

## Toraks Lezyonlarında Bilgisayarlı Tomografi Eşliğinde Yapılan Transtorasik İğne Aspirasyonunun Tanı Değeri ve Pnömotoraks Riskini Etkileyen Değişkenler

### *Diagnostic Value of Computerized Tomography Guided Transthoracic Needle Aspiration in Thoracic Lesions and Variables That Affect Risk of Pneumothorax*

Fahrettin Talay, Sedat Altın\*, Erdoğan Çetinkaya\*, Gülşah Şafak\*, Nurdan Kalkan\*, Nur Ürer\*\*

Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Bolu, Türkiye

Yedikule Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi \*Göğüs Hastalıkları Kliniği ve \*\*Patoloji Laboratuvarı, İstanbul, Türkiye

#### Özet

**Amaç:** Bu çalışmada toraks lezyonlarında bilgisayarlı tomografi (BT) eşliğinde transtorasik iğne aspirasyonunun (TTİA) etkinliğinin ve pnömotoraks riskini etkileyen değişkenlerin incelenmesi amaçlandı.

**Metod:** BT eşliğinde TTİA yapılan 76 olgunun ( yaş ortalaması 59.3 ± 14.1, K: 9, E: 67) dosya kayıtları geriye dönük olarak incelendi. TTİA'nın tanı değeri ve komplikasyon oranları belirlendi.

**Bulgular:** TTİA tanı değeri malign olgularda %94, benign olgularda %32 olarak bulundu. Akciğer kanseri için sensitivite %98, spesifite %100 olarak hesaplandı. Altı olguda (%7.9) toraks tüpü gerektiren pnömotoraks, 5 olguda (%6.6) istirahatle gerileyen minimal pnömotoraks, 4 olguda (%5.2) radyolojik olarak lezyon çevresinde hemoraji, 1 olguda (%1.3) hemoptizi geliştiği saptandı. Geçilen parankim uzunluğu 1 cm üzerinde olan 30 olgunun 10'unda (%33.3), 1cm ve altında olan 46 olgunun 1'inde (%2.2) pnömotoraks geliştiği saptandı (p<0.05). Lezyon çapı 3 cm altında olan 13 olgunun 4'ünde (%30.8), 3 cm ve üzerinde olan 63 olgunun 7'sinde (%11.1) pnömotoraks oluştuğu görüldü (p>0.05).

**Sonuç:** Özellikle malignite düşünülen toraks lezyonlarında BT eşliğinde TTİA tanıya hızlı ve kolay ulaşabilmek için etkin ve güvenilir bir yöntemdir. Pnömotoraks oluşumu ile geçilen parankime uzunluğu arasında pozitif bir ilişki olduğu saptandı. (*Akciğer Arşivi: 2006; 7: 82-6*)

**Anahtar Kelimeler:** Transtorasik iğne aspirasyonu, bilgisayarlı tomografi, pnömotoraks

#### Summary

**Objective:** We aimed to evaluate the efficacy of computerized tomography (CT) guided transthoracic needle aspiration (TNA) in thoracic lesions and variables that affect the risk of pneumothorax occurrence.

**Methods:** The charts of 76 patients (Mean age 59.3 ± 14.1, 9 female, 67 male) who had undergone CT-guided transthoracic needle aspiration were reviewed retrospectively to detect the effectiveness of the method and the rate of complications.

**Results:** The diagnostic value of CT guided transthoracic needle aspiration was 94% for the malignant lesions and 32% for the benign ones. For the lung cancer the sensitivity and specificity were found to be 98% and 100% respectively. Chest tube requiring pneumothorax had occurred in six patients (7.9%), conservatively treated pneumothorax in five patients (6.6%), radiologically detected hemorrhage around the lesion in four patients (5.2%), and hemoptysis in one patient (1.3%). Pneumothorax was occurred in ten (33.3%) of thirty patients having the needle path length through the parenchyma >1 cm, and in one (2.2%) of forty six patients with that length of less than ≤1 cm (p<0.05). Pneumothorax rate were not significantly different in patients having the lesion diameter of ≥3 cm and < 3 cm which were 11.1% and 30.8% respectively (p>0.05).

