

Radyoloji

Soliter Pulmoner Nodüllerin Değerlendirilmesinde Radyolojik Yöntemler

Uzm.Dr.Hasan OZCAN*
Dr. Suat FİTOZ*
Prof. Dr. Serdar AKYAR*

Semptomu olmayan bir hastanın akciğer radyografisinde soliter pulmoner nodü (SPN) saptanması, sıklıkla karşılaşılan önemli bir sorundur. Radyolojik olarak tespit edilen SPN'lerin büyük bir bölümünün benign olmasına karşın; benign lezyonları malign ya da potansiyel olarak malign lezyonlardan ayırmada önemli tanısal güçlükler vardır. Bu makalenin amacı rutin incelemeler sırasında ortaya çıkabilecek SPN'lerin radyolojik değerlendirilmesine ait verileri sunmak; benign/malign nodul ayırımında önem taşıyan bulgulara dikkat çekmektir.

Soliter pulmoner nodulun kabul görmüş radyolojik bir tanımı yoktur. Bununla birlikte normal havalı akciğer parenkiminden boyutlarının net olarak ölçülmesine izin verecek şekilde keskin sınırla ayrılan; atelektazi ya da lemfadenopatinin eşlik etmediği tek bir yuvarlak ya da oval lezyonu tanımlamada SPN terimi kullanılmaktadır (1). Farklı çalışmalarda SPN boyutu için verilen değerler 1 ile 6 cm arasında değişmekle birlikte, üst sınır değer için fikir birliği yoktur. Güncel anlayışta bu tip lezyonların çapının 3 cm'den daha küçük olması gerekir (1). Çapı 3 cm'nin üzerindeki lezyonlarda malignite riski yüksek olup, bu tip lezyonlarda kitle terimi tercih edilmektedir. Geçmişte SPN ile eş anlamda kullanılan "Coin" lezyon terimi akciğer parenkiminde yer alan sterik ya da nodüler iyi sınırlı her türlü lezyonu tanımlamaktadır (2). Bu terim bugün hemen tümü ile terk edilmiştir.

Yaklaşık her bin akciğer grafisinin ikisinde SPN'e rastlanılmaktadır (1). Semptomu olmayan bir hastada SPN saptandığında şu üç nokta önem kazanmaktadır: 1) Mümkünse nodülde spesifik tanıya gitmek; 2) Spesifik tanıya gidilemeyen olgularda benign nodulun malign ya da potansiyel olarak malign lezyonlardan ayırt edilmesi; 3) Benign/malign ayırımı yapılamayan nodüllerde tanı algoritmini belirlemek.

Soliter pulmoner nodüllerin önemli bir bölümü benign dir (1-9). Bunların başlıcaları mantar, parazit ya da

tüberküloz granülomları, hamartom ve benign tümörlerdir. Tüberküloz granülomları ve hidatik kist yurdumuzda görülen SPN'lerin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır (10,11). Araştırmacılar olguların %53.9'undan enfeksiyöz granülomların, %6.6'sından hamartomların sorumlu olduğunu bildirmektedir (1), Malign tümörlerin görülme oranı farklılıklar göstermekle birlikte ortalama %28.3 olarak bildirilmektedir (1,3,7,12,13), Bu lezyonların önemli bir bölümü bronkojerik karsinomlardır (6,7,12,14). %3.5-10 olguda ekstrapulmoner bir tümörün soliter metastazı söz konusudur (1,6,7,14), Karsinoid tümör (bronşial adenom) nispeten az görülen bir SPN nedeni olup olguların %2'sinden sorumludur (1,14), Hamartom, arteriovenöz malformasyon, anevrizma, pulmoner hematoma, abse, enfekte kül ve kistler, iyileşmiş infarkt alanları nadiren SPN şeklinde radyolojik bulgu verebilmektedir (Tablo 1),

Bronkojerik karsinomlarda 5 yılın üzerinde yaşam oranı %20-30 arasında olup ilk tanı anında olguların ancak %20'si rezektabl dir (1), Diğer yandan bronkojerik karsinomların %20-30 gibi önemli bir bölümü başlangıçta SPN şeklindedir. SPN aşamasında yakalanacak karsinoma olgularının %88'i rezektabi olup, 5 yıllık yaşam oranı %50'nin üzerindedir, Dofayısı ile SPN'lerin etiyojisine dönük değerlendirmede, unutulmaması gereken husus bu lezyonların büyük çoğunluğunun benign olmasına karşın kural olarak SPN'ün aksi ispatlanıncaya kadar malign kabul edilmesi gerekliliğidir.

1.KLİNİK DEĞERLENDİRME

Soliter pulmoner nodulun önemli bir bölümü uzun süre sessiz kalır (1,6,7). öksürük, hemoptizi gibi akciğerle ilgili semptomlara olguların ancak %10-20'sinde rastlanır (6). Baş ağrısı, kemik ağrısı, myoklonik kasılma gibi nonspesifik klinik semptomların varlığı kötü prognoza işaret eder. Klinik veriler ve hasta öyküsü (SPN) tanıma değerlendirilmesi ve tedavi protokolünün belirten-

* Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiagnostik ABD, ANKARA

Tablo 1. SPN'e neden olan patolojilerin sınıflandırılması

Benign patolojiler	Malign patolojiler
1. Benign tümörler •Hamartom •Kondrom •Nörojenik tümör •Bronşial adenom (*) •Benign mezotelyoma	1. Bronkojenik karsinom •Yassı hücreli karsinom •Adenokanser •Bronkoalveoler karsinom
2. Granülomlar •Tüberküloz (Tüberkulom) •Histoplazmozis (Histoplazmom) •Aspergillozis (Aspergillom) •Kriptokokkozis •Koksidiomikozis	2. Bronşial adenom (*) 3. Soliter metastazlar •Adenokarsinom metastazı •Yassı hücreli kanser met. •Malign melanom metastazı •Sarkom metastazı
3. Primer bronşial sarkom	4. Soliter plazmositom
4. Diğer patolojiler —Ekinokokkal kist —Bronkojenik kist —Enfekte bül ve kistler —Abse —Arteriovenöz fistül-malformasyon —Hematom —Anevrizma —Bronkopulmoner sekestrasyon	5. Hodgkin lenfoma 6. Teratoma

(*) Bronşial adenomların %80-90'ını bronşial karsinoid, %10-20'sini silindriomalar oluşturur. Bronşial karsinoidlerin bir kısmı malign özelliktedir.

meşinde yeterince spesifik değildir. Bununla beraber tüm olgularda görüntüleme yöntemlerinden önce klinik değerlendirme yapılmalı ve çok önemli birkaç faktör gözönünde bulundurulmalıdır:

Hasta yaşı: 35 yaşın altındaki hastalarda bronkojenik karsinoma prevalansı ve bilinen bir ekstratorasik tümör yoksa metastaz olasılığı son derece düşüktür (1,3,13,14). Bu durum sigara anamnezi vermeyen olgularda daha güçlü bir olasılıkla geçerlidir. Bu tür olgularda ileri bir incelemeye gerek olmaksızın, nodul belli intervallerle radyografik olarak takip edilmelidir. Ancak hastanın endişe duyduğu durumlarda, kanser açısından risk faktörü taşıyan olgularda daha üst incelemeler gündeme gelmeli, hatta aspirasyon biopsisi ile tanı kesinleştirilmelidir.

35 yaşın üstündeki bir hastada ise SPN saptandığında özellikle sigara öyküsü de varsa bronkojenik karsinoma öncelikle akla gelmelidir. Toomes ve grubunun 955 SPN üzerinde yaptıkları çalışmada malign nodüllerin %65'inin 50 yaşın üzerindeki hastalarda görüldüğünü saptamışlardır (6). Ekstratorasik primer tümörü olan olgularda SPN'ün metastatik olma olasılığı yüksekse de primer akciğer tümörü tümü ile dışlanamaz. Metastaz olasılığını tayin etmede primer tümörün hücre

tipi de önem kazanmaktadır. Eğer skuamöz hücre tipinde bir primer malignite söz konusu ise nodulun metastaz olma ihtimali düşük olup, büyük olasılıkla lezyon primer akciğer kanseridir. Eğer hücre tipi adenokarsinom ise SPN %50 olasılıkla primer akciğer tümörüdür; hücre tipi sarkom veya melanom ise güçlü bir olasılıkla nodul metastatiktir (3).

