<ul style="list-style-type: none">- Akciğer kanseri- Soliter pulmoner metastaz- Lenfoma- Karsinoid tümör❖ Benign nedenler<ul style="list-style-type: none">- Hamartom- Kondrom- Lipom- Teratom	<ul style="list-style-type: none">❖ Granüloatoz polianjitis❖ Akciğer apsesi❖ Romatooid nodül❖ İnflamatuvar psödotümör❖ Yuvarlak pnömoni
	DİĞER
	<ul style="list-style-type: none">❖ Pulmoner infarkt❖ İntrapulmoner lenf nodu❖ Mukoid tıkaç❖ Pulmoner hematom
KONJENİTAL	
<ul style="list-style-type: none">❖ A-V malformasyon❖ Bronkojenik kist❖ Bronşiyal atrezi	

2.2.1.1.1. Neoplastik Soliter Pulmoner Nodüller

2.2.1.1.1.1. Malign Soliter Pulmoner Nodüller

SPN'ü olan çok sayıda vakanın bulunduğu geniş serilerden kanser için risk faktörleri tespit edilmiştir. Bunlar yaş, sigara içme öyküsü, nodül büyüklüğü ve daha önceden kanser geçirme öyküsüdür. Kanser riski yaş ile birlikte artış göstermektedir. Otuz yaşın altında akciğer kanseri olasılığı düşük iken, yoğun sigara içen, ileri yaşta bir erkekte bu olasılık oldukça yüksektir (19). SPN'lü 370 hastayı içeren bir çalışmada yaş aralığı 45 ile 54 arasında bulunan kanser riski %63 iken, 54 ile 64 yaş arasında %74, 75 yaş üzerinde ise %96 olarak bulunmuştur (21). Yine Lillington ve ark. da 48 yaşından sonra görülen SPN'lerde kanser riskinin arttığını göstermişlerdir (22).

2.2.1.1.1.1. Akciğer Kanseri

Akciğer kanseri, dünya genelinde erkeklerde kanserin en sık nedeni, kadınlarda ise en sık karşılaşılan 6. kanserdir. Akciğer kanseri hem kadınlarda hem erkeklerde dünyada en sık kansere bağlı görülen ölüm nedenidir ve tüm kanser ölümlerinin %20'sini oluşturur (23). Bu kanseri tedavi etme yönündeki muazzam çabalara rağmen, küratif tedavinin artık bir seçenek olmadığı durumlarda çoğu hasta ileri bir aşamada bulunduğundan, tüm evrelerdeki toplam 5 yıllık sağkalım %15 oranında düşüktür (24). Hindistan'da bile oral, meme, ve serviks kanseri sayısı daha fazla olsa bile kansere bağlı ölüm nedenlerinde akciğer kanseri ilk sıradadır (25). Çoğu hastanın ileri evrede bulunmasına rağmen, erken evre akciğer kanseri olan hastalar potansiyel küratif amaçla tedavi edilebilir. Bu nedenle erken teşhisin ve aynı zamanda radyolojik evrelemenin önemi dışlanamaz.

Akciğer kanser hastalarının çoğu (%80) klinik olarak semptomatiktir ve öksürük, hemoptizi, dispne, göğüs ağrısı ve iyileşmeyen pnömoni ile kendini gösterir (26). Bazen kemik ağrısı, nörolojik semptom ve bulgular gibi metastatik hastalığı düşündürülen bulgular gösterebilirler. Kanser insidental olarak saptandığında %10'dan az hasatada asemptomatiktir (26).

Akciğer kanseri, küçük hücreli dışı akciğer kanseri (KHDAK) ve küçük hücreli akciğer kanseri (KHAK) olarak sınıflandırılır ve %87 oranında KHDAK daha sık görülür.

Akciğer radyografisi şüpheli bir akciğer kanseri vakasını araştırırken yapılan ilk tetkiktir. Hastalıkla ilgili ön bilgiyi sağlamada çok iyi bir araç olmasına rağmen, optimal karakterizasyon ve evreleme için yetersizdir. BT taraması, daha ileri yönetimin kararlaştırıldığı, akciğer kanseri görüntüleme temel tetkiktir. Primer tümör geniş bir yelpazede görüntüleme özellikleri gösterir. KHDAK'leri mediastinal yapıları invaze eden santral yerleşimli kitleler veya göğüs duvarını invaze eden periferik kitleler olabilirler. Tümörler düzgün, lobüle, düzensiz veya spiküle konturlu olabilirler. Homojen şekilde solid olabildikleri gibi merkezinde nekroz veya kavite içerebilirler. Skuamöz kanserler daha çok kavite içerir ve santral yerleşim gösterirler. Adenokarsinoma ve alt tiplerinde enfektif patolojiyi andıran konsolide alan, buzlu cam opasitesi veya her ikisi birden izlenebilir. Eskiden bronkioloalveolar karsinom olarak bilinen in situ adenokarsinomalarda hava

bronkogramları içeren değişik dansitede veya saf buzlu cam nodülleri ve konsolidasyonları görülebilir. Akciğer kanseri şüphesinin görüntüleme özellikleri ne olursa olsun, bronkoskopik veya görüntüleme eşliğinde bir biyopsi alarak doku tanısı almak gerekir. Akciğer kanseri tesadüfen asemptomatik bir hastada görüldüğünde genellikle görüntü özellikleri SPN şeklindedir.

2.2.1.1.1.1.2. Soliter Pulmoner Metastaz

Pulmoner metastazlar çeşitli primer tümörlerden kan veya lenfatik yolla metastatik yayılımın bir sonucudur. Soliter veya multipl olabilirler.

Yetişkin hastalarda akciğere en sık metastaz yapan primer maligniteler meme, kolorektal ve böbrek kanseri iken pediatrik hastalarda rabdomyosarkom, osteosarkom, Wilms tümörü ve Ewing sarkomdur (27,28).

Tipik olarak periferik yuvarlak nodüller şeklinde izlenir ancak daha az sıklıkla konsolidasyon, kavitasyon, kalsifikasyon veya hemoraji içerebilirler (27).

2.2.1.1.1.1.3. Pulmoner Lenfoma

Lenfoma lenfosit ve lenfoblastlardan kaynaklanan malignitedir. Lenfatik sistemle sınırlanabilir veya ektranodal hastalık olarak ortaya çıkabilir. Pulmoner lenfoma, lenfomanın akciğer parankim tutulumunu ifade eder. Genel olarak primer ve sekonder olarak ikiye ayrılabilir. Primer pulmoner lenfoma nadirdir. Genellikle mediastinal lenf nodu tutulumu olsun ya da olmasın akciğere sınırlı ve ilk tanıdan sonra en az 3 ay ekstratorasik yayılıma dair kanıtın bulunmadığı non-Hodgkin lenfomadır. Primer pulmoner lenfomalardan en sık (%80) düşük evreli B hücreli lenfoma (MALToma) görülür. Yüksek evreli B hücreli lenfoma da sık görülür. Ancak primer pulmoner plazmositoma, pulmoner intravasküler lenfoma ve anjiosentrik immünoproliferatif lezyon (lenfomatoid granülomatozis) nadirdir. Sekonder pulmoner lenfoma nispeten daha sıktır. Hodgkin hastalığı ve non-Hodgkin lenfoma akciğer tutulumu olarak ortaya çıkar.

2.2.1.1.1.1.4. Karsinoid Tümör

Akciğerin karsinoid tümörleri KHAK'nden ve büyük hücreli nöroendokrin karsinomasından daha düşük evreli, nöroendokrin tümörlerin bir alt grubudur.

Lokasyonlara göre bronşiyal karsinoid tümörler (santral lezyonlar) ve periferik pulmoner karsinoid tümörler (periferik lezyonlar) olarak ikiye ayrılır.

Bronşiyal karsinoid tümörler primer olarak bronşla ilişkili karsinoid tümörlerdir. Daha önce bronşiyal adenom olarak bilinirdi. Genellikle segmental ve daha büyük bronş ile ilişkilidirler. Tipik olarak 3. ile 7. dekat arası ortalama 45 yaş civarında görülür (29,30). Çoğu (yaklaşık %60) trakeobronşiyal ağaç içerisinde merkezi olma eğilimindedir (31). Multipl endokrin neoplazi tip 1 ve Cushing sendromu ile birliktelik gösterebilir (32,33). Direk grafi bulguları genellikle nonspesifiktir. Çoğu zaman çentikli ve keskin kenarlı yuvarlak veya oval opasitelerdir (34). BT’de tek, iyi sınırlı yuvarlak veya ovoid, keskin sınırlı hiler veya perihiler kitle şeklinde izlenir. Boyutları değişkendir, ancak genelde 2-5 cm arasındadır. Yüksek vaskülarite nedeniyle yoğun homojen kontrastlanma vardır. Kalsifikasyon görülebilir ancak spesifik değildir.

Periferik pulmoner karsinoid tümörler, pulmoner karsinoid tümörlerin bir alt grubudur ve akciğerin periferinde yerleşir. Bronşiyal karsinoid tümörlerden daha az görülürler. Çoğu soliter pulmoner nodül şeklinde insidental olarak saptanır. Genellikle boyut 10-30 mm arasında değişmektedir (35). Birçoğu kontrast sonrası ortalama 50 Hounsfield ünite (HU) gösterir ve lobüle kenarlıdır (35). Görüntüleme özellikleri genellikle spesifik değildir ve tanıyı belirlemek için doku tanısı önemlidir. Periferik pulmoner karsinoid tümörlerin çoğu subsegmental bronş tutma eğilimindedir (35).

2.2.1.1.1.2. Benign Soliter Pulmoner Nodüller

2.2.1.1.1.2.1. Pulmoner Hamartom

Pulmoner hamartomlar kıkırdak, bağ dokusu, kas, yağ ve kemikten oluşan benign neoplazmlardır. Akciğerin en sık karşılaşılan benign tümörlerinden biridir ve tüm akciğer neoplazmalarının %8’ini, SPN’lerin %6’sını oluşturur (36).

Hamartomlar daha çok 4. ve 5. dekatlarda görülür, çocuklarda oldukça nadirdir. Erkeklerde iki kat daha sık görülen bu lezyonlar sıklıkla tesadüfen teşhis edilir. Zaman zaman özellikle endobronşiyal tipleri hemoptizi, öksürük ve bronş obstrüksiyonu nedeni ile ortaya çıkabilir (37).

Pulmoner hamartomların büyük çoğunluğu akciğerlerde periferik olarak bulunur (>%90) ve endobronşiyal hamartomlar bu lezyonların sadece %5'ini temsil eder (38).

Hamartomlar tipik olarak düzgün veya lobüle kontura sahip, iyi sınırlanmış nodül veya kitlelerdir. Yaklaşık %60'ında yağ ve yaklaşık %20-30'unda patlamış mısır benzeri ossifikasyon veya kalsifikasyon vardır. Kavite görünmez (39). Boyutları değişken olup 10 cm'den büyük olabilir ancak çoğu zaman 4 cm'in altındadır (40). Büyüme olur ancak çok yavaştır. Hacimsel olarak ikiye katlama zamanı 400 günün üzerindedir.

2.2.1.1.1.2.2. Pulmoner Kondrom

Pulmoner kondromlar akciğerin nadir görülen iyi huylu kıkırdak içeren tümörleri olup Carney triadının bir parçasını oluşturur, ancak sporadik olarak da ortaya çıkabilirler.

Benign mezenkimal pulmoner tümörler arasında ikinci sıklıktadır (41). Sporadik pulmoner kondromlar en sık orta yaşlı erkeklerde görülürken, Carney triadı ile ilişkili olanlar genç kadınlarda daha sık ortaya çıkar (42). Kondromlar çoğunlukla endobronşiyal yerleşimlidir ve büyük bronşların kıkırdak duvarı ile ilişkilidirler.

2.2.1.1.1.2.3. Pulmoner Lipom

Akciğer içi lipomlar yağ içeren nadir benign akciğer lezyonlarıdır. Çoğunlukla yetişkin nüfusta görülür, çocukluk yaş grubunda görülme oranı oldukça düşüktür. Periferik intrapulmoner yerleşim, endobronşiyal yerleşimden daha nadir görülür. Kesitsel incelemede, tipik olarak tüm görüntüleme yöntemlerinde yağın özelliklerini gösterir ve iyi sınırlanmıştır.

2.2.1.1.1.2.4. Pulmoner Teratom

Teratomlar bir veya birden fazla embriyonik germ yaprağından köken alan germ hücreli tümörlerdir.

Pulmoner teratomlar tipik olarak hayatın 2. ile 4. dekatlarda ortaya çıkar. Göğüs ağrısı, öksürük, hemoptizi ve saç dökülmesi en sık semptomlardır.

İntrapulmoner teratomlar tipik olarak çapları 2,8 cm'den 3 cm'e kadardır ve genellikle kistik ve multiloküledir. Ancak nadir olarak ağırlıkla solid komponent içerebilirler. Lezyonlar genellikle fokal kalsifikasyon içerir. Olguların %42'si bronş ile ilişkili olup hemoptizi veya saç ve sebumun ekspektorasyonuna neden olan endobronşiyal komponente sahiptir (43).

2.2.1.1.2. İnflamatuvar Soliter Pulmoner Nodüller

2.2.1.1.2.1. Granülomatöz polianjitis

Daha önce Wegener granülomatozu olarak bilinen Granülomatoz Polianjitis (GPA), küçük ve orta büyüklükteki arterleri, kılcal damarları ve venleri tutan, başlıca solunum sistemi ve böbrekleri etkileyen, sistemik nekrotizan granülomatoz bir vaskülitir (44). Genellikle kadın ve erkek yaklaşık eşit oranda etkilenir ve 40 yaş sonrası tanı alırlar.

Semptomlar tutulan organ sistemine göre değişir, ancak en sık üst solunum yolları semptomları görülür. Öksürük ve hemoptizi, proteinüri ve hematüri görüldüğü gibi anoreksi, haksizlik ve ateş gibi sistemik semptomlar da sık görülür (45).

İntersitisyel fibrozis genellikle ilk bulgudur, ancak çoğu zaman asemptomatiktir. Kavite gösteren multipl pulmoner nodül, en yaygın (%50 olguda) ve karakteristik bulgudur. Aynı zamanda plevral efüzyon ve mediastinal nodal genişleme de görülür.

2.2.1.1.2.2. Akciğer Apsesi

Akciğer apsesi, akciğer parankiminde mikrobik enfeksiyon nedeni ile çapı 2 cm'den büyük, nekroz ve pürülan materyal içeren patolojik bir kavitedir. Tedavileri çoğu zaman karmaşıktır ve bazı durumlarda hayati tehlike oluşturabilir.

Antibiyotiklerin yaygınlaşmasının bir sonucu olarak, akciğer apselerinin görülme sıklığı önemli ölçüde azalmıştır. Benzer şekilde mortalite de azalmıştır. Bağışıklık sistemi baskılanmış, yaşlı, yetersiz beslenen, zayıflamış ve elbette antibiyotiklere erişimi olmayanlar daha duyarlı ve en kötü prognoza sahiptirler (46). Özellikle immün sistemi baskılanmış kişilerin (HIV/AIDS'e sekonder ve iyatrojenik immunsupresyon) artışı nedeni ile oran bir kez daha artış göstermektedir (47).

Akciğer apseleri sürelerine göre akut (<6 hafta) ve kronik (>6 hafta) ikiye ayrılır (47). Bulgular genellikle nonspesifik ve kavitasyon göstermeyen akciğer infeksiyonuna benzerdir. Belirtiler arasında ateş, öksürük ve nefes darlığı sayılabilir. Periferik apseler aynı zamanda plöretik ağrıya neden olabilir (47). Aspirasyon akciğer apselerinin en yaygın nedeni olduğundan, en sık sağ akciğer alt lob superior segmentte görülür (46).

BT, akciğer abse teşhisinde en duyarlı ve spesifik görüntüleme yöntemidir. Apse sınırlarını görüntülemek için kontrast madde kullanılmalıdır. Aksi takdirde apseyi çevreleyen konsolide akciğer parankimi ile apse sınırları karışabilir.

Apseler genellikle yuvarlak şekilli ve değişken boyutludur. Sadece sıvı içerebilir ya da hava-sıvı seviyelenmesi gösterebilir. Tedavi ile kavitenin konsolidasyona oranla daha uzun sürmesine rağmen tipik olarak apseyi çevreleyen parankimal konsolidasyon vardır. Apse duvarı tipik olarak kalın ve luminal yüzeyi düzensizdir.

2.2.1.1.2.3. Romatoid Nodül

Romatoid nodül, romatoid artrit nadir bir akciğer bulgusudur. Romatoid artritli hastaların yaklaşık %1'den azında görüldüğü düşünülmektedir. Erkeklerde kadınlardan daha sık görülür ve genellikle subkutan nodülleri olan, yüksek romatoid faktör titrelerinde ve sigara içenlerde görülür. Romatoid nodüller genelde üst ve orta zonda yerleşim gösterirler.

2.2.1.1.2.4. İnflamatuvar Psödötümör

Pulmoner inflamatuvar psödötümör pulmoner maligniteyi taklit edebilen non-neoplastik kitlelerdir. Pulmoner kitleyi taklit eden lokalize plevral sıvı ile karakterize pulmoner psödötümörler ile karıştırılmamalıdır.

Akciğer filminde kalsifikasyon içeren daha çok alt zonlarda periferik akciğer kitleleri şeklinde görülürler. BT'de heterojen kontrastlanma gösteren iyi sınırlı lobüle konturlu kalsifikasyon içeren kitleler şeklinde izlenir. Kavitasyon ve lenfadenopati nadirdir.

2.2.1.1.2.5. Yuvarlak Pnömoni

Yuvarlak pnömoni genelde pediatrik hastalarda görülen pnömoni tipidir. Enfekte konsolide alanları temsil eden iyi sınırlı yuvarlak opasitelerdir. Ortalama görülme yaşı 5 olup tanı alan %90 hasta 12 yaşın altındadır (48). Sekiz yaşından sonra görülme sıklığı azdır, çünkü bu yaşa kadar kollateral havayolu iyi gelişmiştir (48,49). Yuvarlak pnömoniler iyi sınırlanmış düzensiz konturları olan yuvarlak opasitelerdir. Olguların %90'ında lezyon alt lob superior yerleşimli ve genellikle soliterdir (49). Hava bronkogramları genelde mevcuttur ve tanı konulmasında yardımcı bulgudur.