**Conclusion:** CT guided TNA was considered to be an effective and safe method for diagnosis of thoracic lesions particularly for the malignant ones. However, needle path length through the parenchyma was found to be correlated with the occurrence of pneumothorax. (*Archives of Lung: 2006; 7: 82-6*)

**Key Words:** Transthoracic needle aspiration, computed tomography, pneumothorax

## Giriş

Transtorasik iğne aspirasyonu (TTİA) toraks lezyonlarının tanısında etkin ve güvenle kullanılan bir tekniktir (1). TTİA özellikle malign lezyonlarda yüksek oranda tanı değerine sahip olup (2), pulmoner lezyonlarda floroskopi, ultrasonografi veya bilgisayarlı tomografi (BT) eşliğinde uygulanmaktadır. BT eşliğinde biyopside BT, iğnenin giriş yerini ve iğnenin lezyon içerisindeki görüntülenmesini sağlar ve küçük lezyonlarda, hiler ve mediasten kitlelerinde, damar komşuluğundaki kitlelerde ve vena kava süperior sendromunda tercih edilir (1,3). Bu girişimin en yaygın komplikasyonu pnömotorakstır (4,5).

Bu çalışmada BT eşliğinde TTİA'nın toraks lezyonlarındaki tanısal etkinliğini ve pnömotoraks oluşumunu etkileyen faktörleri inceledik.

## Popülasyon ve Yöntem

### Çalışma grubu

Bu çalışmada Ocak 2002-Kasım 2003 tarihleri arasında Yedikule Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi 7. Kliniğinde poliklinikten veya yatarak takip edilen ve tanı amacıyla BT eşliğinde TTİA yapılan olgular geriye dönük incelendi.

BT eşliğinde TTİA yapılan 84 olgudan 76'sı değerlendirilmeye alındı. Radyolojik olarak soliter pulmoner nodüllü 4 olgu ve kitle veya konsolidasyon görüntüsü olan 4 olgu kendilerine tanı amacıyla önerilen girişim ve operasyonları kabul etmedikleri için çalışma dışı bırakıldı. Olgular, işlem öncesi ek hastalıkları yönünden incelendi. Solunum fonksiyon testleri, trombosit sayıları, protrombin ve aktive parsiyel tromboplastin zamanları ölçüldü. Bu parametrelerin pnömotoraks olanlar ve olmayanlarda homojenliği karşılaştırıldı ve iki grupta herhangi bir fark bulunmadı.

### TTİA uygulaması

Tüm olgularda TTİA için 20-22 gauge spinocan iğnesi kullanılırken, daha yeterli örnekler almak için olgulardan 5'ine ilaveten 16-18 gauge tru-cut biyopsi iğnesi kullanıldı. İlk TTİA sonucu negatif ya da nonspesifik olarak gelen olgulardan 19'una 2,1'ine de 3 kez TTİA uygulandı. TTİA sonuçları negatif olan olguların ikinci TTİA başka bir seansta yapıldı. Olgulara işlem öncesi premedikasyon uygulanmadı. TTİA uygulanacak bölge betadin ve alkol ile dezenfekte edildi. Biyopsi ile alınan örnekler lamlara yayılıp %99'luk alkol ile tespit edilerek patoloji laboratuvarına ulaştırıldı. İşlem sonrası olgular başta pnömotoraks olmak üzere oluşabilecek komplikasyonlar yönünden takip edildi. İşlemi takiben 1-4 saat arasında tüm olgulara standart posteroanterior akciğer grafisi çekildi. Pnömotoraks gelişen olgular, klinik durumları göz önünde tutularak pnömotoraksı yüzde 25'i aşan durumdaki olgulara göğüs tüpüyle su altı drenajı uygulandı. Yüzde 25'in altında pnömotoraks gelişen olgulara basit aspirasyon yapıldı ya da istirahat ve oksijen tedavisi verildi.