Primer akciğer tümörü tanısı açısından SPN saptanan her hastanın balgam sitolojisi değerlendirilmelidir. Yanlış pozitif balgam sitolojisi oldukça azdır (%0.7-3). Pulmoner malignite tanısında pozitif balgam sitolojisi biopsi hariç tutulursa en geçerli preoperatif yöntemdir. Yanlış negatif sonuçlara nisbeten fazla rastlanılmaktadır. Tüm olgular ele alındığında bu oran %10-30 olup, periferik yerleşimli malignitelerde %60'a kadar çıkabilmektedir (3). Dolayısı ile negatif sitoloji malign lezyon varlığını tümü ile dışlamaz.

2. DİREKT AKCİĞER RADYOGRAFİSİ

Standart akciğer radyografileri ile SPN'ün çoğunluğu tesbit edilebilir. Nodulun kontur, kenar keskinliği, kalsifikasyon içerip içermediği, satellit lezyonların olup olmadığı belirlenebilir. Ayrıca belli aralıklarla çekilen grafilerde nodulun büyüme hızı hakkında bilgi sahibi olunabilir. Ancak standart akciğer grafisinin benign/malign nodul ayrımındaki katkısı dijital sistemlerin tanıdaki kullanımına rağmen %90'dan daha fazla değildir (15). Ayrıca standart akciğer radyografilerinde yanlış pozitif yorumlara sık rastlanılmaktadır. Nodulun gelişme hızı ve kalsifikasyon gibi önemli ipuçlarına rağmen bulgular SPN'lerin spesifik tanısına nadiren izin vermektedir (6,7).

a. Nodü) Boyutu

Steele ve arkadaşlarının çalışmalarında çapı 5 cm ve üzerinde olan nodüllerin %80 oranında malign olduğu; çapı 2 cm ve daha küçük olan nodüllerin ise %10-25 oranında malign olduğu görülmüştür (16). Siegelman ve arkadaşlarının yakın zamanda yaptıkları bir çalışmada çapı 2 cm'nin altında ölçülen 431 nodülden %42'si malign bulunmuştur (17). Trunk ve grubunun 137 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada benign nodüllerin boyutunun 1-4 cm arasında (ortalama 1.8 cm), malign nodüllerin boyutunun 1.5-6 cm arasında (ortalama 3.1 cm) değiştiği bildirilmektedir (13). Genel olarak çapı 3 cm'den küçük lezyonların benign, 4 cm'den daha büyük lezyonların hemen çok kez malign olduğu görüşü hakimse de nodul boyutunun benign/malign nodul ayrımındaki katkısı tartışmalıdır.

b. Nodüün Konumu

Benign/malign nodul ayrımında belirleyici değildir. Ancak tüberkulom ve karsinomların üst loblarda, metastatik lezyonların subplevral yerleşimlerde sık olduğu söylenebilir. Hamartomlar üst ve alt loblarda eşit sıklıkta izlenmektedir.

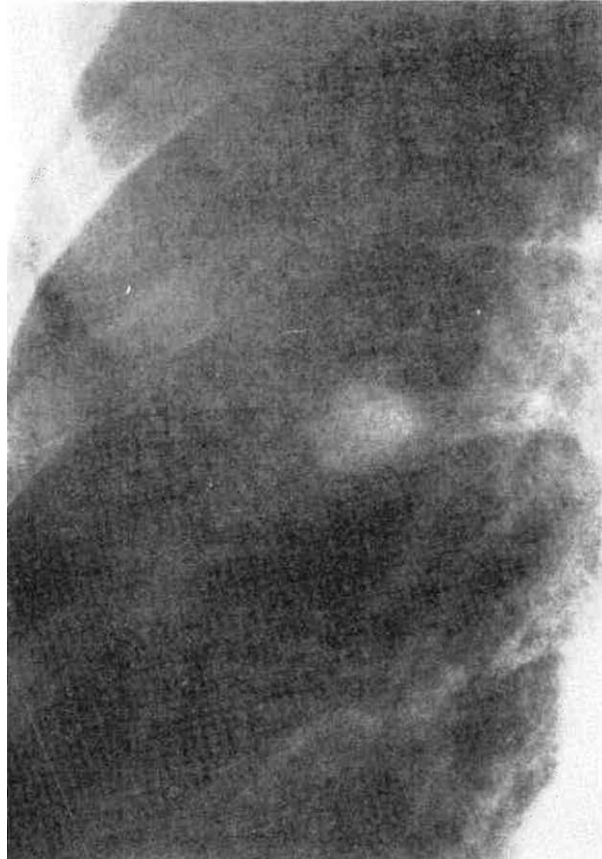
c. Kaviteasyon

Mağn nodüllerin %5-10'unda izlenmektedir. Granümatöz benign lezyonlarda da daha az olmak üzere görülebilmektedir (1). Kaviteasyon benign/malign nodul ayrımında yardımcı bir faktör değildir. Benign lezyonlarda kavite duvar kalınlığı 4 mm'den daha az, iç korturlar düzenlidir. Malign lezyonlarda kavite duvar kalınlığı genelde 4 mm'den daha fazla olup iç yüzeyi nodüllerite gösterir. Malign lezyonlar içerisinde kaviteyona epidermoid karsinomlarda daha sık rastlanılmaktadır (1,3,8).

d. Nodüi Konturu

Benign nodüller genellikle akciğer parenkiminden net ayrılabilir biçimde düzenli kontura sahiptir (Şekil 1). Malign lezyonlarda ise kenar keskinliği azalmakta ve spiküler uzantılar izlenmektedir. İki farklı seride mağn nodüllerin %88-94'ünde spiküler görünüm tesbit edildiği bildirilmektedir (18,19).

Nodul çevresindeki spiküler tarzdeki uzanımlar genelde malign nodüllere özgü olup "corona radiata" olarak adlandırılmaktadır. Ancak lipid pnömonisi, fibrozis gelişen slikozis olgularında da görülebilmektedir. Kaldı ki malign nodüller küçük olduklarında oldukça düzgün kontura sahip olabilirler, yine koryokarsinoma metastazında olduğu gibi kanamaya bağlı "corona radiata" gö-



Şekil 1. Direkt radyografide iyi sınırlı SPN

rünümü kaybolabilir. Dolayısı ile nodul konturunun malign/benign nodul ayrımındaki rolü sınırlı olmaktadır (3,8,9,12-14).

Kontur lobulasyonu da sıklıkla malign tümörlerde görülmekle birlikte hamartom ve tüberkülozlarda da izlenebilmektedir.

e. Sateliit Lezyonlar

Satellit lezyonlar sıklıkla granümatöz patolojilerde görülmekle birlikte nadiren (%1) malign lezyonlarda izlenebilmektedir (1).

f. Nodulun Büyüme Hızı

Soliter pulmoner nodulun değerlendirilmesinde en güvenilir iki parametre, nodulun büyüme hızı ve kalsifikasyondur.

Büyüme hızı genellikle nodulun iki katı boyuta ulaşması için geçen zamanı (doubling time) ifade eder ve malignite olasılığının belirlenmesinde değer taşır (1,3,7,10). Malign soliter nodüller genellikle sabit kalan bir ekspanansiyel büyüme hızına sahiptirler. Benign nodulda çok yavaş ya da çok hızlı büyüme izlenir. Bir kısım benign nodul ise hiç gelişim göstermez (3).