2.2.1.1.3. Konjenital Pulmoner Nodüller

2.2.1.1.3.1. A-V malformasyon

Pulmoner arteriyovenöz malformasyonlar (PAVM) anormal olarak genişleyen damarların pulmoner arter ve ven arasında sağdan sola bir şant oluşturduğu nadir görülen vasküler anomalilerdir. Genellikle pulmoner arterler ve venler arasında doğrudan yüksek akımlı, düşük dirençli fistülöz bağlantı olarak kabul edilirler.

Kadınlarda erkeklere oranla daha sıktır. İnsidansı yaklaşık 100 000'de 2-3 olarak tahmin edilmektedir (50). Genellikle tek taraflıdır. Akciğerin herhangi bir yerinde görülebileceği gibi yaklaşık %50-70 oranında alt loblarda olduğu bildirilmektedir (51). PAVM tanısı için kontrast ekokardiyografi, radyonüklid perfüzyon akciğer taraması, BT, MRG ve altın standart pulmoner anjiyografi gibi çeşitli yöntemler mevcuttur.

2.2.1.1.3.2. Bronkojenik kist

Pulmoner kistler, akciğer parankimi içinde 1 ile 4 mm arasında duvarı olan kistik boşluklardır.

Duvar kalınlığı pulmoner kisti diğer pulmoner kavitelerden (4 mm'den daha kalın duvara sahip boşluk olarak tanımlanır) ayıran özelliktir. Bül ya da bleb 1 mm'den daha ince bir duvar yapısına sahiptir.

2.2.1.1.3.3. Bronşiyal Atrezi

Bronşiyal atrezi, distal akciğerde hiperinflasyon ile birlikte proksimal segment bronşunun fokal obliterasyonu ile karakterize gelişimsel anomalidir.

Görüntülemelerde direk grafide hilustan başlayan distalde hiperlüsen akciğer parankimi ile ilişkili fokal tubuler opasite şeklinde izlenir. Genellikle segmental ya da subsegmental seviyededir. Herhangi bir lobda görülebilir, çoğunlukla sol üst lob apikoposterior segmentte, ikinci sıklıkta sağ üst lobda görülür.

BT'de "eldiven içi parmak" görünümü veren mukus tıkaçı ile birlikte bronş güdüğü veya güdükleri izlenir. Kohn gözeneklerinden giren havanın hapsi ve oligemi nedeniyle atretik segmentten beslenen distal akciğer parankimi hiperlüsen olabilir.

2.2.1.1.4. Diğer

2.2.1.1.4.1. Pulmoner İnfarkt

Pulmoner infarkt en sık neden sol kalp yetmezliği ile birliktelik gösteren pulmoner embolidir. Etkilenen hastaların demografik özellikleri, basit pulmoner emboli olan hastaların demografik özellikleri daha büyüktür, çünkü komorbiditesi olmayan genç hastalar genellikle etkilenmezler (52). Pulmoner infarkt pulmoner emboli olan hastaların yaklaşık %10-15'inde görülür. Pulmoner emboli olan hastalarda pulmoner infarkt gelişme riski kardiyovasküler hastalık ya da altta yatan malignitenin eşlik etmesine bağlıdır. Ayrıca pulmoner emboli yükü arttıkça pulmoner infarkt gelişme riski artar.

Direk grafi ve BT'de kama şekilli, jukstaplevral yerleşimli (Hampton hörgücü), hava bronkogramları içermeyen opasite şeklinde izlenir.

2.2.1.1.4.2. İntrapulmoner Lenf Nodu

İntrapulmoner lenf nodu, intratorasik lenf nodlarının bir türüdür. Sağlıklı hastaların rutin BT tetkiklerinde oldukça sık rastlanır.

Genelde boyutları 3 mm ile 8 mm arasındadır. Karina seviyesinin altında daha çok alt loblar ve sağ orta lobda izlenirler. Yuvarlak, oval, trianguler veya trapezoid şekilli, keskin sınırlı, homojen solid yapıda kalsifikasyon içermeyen nodüllerdir. Bazı nodüller plevraya ince bir bağlantı ile uzanabilirler.

Perifissürel nodüller bir alt tipidir. Bunlar tipik olarak, pulmoner fissürle temas halinde olan veya yakın komşuluk gösteren düzgün kenarlı nodüller şeklinde izlenirler. Çoğu plevral yüzeye septal bir bağlantı gösterir (53).

2.2.1.1.4.3. Mukoid Tıkaç

Bronkosel olarak da adlandırılan mukoid tıkaç akciğer grafisi ve BT’inde sıklıkla karşılaşılan bir patolojidir. Genellikle havayollarının mukus sekresyonları ile tıkanması olarak tanımlanır ve obstrüktif veya nonobstrüktif olabilir.

2.2.1.1.4.4. Pulmoner Hematom

Pulmoner hematom akciğer ve intersitisyel boşluklarda kanın birikimidir. Genellikle iki ile dört hafta içerisinde geriler. Ancak hematoma ikincil bir enfeksiyon eşlik ederse drenaj gerektiren apse formuna dönüşebilir.

2.2.2. Diffüz Pulmoner Nodül

Çapı birkaç milimetreden 1 cm’ye kadar değişen diffüz pulmoner nodül paterni, intersitisyel hastalıkları veya küçük havayolu hastalıklarını gösterebilir. Nodüllerin baskın olduğu lokalizasyon, altta yatan neden için bir ipucu verebilir. Örneğin, sarkoidoz sıklıkla fissural veya plevral yüzeylerde yer alır. Nodüllerin üst lobda baskın olması silikoz ve kömür işçi pnömokonyozunu, alt lobda baskın olması asbestozis veya hematojen metastazı, bronkosentrik yerleşimin baskın olması sarkoidoz veya Kaposi sarkomunu düşündürür. Nodüller miliyer dağılım (tüberküloz, silikoz, sarkoidoz, metastaz), kavitasyon (septik emboli, metastaz, enfeksiyon) veya kalsifikasyon (tüberküloz, silikoz, metastaz) gösterebilir.

Multipl akciğer nodülleri rastgele veya sentrilobüler dağılım gösterebilir. Rastgele dağılım gösteren nodüller değişik dansitlerde olabilir ve genelde uniform dağılım gösterir. Nodüller tipik olarak hematojen kaynaklıdır ve bu nedenle genelde küçük damarların yakınında bulunurlar. Aynı zamanda plevral yüzeye yakın da izlenebilirler. Rastgele dağılım gösteren nodüller silikozda üst ve orta loblarda baskın iken, metastazlar alt loblarda baskındır.

Sentrilobüler nodüller plevral yüzeylere ve interlobüler septaya bitişik değildir ve çoğunlukla lüsen rim ile ayrılırlar. Sentrilobüler nodüller genellikle

orijinal lezyonun bronşiollerin yakınında gelişen hastalıklar nedeni ile oluşur. Nodüller komşu peribronşiyolar havayolu tutulduğu zaman buzlu cam şeklinde izlenebilir (54).

Tomurcuklanan ağaç manzarası en küçük bronş ve bitişik alveolleri etkileyen inflamatuvar, genellikle enfeksiyöz, bir hastalığın belirtisidir. “Ağaç” mukus, püvy veya sıvı ile dolu dilate bronşiolleri temsil eder, “tomurcuklar” sentrilobuler lokasyonda sınırları iyi seçilemeyen içi dolu alveol kümesidir.

2.2.2.1. Sarkoidoz

Sarkoidoz ağırlıklı olarak akciğerleri ilgilendiren sistemik bir inflamatuvar hastalıktır, ancak eklemleri, gözleri, böbrekleri ve cildi de etkileyebilir. Hastalık en sık 25-40 yaş arasında gelişir. Sarkoidozun kesin nedeni bilinmemekle birlikte, bakteri veya çevresel antijene karşı orantısız bir immünolojik reaksiyonu yansıtabilir (55). Sarkoidoz tanısı genellikle ilişkisi olmayan semptomlar için çekilen akciğer grafisinde insidental olarak, karakteristik bulgular saptandığında konur. Hastalar geçmeyen öksürük veya eritema nodozum, artrit, artralji, üveit ve hiperkalsemi gibi sistemik semptomalara sahip olabilirler. Sarkoidozun en sık görülen komplikasyonu pulmoner fibroza bağlı solunum yetmezliğidir. Kardiyak tutulum aritmi, miyokard enfarktüsü ve hatta ani ölüm ile sonuçlanabilir.

Sarkoidozlu hastaların %90'ında klasik radyografi bulgusu olan bilateral simetrik hiler ve paratrakeal büyüyen lenf nodları vardır. Genişlemiş hilusların dış kenarları genellikle lobüledir. Hastaların %20'sinde, daha çok üst zonları tutan retikülonodüler paternde diffüz parankimal hastalık vardır ve yaygın intersitisyel pulmoner fibrozise neden olabilir. Lenfoma veya tüberkülozun aksine, parankim hastalığı geliştikçe lenf nodu büyümesi tipik olarak geriler. Sarkoidozu bilateral simetrik tutulum tüberkülozdan, retrosternal tutulumun olmaması lenfomadan ayırır (56).

İnce kesitli BT'de, sarkoidoz tipik olarak daha çok üst zonlarda hilustan periferde doğru uzanan bronkovasküler demetler boyunca izlenen intersitisyel kalınlaşma ile birlikte düzensiz mikronodüller (1-5 mm) görülür. Geç evrelerde akciğer parankiminde fibröz distorsiyon akciğer grafisinde belirginleşmeden önce BT'de izlenebilir. BT'de sarkoidozun diğer bulguları arasında buzlu cam opasiteleri,

kist ve kaviteasyon (nekrotizan sarkoidal anjitisde), alveolar sarkoidoz (nodüller ve hava bronkogramları içeren konsolidasyon), bronş duvar kalınlaşması ve havayolu darlığı bulunmaktadır.

2.2.2.2. Silikozis

Silikozis, kristalize silika içeren tozun kronik olarak teneffüs edilmesiyle, akciğerin fibrozisine ve amfizemine neden olan, geri dönüşsüz bir mesleki hastalıktır. Silikaya maruz kalma en çok inşaat, madencilik, kumlama, taşlama ve cam, çanak, çömlek ve demiryolları ile çalışan kişiler gibi aşındırıcı maddelerin üretiminde çalışan insanlarda görülür. Hastalık çoğu zaman 50 yaşın altında erkeklerde görülür. İlk maruziyetten yaklaşık 20 yıl sonra silikoz semptomları gelişir. Bazı etkilenmiş kişiler asemptomatiktir, daha ağır hastalığı olanlarda öksürük, nefes darlığı ve artmış balgam (kömür işçilerinde siyah balgam) vardır.

Akciğer grafisinde, en erken ve en karakteristik bulgular, ağırlıklı olarak akciğerin üst lob posterior bölümlerinde baskın, kalsifiye olmaya meyilli, iyi sınırlanmış, küçük, yuvarlak nodüllerdir. Hiler ve mediastinal lenfadenopati sıktır, büyümüş lenf nodlarında periferik yumurta kabuğu kalsifikasyonu (vakaların %5'i) silikoz için patognomiktir. Parankimal pulmoner nodüller hastalık ilerledikçe sayı ve boyut artışı gösterir, daha ileri evrelerde sınırları belirsiz periferik çekintilere neden olan konglomere kitleler (>1 cm) şeklinde izlenirler. Bu süreç genellikle simetrik ve üst loblara ve alt lobların üst segmentlerine yerleşim gösterirler. Fibrozis geliştikçe hilusa doğru ilerlerler. Akciğerlerin hacmi giderek azalır ve kaviteasyon meydana gelebilir.

İnce kesitli BT'de silikoz tipik olarak hem sentrilobüler hem de subplevral yerleşimli her iki akciğerde diffüz dağılmış nodüler opasifikasyonlar (1-10 mm) olarak görülür. Hafif dereceli hastalık sadece üst loblarda görülebilir ve üst lobların posterior kesimlerinde baskın olabilir. Nodüller vakaların yaklaşık %3'ünde kalsifiye olur ve subplevral nodül zincirleri psödoplak oluşturabilir (57). Lenfanjitik karsinom yayılımı ve sarkoidozun aksine, silikozisdeki nodüller interlobüler septal kalınlık artışları ile ilişkili olarak görülür. Komplike hastalığın varlığına işaret eden ilerleyen masif fibrozis gelişimi, her zaman ince kesitli BT'de arka planda küçük nodüllerin görülebilir hale gelmesi ile ilişkilidir.

2.2.2.3. Malignite

2.2.2.3.1. Hematojen Metastazlar

Pulmoner metastazlar genellikle malignitelerin %20-30'unda görülür ve sıklıkla tümör hücrelerinin hematojen yayılımı sonucudur. Daha seyrek olarak lenfojen yayılım sonucudur. Endobronşiyal yayılım nadirdir ancak baş-boyun malignitelerin yanısıra böbrek ve meme kanserlerinde de izlenir.

Akciğer grafisinde pulmoner metastazlar çoğunlukla alt loblarda iyi sınırlanmış düzgün kenarları olan nodüller şeklinde izlenirler. Büyümenin biçimine bağlı olarak görünüşleri, miliyer hastalığı tanımlayan diffüz mikronodüler gölge (özellikle tiroid kanserinde izlenen kar fırtınası görünümü) ile multipl büyük, iyi sınırlı "cannonballs" (başlıca koryokarsinoma ve seminomada) arasında değişebilirler. Kavitasyon metastazların yaklaşık %4'ünde, en çok da skuamöz hücreli kanserlerde (ayrıca kolon adenokanserlerinde ve sarkomlarda) görülür (58).

BT'de hematojen metastazlar tipik olarak sınırlı sayıda iken perifer ve bazal akciğerde baskınlık gösterirken, sınırsız sayıda izlendiğinde eşit dağılım gösteren küçük nodüller olarak görülür. Bazı nodüller pulmoner damarların küçük dallarıyla ilişkili görünebilir. Çoğu zaman hematojen orijinli (lenfatik sisteme sekonder büyüyen lenfatik metastazlar olarak düşünülür), lobüler seviyede akciğer striktürünü koruyarak peribronkovasküler intersitisyumda ve interlobüler septada düzgün veya nodüler kalınlaşmaya neden olur (58). Hiler lenfadenopati vakalarının yaklaşık %50'sinde görülür.

2.2.2.3.2. Lenfoma

Sekonder lenfomanın bir bulgusu alt loblarda daha çok sayıda, silik sınırlı multipl nodüllerdir. Bu görünüm genellikle mediastinal ve hiler lenf nodu genişlemesi ile ilişkilidir.

2.2.2.3.3. Kaposi Sarkomu

Kaposi sarkomu, AIDS ile ilgili en yaygın neoplazmdır. Cilt, lenf nodları, gastrointestinal kanal ve akciğerleri içine alma eğilimindedir. Kaposi sarkomu

AIDS'li hastaların yaklaşık %15-20'sinde, hemen hemen tüm homoseksüel veya biseksüel erkeklerde gelişir ve pulmoner tutulum bunların %20'sinde görülür. En yaygın bulgu ve belirtiler dispne ve öksürüktür, ileri evrelerde hemoptizi gelişebilir.

Kaposi sarkomlu hastalarda peribronkovasküler ve interlobüler septal kalınlaşma, plevral efüzyon ve lenfadenopati ile birlikte düzensiz şekilli ve sınırları belirsiz peribronkovasküler nodüller gelişebilir. Çoğu durumda BT'de tipik nodüllerin bulunması ve bulguların parahiler yayılımı, Kaposi sarkomunu AIDS'in diğer torasik bulgularından ayırmaya izin verir.

2.2.2.4. Respiratuar Bronşiolit

Respiratuar bronşiolit (RB), lümen içine epitel ve düz kasın düzensiz projeksiyonları ile birlikte respiratuar bronşiolerin distorsiyonu ile karakterizedir. Respiratuar bronşiolit ile ilişkili intersitisyel akciğer hastalığı (RB-IAH) sigara içen kişilerde veya eski sigara içicilerinde tanımlanmıştır ve tozlu ortamlara karşı gelişen histolojik bir reaksiyondur (59). Histolojik olarak, respiratuar bronşiolerde ve çevreleyen havayolunda pigmente makrofaj birikimi ve eşlik eden minimal mural inflamasyon vardır. Hastalar 30'lu ya da 40'lı yaşlarda öksürük ve nefes darlığı ile semptom verebilirler, daha az sıklıkla pnömotoraks, hemoptizi veya akut solunum yetmezliği ile başvururlar.

RB olanlar ve RB-IAH olanların yaklaşık yarısında akciğer grafisi normaldir. RB-IAH olan hastaların geri kalanı normal akciğer hacmine sahiptir, ancak bronş duvar kalınlaşması ve retikülonodüler patern vardır. İnce kesitli BT'de RB-IAH tipik olarak daha çok üst loblarda, yaygın da olabilen mikronodüller (3-5 mm) ve yamalı buzlu cam opasiteleri görülür.

2.2.2.5. Enfeksiyon

Çok sayıda enfeksiyöz hastalıklar multipl pulmoner nodül paterni gösterebilir. En sık endokardite veya enfekte bir santral katetere bağlı oluşan septik embolide nodüller diffüz dağılım gösterir ve çoğunlukla kavite içerir. Periferik nodüller ile besleyici arterin görülmesi karakteristik bir bulgudur.

Reaktivasyon tüberkülozunda, sayısız, küçük, nispeten iyi sınırlanmış nodüller her iki akciğere diffüz yayılabilir ve enfeksiyonun endobronşiyal olduğunu

yansıtan miliyer patern oluşturur. Akciğer grafileri normal veya minimal hastalığı gösterdiğinde, ince kesitli BT diffüz akciğer tutulumunun varlığını gösterebilir. Çok küçük veya daha büyük nodüller atipik mikobakteriyel (nontüberküloz) enfeksiyonun özelliği olabilir. Dominant konsolidatif enfeksiyon odağının distalindeki akciğer parankiminde küçük nodüllerin varlığı, muhtemelen endobronşiyal yayılımdan kaynaklanmaktadır.