Bir SPN'ün volümünün iki katma ulaşması için geçen zaman 1 aydan daha kısa veya 24 aydan daha uzun ise nodul büyük olasılıkla benigndir (3,7,21-23). Genel kanı olarak iki yıl boyunca, belli intervallerle takip edilen SPN stabil kalmışsa çok büyük olasılıkla benign olup, rezeksiyon gerektirmez. Benign ve malign nodüllerin büyüme hızlarının birbirleriyle çakışabileceği ve bu kurala uymayan nodüllerin varolabileceği unutulmamalıdır (3).

ikiye katlanma zamanı, önceden çekilen akciğer grafilerindeki nodul çapının tayin edilerek retrospektif olarak değerlendirilmesi, torakotomi gerekliliği yönünden çok değerli bilgiler verir. Ancak burada en önemli sınırlama 2 yıldan daha kısa süreli filmlerin büyüme hızı hakkında yeterli bilgi vermeyişidir. Örneğin sigara anamnezi veren 35 yaşın üzerindeki bir hastada SPN saptandığında, retrospektif değerlendirmede 1 yıl önceki grafi ile anlamlı boyut farklılığının olmayışı primer akciğer tümörünü tümü ile dışlayamaz (1).

Retrospektif değerlendirmede hastanın eski filmleri temin edilemez ise veya eldeki filmler yeterince eski değilse yaklaşım hastanın yaşı ve lezyonların radyografik görünümü bazında yapılmalıdır. Otuz yaşın altında, sigara anamnezi vermeyen bir hastada saptanan SPN. 3 cm'den daha küçük, düzgün konturlu ve kalsifikasyon içeriyorsa benign karakter taşıyor demektir. Bu hastada genellikle direkt grafilerle takip yeterlidir. Eğer hasta yaşlıysa veya ekstratorasik bir tümör öyküsü varsa ya da SPN büyük, irregüler konturlu ve nonkalsifiye ise ileri tetkik gerektirir.

İkiye katlanma zamanını ileriye dönük (prospektif) olarak da belirlemek mümkündür. Bu tür yaklaşım, SPN'ün kuvvetli benignite kriteri taşıdığı durumlarda ya da hastada torakotomiye engel olduğu durumlarda (ge-

nel durum bozukluğu olan yaşlı hastalar) başvurulabilir. Bu durumda ilk kontrol filmi, ilk filmin alınmasından 3 hafta sonra çekilir. Büyüme yoksa takip eden 6. hafta ve 3. ayda grafiler alınır. Daha sonra 6 ay ve birer yıl ara ile kontrol edilir. Büyüme saptanması durumunda torakotomi endikasyonu vardır.

Soliter pulmoner nodulun İkiye katlanma zamanının 1 aydan daha kısa olduğu durumlarda akut infeksiyon ve infarktın yanısıra histiyositik lenfoma veya hızlı gelişim gösteren metastazların sorumlu olabileceği gözönünde bulundurulmalıdır (24,25).

Nodul hacminde artış yanında, pulmoner embolizm ve fokal pnömonide olduğu gibi nadiren akut semptomları olan bir hastada 1-2 haftalık takip grafilerinde nodul boyutunda küçülme de saptanabilir. Bu bulgu nodulun benign olduğuna işaret eder. Unutulması gereken nokta alışılmış olmamakla birlikte kanserli hastaların bir kısmında nodulun geliştikçe kenar keskinliğini yitirip rölaf olarak küçük görüntülenebileceğidir. Ayrıca akılda tutulması gereken bir önemli nokta da; kürenin hacminin 4/3 (ur) olduğu düşünülürse nodul çapındaki %26'lık artış, hacim olarak iki kata ulaştığını ifade eder. Dolayısı ile ikiye katlanma zamanı çaptan çok volüme etki eder. Direkt grafilerde ancak 3 mm'lik bir çap değişimi farkedilebilmektedir (3,7,20,21,23).

f. Kalsifikasyon

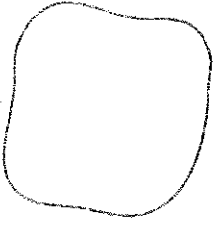
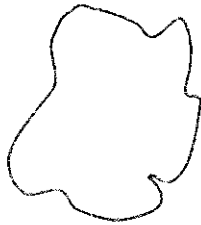

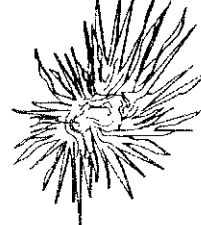
Soliter pulmoner nodülde kalsifikasyon varlığı nodulun benign olduğuna dair güvenilir bir işarettir (1,3,7,10,14,16,26,28). Yoğun, santral, laminal veya dif-

füz kalsifikasyon gerçekte mağnitelyi dışlar (Şekil 2). Kalsifikasyon tipleri iezyori spesifikasyonunda da değer taşımaktadır. Birleşik nodüller şeklindeki kalsifikasyon (popcorn, patlamış mısır görünümü) hamartoma özğüdür (Şekil 3), Granülomlarda noktasal veya homojen kalsifikasyon gözlenir (Şekil 4). Skar dokusu üzerinde gelişen bronkojenik karsinom, köken aldığı kalsifiye yra nüloma ait kalsifikasyon içerebilir (Şekil 5). Ancak bu durumda kalsifikasyon eksantrik yerleşimlidir. Metastatik veya primer kitellerdeki tümör nekrozuna bağlı gelişen kalsifikasyonlar çok zaman direkt grafilerde görüntülenemez. Bazı tümörlerin metastazları kalsifiye özelliktedir (osteojenik sarkom, kontrosarkom, mide, pankreas ve överin musinöz hücreli karsinomları). Ancak bu durumda tek noddülden çok genellikle multinnodüler görünüm hakimdir (3,8-10,26).

Bir SPN'deki kalsifikasyon en iyi düşük küovoltaj (70-80 KV) tekniği ile görüntülenir (3,29). Ancak düşük küovoltaj tekniği rezolüsyonu düşüreceğinden rutin olarak kullanılmaz. Standart akciğer radyografileri veya lineer tomografi kalsifikasyonların görüntülenmesinde önemli olmakla birlikte bilgisayarlı tomografi ile daha güvenilir sonuçlar elde edilebilmektedir (3,7,10,29-32). Floroskopi ile nodulun süperpoze dansiteierden ayırt edilemesi mümkün olabilir. Böylece kalsifikasyon daha net olarak görüntülenebilir (3).

3. LİNEER TOMOGRAFİ

Standart akciğer radyografilerine oranla nodüün büyüklüğünü, kontur düzenini daha iyi gösterir. Standart

		Benign ←-----→ Malign			
Kalsifikasyon Derecesi					
Kalsifikasyon Şekli	"popcorn"	lamellar	noktasal	eksantrik	
Nodül Şekli					
Kontur Keskinliği					

Şekil 2. Kalsifikasyon derecesi-şekil, nodül şekli kontur keskinliğinin tanıya katkısı



Şekil 3. Direk! radyografik incelemede hamartomaya özgü karakteristik görünüm: "popcorn" kalsifikasyon tanı koydurucudur.



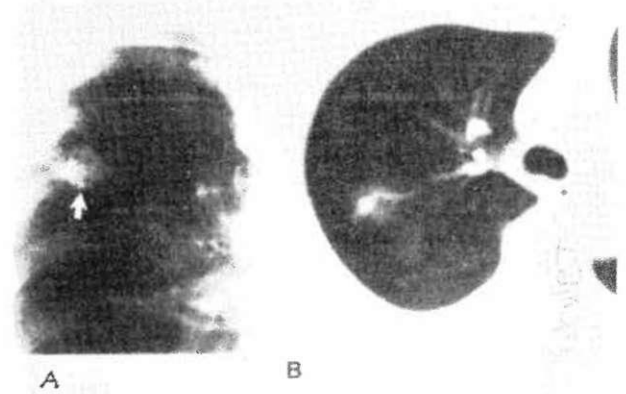
Şekil 4. Konvansiyonel akciğer tomografisinde bir tüberkülo'ya ait karakteristik görünüm: Sağ suprahiler-paramediastinal yerleşimli oldukça iyi sınırlı, noktasal kalsifikasyon içeren SPN

grafilerde görüntülenemeyen kalsifikasyon ve kavitasyonlar ortaya konabilir. Ancak teknik bilgisayarlı tomografinin devreye girmesi ile birlikte değerini yitirmiştir. Bugün birçok merkezde akciğer radyografisinde şüpheli SPN saptandığında ikinci inceleme basamağı olarak BT uygulanmaktadır (8).

4. BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ

Bilgisayarlı tomografi (BT) ile SPN'ün boyut, şekil, kontur düzeni ve kalsifikasyonu çok daha net olarak ortaya konulduğundan nodulun malignité olasılığının belirlenmesinde BT en güvenilir bilgiyi verir. BT, malign olduklarından şüphe edilen ya da malign olduğu ispatlanmış nódüllerin torakotomi öncesi evrelendirilmesine imkan tanır. Aynı zamanda BT eşliğinde transtorasik aspirasyon biopsisi gerçekleştirilebilir. Ayrıca akciğer grafisinde tek bir nodul mevcutken BT ile saptanacak birden fazla nodul güçlü bir olasılıkla lezyonun metastatik olduğunu gösterecektir. Burada iki önemli sınırlama vardır, iki adet SPN saptandığında iki primer akciğer tümörü varlığının ve birden fazla sayıda nodul saptandığında multisentrik bronkoalveoler kanserin söz konusu olabileceğidir (3).

Direkt grafide şüpheli SPN saptandığında ikinci tanı basamağı sıklıkla BT olmaktadır. Bir santimetre

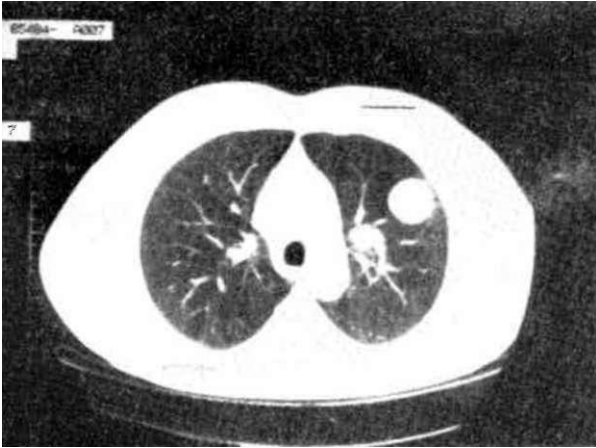


Şekil 5. Granülom dokusu üzerinde gelişmiş bronkojenik karsinomaya ait görünüm.

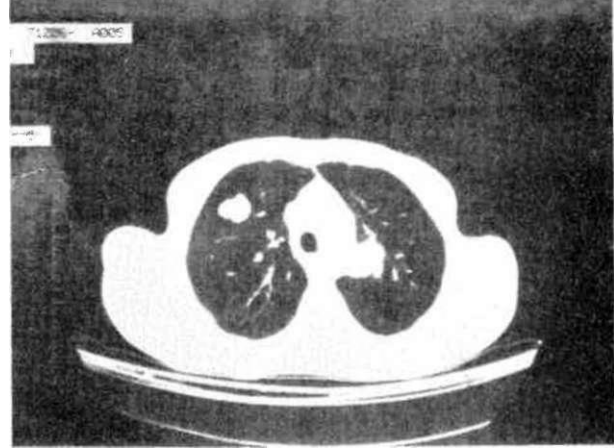
A: Direkt radyografide sağ üst zonda eksantrik kalsifikasyon gösteren nodüler lezyon

B: Lezyonun BT görünümü

kolimasyonu olan konvansiyonel BT nodul morfolojisini göstermede ve kalsiyum varlığını saptamada yeterli bilgi vermekle birlikte (Şekil 6,7); yüksek rezolüsyonlu



Şekil 6. Hidatik kistli bir olgunun BT incelemesi: Sol akciğerde oldukça iyi sınırlı SPN



Şekil 7. Kırk yaşındaki erkek hastanın BT incelemesinde, sağ akciğerde lobule konturlu nodul izleniyor. Olgunun histopatolojik tanısı: Bronkojenik karsinoma.

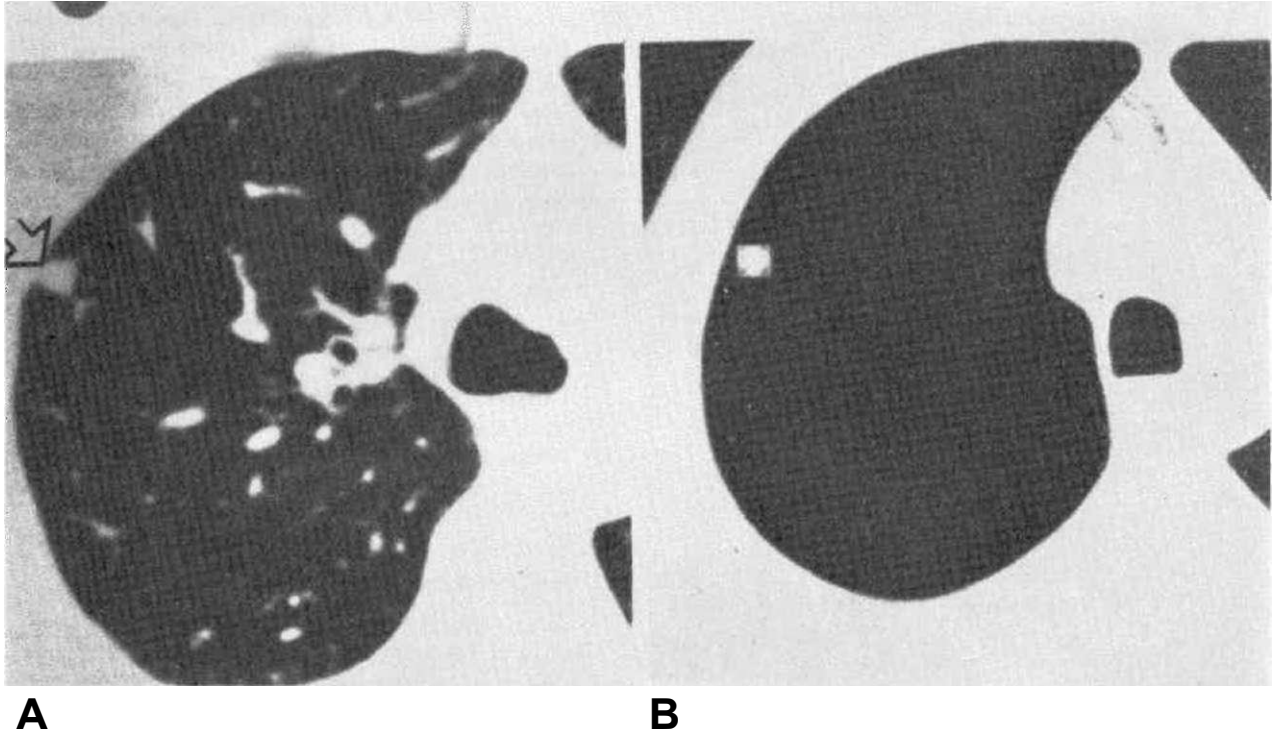
BT ile nodul morfolojisi hakkında daha ayrıntılı bilgiler elde edilebilmektedir. Görülebilen bir kalsifikasyon olmadığı durumlarda gözden kaçabilecek kalsiyum birikintileri, arteriovenöz fistüller, anevrizmalar, yuvarlak atelektaziler, mantar topları ve fokal konsolidasyon gibi pulmoner parenkimal lezyonlar ince kesitli (1.0-5.0 mm kalınlıkta kesitler) yüksek rezolüsyonlu BT ile kolaylıkla ortaya konabilmektedir (33). Pulmoner maligniteler özellikle adenokarsinomlar yüksek rezolüsyonlu BT'de sıklıkla irregüler ve spiküler görünümde saptanırlar (13).