Miliyer patern veya daha büyük nodüller mantar enfeksiyonunun bir belirtisi olabilir. En sık neden histoplazmoz olup iyi sınırlı yuvarlak veya oval nodüller izlenir ve sıklıkla kalsifiye olurlar. Birden fazla pulmoner nodül görülen diğer fungal enfeksiyonlar arasında koksidioidomikoz, blastomikoz ve kandidiyazis bulunur. Pseudomonas enfeksiyonunda daha çok düzensiz ve sınırları belirsiz kitleler görülebilir. Alt loblarda periferde iyi sınırlı kistik kitleler Paragonimus westermani enfeksiyonunda karakteristik bir bulgudur. Varisella pnömonisinde (çocuklardan daha fazla erişkinlerde), yaygın kalsifikasyonlar (histoplazmozda olduğu gibi) ile iyileşen pulmoner nodüllerden oluşan miliyer patern vardır. Miliyer nodüller görülen parazitik hastalıklar içerisinde şistozomiazis ve filariasis vardır.

Enfeksiyöz akciğer hastalığında ince kesit BT'de ortak bir bulgu, tomurcuklanan ağaç manzara görünümü oluşturan sentrilobüler bronş dilatasyonu ve mukus, püvey veya sıvı ile dolmuş bronşlardır. Küçük nodüllerin yığılmış kümeleri ve dallanmış yumuşak doku opasiteleri genellikle periferde (plevral yüzeye 3-5 mm mesafede) belirgindir ve daha büyük havayollarının anormallikleriyle ilişkilidir.

Aspergillozis enfeksiyonu, tüberküloz, sarkoidoz veya mantar enfeksiyonu nedeniyle daha önceden mevcut kavitelerde sıklıkla görülen mantar enfeksiyonudur. Hastalık daha çok immün-supresif hastalarda görülür ve tipik olarak öksürük, ateş, titreme ve göğüs ağrısı ile kendini gösterir. Fokal yoğun parankim nodüllerini çevreleyen halo veya buzlu cam opasitesi invaziv pulmoner aspergillozun karakteristik BT bulgusudur. Halo ve santral nodül, sırasıyla, santral fungal nodül veya infarktı çevreleyen koagülasyon nekrozun veya hemorajinin rimini yansıttığı rapor edilmiştir.

2.2.2.6. Küçük Havayolu Hastalıkları

Küçük havayolu hastalıkları (KHH), küçük havayollarının distorsiyonu ve obliterasyonuna neden olan minimal amfizem ile birlikte en küçük bronş ve bronşiollerin iltihabından oluşan bir dizi hastalık spektrumudur. Küçük hava yollarını etkileyen hastalıkların geleneksel tanı testleri ile tespiti zordur. Akciğer grafisi ve solunum fonksiyon testlerinde semptom ve anormalliklerin saptanabilmesi için hastalığın yaygın tutulumu olmalıdır. Bununla birlikte, ince kesitli BT'de KHH ile ilişkili değişiklikler doğru olarak tespit edilir.

KHH'nın bir bulgusu, bronkovasküler demetler boyunca bol miktarda bulunan ve histolojik olarak anormal bronşiollerin merkezli olduğu kanıtlanan çok sayıda küçük nodüllerdir. Genelde anormal bölgeler, normal veya normale yakın akciğer parankimi ile diğer hastalıklı bölgelerden ayrılabilir. Bununla birlikte eğer nodüller birleşiyorsa, daha büyük konsolidasyonlar veya havayolu opasiteleri oluşabilir (57).

2.2.2.7. Hipersensitivite Pnömonisi

Ekstresek alerjik alveolit olarak da bilinen hipersensitivite pnömonisi, akciğer dokusunda immünolojik yanıtı neden olan çeşitli organik ve kimyasal antijenlerin kronik inhalasyonun yol açtığı bir grup alerjik akciğer hastalığıdır. En yaygın biçimleri çiftçi akciğeri ve kuş besleyenlerin akciğer hastalığıdır.

Radyografi bulguları hastalığın evresine göre değişir. Akut fazda hastaların %90'ında akciğer grafisi normaldir. Pnömoni olarak yanlış tanı konulan nodüler veya retikülonodüler patern veya konsolide alanlar (daha çok alt loblarda) olabilir (57,59). Subakut evrede akciğer grafilerin %90'ı anormal olup sınırları belirsiz küçük nodüller veya vasküler sınırları silen akciğer opasifikasyonları izlenir. Kronik hastalıkta, parankimal distorsiyon, hacim kaybı ve fibrozis başlıca bulgulardır.

İnce kesitli BT'de hipersensitivite pnömonisi akut evrede küçük, sınırları belirsiz sentrilobüler nodüller ve bilateral konsolidasyonlar görülür. Subakut evrede sınırları belirsiz sentrilobüler nodüller ile birlikte yama şeklinde buzlu cam opasiteleri vardır. Karakteristik mozaik perfüzyon alt ve orta lobları etkiler. Hipersensitivite pnömonisinin kronik evresinde akciğer fibrozu, balpeteği manzarası, traksiyon bronşektazileri ve parankimal distorsiyona neden olur. Ayrıca peribronşiyal

ve subplevral rastgele dağılmış retiküler opasiteler de olabilir (57,59). Bu bulguların bir kombinasyonu, parankimal nodül ve erken parankimal distorsiyonun temel özellik olduğu nonspesifik intersitisyel pnömoninin erken evrelerinde görülebilir.

2.2.2.8. Alveolar Mikrolitiazis

Alveolar mikrolitiazis, intraalveolar mikrolitlerin diffüz bilateral birikmesi ile karakterize nadir görülen nedeni bilinmeyen bir hastalıktır. En yaygın Türkiye’de (dünyadaki vakaların %33’ü) olan hastaların yarısında ailesel otozomal resesif olan genetik bir anomali var. Radyografik anormalliklere rağmen tanı konulduğunda alveolar mikrolitiazisli hastaların %70’i asemptomatiktir. Bu hastalarda daha sonra öksürük ve nefes darlığı gelişebilir ve hastalığın yavaş ilerlemesi sonucu solunum ve kardiyak yetmezliğe neden olabilir.

Alveolar mikrolitiazisde diffüz, çok ince kalsifik dansitede mikronodüller izlenir. Akciğer grafisinde, plevranın bir tarafındaki akciğer parankiminin aşırı yoğun olması ile diğer tarafta kaburgalar arasındaki kontrast farkı nedeniyle oluşan siyah plevra işareti karakteristik bir görünümdür.

2.2.2.9. Amiloidozis

Amiloidozis, çözünmeyen fibriler proteinlerin anormal ekstraselüler birikimi ile karakterize heterojen bir grup hastalığı temsil eder. Bu proteinlerin damarlarda birikmesi ile kanamalara neden olabilir. Hastalar asemptomatik olabilir veya öksürük, solunum yetmezliği, hemoptizi, nükseden pnömoni ve diğer organların veya dokuların (kalp, böbrek, dil, gastrintestinal sistem, deri ve kas) tutulumu ile başvurabilirler.

Hastalığın nadir görülen parankimal formunda amiloid kitleleri gelişebilir. Mutipl nodülde kaviteasyon görülebilir, kalsifikasyon veya ossifikasyon gelişebilir. Hastalığın nodüler parankimal formu, diffüz intersitisyel veya trakeobronşiyal (obstruktif) tipinden daha iyi prognoza sahiptir.

2.2.2.10. Akciğer papillamatozu

Papillamatoz, vakaların %95’inde larinksli tutan bir human papilloma virus enfeksiyonudur. Hava yoluna ekim yolu ile akciğere yayılımı vakaların <%1’inde

daha çok çocuk ve genç erişkinde görülür ve laringeal papilloma cerrahi müdahale bu komplikasyon olasılığını artırır.

Akciğer papillomları tipik olarak havayollarını tıkar ve periferik atelektazi ve obstruktif pnömoniye neden olur. Yuvarlak, keskin sınırlanmış sıklıkla kavitasyona uğrayan nodüller (çoğunlukla ilerlemiş kistik bronşektaziyi andırır) nadir bir bulgudur.

2.2.2.11. Poliarteritis

Sıklıkla yama şeklinde konsolidasyonlarla birliktelik gösteren silik nodüller poliarteritisin nadir bir bulgusudur. Bu görünüm seri görüntülemelerde tipik olarak lezyonların regresyonunu ya da progresyonunu gösteren yeni lezyonların varlığını ve eski lezyonların iyileştiğini yansıtır. BT anjiyografide bir veya daha fazla abdominal organda çok sayıda arteriyel anevrizma görüntülenmesi, bu hastalığın gerçek tanısı olarak düşünülür.

2.2.2.12. Pulmoner Hemosiderozis

Pulmoner hemosideroz sıklıkla gençlerde, nedeni bilinmeyen, tekrarlayan diffüz pulmoner hemoraji ile karakterizedir. Multipl hemoptizi atakları ve uzun süredir devam eden mitral stenozu olan hastalarda yoğun kalsifiye veya ossifye nodüllerin akciğere diffüz dağılmış miliyer paterni gelişebilir.

2.2.2.13. Pulmoner Varisler

Pulmoner varisler, sol atriuma girmeden hemen önce pulmoner venlerin nadir konjenital veya edinsel tortiozu ve dilatasyonu ile karakterizedir. Valsalva manevrası ile variköz venlerin şekli ve boyutu değişir.

Görüntülemelerde pulmoner varisler çok sayıda yuvarlak, iyi sınırlanmış opasiteler şeklinde izlenir. Akciğer grafilerinde lateral görüntülerde çoğunlukla hilusların posterior ve inferior komşuluğunda izlenir. Anatomik olarak varisler sıklıkla tektir ve sağ alt lob pulmoner vende daha çok izlenir.

2.2.3. Radyolojik Değerlendirme

Akciğer röntgenleri veya BT taramaları sırasında her yıl sayısız pulmoner nodül keşfedilmektedir. SPN, tüm akciğer filmlerinin %0.2'sinde, BT'lerin ise yaklaşık yarısında bulunur. Malign pulmoner nodüller için risk faktörleri arasında sigara içme öyküsü ve ileri yaş bulunur.

2.2.3.1. Nodülün Özellikleri

2.2.3.1.1. Nodül Boyut ve morfolojisi

Nodül boyutu malignite riski ile doğrudan ilişkilidir ve değerlendirme açısından baskın bir faktördür. Nodüller solid, subsolid ve buzlu cam şeklinde ayrılabilir. Bununla birlikte, bu ayrımların yapılmasına ilişkin kriterler tamamen üzerinde anlaşmaya varılamamış ve halen tartışılmaktadır. Van Riel ve ark., nodülleri solid, subsolid ve saf buzlu cam kategorilerine ayırmak için geleneksel öznel ölçütleri kullanan deneyimli göğüs radyologları arasındaki anlaşmayı inceledi. Hem gözlemciler arası hem de içi anlaşmanın bu nodüllerde oldukça değişken olduğu bulundu. Nodüllerin tüm radyologlar tarafından solid veya subsolid olarak doğru sınıflandırılması vakaların yalnızca %58'inde başarılıydı (60). Bununla birlikte genel olarak mediasten (yumuşak doku) penceresinde ve keskin filtre ile ince kesitlerde görüntülendiğinde parsiyel görünmez olarak yorumlanan nodüller subsolid ve bu tür görüntülerde görünür kalmış normal vasküler veya bronşiyal yapılar dışındaki herhangi bir nodül bileşeni solid kabul edildi. İnvaziv adenokarsinomanın erken belirtilerini temsil eden küçük solid veya kısmi solid kısımlar bu ayarlarla görünmez hale getirilebilir ve şu anki görüş birliği bu tür nodüllerin katı kısımların varlığı ve boyutu en iyi şekilde akciğer penceresi ayarı ve kenarı güçlendirilen (keskin) bir filtre kullanılarak değerlendirilmesidir (61,62).

Marjinal spikülasyon yıllardır malignite ile ilişkili olarak bilinmektedir ve yeni çalışmalar spikülasyonu kanser için bir risk faktörü olarak teyit etmektedir (63). Ne yazık ki, spikülasyon genellikle var ya da yok şeklinde sınıflandırılmıştır ve spikülasyonun varlığını belirlemek için herhangi bir kriter tanımlanmamıştır. Bununla birlikte, sürekli olarak malignite için bir risk faktörü olarak tespit edilmiştir ve tarama ile tespit edilen nodüllerde 2.2-2.5 aralığında bir olasılık oranı vardır (63).

2.2.3.1.2. Nodül Lokasyonu

Akciğer kanseri üst loblarda daha sık görülür ve sağ akciğerde görülme olasılığı daha fazladır. Pan-Canadian Early Detection of Lung Cancer Study (PanCan) çalışmasında üst lob nodül lokasyonu 2.0 olasılık oranı ile risk faktörü olarak doğrulanmıştır (63). Adenokarsinomlar ve metastazlar periferde bulunurken skuamöz kanserler hilus yakınında bulunur. Perifissürel ve subplevral küçük solid nodüller çoğu zaman intrapulmoner lenf nodlarını temsil eder.

2.2.3.1.3. Nodül Çokluğu

Nederlands-Leuvens Longkanker Screenings Onderzoek (NELSON) çalışmasında çok sayıda nodül bulunan hastaların analizinde toplam nodül sayısı 1'den 4'e yükseldiğinde primer kanser riskinde artış, toplam nodül sayısı 5 veya daha fazla olan hastalarda büyük çoğunluğu granülomatöz enfeksiyondan kaynaklandığından primer kanser riskinde azalma gösterdi (64). PanCan çalışmasında nodül çokluğuna bağlı kanser riski, bir nodüle bağlı kanser riski ile karşılaştırıldığında azalmıştır (63).

2.2.3.1.4. Nodül Büyüme Hızı

Kanserler, morfoloji ve histolojik bulgularına bağlı geniş bir aralıkta büyüme hızları vardır. Tavsiye edilen takip aralıkları, tarama sayısını en aza indirmeyi ve takip sırasında henüz tanı almamış kanserin ileri evre kanser oluşma olasılığını minimize etmeyi hedefler. Bu nedenle takip için öneri yaptığımızda tespit edilen bir nodülün potansiyel büyüme oranını ve nodülün boyutundaki küçük değişiklikleri fark edebilme yeterliliğimizi düşünmeliyiz (65).

Solid kanserlerin hacmini ikiye katlama zamanı (ikiye katlanma zamanı %26 çap artışına denk gelmektedir) 100-400 gün arasındadır. Primer adenokanserleri temsil eden subsolid kanseröz nodüller için 3-5 yıla varan ikiye katlanma zamanı ile yavaş büyüme bir kuraldır. Bu nedenle subsolid nodüller için solid nodüllere göre daha uzun aralıklı ve daha uzun süreli takipler önerilmektedir (65).

2.2.3.2. Görüntüleme Yöntemleri

2.2.3.2.1. Direkt Akciğer Grafisi

Akciğer grafisi hastalığın tanı, takip ve tedavisinde ilk basamak görüntüleme yöntemidir.

Nodülün radyografik görünümü çapı 3 cm'ye kadar çıkan, iyi veya belirsiz sınırlı yuvarlak opasitedir. Asiner nodül konsolidasyon ile opak hale getirilen anatomik bir asinüsü temsil ettiği varsayılan, çapı yaklaşık 5-8 mm olan yuvarlak veya ovoid sınırları belirsiz pulmoner opasitelerdir. Bu sınıflandırma yalnızca çok sayıda opasite varlığında kullanılır. Bir psödonodül pulmoner nodülü taklit eder: örneğin kaburga kırığı, cilt lezyonu, hastanın üzerinde cihaz, anatomik varyasyonlar gibi (19).

Çoğu zaman akciğerde 1 cm'in altında nodüller grafide görülemeyebilir. 35 yaş altı genç hastalarda ve çocuklarda akciğer kanseri olma riski düşüktür. Bu hastalarda 1 cm veya daha büyük saptanan nodüllerde bile nodül özellikleri, düşük riskli olarak değerlendirilirse takip görüntülemeler BT yerine akciğer grafisi ile yapılabilir (65). Böylelikle grafinin BT'ye oranla daha düşük radyasyon dozundan ve düşük maliyetinden faydalanılabilir.

Primer akciğer neoplazisinin en erken radyografik bulgusu akciğer nodülüdür. İyi sınırlı olabildikleri gibi, çoğu kötü huylu nodülün özellikle damarlar gibi üzerlerini kaplayan bazı yapılar tarafından gizlendiklerinde göğüs radyografisinde belirsiz sınırları vardır. Keskin veya belirsiz sınırlı bir nodül rutin göğüs radyografisiyle bulunduğu en önemli sorular şunlar olur: Bu yeni bir lezyon mudur? Gerçekten akciğerde midir? ve iyi huylu olduğu gösterilebilir mi?

Lezyonun yeni olup olmadığını anlayabilmek için daha önceki radyografilerin değerlendirilmesi gerekir. 3 hafta içinde boyutu iki katına çıkan veya ilk defa son üç hafta içinde görülen bir parankimal akciğer lezyonu muhtemelen neoplazm değildir ve muhtemel nedenleri enfarkt, enfeksiyon veya travmadır. Sadece agresif tümörlerden bazıları, germ hücre neoplazileri, lenfomalar, sarkomlar ve melanomlar bu görünümü taklit edebilir. Daha önemlisi, eğer intratorasik bir lezyonun 2 yıl veya daha fazla sürede kesinlikle stabil olduğu görülüyorsa lezyon iyi huyludur ve ileri tetkik gerektirmez. Bununla birlikte görüldüğünden zor olanı eğer

nodül küçük ise bunu kanıtlamanın daha zor olduğudur. Nodüller küçük olduklarında, çaplarında küçük bir artış nodülün hacminin iki katına çıkmasına neden olur. Bu radyografiler karşılaştırılırken, hatırlanması gereken kritik bir faktördür.

Lezyonun akciğer parankimi içinde olup olmadığı tespit edilmelidir. Meme başı gölgesi, iyileşmiş kaburga kırıkları, osteofitler, kemik adacıkları ve deri lezyonları gibi çok çeşitli üst üste gelebilen yapılar intraparakankimal akciğer nodülü gibi davranabilir. Bu lezyonlar sıklıkla meme başı işaretleyicileri gibi metotlar kullanılarak dışlanabilir. Lezyonun kaburga içerisinde olduğundan şüphelenilirse, hafif oblik veya inspiryum-ekspiryum görüntüleri alınarak hastanın pozisyonundaki değişikliklere rağmen nodülün kaburganın içinde görülmeye devam ettiğini göstermekle lezyonun kemik orijinli olduğunu doğrulamak mümkündür. Eğer şüpheli nodülün eski olduğu veya akciğer parankiminin dışında olduğu ispatlanamazsa BT bir sonraki adım olmalıdır.