a. BT Dansitometri

Pulmoner nodüllerin morfolojisini ve kalsiyum içeriklerini göstermede BT dansitometrinin önemi ilk kez Siegelmen ve arkadaşları tarafından vurgulanmıştır (7). Araştırmacılar direkt grafide veya konvansiyonel tomogramda görülmeyen kalsiyum birikintilerinin ince kolimasyonlu BT incelemeleri ve dansitometri tekniği ile saptanabileceğini göstermişlerdir. Adı geçen çalışmada, konvansiyonel tomografide nonkalsifiye SPN'ü bulunan 91 hastanın BT dansitometri yöntemi ile incelenmesi sonucu 45'i primer, 13'ü metastatik nodulun herbiri için en yüksek dansite 164 HU'den daha düşük iken, 33 benign nodülden 20'sinde yoğunluğunun 164 HU üzerinde olduğunu göstermektedir. Sonraki yıllarda yapılan araştırmalar bu çalışmanın sonuçlarını destekleyici yönde olmuştur (17,31,34). Araştırmacılar konvansiyonel tomogramlarda kalsiyum içeriği gösterilemeyen akciğer nodüllerinin %22-36 oranında olduğunu bildirmekteler (17,31).

Değişik BT cihazları ve rekonstrüksiyon algoritmeleri ile yapılan ileri çalışmalar, nodulun lokalizasyonu, boyutu, hastanın göğüs duvarı kalınlığı/boyutundaki farklılıklara bağlı olarak değişik cihazlarda ölçülen nodul dansitelerinde önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir

(35). Bu değişiklikler bir cihazdaki BT dansite kriterlerinin diğer bir cihazda kullanımını güçleştirmekte, hatta imkansız kılmaktadır. Bu problemin çözümündeki yaklaşım toraks BT'sinde bir antropomorfik fantomun kullanımını geliştirmiştir (18). Bu fantom birçok hastadaki torasik yapıların şekil, boyut ve dansitesine benzer, reçeneden oluşmuş aralarına (asgari tayin edilebilir kalsifikasyon gösteren) bilinen dansite çubukların bulunduğu antropomorfik bir yapıdır. Kalsifiye nodul dansitesine eşdeğer dansitede plastikten yapılmış değişik boyuttaki silindireler SPN için referans dansiteler olarak kullanılabilir (164, 190 ve 264 HU dansitesinde) (29,32,36). Bu teknikte SPN'ü olan bir hastada ince kolimasyonla çalışıldıktan sonra, fantom aynı kesit düzeyine, göğüs duvarı kalınlığına, nodul lokalizasyonuna ve boyutuna eşdeğer olacak şekilde birlikte konulur. Ardından hastanın incelemesinde kullanılan kriterlerin aynısı ile görüntüler alınır. Daha sonra hastanın nodülündeki piksel dansiteleri ve fantom nodulun verileri ile karşılaştırılır. Fantomlu BT'den elde edilen imajdaki soğrulma katsayıları gerçek nodüldeki soğrulma katsayıları ile karşılaştırılarak elde edilen BT görüntülerinin karşılaştırılabileceği bir temel oluşturulmuş olur. Fantomdan daha yoğun olan nodüllerin kalsiyum içeriği fazla olup bu nodüller hemen daima benignidir (Şekil 8). Ayrıca yine nodülde yağ dansitelerinin alınması güçlü bir benignite kriteri olup hamartoma özgüdür (Şekil 9). Böylelikle fantom, ekipman veya hastayla ilişkili varyasyonlardan bağımsız biçimde dansite ölçümüne olanak sağlamış olur. Ancak unutulmaması gereken nokta, akciğer karsinomlarının da kalsiyum içerebileceğidir. Bir nodülbe benign diyellemek için yoğun piksellerin kesitteki nodul alanının %10'unda veya daha fazlasında ölçülmesi, diffüz dağılımı ya da nodulun santralinde olması gerekir. Bu yönü ile fantomla BT dansitometri incelemesi yalnızca kantitatif değil aynı zamanda kalitatif bilgi de vermektedir (3).



Şekil 8. Semptomsuz bir hastada SPN'e ait BT, Fantom BT görünümü ve dansitometri değerleri.

A: İnce kolimasyonlu BT kesitinde sağ akciğerde SPN izleniyor.

* Fantom BT incelemesinde, aynı seviyeden alınan kesitte benzer yerleşimde fantom nodul

X	126	127	128	129	130	131	132	133	134
283	-738	-640	-491	-401	-386	-347	-300	-370	-555
284	-648	-489	-294	-177	-126	-64	-24	-147	-430
285	-426	-269	-117	-35	18	82	94	-24	-319
286	-192	-81	5	38	87	141	118	2	-279
287	-118	-23	41	85	161	206	135	-25	-326
288	-187	-77	2	85	184	227	136	-88	-419
289	-354	-183	-55	52	146	186	72	-221	-554
290	-579	-396	-228	-103	3	42	-92	-405	-696
291	-737	-654	-538	-433	-337	-301	-375	-563	-751

C

X	117	118	119	120	121	122	123	124	125
202	-839	-618	-383	-241	-206	-283	-477	-742	-919
203	-627	-279	-61	12	30	-13	-146	-446	-782
204	-399	-64	-32	36	38	27	-1	-196	-613
205	-265	13	35	33	31	19	23	-74	-482
206	-241	24	33	33	31	21	36	-52	-461
207	-339	-9	50	42	26	28	43	-113	-549
208	-533	-163	-2	34	37	26	-40	-316	-722
209	-765	-464	-226	-109	-86	-152	-323	-622	-890
210	-921	-799	-623	-499	-473	-562	-714	-880	-972

D

Şekil 8C-D. Akciğerdeki nodüle ait dansitometri değerlerinin (C), fantom nodulun dansitometri değerlerine (D) oranla belirgin şekilde yüksek olduğu görülüyor: Bu bulgu nodulun kalsifiye olduğunu ortaya koyuyor.



Şekil 9. Hamartoma olgusunda BT görünümü Yağ yoğunluğu ve "popcorn" kalsifikasyon karakteristiktir.

Kalsifiye bir karsinomayı benign olarak değerlendirme riskini azaltmada nodulun benign olarak tanımlanması için spikülden ziyade lobule veya düzgün kenarlı olması ve boyutunun 2 cm'den daha küçük olması gerekmektedir. Büyük veya spiküler nodüller, küçük veya iyi sınırlı lezyonlara oranla daha fazla malignite olasılığı taşır. Bu nedenle 2 cm'den daha büyük veya direkt grafide spiküler görünümde olan hastalarda BT dansitometrinin fazla bir değeri yoktur.

Üzerinde durulması gereken bir diğer nokta da nodul kalsifikasyonu için BT incelemesi yapıldığında 1-5 mm'lik ince kesit tekniğinin gerekliliğidir. Bazen 1 cm kolimasyonla görülmeyen kalsiyum içeriği ince kesitlerde kolayca görülebilmektedir. Kaldı ki BT dansitometri için toraks fantomunun kullanıldığı çalışmalarda benign olarak tanımlanan nodüllerin yaklaşık yarısında ince kesitli görüntülemelerde de lezyon içindeki kalsiyum kolayca gösterebilmektedir (32). Ayrıca BT teknolojisindeki gelişmeler fantom gereksinimini ortadan kaldıracak şekilde, daha doğru dansite ölçümlerine izin verecek cihazların devreye girmesini sağlamıştır (1,8,9).

b. Dual Enerji

Araştırmacılar bir pulmoner nodüldeki kalsiyum miktarının çift enerji BT tarama tekniği kullanılarak ölçülebileceğini ileri sürmektedir (36). Teknik, kalsiyum gibi yüksek atom numaralı elementlerin farklı enerjilerde farklı derecelerde X ışını absorpsiyonu temeline dayanmaktadır. X ışını demetinin farklı enerjilerdeki atenuasyon farkı ile ilgili alandaki kalsiyum miktarı tam olarak ölçülebilmektedir. Tekniğin önemli sınırlaması, aynı düzeyden farklı enerjilerde iki farklı kesit alınmasıdır. Ayrıca henüz yeterli klinik uygulama alanı bulamamıştır (3,8,36).

c. İyotlu Kontrast Maddelerle Yapılan BT İncelemeleri

Swensen ve ark. İyotlu kontrast madde enjeksiyonundan 2 dakika sonra aldıkları görüntülerde malign nodüllerin dansitelerini 20 HU üzerinde saptamışlardır (37). Ancak bu konuda henüz yeterli çalışma bulunmamaktadır.

6. DUAL ENERJİ-DİJİTAL RADYOGRAFİ

Çift enerjili dijital radyografiler ile ilgili ön çalışmalar son zamanlarda yayınlanmış olup tekniğin nodul kalsifikasyonunun saptanmasında yardımcı olacağı düşünülmektedir (38).

7. POZİTRON EMİSYON TOMOGRAFİ (PET)

Gupta ve ark. 2 (F-18)-Fluoro-2-deoxy-glucose ile yapılan PET incelemelerini benign ve malign SPN'ün ayırımında duyarlılık ve özgüllüğü yüksek bir yöntem olarak tanıtmaktadır (39). Ancak bu konudaki çalışmalar henüz yeterli düzeyde değildir.

8. MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME (MRG)

MRG, SPN'ün değerlendirilmesinde pek az bilgi vermektedir. Ancak bronkojenik karsinomun evrelendirilmesinde özellikle göğüs duvarı ve mediasten invazyonunun değerlendirilmesinde, superior sulkus tümörlerinde, hiler kitlelerde ve aortopulmoner pencere adenopatilerinin belirlenmesinde yararlı olmaktadır (40).

9. AKCİĞER ASPİRASYON BİYOPSİSİ (AAB)-BRONKOSKOPI

Neoplazik olduğundan kuşku edilen periferik SPN'lerin araştırılmasında iğne aspirasyon biopsisi kabul görmüş önemli bir yöntemdir (12,41,42). "Biplane" fluoroskopi en çok tercih edilen yöntem olmakla beraber, işlem tek plan fluoroskopi ve BT eşliğinde de yapılabilmektedir. 1 cm çapa kadar küçük lezyonlarda bile aspirasyon işlemi başarı ile gerçekleştirilebilmektedir.

Akciğer iğne aspirasyon biopsisi güvenilir ve zararsız bir işlemdir. Hastaların %20-25'inde pnömotoraks gelişirse de, interkostal tüp drenajı nadiren gerekli olur

(3). Karsinomlu hastalarda hemoraji, exitus, malign hücrelerin disseminasyonu nadiren görülmektedir.

İğne aspirasyon biopsisi ile neoplazik nodüllerin %90'ından daha fazlasında malign hücreler elde edilebilir. Deneyimli sitologlar tarafından değerlendirilen preparatlarda bu oran daha da artabilmektedir. Skuamöz hücreli karsinom ve adenokarsinomların hücre tipinin sitolojik değerlendirilmesi andiferansiye tümörlere oranla daha kolay olmaktadır. Görünüm, gelişim hızı ve klinik verileri ile SPN'ün benign olduğuna dair bulgular olduğunda nodulun spesifik tanısını koymak için iğne aspirasyon biopsisi yapılabilir. İnfeksiyöz nodüllerin %70'inde bu yöntemle spesifik bakteriel tanı konulabilmektedir. Ancak bu durumda daha fazla materyal gerekli olmaktadır, ince iğne ile yapılan aspirasyon biopsisi kanser hücrelerini aspire etmek için yeterli olursa da infeksiyöz granülomların tanısı için gerekli doku parçalarını aspire etmede yetersiz kalır. Bu nedenle benign olduğu düşünülen nodüllerin araştırılmasında geniş aspirasyon iğneleri önerilmektedir. Bu teknikle benign SPN'ün %80'inde pozitif sonuç alınmaktadır.

İğne aspirasyon biopsisi endikasyonu araştırmacılar arasında farklılık göstermektedir. Genel kanı olarak

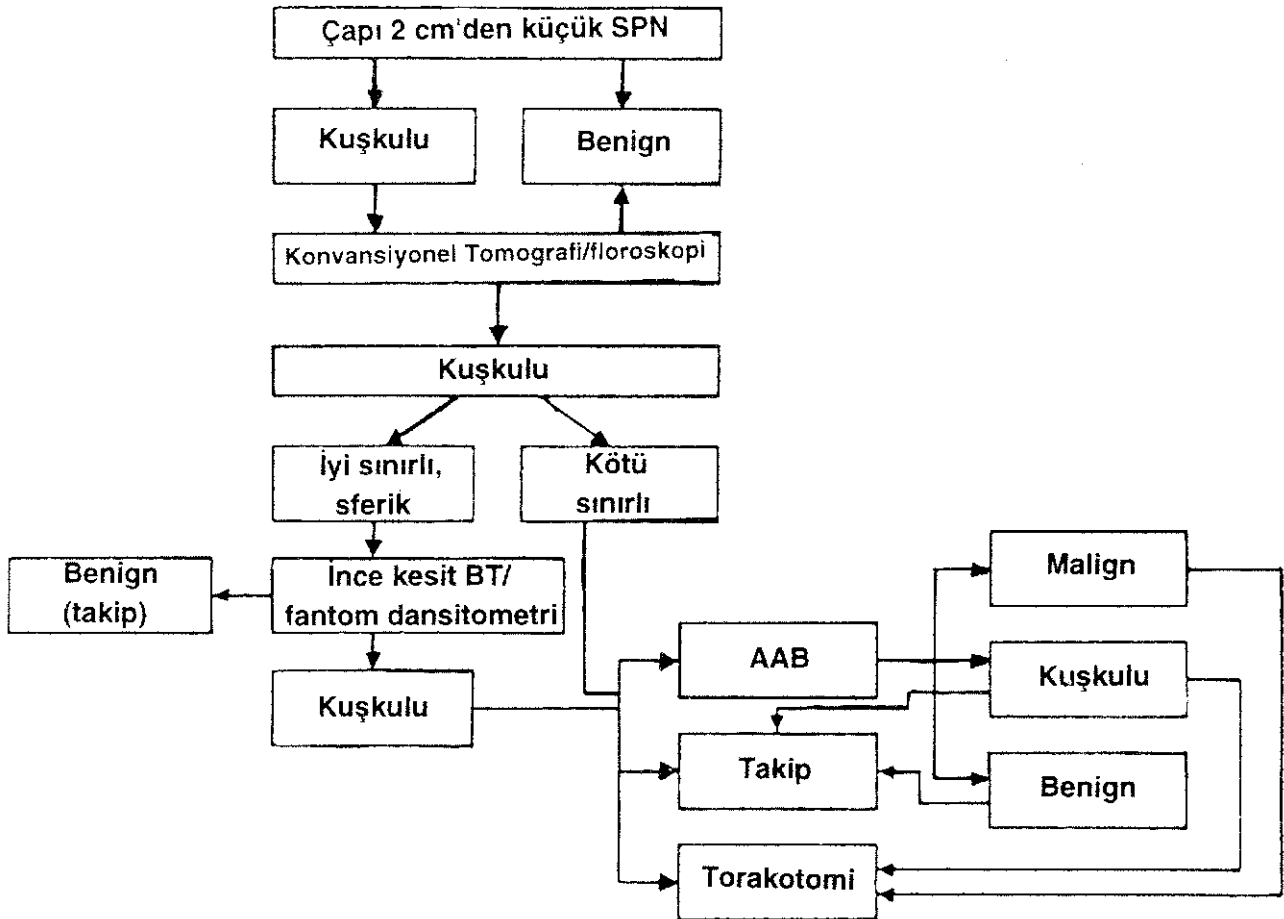
ileri yaştaki, komplike hastalıkları nedeni ile torakotomi yapılamayacak hastalarda veya metastaz olma ihtimali yüksek nodüllerde iğne aspirasyon biopsisi tercih edilmelidir. Karsinomlu hastaların %10'unda yalnızca nega-