2.2.3.2.2. Bilgisayarlı Tomografi

Yeni tanı teknikleri tanıtılmasına rağmen akciğer nodüllerinin saptanması görüntüleme ile zordur. BT taraması periferik erken evre akciğer kanserleri dahil olmak üzere küçük nodüllerin tespit oranını arttırdı (66). BT'nin daha yüksek uzaysal ve kontrast çözünürlüğü olmasına rağmen bazen nodüler lezyonlar atlanabilir. Kaçırılan lezyonlar, saptama hataları nedeniyle oluşur. Ko ve ark.'larının yaptığı bir çalışmada, 5 mm ve daha küçük nodül boyutu (nodül saptama duyarlılığı: ≤ 5 mm ve >5 mm, sırasıyla %74 ve %82), buzlu cam dansite nodülleri (nodül saptama duyarlılığı: buzlu cam dansite ve solid, sırasıyla %65 ve %83) ve lezyon yeri (nodül saptama duyarlılığı: santral ve periferik, sırasıyla %61 ve %80) nodüllerin saptanmasında zorlanmaya neden olan başlıca faktörler olarak gösterildi (67). BT'de nodül saptama için ikinci bir perspektif sağlamak üzere geliştirilen ve değerlendirilen bilgisayar destekli algılama (CAD) sistemlerinde yapılan ilerlemelerle iyileştirilebilir. BT'nin akciğer kanseri taraması sırasında tanımlanamayan akciğer kanserlerinin taranması için CAD kullanımı radyologların performansını iyileştirmeye yardımcı olabilir (68,69). Bununla birlikte, Lee ve ark.'ları, CAD sisteminin duyarlılığının (%81), radyologlarınkinden (%85) önemli ölçüde farklı olmadığını gösterdi (70). Radyologlar diğer yapılara komşu nodülleri saptamada

daha duyarlı, ancak izole nodülleri ve 5 mm ve daha küçük olanları saptamada CAD programı daha başarılıydı (70).

Tarama BT görüntülerini yorumlarken, radyologlar pulmoner nodülleri aramak, malign nodülleri benign nodüllerden ayırmak ve nihayetinde saptanan nodüller için takip çalışması önermek zorundadırlar. International Early Lung Cancer Action Program (IELCAP) sonuçları ince kesit BT’de saf (nonsolid) veya mikst (kısmen solid) buzlu cam dansitesinde olan nodüllerin tamamen solid olan nodüllerden daha malign olduklarını bildirmiştir (67). Li ve ark.’ları, BT taramasında saptanan malign ve benign nodüllerin karakteristik BT bulgularını daha spesifik olarak değerlendirdi (71). Bu çalışmaya göre saf buzlu cam dansitesinde olan bir nodülün yuvarlak olması, malign olma ihtimali (%65) benign olma ihtimalinden (%17) daha fazla; mikst tip buzlu cam dansitesinde olan bir nodülün periferde buzlu cam, santralde yüksek dansite içerikli olması, malign olma ihtimali (%41) benign olma ihtimalinden (%7) daha fazla bulundu. Solid nodüllerde poligonal şekil veya düzgün kontur daha çok benign nodüllerde mevcuttu.

Pulmoner nodülün büyüme hızının belirlenmesi ve 2 yıllık gözlem periyodu boyunca saptanabilir bir büyümenin bulunmaması, nodülün benign olduğunu doğrulamak için güvenilir bir kriterdir (72). 2 yıllık stabilite yaygın kabul görmesine rağmen buzlu cam dansitesinde nodül ve insitu adenokanser şüphesi varlığında yeterli olmayabilir (73). Buna ek olarak 1 cm’den küçük nodüllerde güvenilir şekilde büyümeyi saptamak zordur. Bu kısıtlılığın üstesinden gelmek için nodülde çap ölçümü yerine hacim ölçümü kullanılması önerilmiştir (74). Nodülün hacim ölçümlerini hesaplayan bilgisayar yazılımları yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bilgisayar destekli 3D kantitatif hacim ölçüm yöntemleri geliştirilmiş ve klinik olarak uygulanmıştır (74).

Bununla birlikte tüm bu hacimsel ölçümler solid nodüller için uygulanmıştır. Buzlu cam nodülleri için hacim ölçüm yöntemleri ile ilgili çok az sayıda çalışma vardır. Buzlu cam dansitesinde nodül veya semisolid nodüller için hacim ölçümü, saf solid nodüllerin ölçümünden daha zordur, çünkü bu nodüller, parankimle solid nodüllerden daha az kontrast oluştururlar.

Dinamik BT ile tümör vaskülaritesinin değerlendirilmesi, benign ve malign nodüllerin ayırımında yararlı olduğu kanıtlanmıştır. Yamashita ve ark.’ları, malignite

için maksimum 20-60 HU atenüasyonun iyi bir belirteç olabileceğini, Swensen ve ark.'ları, malign nodüller için 15 HU eşik değerininin %98 duyarlılık, %58 özgüllük ve %77 doğruluk oranı olduğunu bildirdiler (75,76). 2000 yılından bu yana benign ve malign nodüller arasındaki sınır değeri 15 HU olarak bildirilmiştir.

2.2.3.2.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme

Akciğerin MRG'si artan bir şekilde klinik rutin görüntüleme yönünde ilerlemektedir. Akciğer morfolojisinin MRG'si için kilit teknik, proton MRG veya ¹H-MRG olarak adlandırılan doku ve sıvılardaki yüksek frekanslı sinyallerin rezonansına dayanılarak oluşturulur. Son teknik gelişmeler, akciğerdeki düşük proton yoğunluğu ve hava-doku arayüzlerinde oluşan duyarlılık artefaktlarına bağlı hızlı sinyal bozulması gibi MRG'nin bilinen limitasyonlarını zorlamasına yardımcı olmuştur (77). Göğüs hastalıkları için en sık kullanılan ilk basamak testi olan akciğer grafisi ve şimdiye kadarki akciğerin kesitsel ve 3D görüntülemesi için en kapsamlı ve ayrıntılı modalite olan BT dışında, MRG de pulmoner hastalıkların değerlendirilmesi için alternatif üçüncü yöntemdir. Yeterince kapsamlı ve uygulanabilir olduğu zaman, iyonize radyasyonun kesinlikle kaçınılması gereken durumlarda MRG bir seçim yöntemi olabilir. Bunlar çocukları, gebeleri ve nötropeni hastalarında olduğu gibi MRG incelemesinin kümülatif radyasyon dozunun düşürülmesine önemli ölçüde katkıda bulunabileceği uzun süreler boyunca tekrarlanan inceleme gerektiren rahatsızlıkları kapsamaktadır (78).

Bununla birlikte, MRG, fonksiyonel görüntüleme kapasite nedeniyle X-ışını tabanlı incelemelerin ötesinde ek avantajlar sunmaktadır. Diğer herhangi yöntemden daha fazla, MRG mükemmel yumuşak doku kontrastını ve fonksiyonel bilgiyi birleştirir (79). Çoklu ve tekrarlanan ölçümlere izin verir ve torakal organların hareket ve perfüzyonunu değerlendirmek için kullanılabilir. Bu avantajlar, morfolojik bilgileri (duvar kalınlığı, ödem, miyokard skarı), fonksiyonel değerlendirme (duvar hareketi, kontraktilite, ejeksiyon fraksiyonu) ve canlılık/perfüzyon (örneğin istirahatte ve stres anında) ile birleştiren kardiyak MRG'de zaten değerlendirilmektedir (80). MRG teknolojisindeki gelişmeler ve temel görüntüleme protokolleri üzerinde genel görüş birliği, nispeten kısa bir süre

içerisinde kardiyak MRG gibi kompleks bir incelemenin oluşturulmasına yardımcı olmuştur.

Yeni bir tekniğin klinik ortamda kullanıma sunulması için ön şartlar, uygulamanın pratikliği ile birlikte görüntü kalitesinin ve teşhis doğruluğunun sağlanması ve tekrarlanabilir olmasıdır. Bir MRG tekniğinin uygulanabilirliği, spesifik klinik sorular için özelleştirilmiş ve standart tarayıcılar (1.5 T) için uygun bir dizi hazırlanmış protokol ile daha da geliştirilebilir. Pratikte, beklenen klinik problemlerin çoğunu karşılamak için ortak bir temel protokol gövdesi tasarlamak yararlı olmuştur (77).

2.2.3.2.3.1. Protokol Önerileri

Literatürde yayınlanan kaynaklara dayanarak akciğer MRG için kullanılan sekanslar Tablo 2.2'de özetlenmiştir (77,81-83). Hastanın ölçülerine göre ayarlanan görüntüleme alanları (FOV) tipik olarak 256-384 piksel matrisle (512'ye kadar tetiklenmiş hızlı spin eko serileri için) koronal planda 450-500 mm ve transvers planda yaklaşık 400 mm, 1.8x1.8 mm'den daha az piksel boyutu elde edecek boyuttadır. Kesit kalınlığı 2D görüntüler için 4 ile 6 mm arasında değişmektedir. Üç boyutlu (3D) incelemelerde akciğer morfolojisini değerlendirmek için aksiyel planda 4 mm veya daha az, pulmoner anjiyografi için koronal planda 2 mm veya daha az kesit kalınlığı kullanılır (81).

Temel ya da genel bir inceleme sırasıyla gradiyent eko (GRE) ve hızlı spin eko (TSE) sekanslarına dayalı T1A ve T2A görüntüleri birleştirir (77). T1 GRE sekanslar 3D görüntü oluşturulabilir bu nedenle toraksta tek nefes tutmada hacimsel bir görüntü elde edilir. Hızlı T2A TSE (SSh-TSE) sekansları en az iki plan içermelidir (örneğin koronal ve aksiyel planda nefes tutmalı half fourier görüntü) . Bu protokol, infiltrasyonlar ve küçük nodüler lezyonlar için yüksek sensitiviteyle sonuç verir. Mediastinal lenf nodları ve kemik lezyonları (örneğin metastazlar) için protokolün duyarlılığını arttırmak için short tau inversion recovery (STIR) veya yağ baskılı T2A SSh-TSE sekansı eklenmelidir. Kosta metastazları aksiyel planda daha iyi değerlendirilebildiğinden bu plan tercih edilmelidir. İsteğe bağlı olarak (ancak ilave görüntüleme süresi 15 dakikaya kadar olan sınırlamayı aşan maliyetle), T2A

TSE sekansları göğüs duvar invazyonu yapan kitlelerin tasvirini iyileştirmek için eklenebilir (77, 84).

Bu kontrastsız sekansların seçimi ile yapılan inceleme, pnömoni, atelektazi, pulmoner nodül ve kitleler, mediastinal kitleler (lenfoma, guatr, kist, timoma), akut pulmoner emboli gibi sık karşılaşılan patolojileri kapsamaktadır (84). Temel protokolü takip eden ilk bulgulara bağlı 3D GRE sekanslar kullanılarak kontrastlı görüntüler eklenebilir ancak bu sefer mediastinal lenf nodlarını ve kontrastlanan dokuları daha iyi ayırt edebilmek için yağ baskılama tekniği kullanılmalıdır. 3D sekanslar tüm göğüsü içerse de planlar arası çözünürlük aksiyel ve koronal kesitler de optimize edilmiştir. Görüntüleme süresi için bir nefes tutma yeterli olduğundan, 3D GRE sekanslar aksiyel ve koronal düzlemler de elde edilebilir. Özellikle akciğer kanserinin evrelendirilmesi için küçük lenf nodu metastazlarının saptanması için de difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG) eklemek yararlı olabilir. Her iki sekans toplam görüntüleme süresini yaklaşık 5 dakika uzatır.

Akciğerin vasküler hastalıklarını görüntülemek için uygun seçenekler üç komponent içerir:

1) Öncelikle genel protokolün bir parçası olan serbest solunumlu steady-state (SSFP) GRE

2) 3D GRE kontrastlı MR anjiyografinin iki varyasyonu:

a) ilk geçiş perfüzyon görüntüleme için zamana bağlı düşük uzaysal çözünürlüklü görüntü

b) nefes tutmalı anjiyogram için yüksek uzaysal çözünürlüklü görüntü.

MR cihazının performansına bağlı olarak, dinamik çalışma, mükemmel temporal çözünürlüğe sahip kapsamlı bir akciğer perfüzyon çalışması üretir ve aynı zamanda yüksek çözünürlüklü anjiyogramın elde edilmesi için optimum kontrast bolus zamanlamasının belirlenmesine hizmet eder. Damar protokolü (Tablo 1'de D), akut ve kronik pulmoner emboli, AV malformasyon, sekestrasyon, pulmoner arter anevrizması, pulmoner venöz dönüş anomalileri ve akciğerin damarsal herhangi bir patolojinin duyarlılığını optimize eder (84). Akciğerin damarlarını görüntülemek için kullanılan protokol damarsal patolojinin yanısıra akciğer kitlesinin damar invazyon şüphesinde de kullanılabilir.

Tablo 2.2. Akciğer MRG için kullanılan sekanslar

Sekans tipi	Varyasyonları	Siemens	Solunum manevrası (tipik çekim süresi)	Uzaysal çözünürlük (tipik piksel boyutu)	Temporal çözünürlük (s/slice veya s/vol)	Akciğer MRG için endikasyonlar (patoloji)	Protokol önerileri*
3D GRE T1A	Volume interpolation (yağ baskılamalı)	VIBE	Nefes-tutmalı (21s)	Yüksek (1,5x1,5 mm)	Düşük	Pulmoner nodül, kitleler, hava yolu	G, T, D
	Maksimum uzaysal çözünürlük	Flash 3D	Nefes-tutmalı (21s)	Yüksek (1,2x1 mm)	Düşük	Yüksek çözünürlüklü anjiyogram (emboli, AVM)	D
	Eko sharing	TWIST	Nefes-tutmalı veya yüzeysel solunum	Düşük (3,5x2 mm)	Yüksek (<1,5 s/vol)	İlk geçiş akciğer perfüzyonu (emboli, hipoksik v.k.)	D, T
TSE T2A	Half Fourier acquisition	HASTE	Çoklu nefes-tutmalı (2x20s)	Düşük (1,8x1,8 mm)	Yüksek	İnfiltrasyonlar	G, T
	Rotating phase encoding	BLADE	Çoklu nefes-tutmalı (4-5x20s)	Orta (1,8x1,5 mm)	Orta	Pulmoner nodül, kitleler	G, T
	Nefes tetiklemeli yüksek çözünürlüklü	TSE	Nefes tetiklemeli (5-10 dk)	Orta-yüksek (1,3x1 mm)	Düşük	Kitleler	G, T
	Yağ baskılı	TSE/BLADE (Yağ baskılı)	Nefes tetiklemeli (4-8 dk) /çoklu nefes tutmalı (4-5x20s)	Orta (1,8x1,5 mm)	Orta	Lenf nodları, kemik metastazları	G, T
Sort tau IR	TSE	STIR					
DAG	EPI	REVEAL(DAG)	Nefes tetiklemeli/çoklu nefes tutmalı	Düşük (3x2 mm)	Düşük	Pulmoner nodül, kitleler	T
Steady state GRE	T1/T2	TrueFISP	Serbest solunum (60s)	Orta (2,4x1,6 mm)	Yüksek (<0,5 s/sl)	Pulmoner emboli	G, T, V

* G: Genel, T: Tümör, D: Damar

2.2.3.2.3.2. Akciğer Patolojilerinin MRG ile Değerlendirilmesi

Akciğerin yapısındaki değişikliklere bağlı oluşan patolojik durumlar, akciğer dansitesinde artış (atelektazi ile akciğerin kollapsı, alveolar boşlukta ve/veya intersitisyumda sıvı birikimi, infiltrasyonların içinde sıvı veya hücre birikimi veya nodül veya kitle ile sonuçlanan yumuşak dokuda büyüme) veya akciğer dansitesinde azalma (hava hapsine bağlı hiperinflasyon, amfizemde hava boşluklarının genişlemesi) ile sonuçlanır (85-89). Doku-hava arayüzlerinde yüksek duyarlılık artefaktları olan düşük proton yoğunluğuna sahip yapıları görselleştirmede MRG'nin bilinen sınırlamaları göz önüne alındığında akciğer yoğunluğunun (dolayısıyla proton yoğunluğunun) artmasına neden olan herhangi bir patolojinin saptanması kolay, buna karşılık akciğer yoğunluğunda azalmanın MRG ile görselleştirilmesi daha zor olacaktır (87). Bununla birlikte amfizem gibi akciğer parankiminde destrüksiyon ve fazla havalanması ile sonuçlanan koşulların çoğu, kalan akciğer parankiminde karakteristik değişikliklerle (fibröz septa, bronş duvar kalınlaşması, parankimal distorsiyon, vb.) birliktelik gösterir. Bu nedenle, morfolojik MRG, fazla havalanmaya bağlı sinyal kayıp alanlarının genişliğine ve artmış sinyal intensitesi ile birliktelik gösteren bulgulara dayanarak doğru bir teşhis sağlayabilir (90). Dahası, akciğer perfüzyonundaki değişiklikler (hipoksik vazokonstriksiyon, pulmoner emboli, kalp yetmezliğine bağlı konjesyon) MRG'de akciğer sinyalinin değişmesine neden olur (86). Kontrastsız MRG, makro-vasküler patolojiyi saptamak için doğrudan damar ağacını gösterebilir.

2.2.3.2.3.2.1. Sinyal İntensitesinin Arttığı Patolojik Durumlar

Akciğerde proton yoğunluğunun arttığı patolojik durumların saptanması için oldukça fazla çalışma vardır. Deneysel çalışmalar, akciğerde sıvı birikimini T2A ve proton dansite (PD)-A sekanslarla MRG'nin yüksek sensitivitesini göstermiştir (92-94). Pulmoner infiltrasyonlar için MRG duyarlılığının en az akciğer grafisi ve BT kadar iyi olduğu sonucuna varılabilir (78,91,93-95). Uygulanan protokollerin çoğunluğu ya solunum tetikli ya da solunum sinyal ayırıcı ile ya da nefes tutma modları ile T2A ya da PDA TSE sekanslarına dayanmaktadır.