Tablo 2. Benign/malign nodul ayırımında gözönünde bulundurulması gereken radyolojik veriler

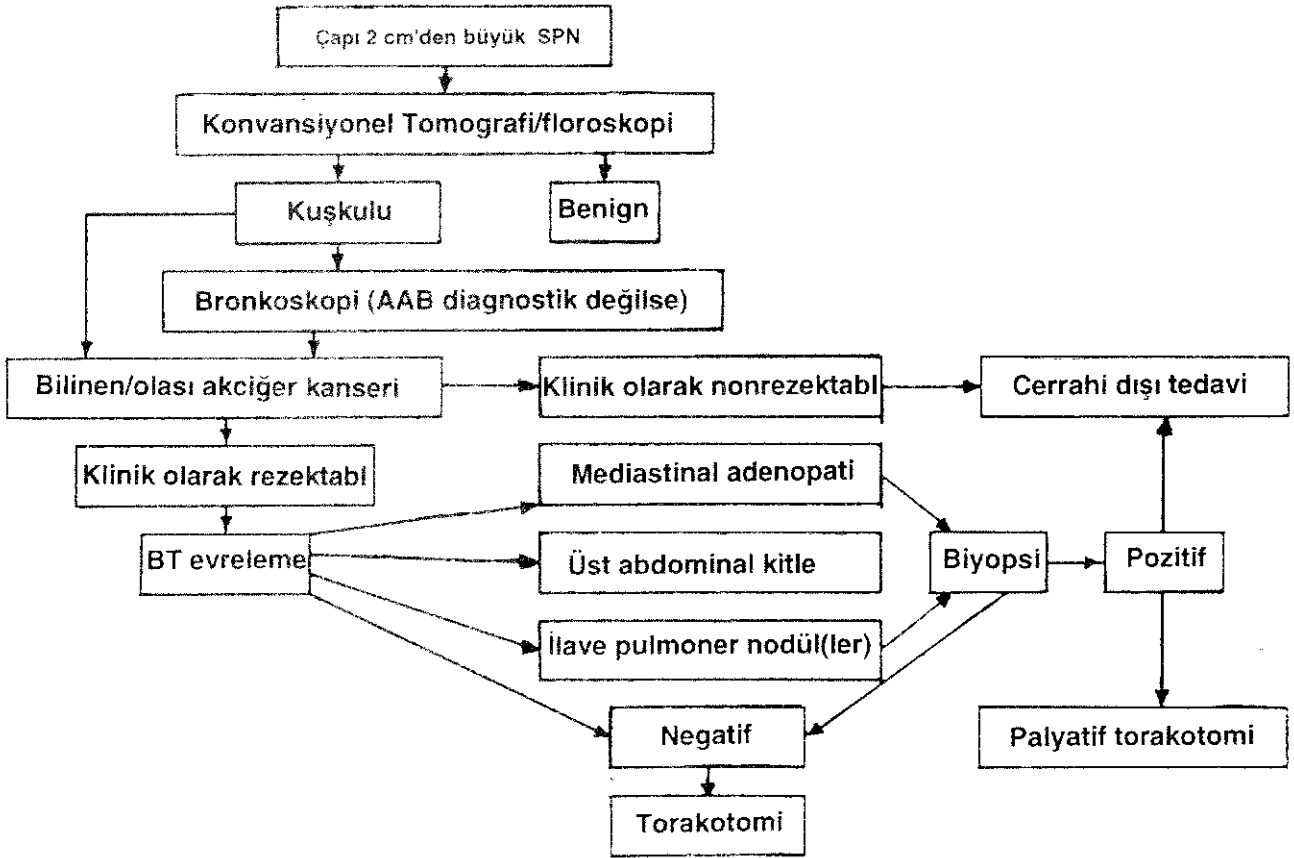
Benign SPN kriterleri

1. Benign Kalsifikasyon Paternlerinin Saptanması
 - "Popcorn" kalsifikasyonu
 - Santral kalsifikasyon
 - Lameller kalsifikasyon
 - Diffüz kalsifikasyon
2. Nodulun ikiye katlanma zamanınının 2 yıldan daha uzun ya da 1 aydan daha kısa olması
3. Düz ve keskin kenarlı çapı 3 cm'den küçük nodülde BT dansitometri ile 160 (200) HU üzerinde yoğunluk değeri saptanması
4. Konturu düzenli nodülde BT ile yağ yoğunluğu saptanması (hamartom ve lipom için spesifiktir)
5. Aspirasyon biopsisi ile granüloma özgü histopatolojik verilerin saptanması

Tablo 3. Çapı 2 cm'den küçük SPN'lerde önerilen algoritım



Tablo 4. Çapı 2 cm'den büyük SPN'lerde önerilen algoritım



tif sonuç alınabileceğinden şüpheli vakalarda işlem tekrarlanmalıdır. Malignite özellikleri taşıyan hastalarda, hasta cerrahiye tolere edebiliyorsa iğne biopsisine gerek duyulmaksızın rezeke edilmelidir.

Eğer SPN'ü olan bir hastada iğne aspirasyon biopsisi ile nodulun karsinom olduğu anlaşılırsa veya lezyonun malign olduğuna dair güçlü şüpheler varsa radyolojik tetkikler, özellikle de BT'nin ikinci amacı tümörün rezektabilitesinin belirlenmesidir. Bununla beraber SPN'ü olan hastalarda kanser evrelendirilmesi için BT kullanımı tartışmalıdır. Direkt grafilerde hiler veya mediastinal kitle bulgusu yoksa SPN'ü olan hastada lenf nodu metastazı olasılığı oldukça düşüktür. Cerrahların bir bölümü; potansiyel malign nodülü olan hastalarda biopsi veya BT gereksinimi duymaksızın torakotomi uygulamaktadır. Periferik nodüllerde operasyon öncesi evrelendirme için BT yapılan hastaların oranı ancak %15 civarında olmaktadır (43). Ayrıca periferik nodulun 3 cm veya daha küçük olduğu T1 evresindeki hastalarda kanser evrelendirilmesinde BT'nin değeri net olarak belirlenmemiş olup, araştırmacılar BT'nin bu evrede mediastinal lenf nodularının değerlendirilmesinde tartışmalı olduğunu ileri sürmektedir (44,45).

Bronkoskopi endobronşial komponenti olan santral kitlelerin tanısında en iyi yöntemdir. Buna karşın periferik lezyonlarda değeri yoktur. Bu tip lezyonlarda iğne

aspirasyon biopsisi tercih edilmelidir. Biopsi işlemine karar vermeden önce lezyonun lokalizasyonu belirlenmelidir. Bu bakımdan BT çok değer taşımaktadır. BT ile bir endobronşial lezyon tesbit edilmişse veya hiler kitle bölgesinde bronşial daralma mevcutsa bronkoskopi en uygun yaklaşım olacaktır. Bazı hastalarda ise BT endobronşial lezyonu bronkoskopiden daha iyi gösterip biopsi için rehberlik sağlayabilir.

Tablo 2'de benign/malign nodul ayırımında değer taşıyan radyolojik kriterler; Tablo 3 ve 4'te ise Swensen ve ark.'nın (8) SPN'ü hastaların değerlendirilmesinde önerdikleri algoritım şemaları sunulmaktadır.

Sonuç olarak; soliter akciğer nodülü olan hastaya yaklaşım yaygın tanısal bir sorundur. Lezyonların büyük bir bölümünün benign olmasına karşın, bu tip lezyonlar aksine dair kuvvetli deliller olmadıkça malign kabul edilmelidir. Bugün eldeki modern görüntüleme yöntemleri ile SPN'lerin hemen tamamı ortaya konabilmektedir. Bu hastalarda asıl problemi malign/benign nodul ayırımındaki zorluklar oluşturmaktadır. Klinisyenin radyologdan çok kez istediği de gerçekte çok zor olan bu sorunun çözümüdür. Bu makalede SPN saptanban hastaya tanısal yaklaşım üzerinde durulmuş, malign/benign nodul ayırımında katkıda bulunan radyolojik kriterler gözden geçirilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Viggiano RW, Swensen SJ, Rosenow III EC. Evaluation and management of solitary and multiple pulmonary nodules. *Thoracic Surgical Considerations for the Pulmonologist* 1993; 13(1):83-95.
2. Tuddenham WS et al. Glossary of Terms for Thoracic Radiology: Recommendations of the nomenclature committee of the Fleischner Society. *AJR* 1984; 143:509-17.
3. Webb WR. Radiologic evaluation of the solitary pulmonary nodule. *AJR* 1990; 154:701-8.
4. Ray JF, Lowton BR, Magnin GE et al. The coin lesion story: update 1976 twenty years experience with early thoracotomy for 179 suspected malignant coin lesions. *Chest* 1976; 70:332-6.
5. Edwards WM, Cox RS Jr, Garland LH. The solitary nodule (coin lesion) of the lung: an analysis of 52 consecutive cases of preoperative diagnostic accuracy. *AJR* 1962; 88:1020-42.
6. Toomes H, Delphendahl A, Manke HG et al. The coin lesion of the lung. *Cancer* 1983; 51:534-7.
7. Siegelman SS, Zerhouni EA, Les FP, Khouri NF et al. CT of the solitary pulmonary nodule. *AJR* 1980; 153:1-13.
8. Swensen SJ, Jett JR, Payne WS, Viggiano RW, Pairolero PC et al. An integrated approach to evaluation of the solitary pulmonary nodule. *Mayo Clin Proc* 1990; 65:173-86.
9. Caskey CI, Zerhouni EA. The solitary pulmonary nodule. *Semin Roentgenol* 1990; 25:85-95.
10. Gündoğdu S, Akyar S, Sanlıdilek U, Aytac S, Berk U. Soliter pulmoner nodüllerin bilgisayarlı tomografi ile değerlendirilmesi. *GATA Bülteni* 1987; 29:581-7.
11. Akyar S. Bilgisayarlı Tomografi. *Tıp Bilimleri Dergisi* 1990; 10(B2):94-140.
12. Khouri NF, Stitik FP, Erozan YS, Gupta PK et al. Transthoracic needle aspiration biopsy of benign and malignant lung lesions. *AJR* 1985; 144:281-8.
13. Trunk G, Gracey DR and Byrd RB et al. The management and evaluation of the solitary pulmonary nodule. *Chest* 1974; 66(3):236-9.
14. Armstrong P. Clinical Radiology: an update in new imaging modalities for the general radiologist. *Categorical Course. ECR'93 Syllabus* 1993:17-25.
15. Rotte KH, Meiske W. Results of computer aided diagnosis of peripheral bronchial carcinoma. *Radiology* 1977; 125:583-6.
16. Steek JP. The solitary pulmonary nodule. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1963; 46:21-39.
17. Siegelman SS, Khouri NF, Leo FP, Fishman EK et al. Solitary pulmonary nodules. CT assesment. *Radiology* 1986; 160:307-12.
18. Zerhouni EA, Boukadoum M, Siddiky MA et al. A standard phantom for quantitative CT measurements of solitary pulmonary nodules. *JCAT* 1982; 6:1075-87.
19. Huston J III, Muhm JR. Solitary pulmonary opacities: plain tomography. *Radiology* 1987; 163:481-5.
20. Nathan MH. Management of solitary pulmonary nodules: an organized approach based on growth rate and statistics. *JAMA* 1974; 1141-4.
21. Chaninian P. Relationship between tumour doubling time and anatomoclinical features in 50 measurable pulmonary cancers. *Chest* 1972; 61:340-5.
22. Meyer JA. Growth rate versus prognosis in resected primary bronchogenic carcinomas. *Cancer* 1973; 131:1468-72.
23. Weiss W. Tumour doubling time and survival of men with bronchogenic carcinomas. *Chest* 1974; 65:3-8.
24. Nathan MH, Collins VP, Adams RA. Differentiation of benign and malignant pulmonary nodules by growth rate. *Radiology* 1962; 79:221-32.
25. Dunnick NR, Parker BR, Costellina RA. Rapid onset of pulmonary infiltration due to histiocytic lymphoma. *Radiology* 1976; 118:281-5.
26. O'Keefe ME Jr, Good CA, Mc Donald JR. Calcification in solitary nodules of the lung. *AJR* 1957; 77:1023-33.
27. Cortese DA. Solitary pulmonary nodule observe, operate or what? *Chest* 1982; 81(6):662-4.
28. Godwin JD. CT densitometry of pulmonary nodules. A phantom study. *JCAT* 1982; 6:254-8.
29. Khouri NF, Meziane MA, Zerhouni EA, Fishman EK. Solitary pulmonary nodule: Assessment: Diagnosis and Management. *Chest* 1987; 91:128-33.
30. Gilm J, Gamsu G, Gordon D, Stein MG et al. CT densitometry of pulmonary nodules in a frozen human thorax. *AJR* 1988; 150:61-6.
31. Proto AV, Thomas SR. Pulmonary nodules studied by computed tomography. *Radiology* 1985; 156:149-53.
32. Zerhouni EA, Stitik FP, Siegelman SS, Naidich DP et al. CT of the pulmonary nodule a cooperative study. *Radiology* 1986; 160:319-27.
33. Mayo JR, Webb WR, Gould R et al. High-resolution CT of the lungs: an optimal approach. *Radiology* 1987; 163:507-10.
34. Kuriyama K, Tateishi R, Doi O et al. CT-pathologic correlation in small peripheral lung cancers. *AJR* 1987; 149:1139-43.
35. Zerhouni EA, Spivey JF, Morgan RH et al. Factors influencing quantitative CT measurements of solitary pulmonary nodules. *JCAT* 1982; 6:1075-87.
36. Cann CE, Gamsu G, Biernberg FA et al. Quantification of calcium in solitary pulmonary nodules using single-and dual-energy CT. *Radiology* 1982; 145:493-6.
37. Swensen SJ, Morin RL, Scheuler BA et al. Solitary pulmonary nodule: CT evaluation of enhancement with iodinated contrast material-preliminary report. *Radiology* 1982; 182:343-7.

38. Hickey NM, Nikloson LT, Sabbagh E et al. Dual-energy digital radiographic quantification of calcium in simulated pulmonary nodules. AJR 1987; 148:19-24.
39. Gupta NC, Frank AR, Dewan NA et al. Solitary pulmonabry nodules: Detection of malignancy with PET with 2-(F-18)-Fluoro-2-deoxy-D-glucose. Radiology 1992; 184:441-4.
40. Webb WR. CT and MRI In chest imaging: Overwiev of current indications and possible applications. In: Zerhouni EA, ed. CT and MRI of the thorax. Churchill Livingstone, 1990:35-66.
41. Westcott JL. Direct percutaneous needle aspiration of localized pulmonary lesions: Results in 422 patients. Radiology 1980; 137:31-5.
42. Vanssonenberg E, Cossola G, Ho M et al. Difficult thoracic lesions: CT guided biopsy experience in 150 cases. Radiology 1988; 167:457-61.
43. Epstein DM, Sephenson LW, Gefter WB et al. Value of CT in the preoperative assessment of lung cancer: a survey of thoracic surgeons. Radiology 1986; 161:423-7.
44. Pearlberg JL, Sandler MA, Beute GH et al. T1N0M0 bronchogenic carcinoma: assessment by CT. Radiology 1985; 157:187-90.
45. Conces DJ Jr, Klnk JF, Tarver RD, Moak GD. T1N0M0 bronchogenic cancer: evaluation with CT. Radiology 1989; 170:643-6.