Bir diğer anahtar klinik talep, küçük solid veya yumuşak doku lezyonlarının (nodül) tespitidir. 4 mm'den büyük akciğer nodülleri için MRG'nin sensitivitesi %80-

90 arasında değişir ve 8 mm'den daha büyük lezyonlarda %100'e ulaşır (8). Sekans tekniğine ve lezyonların sinyal şiddetine bağlı olarak ve koşulların optimal olduğu göz önüne alındığında (hasta 20 sn süre ile nefesini tuttuğunda ya da nefes tetikleme ya da sinyal ayırıcı mükemmelen olduğunda) MRG ile pulmoner nodül saptamada 3-4 mm eşik boyut sayılabilir (96,97). BT ile kıyaslandığında, pulmoner nodüller için akciğer MRG okumak BT'den daha hızlı ve verimli olabilir, çünkü nodüller sağlıklı akciğer dokusunun koyu arka planında parlak sinyaller olarak grlrlere (98). Kalsifiye nodüller, sinyalleri olmadığından arka planda kaybolma eğilimi gösterirken, kontrastla dolu vasküler lezyonlar T1A sekanslarda oldukça görünür olacaktır (99). Bugüne kadar MRG ile pulmoner nodül saptanması için çeşitli sekanslar değerlendirilmiştir. Spektrum, yağ baskılı ve baskısız T2A SS-TSE, inversion recovery (IR) teknikleri, T1 SE ve GRE sekanslarını içermektedir (7,12,100-105).

Protokol tasarımı için sonuçlar, yüksek sıvı içerikli infiltrasyonları ve nodüler lezyonları içerecek en az T2A veya PDA veya STIR sekanslarından en az birini içermelidir. Bu ikinci bir sekans ile T1A görüntülerde yüksek sinyalli nodülleri de kapsamalıdır. Özellikle hiperperfüze ve yoğun kontrastlanan malign lezyonların saptanması için İ.V. paramanyetik kontrast maddelerin kullanılması yararlı olabilir ve hatta saptama oranlarını arttırabilir. Bununla birlikte bu durum, uygun çalışmalarla henüz teyit edilmemiştir.

Akciğer lezyonlarında DAG rolü henüz netleşmemiştir. DAG, mediastinal metastazlar dahil olmak üzere akciğer kanserinin tüm vücut evrelemesi için önerilir, bununla birlikte akciğerde DAG'nin diğer MRG sekanslarına göre belirgin bir avantajı şimdiye kadar doğrulanmamıştır (106-109). STIR sekansları akciğer kanseri saptama ve evrelemede ve mediastinal metastazları saptamada DAG'den daha duyarlı olabilir (110-112). DAG'nin potansiyel bir rolü, klinik evre IA KHDAK için tümör invazyonunu öngörmek ve tümörü atelektaziden ayırmak olabilir (113,114). Malign veya benign akciğer lezyonlarının ya da akciğer kanserinin alt tiplerinin ayırımı için DAG sekansının rolü tartışmalı olmaya devam etmektedir (112,115-117). Yazarların kendi deneyimlerinde DAG, plevranın bitişiğindeki lezyonların sınırlarını belirlemek, mediastinal uzanımı belirlemek ve kk nodülleri saptamak

için “ikinci bir okuyucu” olarak kullanılabilir. Bu nedenle, akciğer MRG için protokol önerilerinde hızlı bir DAG yapmak mantıklıdır (6,87).

2.2.3.2.3.2.2. Damarlar ve Akciğer Perfüzyon Bozuklukları

Pulmoner perfüzyon bozuklukları için yaklaşımlar, pulmoner arter ağacının görüntülenmesi (MR anjiyografi) veya kontrastlı ve kontrastsız taramalarda perfüzyona bağlı akciğer parankim sinyal değişikliklerinin değerlendirilmesine yöneliktir.

MR anjiyografi ve MR perfüzyon esas olarak, anahtar klinik bir antite olan akut pulmoner emboli çalışmasında, tanısal doğruluğu göstermek için uygulanmıştır. Birçok yaklaşım, akan kanın sinyaline karşı negatif veya pozitif kontrastlı pulmoner arter içindeki trombüsü direk görüntülemeyi içerir. Günümüzde, SSFP-GRE sekansları en etkili tekniklerden biri gibi görünmektedir. Bu sekansla akciğer damarlarının sinyali parlak izlenirken, trombotik materyal düşük sinyal ile kontrast farkı oluşturur. Akut segmenter pulmoner emboli için %90 duyarlılık , %97 özgüllük bildirilmiştir (118-120). Bir başka yaklaşım, double IR sekansında durgun kan pıhtısını parlak sinyal olarak gösterir, ancak şu anda tanısal doğruluğu konusunda yetersiz veri bulunmaktadır (121,122).

Bununla birlikte, günümüzde en güçlü teknik bir nefes tutmada k-space merkezli kontrast bolusu ile T1A kontrastlı GRE görüntülemeyle yüksek uzaysal çözünürlüklü MR anjiyografi gibi görünmektedir (123).

Dinamik ilk geçişli MRG'nin gelişimi ile pulmoner emboli dışı diğer akciğer perfüzyon hastalıklarını da incelemenin önünü açmıştır. 2D dinamik perfüzyon MRG, kabul edilebilir uzaysal çözünürlükle saniyede 10 görüntü ile mükemmel temporal çözünürlüğe erişir (124). Bununla birlikte hacim kapsamı için genellikle uygulanabilir olmayan çok sayıda seriye ve kontrast enjeksiyonlarına ihtiyaç vardır. Bu nedenle 4D yaklaşımlar genellikle tercih edilir.

4D MRG görüntü setlerinin görsel değerlendirilmesi kontrastlı görüntülerin kontrastsız görüntülerden çıkarılması ile kolaylaştırılır ve kontrastlı akciğer damarlarının ve parankimin parlak bir görüntüsü elde edilir. Görsel ve semikantitatif değerlendirme ile akciğer perfüzyon çalışmalarının klinik değeri, mukus retansiyonu ve hipoksik vazokonstriksiyona maruz kalan kistik fibrozlu hastalarda akciğer

perfüzyon kayıp alanlarının değerlendirilmesinde test edilmektedir (1125-127). Perfüzyon serileri, perfüze akciğer dokusunun yokluğuna bağlı pnömotoraks ya da amfizem gibi durumlara bağlı akciğer parankim anormalliklerini dolaylı olarak görselleştirilmesine olanak tanır.

2.2.3.2.3.2.3. Havayolları ve Akciğer Ventilasyon Bozuklukları

Havayollarının MRG ile doğrudan görselleştirilmesi, kistik fibrozlu hastalarda mukus retansiyonu gibi parlak bir materyal ile dolu olmadığı sürece 3 mm çapın üzerindeki havayolları ile sınırlıdır (128,129). Sağlıklı genç bireylerde akciğer MRG ilk subsegmental dallanmaya kadar havayollarını gösterir, bununla birlikte akciğerin kalbe yakın kısımlarında saptama oranı belirlenmiştir (130). Daha yüksek uzaysal çözünürlükten beklendiği gibi, küçük periferik havayollarını göstermede yüksek çözünürlüklü BT, MRG'den daha üstündür.

Bununla birlikte MRG dinamik süreçleri, örneğin akciğerin solunum hareketleri, diyafram ve tümörlerin göğüs duvar yapıları ile olan ilişkisi, çalışabilme kapasitesine sahiptir. En önemli klinik uygulamalardan biri solunum ile ilişkili hareketli organlarda radyoterapi planlaması olacaktır.

2.2.3.3. Nodül Takibi

Pulmoner nodüller, BT taramalarında çok sıklıkla tespit edilir. Bildirilen çalışmalarda, BT taramalarında 50 yaş ve üzeri sigara içenlerin %51'inde pulmoner nodüller oluştuğu saptanmıştır (131).

National Lung Screening Trial (NLST), NELSON, iELCAP, PanCan, and British Columbia Cancer Agency (BCCA) cancer screening trials küçük nodüllerin daha az agresif takibini destekler. Bu tarama programları takip hastalarını sürekli taramaların gerekliliği ve potansiyel riskler için eğitmektedir. Ancak ayrı bir popülasyonda rastgele saptanan nodüllerin klinik yönetimi için farklı bir tarama yöntemi gerekmektedir. Bu nedenle Fleischner topluluğu radyolog, klinisyen ve hastaya nodül yönetimi kararında daha fazla yetki vererek gereksiz takip görüntülemelerin sayısını azaltmak amacıyla güncel düşünceleri yansıtacak şekilde revize edilen 2017 nodül takip kılavuzu kullanılmasını önermektedir (65).

Fleischner topluluğunun hazırladığı kılavuz, 35 yaş altı erişkin ve bilinen primer malignitesi olan, immün sistemi baskılanmış hastalarda saptanan insidental pulmoner nodülleri kapsamamaktadır. Kılavuz solid ve subsolid nodülleri olan hastalar ve sıklıkla karşılaşılan birkaç klinik durum için spesifik öneriler vermektedir (Tablo 2.3.). Her öneri, klinik kılavuzlarda kanıta dayalı derecelendirme için kullanılan American College of Chest Physicians önerilerini kullanarak kademeli derecelendirilmiştir (132).

Kılavuzda belirtilen genel öneriler şöyledir:

- 1) Erişkinlerde yapılan tüm BT taramalarının doğru karakterizasyonu yapabilmek için 1 mm'lik ince kesitlerin yeniden planlanıp arşivlenmeli (aksiyel, koronal, sagittal) ve küçük pulmoner nodül ölçümlerinin arşivlenmelidir (derece 1A: güçlü öneri, yüksek kalitede kanıt).
- 2) Herhangi bir nedenle çekilen toraks BT'de saptanan nodüllerin değerlendirilmesinde kalın kesitlerin kullanılması küçük pulmoner nodüllerde yanlış boyut ve karakterizasyona neden olmaktadır ve takip kararını değiştirebilmektedir (19). Koronal ve sagittal planlar nodüllerin skardan ayrımını kolaylaştırmaktadır. Görüntüleme kalın kesitler ile gerçekleştirildiyse kısa süreli takipte ileride karşılaştırma yapabilmek için bazal bir takip olarak ince kesitli BT çekilmelidir.
- 3) Pulmoner nodüller takip etmek için yapılan toraks BT incelemelerinde düşük radyasyon tekniği kullanılmalıdır (derece 1A: güçlü öneri, yüksek kalitede kanıt). Standart ölçülerdeki bir hastada (boy: 170 cm, kilo: 70 kg) en fazla 3 mGy doza ulaşan BT doz indeksini hedefleyen, her BT taramasında ACR önerileri gibi, ekspozur faktörleri ayarlanmalıdır (133).
- 4) Taramalar arası değişkenliği azaltmak için benzer tekniklerin kullanılması önemlidir. Bu hususta teknikler arasında kesit kalınlığı ve rekonstrüksiyon filtre en önemli parametrelerdir.
- 5) Bu kılavuzlar için, manuel nodül ölçümleri, kısa ve uzun aks birlikte aynı planda (koronal, sagittal, aksiyel) ölçülmeli ve ortalama boyut alınmalıdır. Hangi görüntüde nodül çapı en büyükse boyut için o görüntü kullanılmalıdır. Ölçümler elektronik veya yarıotomatik metotlar ile

yapılmalı ve boyutlar en yakın milimetreye yuvarlanmalıdır (derece 1C: güçlü öneri, düşük veya çok düşük kalitede yanıt).

- 6) Olası büyümeyi veya stabiliteyi belirleyebilmek için önceden yapılan görüntülemeler tekrar gözden geçirilmelidir (derece 1A: güçlü öneri, yüksek kalitede kanıt). Karşılaştırmalar en eski ve en yeni görüntülemeleri içermelidir.



Tablo 2.3. Fleischner Topluluğu 2017 pulmoner nodül takip önerileri

A: Solid nodüller				
Nodül tipi	Boyut			Yorumlar
	<6 mm	6-8 mm	>8 mm	
Tek				
Düşük risk*	Rutin takip yok	6-12. ayda BT, sonrasında 18-24. ayda BT düşünün	3. ayda BT, PET/CT veya doku örneği düşünün	Düşük riskli hastalarda <6 mm nodüllere rutin takip gerekmez
Yüksek risk*	12. ayda BT opsiyonel	6-12. ayda BT, sonra 18-24. ayda BT	3. ayda BT, PET/CT veya doku örneği düşünün	Yüksek risk taşıyan hastalarda şüpheli nodül morfolojisi, üst lob yerleşimi veya her ikisi 12 aylık izlem gerektirir
Multipl				
Düşük risk*	Rutin takip yok	3-6. ayda BT, sonrasında 18-24. ayda BT düşünün	3-6. ayda BT, sonrasında 18-24. ayda BT düşünün	En şüpheli nodülü takip için rehber olarak kullanın. Takip aralıkları boyuta ve riske göre değişir.
Yüksek risk*	12. ayda BT opsiyonel	3-6. ayda BT, sonra 18-24. ayda BT	3-6. ayda BT, sonra 18-24. ayda BT	En şüpheli nodülü takip için rehber olarak kullanın. Takip aralıkları boyuta ve riske göre değişir.

B. Subsolid nodüller

Nodül tipi	Boyut		Öneriler
	<6 mm	≥6 mm	
Tek			
Buzlu cam	Rutin takip yok	Sebat ettiğini doğrulamak için 6-12. ayda BT, sonra her 2 yılda bir 5 yıla kadar BT	<6 mm belirgin şüpheli nodüllerde 2 ve 4 yıl sonra BT düşünün. Solid komponent(ler) veya büyüme gelişirse rezeksiyonu düşünün.
Kısmi solid	Rutin takip yok	Sebat ettiğini doğrulamak için 3-6. ayda BT. Değişmez ve solid komponent 6 mm altı kalırsa 5 yıla kadar yıllık BT yapılmalı.	Pratikte, kısmi solid nodüller 6 mm'ye kadar tanımlanamaz ve genellikle 6 mm altı nodüller takip gerektirmez. Solid komponenti 6 mm'den fazla sebat eden kısmi solid nodüller yüksek oranda şüpheli kabul edilmelidir.
Multipl	3-6. ayda BT. Stabil kalırsa 2 ve 4 yıl sonra BT düşünün.	3-6. ayda BT. Sonraki takip en şüpheli nodüle göre yapılır.	6 mm altı multipl saf buzlu cam dansitesinde nodüller genellikle benignidir, ancak yüksek risk taşıyan hastalarda 2 ve 4 yıl sonra BT düşünün.

Not: * Risk faktörleri: Nodül boyut ve morfolojisi- lokalizasyonu-çokluğu-büyüme oranı, amfizem ve fibrozis, yaş, cinsiyet, ırk ve aile öyküsü, tütün ve diğer inhale edilen ürünler

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. HASTALAR

Bu retrospektif çalışma, Kasım 2013 ile Haziran 2016 yılları arasında İstanbul Bilim Üniversitesi Radyoloji Anabilim dalında gerçekleştirilmiştir. Çalışma, primer malignitesi nedeni ile tüm vücut MRG incelemesi yapılan 90 hasta içermektedir. Hastaların primer maligniteleri Tablo 3.1’de detaylandırılmıştır. Hastaların 37’si erkek (%41.1) ve 53’ü kadın (%58.8), yaşları 22 ile 84 (ortalama: 55.3 ± 18) arasında değişmekteydi (Tablo 3.2). Çalışmaya, MRG ile toraks BT incelemeleri arasında en fazla 4 gün ve daha az süre olan ve boyutları 2-30 mm arasında olan nodüller incelemeler dahil edildi. Çocuk hastalar, tetkik sırasında yeterli kooperasyon gösteremeyen hastalar, klostrrofobi, kronik böbrek yetmezliği, gebelik, kalp pili gibi MRG kontraendikasyonu olan hastalar çalışma dışında bırakılmıştır.

Bu çalışmaya İstanbul Bilim Üniversitesi Etik Kurulu tarafından onay alınmıştır. Her hasta görüntüleme öncesi sözlü ve yazılı bilgilendirilmiş ve onam formları alınmıştır.

3.2. MRG

Tüm vücut MRG incelemesi, maksimum gradiyent gücü 45 mT/dk ve “slew rate” değeri 200mT/m/ms olan 1,5 T MRG (Siemens, Magnetom Avanto, Erlangen, Germany) cihazında yapıldı. İnceleme için 8 kanallı faz dizilimli baş-boyun koili, iki adet 16 kanallı faz dizilimli vücut koili ve 32 kanallı faz dizilimli omurga koili kullanıldı (Resim 3). Tüm vücut MRG için kontrast öncesi tüm vücuda yönelik aksiyel ve koronal planda T2A True-FISP, aksiyel planda DAG; abdomene yönelik aksiyel planda T2A Half-Fourier Acquisition ile Single-Shot Turbo Spin Eko (HASTE); omurgaya yönelik koronal planda T2A Turbo Inversion Recovery Magnitude (TIRM) ve sagittal planda T1A TSE alındı. Ardından 20 ml saline ile 0,2 ml/kg dozda 2 ml/s hızla kontrast (Gadoterik asit) uygulandıktan sonra üst abdomene yönelik aksiyel planda dinamik T1A 3D VIBE ve tüm vücuda yönelik aksiyel

planda aralıksız yağ baskılı T1A 3D VIBE sekansları alındı. Sekansların parametreleri Tablo 3.3'te açıklanmıştır. Görüntüler tüm vücudu kapsamak için nefes tutmalı 3 set halinde, toraks ve üst-alt abdomen alındı.



Resim 3. 1,5 T MRG (Siemens, Magnetom Avanto, Erlangen, Germany)

3.3. BT

Tüm hastalara tamamlayıcı tarama için 120 kV, 350 mAs ve 1 mm kolimasyon tarama parametreleri ile kontrastsız toraks BT (16 dedektörlü Optima MR450w, GE Healthcare, Milwaukee, ABD) uygulandı.

3.4. RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME

Multidedektör BT ve MRG görüntüleri, PACS (Centricity Radiology RA 1000, GE Healthcare) sisteminde sırasıyla 4 yıl (S. B. B.) ve 17 yıl (N. İ. G.) deneyimli iki radyolog tarafından değerlendirildi. İki radyolog arasında görüş birliği sağlandı. Multidedektör BT standart referans olarak alındı. Her sekans için nodüllerin sayısı, lokalizasyon ve boyutu kaydedildi.

3.5. İSTATİKSEL DEĞERLENDİRME

MRG'nin kombine tüm sekanslarının ve her sekans için pulmoner nodül saptama, duyarlılık ve yanlış pozitiflik oranı hesaplandı. MRG sekansları arasında uyumsuzluk meydana geldiğinde, pozitif sonuç (saptanan nodül) seçildi ve MRG'nin tüm sekanslarının kombine duyarlılığı hesaplandı. Yanlış negatif MRG sonucu, MRG sekanslarında saptanamayan nodülün varlığı (BT ile doğrulanmış) olarak tanımlandı. Ayrıca nodüller Fleischner topluluğunun önerilerine dayanarak boyutlarına göre iki subgruba (<6 mm ve ≥ 6 mm) ayrılarak analiz edildi.

MRG üzerinde nodülün maksimum çap ölçümleri en iyi lezyon tanımlamasını sağlayan görüntü üzerinde gerçekleştirildi. Bu çalışmada yer alan pulmoner nodüllerin hepsi BT taramalarında saptanmıştı. Bu nedenle MRG'nin özgüllüğü ve negatif prediktif değeri, gerçek negatif BT sonuçları olmadığından hesaplanamadı.

Tablo 3.1. Hastaların primer maligniteleri

Primer maligniteler	n:90
Meme kanseri	19
Akciğer kanseri	12
Kolon kanseri	11
Lenfoma	5
Malign melanoma	5
Prostat kanseri	4
Nöroendokrin tümör	4
Pankreas kanseri	2
Renal hücreli kanser	2
Tonsil kanseri	2
Mide kanseri	2
Over kanseri	2
Parotis kanseri	2
Ewing tümörü	2
Liposarkom	2
Hepatoselüler kanser	1
Mesane kanseri	1
Akut Myeloid Lösemi	1
Multipl myelom	1
Leiomyosarkom	1
Bilinmeyen primer malignite	9

Tablo 3.2. Hastaların demografik verileri

Hasta sayısı	90
Yaş (ort ± ss)	55.3±18
Cinsiyet (erkek/kadın)	37/53

Tablo 3.3. MRG sekans parametreleri

Sekanslar	T2A True-FISP	T2A True-FISP	T2A TIRM	DAG	T1A TSE	T2A HASTE	Kontrastlı T1A 3D VIBE
TR(ms)	3,90	3,80	3020	3900	510	1350	4,9
TE(ms)	1,9	1,5	75	84	10	91	2,4
FA	60	60	140	90	150	160	10
Plan	Koronal	Aksiyel	Koronal	Aksiyel	Sagital	Aksiyel	Aksiyel
FOV(mm)	455	285	500	310	80	340	310
Matriks	256x205	256x192	320x256	186x149	448x311	256x198	320x170
ST	6,5	5	6,5	5	5	5	3
SG	0	1	0	1	0	1	0
Acq. Tm.	23-28''	23-28''	15'	20'	15'	10'	23-28''

4. BULGULAR

BT ile toplam 300 nodül saptanmıştır. Bunların 211 tanesi <6 mm, 89 tanesi ≥ 6 mm olan nodüllerdi.

Tüm nodüller göz önüne alındığında (<6 mm+ ≥ 6 mm) MRG ile toplam 106 pulmoner nodül (%35.33) saptandı. Bunların 46 tanesi <6 mm (%21.80), 60 tanesi ≥ 6 mm (%67.41) olan nodüllerdi (Tablo 4.1).

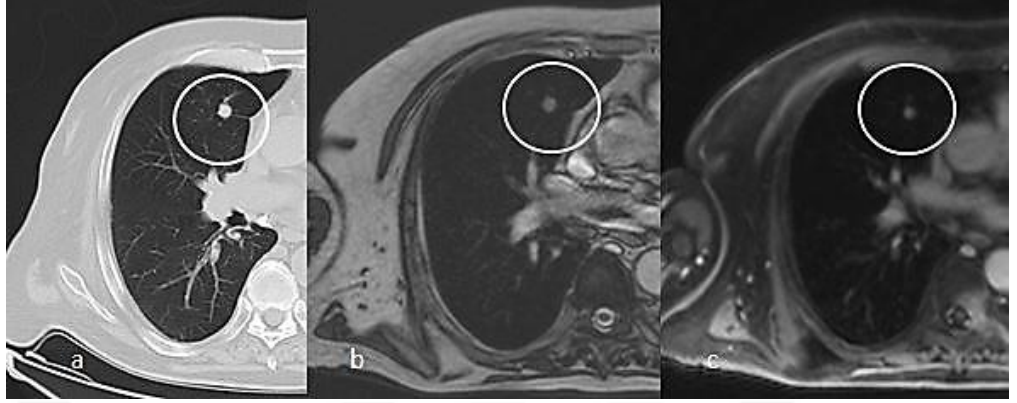
Sekanslara göre nodül saptamadaki duyarlılık ve yanlış pozitif sonuçlar Tablo 4.2'de özetlenmektedir. T2A True-FISP sekansı ile toplamda 67 nodül (%22.33) saptandı. Bu nodüllerin 27'si <6 mm (%12.79), 40'ı ≥ 6 mm (%44,94) idi. T1A 3D VIBE sekansı toplamda 106 pulmoner nodül (%35,33) saptandı. Bunların 46'sı <6 mm (%21,80), 60'ı ≥ 6 mm (%67,41) idi (Resim 4.1-4.4).

Tablo 4.1. Sekanslara göre saptanan pulmoner nodüller

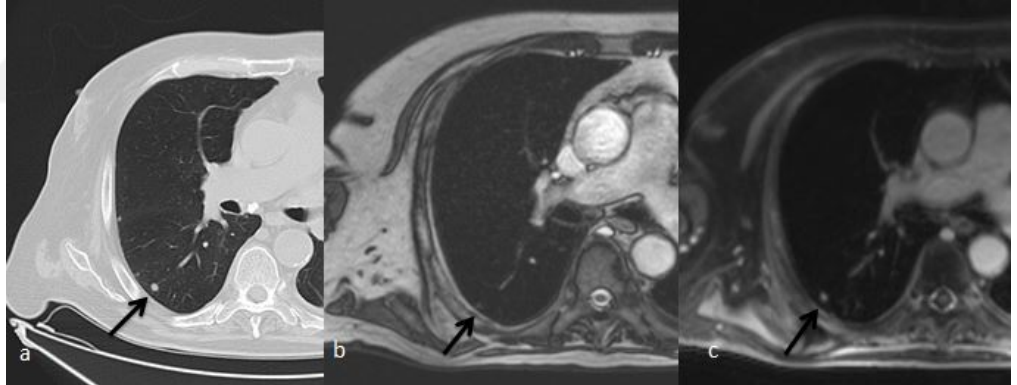
Sekanslar	Tümü	<6 mm	≥ 6 mm
T2A True-FISP	67	27	40
T1A 3D VIBE	106	46	60

Tablo 4.2. Duyarlılık ve yanlış pozitif sonuçlar

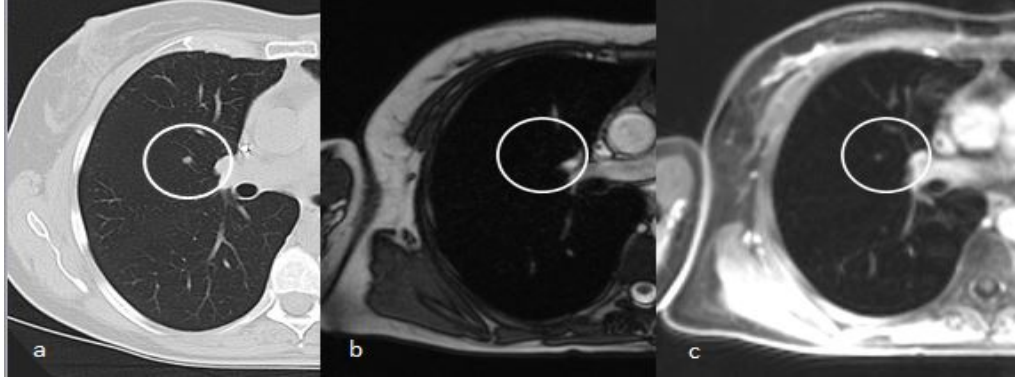
Sekanslar	Duyarlılık(%)			Yanlış pozitiflik(%)		
	Tümü	<6 mm	≥ 6 mm	Tümü	<6 mm	≥ 6 mm
T2A TrueFISP	22,33	12,79	44,94	8,95	14,80	3,22
T1A 3D VIBE	35,33	21,80	67,41	5,66	15,38	3,22



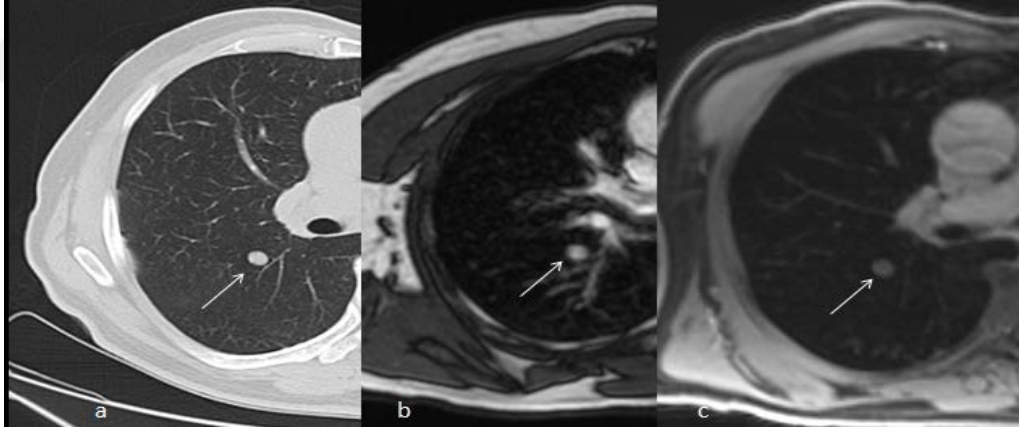
Resim 4.1. 64 yaşında kolon kanseri olan erkek hastada sağ akciğer orta lob medial segmentte 6 mm pulmoner nodül (daire). Aynı düzlemden geçen BT (a), T2A True-FISP (b) ve kontrast sonrası T1A 3D VIBE (c) sekansları. Her üç görüntüden de nodül kolaylıkla ayırt edilebiliyor.



Resim 4.2. 45 yaşında lenfoma tanılı erkek hastada sağ akciğer alt lob superior segmentte 4 mm pulmoner nodül (ok). Aynı düzlemden geçen BT (a), T2A True-FISP (b) ve kontrast sonrası T1A 3D VIBE (c) sekansları. Pulmoner nodülü BT ve kontrast sonrası T1A VIBE sekansında saptanabilirken, T2A True-FISP sekansında zorlukla seçilebilmektedir.



Resim 4.3. 54 yaşında pankreas nöroendokrin tümörü olan kadın hastada sağ akciğer üst lob posterior segmentte 3 mm pulmoner nodül (daire). Aynı düzlemden geçen geçen BT (a), T2A True-FISP (b) ve kontrast sonrası T1A 3D VIBE (c) sekansları. Pulmoner nodül BT ve kontrast sonrası T1A VIBE sekanslarında izlenirken T2A True-FISP sekansında izlenmiyor.



Resim 4.4. 66 yaşında rektum kanseri olan erkek hastada sağ akciğer üst lob posterior segmentte 9 mm pulmoner nodül (ok). Aynı düzlemden geçen BT (a), T2A True-FISP (b) ve kontrast sonrası T1A 3D VIBE (c) sekansları. Her üç görüntüden de nodül kolaylıkla ayırt edilebiliyor.

5. TARTIŞMA

Akciğer MRG'nin araştırma ve spesifik klinik uygulamalar için son yıllarda kullanımını giderek artmaktadır. Gelişen teknolojiler sayesinde uygun sekanslarla rutin uygulamaya hazır olduğu düşünülmektedir. Nasıl ve ne zaman uygulanmalı, hangi patolojilerde birinci veya ikinci seçenek modalite olarak kullanılmalı sorularına cevap olarak yol gösterici çalışmalar bulunmaktadır ve bu çalışmaların sayısı giderek artmaktadır.

Akciğer MRG için, parankimin düşük dansitede olması ve doku ile hava arasındaki yüksek manyetik duyarlılık farkı büyük öneme sahiptir. Kullanıma uygun olan proton MRG ve şu an sadece çalışmalar için kullanılan non-proton MRG olarak iki şekilde uygulanabilir (134). Proton MRG hızlı ve nefes tutmalı gerçekleştirilebileceği gibi navigasyon, nefes tetiklemeli veya serbest solunum teknikleri kullanılabilir (134,135). Kısa TE ile hızlı ve ultrahızlı görüntüler elde edebilmek için paralel görüntüleme tekniği kullanılır (136). Kısa ve ultrakısa TE (≤ 1 ms), yüksek duyarlılık artefaktlarından kaçınmak için kullanılır. İntravenöz kontrast ajan sonrası yağ baskılama kullanılması bazı patolojilerin (örneğin mediastinal lenf nodları) görünürlüğünü arttırmaktadır (77). Rutin uygulamada kullanılmayan ve aynı zamanda önerilmeyen diğer bir teknik ise hastanın oda havası yerine oksijen solunmasıyla akciğerlerde oluşan kontrast farkını parametrik haritalar kullanarak ventilasyon ve perfüzyon görüntülemesidir. Non-proton MRG akademik olarak güzel bir çalışma olmaktan öteye gidememiştir. Hiperpolarize gazlar ve fluorine gazın kullanıldığı teknikler yer almaktadır.

MRG, fonksiyonel görüntüleme kapasiteleri nedeniyle X-ışını tabanlı tekniklerin (direk grafi, floroskopi, BT, PET-BT, sintigrafi) kapsamının ötesinde ek avantajlar sunmaktadır (137). Diğer tüm modalitelerden daha çok, MRG mükemmel yumuşak doku kontrastı ile fonksiyonel bilgiyi birleştirir (79). Bunun yanında, bazı patolojilerde ilk tercih modalite olarak kullanılmaktadır. Akciğer MRG'nin ilk tercih olarak seçilmesinde en büyük faktör iyonize radyasyon içermemesidir. Çocuk hastalarda, gebelerde, mükerrer görüntüleme gereken hastalarda örneğin immün sistemi baskılanmış hastada orijini bilinmeyen ateş varlığında ve iyotlu kontrastın kontraendike olduğu hastalarda iyi bir alternatiftir. Akciğer patomorfolojisi için BT

altın standart olsa da, son yıllarda bronkopulmoner displazi, kistik fibrozis, kardiyopulmoner vasküler anormallikler ve intrapulmoner tümörler gibi çeşitli akciğer patolojilerinde MRG'nin kullanımı artmıştır (14-16). Akciğer MRG'nin ilk seçenek olarak kullanıldığı patolojiler: kistik fibrozis, akciğer kanseri T3-T4 ayırımı, pancoast tümörü ve tüm vücut evrelemedir. Pulmoner nodüller, akciğer kanseri görüntüleme-evreleme-tedaviye yanıtta, pulmoner arter hipertansiyonunda ikinci seçenek modalite olarak kullanılmaktadır (6-8,17). MRG'nin BT'ye olan üstünlükleri iyonize radyasyon içermemesi ile sınırlı değildir.

Pulmoner nodül saptamada MRG ilk seçenek modalite olarak kullanılmasa da takip gerektiren görüntülemelerde, kümülatif radyasyon dozu ile ilişkili artan kanser riski nedeniyle BT'ye iyi bir alternatif olarak değerlendirilebilir. Nodülün malign olma olasılığı boyutu ile doğrudan ilişkilidir (138). Bu nedenle nodül büyüklüğüne bağlı olarak pulmoner nodüllerin saptanmasında MRG'nin doğruluğunu değerlendirmek önemlidir.

MRG'de pulmoner nodül saptama için duyarlılıkları %36-96 arasında değişiklik gösteren çalışmalar bulunmaktadır (6-12). Nodül boyutuna göre değişen bu duyarlılık aralıklarında duyarlılık oranı 3 ile 5 mm arası nodüllerde Schroeder ve ark.'larının yaptığı bir çalışmada %86,3 (11) bulunmuştur, 1 ile 4 mm arası nodüllerde Biederer ve ark.'larının yaptığı çalışmada %96 (8) bulunmuştur. Çalışmaların arasındaki bu duyarlılık farkları, alınan sekans farklılığına, cihazın kalitesine ve teknik özelliklerine, farklı yazılım ve donanımların kullanımına atfedilebilir. Bizim çalışmamızda T2A True-FISP ve T1A 3D VIBE sekansı 6 mm altı pulmoner nodül tespitinde duyarlılıkları sırasıyla %12.79, %21.80 iken; 6 mm ve üstü pulmoner nodül tespitinde sırasıyla %44.91, %67.41 idi. Benzer sonuçlar Heye ve ark.'larının yaptığı çalışmada T1A 3D VIBE sekansında 5 mm ve üstü pulmoner nodül tespitinde duyarlılık %65 bulunmuştur (9). Both ve ark.'larının primer bronş kanseri olan hastalarda yaptığı çalışmada T1A 3D VIBE sekansının primer kitleye ek saptanan minimum 4 mm olan 15 nodülün 12'sini (%80) saptadığı bulunmuştur (96). Bizim çalışmamız, Heye ve ark.'larının (9) ve Both ve ark.'larının (96) yaptığı çalışmalarında gösterdiği gibi, T1A 3D VIBE sekansı pulmoner nodül saptamada uygun bir teknik olabileceğini göstermektedir.

T2A HASTE, DAG ve TIRM sekanslarının kullanıldığı çalışmalar da vardır. Regier ve ark.'larının (6) yaptığı çalışmada DAG sekansının 5 mm üstü nodül saptama duyarlılığı %86.4, Baumann ve ark.'larının (7) yaptığı çalışmada T2A TIRM sekansının 3 mm üstü nodül saptama duyarlılığı %81.8 bulunmuştur. T2A HASTE sekansını kullanan çalışmalarda 5 mm üstü pulmoner nodül saptama duyarlılığı %94.9-96 arasındadır (8,10,11). Kersjes ve ark.'larının yaptığı bir çalışmada T2A TSE sekansında 5 mm altı nodüllerde duyarlılık %36, 5-10 mm arası nodüllerde %83, 10-15 mm arası nodüllerde %92 ve 15 mm üstü nodüllerde %100 olarak bulunmuştur. Karşılaştırma yaptığımız sekansların arasındaki duyarlılık farkı oluşması nedeni T2A True-FISP sekansının 2D olması, T1A VIBE sekansının 3D olması olabilir.

Çalışmamızda bazı kısıtlılıklar bulunmaktadır. Öncelikle çalışmanın retrospektif olması, patolojik korelasyonunun olmaması en önemli limitasyonlardır. Onkolojik görüntüleme; tüm vücut MRG protokolümüzde akciğer için kullanılan sekanslar DAG, T2A True-FISP ve T1A 3D VIBE sekansları ile sınırlı idi. DAG sekansını çalışmamıza katmamamızın nedeni, primer malignitesi olan hastalarda uzun süren çekimlerde solunum problemi olan hastalarda oluşan artefaktlar nedeni ile düşük görüntü kalitesi idi.

Sonuç olarak; MRG, kontrastlı T1A 3D VIBE sekanslarının 6 mm ve üstü nodüllerde tanısal doğruluğu artmaktadır ve duyarlılığı yüksektir, 6 mm'den küçük nodüllerin atlanması klinik izlemde önemli bir değişiklik yaratmamaktadır. Kontrastlı T1A 3D VIBE sekansı, T2A True-FISP sekansından daha yüksek duyarlılık göstermektedir. Tüm vücut MRG akciğer protokolüne kontrast eklemek pulmoner nodül saptama oranını arttırabilir.

KAYNAKLAR

1. Sieren JC, Ohno Y, Koyama H, Sugimira K, McLennan G. Recent technological and application developments in computed tomography and magnetic resonance imaging for improved pulmonary nodule detection and lung cancer staging. *J Magn Reson Imaging*. 2010; 32(6):1353-1369.
2. Wielpütz M, Kauczor HU. MRI of the lung: state of the art. *Diagn Interv Radiol*. 2012; 18(4):344-53.
3. Heye T, Sommer G, Miedinger D, Bremerich J, Bieri O. Ultrafast 3D balanced steady-state free precession MRI of the lung: Assessment of anatomic details in comparison to low-dose CT. *J Magn Reson Imaging*. Ultrafast 3D balanced steady-state free precession MRI of the lung: Sep; 42(3):602-609.
4. Reischauer C, Froehlich JM, Pless M, Binkert CA, Koh DM, Gutseit A. Early Treatment Response in Non-Small Cell Lung Cancer Patients Using Diffusion-Weighted Imaging and Functional Diffusion Maps – A Feasibility Study. *PLOS One*. 2014; 9(10): e108052.
5. Schönfeld C, Cebotari S, Voskrebenezv A, Gutberlet M, Hinrichs J, Renne J, Hoepfer MM, Olsson KM, Welte T, Wacker F, Vogel-Claussen J. Performance of perfusion-weighted Fourier decomposition MRI for detection of chronic pulmonary emboli. *J Magn Reson Imaging*. 2015 Jul;42(1):72-9.
6. Regier M, Schwarz D, Henes FO, Groth M, Kooijman H, Begemann PG, Adam G. Diffusion-weighted MR-imaging for the detection of pulmonary nodules at 1.5 Tesla: intraindividual comparison with multidetector computed tomography. *J Med Imaging Radiat Oncol*. 2011 Jun; 55(3):266-74
7. Baumann T, Ludwig U, Pache G, Gall C, Saueressig U, Fisch D, Stankovic Z, Bartholomae JP, Honal M, Bley TA, Langer M, Schaefer O. Detection of pulmonary nodules with move-during-scan magnetic resonance imaging using a free-breathing turbo inversion recovery magnitude sequence. *Invest Radiol*. 2008 Jun; 43(6):359-67.
8. Biederer J, Schoene A, Freitag S, Reuter M, Heller M. Simulated pulmonary nodules implanted in a dedicated porcine chest phantom: sensitivity of MR imaging for detection. *Radiology*. 2003 May;227(2):475-83.

9. Heye T, Ley S, Heussel CP, Dienemann H, Kauczor HU, Hosch W, Libicher M. Detection and size of pulmonary lesions: how accurate is MRI? A prospective comparison of CT and MRI. *Acta Radiol.* 2012 Mar; 53(2):153-60.
10. Vogt FM, Herborn CU, Hunold P, Launstein TC, Schröder T, Debatin JF, Barkhausen J. HASTE MRI versus chest radiography in the detection of pulmonary nodules: comparison with MDCT. *AJR Am J Roentgenol.* 2004 Jul; 183(1):71-8.
11. Schroeder T, Ruehm SG, Debatin JF, Ladd ME, Barkhausen J, Goehde SC. Detection of pulmonary nodules using a 2D HASTE MR sequence: comparison with MDCT. *AJR Am J Roentgenol.* 2005 Oct; 185(4):979-84.
12. Kersjes W, Mayer E, Buchenroth M, Schunk K, Fouda N, Cagil H. Diagnosis of pulmonary metastases with turbo-SE MR imaging. *Eur Radiol.* 1997; 7(8):1190-4.
13. Verschakelen JA ve de Wever W. *Computed Tomography of the Lung: A Pattern Approach.* Medical Radiology/Diagnostic Imaging. Berlin, Springer-Verlag, 2014, 157-159.
14. Boyden EA. A critique of the international nomenclature on bronchopulmonary segments. *Dis Chest.* 2003; 23(3):266-9.
15. Ost D, Fein AM, Feinsilver SH. Clinical practice. The solitary pulmonary nodule. *N Engl J Med.* 2003; 348(25):2535-2542.
16. Tuddenham WJ. Glossary of terms for thoracic radiology: recommendations of the Nomenclature Committee of the Fleischner Society. *AJR Am J Roentgenol.* 1984; 143(3):509-517.
17. Rivera MP, Mehta AC, Wahidi MM. *Establishing the diagnosis of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines.* *Chest.* 2013; 143(5):142-165.
18. Kartaloglu Z. Soliter pulmoner nodüle yaklaşım. *Turkish J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008; 16:274-83.
19. Erasmus JJ, Connolly JE, McAdams HP, Roggli VL. Solitary pulmonary nodules: Part I. Morphologic evaluation for differentiation of benign and malignant lesions. *Radiographics.* 2000; 20:43-58.
20. Tan BB, Flaherty KR, Kazerooni EA, Iannettoni MD; American College of Chest Physicians. The solitary pulmonary nodule. *Chest.* 2003; 123:89-96.

21. Austin JH, Romney BM, Goldsmith LS. Missed bronchogenic carcinoma: radiographic findings in 27 patients with a potentially resectable lesion evident in retrospect. *Radiology*. 1992; 182:115-122.
22. Lillington GA. Management of solitary pulmonary nodules. *Postgrad Med*. 1997; 101:145-50.
23. Rosado de christenson ML, Templeton PA, Moran CA. Bronchogenic carcinoma: radiologic-pathologic correlation. *Radiographics*. 1994; 14(2):429-46.
24. Mountain CF. Revisions in the international system for staging lung cancer. *Chest*. 1997; 111:1710-7.
25. Ferlay J, Soerjomataram I, Ervik M, Dikshit R, Eser S, Mathers C, Rebelo M, Parkin DM, Forman D, Bray F. Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. *Int J Cancer*. 2015 Mar 1; 136(5):E359-86.
26. Buccheri G, Ferrigno D. Lung cancer: Clinical presentation and specialist referral time. *Eur Respir J*. 2004; 24:898-904.
27. Seo JB, Im JG, Goo JM, Chung MJ, Kim MY. Atypical pulmonary metastases: spectrum of radiologic findings. *Radiographics*. 2001; 21(2):403-17.
28. Collins J, Stern EJ. *Chest Radiology The Essentials*. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins. 2007, 128-37.
29. Rosado de christenson ML, Abbott GF, Kirejczyk WM, Galvin JR, Travis WD. Thoracic carcinoids: radiologic-pathologic correlation. *Radiographics*. 1999 May-Jun; 19(3):707-36.
30. Jeung MY, Gasser B, Gangi A, Charneau D, Ducroq X, Kessler R, Quoix E, Roy C. Bronchial carcinoid tumors of the thorax: spectrum of radiologic findings. *Radiographics*. 2002; 22(2):351-65.
31. Zwiebel BR, Austin JH, Grimes MM. Bronchial carcinoid tumors: assessment with CT of location and intratumoral calcification in 31 patients. *Radiology*. 1991; 179(2):483-6.
32. Doppman JL, Pass HI, Nieman LK, Findling JW, Dwyer AJ, Feuerstein IM, Ling A, Travis WD, Cutler GB Jr, Chrousos GP. Detection of ACTH-producing bronchial carcinoid tumors: MR imaging vs CT. *AJR m J Roentgenol*. 1991; 156(1):39-43.

33. Scarsbrook AF, Thakker RV, Wass JA, Gleeson FV, Phillips RR. Multiple endocrine neoplasia: spectrum of radiologic appearances and discussion of a multitechnique imaging approach. *Radiographics*. 2006; 26(2):433-51.
34. Nessi R, Basso ricci P, Basso ricci S, Bosco M, Blanc M, Uslenghi C. Bronchial carcinoid tumors: radiologic observations in 49 cases. *J Thorac Imaging*. 1991; 6(2):47-53.
35. Meisinger QC, Klein JS, Butnor KJ, Gentchos G, Leavitt BJ. CT features of peripheral pulmonary carcinoid tumors. *AJR Am J Roentgenol*. 2011; 197(5):1073-80.
36. Acar M, Özateş M, Ekici F, Şimşek M. Akciğer hamartomu. Tanısal ve girişimsel radyoloji. 2001; 7:373-5.
37. Thomas JW, Staerkel GA, Whitman GJ. Pulmonary hamartoma. *AJR Am J Roentgenol*. 1999; 172(6):1643.
38. Cosio BG, Villena V, Echave-sustaeta J, de Miguel E, Alfaro J, Hernandez L, Sotelo T. Endobronchial hamartoma. *Chest*. 2002; 122(1):202-5.
39. Chai JL, Patz EF. CT of the lung: patterns of calcification and other high-attenuation abnormalities. *AJR Am J Roentgenol*. 1994; 162(5):1063-6.
40. Siegelman SS, Khouri NF, Scott WW Jr, Leo FP, Hamper UM, Fishman EK, Zerhouni EA. Pulmonary hamartoma: CT findings. *Radiology*. 1986; 160(2):313-7.
41. Allan JA. Rare solitary benign tumors of the lung. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2003; 15:315-22.
42. Weissferdt A. *Diagnostic Pathology of Pleuropulmonary Neoplasia*. New York, Springer, 236-39.
43. Moeller KH, Rosado de Christenson ML, Templeton PA. Mediastinal mature teratoma: imaging features. *AJR Am J Roentgenol*. 1997; 169:985-990.
44. Mayberry JP, Primack SL, Müller NL. Thoracic manifestations of systemic autoimmune diseases: radiographic and high-resolution CT findings. *Radiographics*. 2000; 20(6):1623-35.
45. Maffessanti M, Polverosi R, Dalpiaz G. *Diffuse lung diseases, clinical features, pathology, HRCT*. Milan, Springer-Verlag, 2006, 125-29.
46. Hirshberg B, Sklair-levi M, Nir-paz R, Ben-Sira L, Krivoruk V, Kramer MR. Factors predicting mortality of patients with lung abscess. *Chest*. 1999; 115(3):746-50.

47. Doherty G, Companies M. Current diagnosis and treatment surgery. USA, McGraw Hill Professional, 2009, 138-48.
48. Wagner AL, Szabunio M, Hazlett KS, Wagner SG. Radiologic manifestations of round pneumonia in adults. *AJR Am J Roentgenol.* 1998; 170(3):723-6.
49. Kim YW, Donnelly LF. Round pneumonia: imaging findings in a large series of children. *Pediatr Radiol.* 2007; 37(12):1235-40.
50. Khurshid I, Downie GH. Pulmonary arterovenous malformation. *Postgrad Med J.* 2002; 78(918):191-7.
51. Lee EY, Boiselle PM, Cleveland RH. Multidetector CT evaluation of congenital lung anomalies. *Radiology.* 2008; 247(3):632-48.
52. Webb WR, Higgins CB. Thoracic Imaging: Pulmonary and Cardiovascular Radiology, North American Edition. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2010, 126-39.
53. Frank L, Quint LE. Chest CT incidentalomas: thyroid lesions, enlarged mediastinal lymph nodes and lung nodules. *Cancer Imaging.* 2012; 12(1):41-8.
54. Gruden JF, Webb WR, Warnock M. Centrilobular opacities on HRCT: diagnosis and differential diagnosis with pathologic correlation. *AJR.* 1994; 162:569-574.
55. Nishimura K, Itoh H, Kitaichi M, Nagai S, Izumi T. Pulmonary sarcoidosis: correlation of CT and histopathologic findings. *Radiology.* 1993; 189:105-109.
56. Müller NL, Kullnig P, Miller RR. The CT findings of pulmonary sarcoidosis: analysis of 25 patients. *AJR.* 1989; 152:1179-1182.
57. Raof S, Amchenstev A, Vlahos I, Goud A, Naidich DP. Pictorial essay: multinodular disease. *Chest.* 2006; 129:805-815.
58. Hirakata K, Nakata H, Haratake J. Appearance of pulmonary metastases on high-resolution CT scans: comparison with histopathologic findings from autopsy specimens. *AJR.* 1993; 161:37-43.
59. Ryu JH, Myers JH, Swensen SJ. Bronchiolar disorders: state of the art. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003; 168:1277-1292.
60. Van Riel SJ, Sanchez CI, Bankier AA, Naidich DP, Verschakelen J, Scholten ET, de Jong PA, Jacobs C, van Rikxoort E, Peters-Bax L, Snoeren M, Prokop M, van Ginneken B, Schaefer-Prokop C. Observer variability for classification of

- pulmonary nodules on low-dose CT images and its effect on nodule management. *Radiology*. 2015; 277(3):863-871.
61. Lee KH, Goo JM, Park SJ, Wi JY, Chung DH, Go H, Park HS, Park CM, Lee SM. Correlation between the size of the solid component on thin-section CT and the invasive component on pathology in small lung adenocarcinomas manifesting as ground-glass nodules. *J Thorac Oncol*. 2014; 9(1):74-82.
 62. Matsuguma H, Oki I, Nakahara R, Suzuki H, Kasai T, Kamiyama Y, Igarashi S, Mori K, Endo S, Yokoi K. Comparison of three measurements on computed tomography for the prediction of less invasiveness in patients with clinical stage I non-small cell lung cancer. *Ann Thorac Surg*. 2013; 95(6):1878-1884.
 63. McWilliams A, Tammemagi MC, Mayo JR, Roberts H, Liu G, Soghrati K, Yasufuku K, Martel S, Laberge F, Gingras M, Atkar-Khattra S, Berg CD. Probability of cancer in pulmonary nodules detected on first screening CT. *N Engl J Med*. 2013; 369(10):910-919.
 64. Peters R, Heuvelmans MA, Vliegenthart R, Van Ooijen PM, De Bock GH, Oudkerk M. Prevalence of pulmonary multi-nodularity in CT lung cancer screening and lung cancer probability. *Radiological Society of North America Scientific Assembly and Annual Meeting Program*. 2015; 111.
 65. MacMahon H, Naidich DP, Goo JM, Lee KS, Leung ANC, Mayo JR, Mehta AC, Ohno Y, Powell CA, Prokop M, Rubin GD, Schaefer-Prokop CM, Travis WD, Van Schil PE, Bankier AA. Guidelines for management of incidental pulmonary nodules detected on CT images: from the Fleischner Society 2017. *Radiology*. 2017 Jul; 284(1):228-243.
 66. Lee IJ, Gamsu G, Czum J, Wu N, Johnson R, Chakrapani S. Lung nodule detection on chest CT: evaluation of a computer-aided detection (CAD) system. *Korean J Radiol*. 2005; 6:89-93.
 67. Ko JP, Rusinek H, Naidich DP, McGuinness G, Rubinowitz AN, Leitman BS, Martino JM. Wavelet compression of low-dose chest CT data: effect on lung nodule detection. *Radiology*. 2003; 228:70-75.
 68. Li F, Arimura H, Suzuki K, Shiraishi J, Li Q, Abe H, Engelmann R, Sone S, MacMahon H, Doi K. Computer-aided detection of peripheral lung cancers missed at CT: ROC analyses without and with localization. *Radiology*. 2005; 237:684-690.

69. Armato SG, Li F, Giger ML, MacMahon H, Sone S, Doi K. Lung cancer: performance of automated lung nodule detection applied to cancers missed in a CT screening program. *Radiology*. 2002; 225:685-692.
70. Lee JW, Goo JM, Lee HJ, Kim JH, Kim S, Kim YT. The potential contribution of a computer-aided detection system for lung nodule detection in multidetector row computed tomography. *Invest Radiol*. 2004; 39:649-655.
71. Li F, Sone S, Abe H, Macmahon H, Doi K. Malignant versus benign nodules at CT screening for lung cancer: comparison of thin-section CT findings. *Radiology*. 2004; 233:793-798.
72. Nathan MH, Collins VP, Adams RA. Differentiation of benign and malignant pulmonary nodules by growth rate. *Radiology*. 1962; 79:221-232.
73. Aoki T, Nakata H, Watanabe H, Nakamura K, Kasai T, Hashimoto H, Yasumoto K, Kido M. Evolution of peripheral lung adenocarcinomas: CT findings correlated with histology and tumor doubling time. *AJR*. 2000; 174:763-768.
74. Yankelevitz DF, Reeves AP, Kostis WJ, Zhao B, Henschke CI. Small pulmonary nodules: volumetrically determined growth rates based on CT evaluation. *Radiology*. 2000; 217:251-256.
75. Yamashita K, Matsunobe S, Tsuda T, Nemoto T, Matsumoto K, Miki H, Konishi J. Solitary pulmonary nodule: preliminary study of evaluation with incremental dynamic CT. *Radiology*. 1995; 194:399-405.
76. Swensen SJ, Brown LR, Colby TV, Weaver AL, Midthun DE. Lung nodule enhancement at CT: prospective findings. *Radiology*. 1996; 201:447-455.
77. Puderbach M, Hintze C, Ley S, Eichinger M, Kauczor H-U, Biederer J. MR imaging of the chest: a practical approach at 1.5 T. *Eur J Radiol*. 2007; 64:345-55.
78. Eibel R, Herzog P, Dietrich O, Rieger CT, Ostermann H, Reiser MF, Schoenberg SO. Pulmonary abnormalities in immunocompromised patients: comparative detection with parallel acquisition MR imaging and thin-section helical CT. *Radiology*. 2006; 241:880-891.
79. Biederer J. Magnetic resonance imaging: technical aspects and recent developments. *Med Klin (Munich)*. 2005; 100:62-72.

80. Lotz J, Kivelitz D, Fishbach R, Beer M, Miller S. Recommendations for utilizing computerized tomography and magnetic resonance tomography in heart diagnosis. 2—Magnetic resonance tomography. *Rofo*. 2009 Aug; 181(8):800-14.
81. Biederer J. General requirements of MRI of the lung and suggested standard protocol. *MRI of the lung*. Berlin Heidelberg, Springer, 2009, 3-16.
82. Biederer J, Puderbach M. MR imaging of the chest. *HIRE*. 2009; 3:39-42.
83. Hintze C, Biederer J, Kauczor HU. Magnetic resonance imaging of the chest. *Magnevist Monograph*. New York, Springer, 2007, 87-103.
84. Biederer J, Bauman G, Hintze C, Fabel M, Both M. Magnetresonanztomographie. *Der Pneumologe*. 2011; 8:234-242,
85. Bankier AA, O'Donnell CR, Mai VM, Storey P, Maertelaer V, Edelman RR, Chen Q. Impact of lung volume on MR signal intensity changes of the lung parenchyma. *J Magn Reson Imaging*. 2004; 20:961-966.
86. Bauman G, Puderbach M, Deimling M, Jellus V, Chafd'hotel C, Dinkel J, Hintze C, Kauczor HU, Schald LR. Non-contrast-enhanced perfusion and ventilation assessment of the human lung by means of fourier decomposition in proton MRI. *Magn Reson Med*. 2009; 62:656-664.
87. Biederer J, Hintze C, Fabel M. MRI of pulmonary nodules: technique and diagnostic value. *Cancer Imaging*. 2008; 8:125-130.
88. Iwasawa T, Takahashi H, Ogura T, Asakura A, Gotoh T, Kagei S, J-ichi N, Obara M, Inoue T. Correlation of lung parenchymal MR signal intensity with pulmonary function tests and quantitative computed tomography (CT) evaluation: a pilot study. *J Magn Reson Imaging*. 2007; 26:1530-1536.
89. Bauman G, Lützen U, Ullrich M, Gaass T, Dinkel J, Elke G, Meybohm P, Frerichs I, Hoffmann B, Borggreffe J, Knuth HC, Schupp J, Prüm H, Eichinger M, Puderbach M, Biederer J, Hintze C. Pulmonary functional imaging: qualitative comparison of Fourier decomposition MR imaging with SPECT/CT in porcine lung. *Radiology*. 2011; 260:551-559.
90. Ley-Zaporozhan J, Ley S, Eberhardt R, Kauczor HU, Heussel CP. Visualization of morphological parenchymal changes in emphysema: comparison of different MRI sequences to 3D-HRCT. *Eur J Radiol*. 2010; 73:43-49.

91. Biederer J, Busse I, Grimm J, Reuter M, Muhle C, Freitag S, Heller M. Sensitivity of MRI in detecting alveolar infiltrates: Experimental studies. *Rofo*. 2002; 174:1033-9.
92. Kersjes W, Hildebrandt G, Cagil H, Schunk K, Zitzewitz H, Schild H. Differentiation of alveolitis and pulmonary fibrosis in rabbits with magnetic resonance imaging after intrabronchial administration of bleomycin. *Invest Radiol*. 1999; 34:13-21.
93. Fink C, Puderbach M, Biederer J, Fabel M, Dietrich O, Kauczor HU, Reiser MF, Schönberg SO. Lung MRI at 1.5 and 3 Tesla: observer preference study and lesion contrast using five different pulse sequences. *Invest Radiol*. 2007; 42:377-83.
94. Jacob RE, Amidan BG, Soelberg J, Minard KR. In vivo MRI of altered proton signal intensity and T2 relaxation in a bleomycin model of pulmonary inflammation and fibrosis. *J Magn Reson Imaging*. 2010; 31:1091-1099.
95. Rieger C, Herzog P, Eibel R, Fiegl M, Ostermann H. Pulmonary MRI-a new approach for the evaluation of febrile neutropenic patients with malignancies. *Support Care Cancer*. 2008; 16:599-606.
96. Both M, Schultze J, Reuter M, Bewig B, Hubner R, Bobis I, Noth R, Heller M, Biederer J. Fast T1- and T2-weighted pulmonary MR-imaging in patients with bronchial carcinoma. *Eur J Radiol*. 2005; 53:478-88.
97. Bruegel M, Gaa J, Woertler K, Ganter C, Waldt S, Hillerer C, Rummeny EJ. MRI of the lung: value of different turbo spin-echo, single-shot turbo spin-echo, and 3D gradient-echo pulse sequences for the detection of pulmonary metastases. *J Magn Reson Imaging*. 2007; 25:73-81.
98. Fabel M, Wintersperger BJ, Dietrich O, Eichinger M, Fink C, Puderbach M, Kauczor HU, Schoenberg SO, Biederer J. MRI of respiratory dynamics with 2D steady-state free-precession and 2D gradient echo sequences at 1.5 and 3 Tesla: an observer preference study. *Eur Radiol*. 2009; 19:391-9.
99. Gamsu G, Geer G, Cann C, Müller N, Brito A. Apreliminary study of MRI quantification of simulated calcified pulmonary nodules. *Invest Radiol*. 1987; 22:853-858.
100. Regier M, Kandel S, Kaul MG, Hoffmann B, Ittrich H, Bansmann PM, Kemper J, Nolte-Ernsting C, Heller M, Adam G, Biederer J. Detection of small pulmonary

- nodules in high-field MR at 3 T: evaluation of different pulse sequences using porcine lung explants. *Eur Radiol.* 2007; 17:1341-51.
101. Chung MH, Lee HG, Kwon SS, Park SH. MR imaging of solitary pulmonary lesion: emphasis on tuberculomas and comparison with tumors. *J Magn Reson Imaging.* 2000; 11:629-637.
 102. Kirchner J, Kirchner EM. Melanoptysis: findings on CT and MRI. *Br J Radiol.* 2001; 74:1003-1006.
 103. Khalil AM, Carette MF, Cadranet JL, Mayaud CM, Akoun GM, Bigot JM. Magnetic resonance imaging findings in pulmonary Kaposi's sarcoma: a series of 10 cases. *Eur Respir J.* 1994; 7:1285-1289.
 104. Semelka RC, Balci NC, Wilber KP, Fisher LL, Brown MA, Gomes-Caminero A, Molina PL. Breath-hold 3D gradient-echo MR imaging of the lung parenchyma: evaluation of reproducibility of image quality in normals and preliminary observations in patients with disease. *J Magn Reson Imaging.* 2000; 11:195-200.
 105. Biederer J, Both M, Graessner J, Liess C, Jakob P, Reuter M, Heller M. Lung morphology: fast MR imaging assessment with a volumetric interpolated breath-hold technique: initial experience with patients. *Radiology.* 2003; 226:242-9.
 106. Chen W, Jian W, H-tao L, Li C, Y-ke Z, Xie B, D-quan Z, Y-ming D, Lin Y. Whole-body diffusion-weighted imaging vs. FDG-PET for the detection of non-small-cell lung cancer. How do they measure up? *Magn Reson Imaging.* 2010; 28:613-620.
 107. Yi CA, Shin KM, Lee KS, Kim B-T, Kim H, Kwon OJ, Choi JY, Chung MJ. Non-small cell lung cancer staging: efficacy comparison of integrated PET/CT versus 3.0-T whole-body MR imaging. *Radiology.* 2008; 248:632-642.
 108. Hasegawa I, Boiselle PM, Kuwabara K, Sawafuji M, Sugiura H. Mediastinal lymph nodes in patients with non-small cell lung cancer: preliminary experience with diffusion-weighted MR imaging. *J Thorac Imaging.* 2008; 23:157-161.
 109. Pauls S, Schmidt SA, Jucher-ms MS, Klass O, Luster M, Reske SN, Brambs H-J, Feuerlein S. Diffusion-weighted MR imaging in comparison to integrated [(18)F]-FDG PET/CT for N-staging in patients with lung cancer. *Eur J Radiol.* 2012; 81:178-182.
 110. Koyama H, Ohno Y, Aoyama N, Onishi Y, Matsumoto K, Nogami M, Takenaka D, Nishio W, Ohbayashi C, Sugimura K. Comparison of STIR turbo SE imaging and

- diffusion-weighted imaging of the lung: capability for detection and subtype classification of pulmonary adenocarcinomas. *Eur Radiol.* 2010; 20:790-800.
111. Liu H, Liu Y, Yu T, Ye N. Usefulness of diffusion-weighted MR imaging in the evaluation of pulmonary lesions. *Eur Radiol.* 2010; 20:807-815.
 112. Tondo F, Saponaro A, Stecco A, Lombardi M, Casadio C, Carriero A. Role of diffusion-weighted imaging in the differential diagnosis of benign and malignant lesions of the chest-mediastinum. *Radiol Med.* 2011; 116:720-733.
 113. Kanauchi N, Oizumi H, Honma T, Kato H, Endo M, Suzuki J, Fukaya K, Sadahiro M. Role of diffusion-weighted magnetic resonance imaging for predicting of tumor invasiveness for clinical stage IA non-small cell lung cancer. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2009; 35:706-710.
 114. Qi LP, Zhang XP, Tang L, L, J, Sun YS, Zhu GY. Using diffusion-weighted MR imaging for tumor detection in the collapsed lung: a preliminary study. *Eur Radiol.* 2009; 19:333-341.
 115. Karabulut N. Accuracy of diffusion-weighted MR imaging for differentiation of pulmonary lesions. *Radiology.* 2009; 253:899.
 116. Henzler T, Schmid-Bindert G, Schoenberg SO, Fink C. Diffusion and perfusion MRI of the lung and mediastinum. *Eur J Radiol.* 2010; 76:329-336.
 117. Kluge A, Müller C, Hansel J, Gerriets T, Bachmann G. Real-time MR with TrueFISP for the detection of acute pulmonary embolism: initial clinical experience. *Eur Radiol.* 2004; 14:709-718.
 118. Kluge A, Gerriets T, Stolz E, Dill T, Mueller KD, Mueller C, Bachmann G. Pulmonary perfusion in acute pulmonary embolism: 139 agreement of MRI and SPECT for lobar, segmental and subsegmental perfusion defects. *Acta Radiol.* 2006; 47:933-940.
 119. Kluge A, Gerriets T, Müller C, Ekinici O, Neumann T, Dill T, Bachmann G. Thoracic real-time MRI: experience from 2200 examinations in acute and ill-defined thoracic diseases. *Rofo.* 2005; 177:1513-1521.
 120. Moody AR, Liddicoat A, Krarup K. Magnetic resonance pulmonary angiography and direct imaging of embolus for the detection of pulmonary emboli. *Invest Radiol.* 1997; 32:431-440.

121. Moody AR. Magnetic resonance direct thrombus imaging. *J Thromb Haemost.* 2003; 1:1403-1409.
122. Biederer J, Liess C, Charalambous N, Heller M. Volumetric interpolated contrast-enhanced MRA for the diagnosis of pulmonary embolism in an ex vivo system. *J Magn Reson Imaging.* 2004; 19:428-37.
123. Levin DL, Chen Q, Zhang M, Edelman RR, Hatabu H. Evaluation of regional pulmonary perfusion using ultrafast magnetic resonance imaging. *Magn Reson Med.* 2001; 46:166-171.
124. Eichinger M, Puderbach M, Fink C, Gahr J, Ley S, Plathow C, Tuengerthal S, Zuna I, Müller FM, Kauczor HU. Contrast-enhanced 3D MRI of lung perfusion in children with cystic fibrosis-initial results. *Eur Radiol.* 2006; 16:2147-52.
125. Altes TA, Eichinger M, Puderbach M. Magnetic resonance imaging of the lung in cystic fibrosis. *Proc Am Thorac Soc.* 2007; 4:321-327.
126. Eichinger M, Optazait DE, Kopp-Schneider A, Hintze C, Biederer J, Niemann A, Mall MA, Wielpütz MO, Kauczor HU, Puderbach M. Morphologic and functional scoring of cystic fibrosis lung disease using MRI. *Eur J Radiol.* 2012 Jun; 81(6):1321-9.
127. Puderbach M, Eichinger M, Haselbarth J, Ley S, Kopp-Schneider A, Tuengerthal S, Schmaehl A, Fink C, Plathow C, Wiebel M, Demirakca S, Müller FM, Kauczor HU. Assessment of morphological MRI for pulmonary changes in cystic fibrosis (CF) patients: comparison to thin-section CT and chest x-ray. *Invest Radiol.* 2007; 42:715-725.
128. Puderbach M, Eichinger M, Gahr J, Ley S, Tuengerthal S, Schmaehl A, Fink C, Plathow C, Wiebel M, Müller FM, Kauczor HU. Proton MRI appearance of cystic fibrosis: comparison to CT. *Eur Radiol.* 2007; 17:716-724.
129. Biederer J, Reuter M, Both M, Muhle C, Grimm J, Graessner J, Heller M. Analysis of artefacts and detail resolution of lung MRI with breath-hold T1-weighted fast spin-echo sequences with respiratory triggering. *Eur Radiol.* 2002; 12:378-384.
130. Swensen SJ, Jett JR, Hartman T, Midthun DE, Sloan JE, Sykes AM, Aughenbaugh GL, Clemens MA. Screening for lung cancer with CT: Mayo Clinic experience. *Radiology.* 2003; 226(3):756-761.

131. Guyatt G, Gutterman D, Baumann MH, Addrizzo-Harris D, Hylek EM, Philips B, Raskob G, Lewis SZ, Schünemann H. Garding strength of recommendations and quality of evidence in clinical guidelines: report from an American College of Chest Physicians task force. *Chest*. 2006 Jan; 129(1):174-81.
132. Kazerooni EA, Armstrong MR, Amorosa JK, Hernandez D, Liebscher LA, Nath H, McNitt-Gray MF, Stern EJ, Wilcox PA. ACR CT Accreditation Program and the Lung Cancer Screening Program Designation. *J Am Coll Radiol*. 2016; 13(2):30-34.
133. Wild JM, Marshall H, Bock M, Schad LR, Jakob PM, Puderbach M, Molinari F, Van Beek EJ, Biederer J. MRI of the lung (1/3): methods. *Insights Imaging*. 2012 Aug; 3(4):345-53.
134. Oechsner M, Pracht ED, Staeb D, Arnold JF, Kostler H, Hahn D, Beer M, Jakob PM. Lung imaging under free-breathing conditions. *Magn Reson Med*. 2009; 61(3):723-727.
135. Pruessmann KP, Weiger M, Scheidegger MB, Boesiger P. SENSE: sensitivity encoding for fast MRI. *Magn Reson Med*. 1999; 42(5):952-962.
136. Biederer J, Beer M, Hirsch W, Wild J, Fabel M, Puderbach M, Van Beek EJ. MRI of the lung (2/3) Why ... when ... how? *Insights Imaging*. 2012; 3(4):355-371.
137. McWilliams AM, Mayo JR, Ahn MI, MacDonald SL, Lam SC. Lung cancer screening using multi-slice thin-section computed tomography and autofluorescence bronchoscopy. *J Thorac Oncol*. 2006; 1(1):61-68.
138. Swensen SJ, Jett JR, Hartman TE. CT screening for lung cancer: five-year prospective experience. *Radiology*. 2005; 235(1):259-265.



T. C.
İSTANBUL BİLİM ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

İstanbul Bilim Üniversitesi Klinik Araştırmaları Etik Kurulu
Karar No: 19.12.2017/65-06

Çalışmanın Adı: "Pulmoner Nodül Saptamada Manyetik Rezonans Görüntülemenin Rolü" başlıklı araştırma projesi.

Sorumlu Araştırmacı: Prof. Dr. Nagihan İNAN GÜRCAN İstanbul Bilim Üniversitesi Tıp Fakültesi Cerrahi Tıp Bilimleri Bölümü Radyoloji Anabilim Dalı Başkanı

Başkan
Prof. Dr. Numan ERMUTLU

Başkan Yardımcısı
Doç. Dr. Berrin TELATAR

Raportör
Yrd. Doç. Dr. Ersan EROĞLU

Üye
Prof. Dr. Reyhan DİZ KÜÇÜKKAYA

Üye
Prof. Dr. Işın BARAL KULAKSIZOĞLU

Üye
Prof. Dr. Tufan PAKER

Üye
Doç. Dr. Semiha AKIN

Üye
Yrd. Doç. Dr. Hande KAYMAKÇALAN ÇELEBİLER

Üye
Yrd. Doç. Dr. Bahar ERBAŞ

Üye
Yrd. Doç. Dr. Suzan BOZKURT

Üye
Av. Özlem ÖZTÜRK

Üye
Cafer KILIÇ

ÖZGEÇMİŞ

Dr. Sezgi Burçin Barlas

1986 yılında Hatay'da doğdum

1992-1997 yılları arasında Mithatpaşa İlk Öğretim Okulu'nda eğitim,

1997-2004 yılları arasında İstiklal Makzume Anadolu Lisesi'nde eğitim,

2004-2010 yılları arasında Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde eğitim,

2013-Halen İstanbul Bilim Üniversitesi Dermatoloji Anabilim Dalı'nda eğitim görmekteyim.