### Tanı değeri

TTİA için malign ve benign tanı değerleri, TTİA sonucu ne-

gatif olan olguların son tanılarının klinik, radyolojik, bakteriyolojik ve diğer invaziv yöntemlerle belirlenmesinden sonra hesaplandı.

### İstatistiksel analiz

Çalışmanın istatistiksel analizi SPSS 12.0 paketi kullanılarak yapıldı. Risk faktörü hesaplamalarında lojistik regresyon analizi uygulandı ve  $p < 0.05$  değeri anlamlı kabul edildi. Pnömotoraks olan ve olmayan olgular arasında değişkenler bakımından homojenliğin karşılaştırılması levne testi ile yapıldı.

## Bulgular

Olguların demografik ve lezyonların radyolojik özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Olgulara 2. kez TTİA yapılması ile lezyonun özelliği ve çapı, geçilen parankim uzunluğu, lezyonun benign ya da malign olması arasında bir ilişki saptanmadı ( $p > 0.05$ ).

Olgulardan 5'ine tru-cut biyopsisi yapılmıştı. Bir olgunun ilk girişiminde TTİA ile beraber tru-cut biyopsisi yapıldı. Biyopsi sonucu mezankimal tümör gelen olgunun tanısı videotorakoskopik cerrahi ile primitif bifazik pulmoner blastom olarak doğrulandı. Bu olgulardan 4'ünde ilk yapılan TTİA sonuçları negatif idi. Bu olguların ikinci işlemlerinde tru-cut biyopsi uygulandı. Bir olguya epidermoid karsi-

Tablo 1. Olguların demografik ve lezyonların radyolojik özellikleri

Yaş ortalaması	59.3±14.1 (15-81)
Cinsiyet	
Erkek	67 (%89)
Kadın	9 (%11)
Sigara içme durumu	
İçen	55 (%72)
İçmeyen	11 (%15)
Bırakan	10 (%13)
Ortalama sigara içme süresi	45±35 paket-yıl
Lezyonların yerleşim yeri	
Plevraya yaslanan	19 (%25)
Periferik	43 (%57)
Santral	10 (%13)
Mediastinal	4 (%5)
Lezyonların radyolojik özelliği	
Kitle	49 (%65)
Soliter nodül	8 (%10)
Konsolidasyon	10 (%13)
Kaviter	9 (%12)
Lezyonların ortalama çapı	5.3±2.6 cm (1.5-6.0)
Lezyonların ortalama göğüs duvarına uzaklığı	4.5±1.5 cm (2.0-8.5)
İğne ile geçilen ortalama parankim uzunluğu	1.2±1.2 cm (0-5)

nom, 1 olguya küçük hücre dışı akciğer karsinomu (KHDAK) tanısı kondu. Son tanıları nekrotizan pnömoni ve non-Hodgkin büyük hücreli lenfoma olan 2 olguda biyopsi sonucu negatif bulundu. İşlem sonrası bu olguların hiç birinde pnömotoraks gelişmedi.

TTİA'nın tanı değeri malign olgularda %94, benign olgularda %32 bulundu (Tablo 2). Akciğer kanseri için sensitivite %98, spesifite %100 olarak hesaplandı. TTİA ile malign tanı alan 7 olguya torakotomi uygulandı ve patolojik tanıları kondu. Torakotomi sonrası konulan tanılar şu şekilde idi: TTİA ile epidermoid karsinom tanısı konulan 3 olgunun tümünde epidermoid karsinom; KHDAK tanısı konulan 3 olgudan 2'si epidermoid karsinom, 1'i adenokarsinom; mezankimal tümör tanısı konulan 1 olgu primitif bifazik pulmoner blastom olarak tanı aldı (Tablo 3). TTİA nonspesifik

**Tablo 2. TTİA ile tanı konulan benign ve malign olgular**

Tanı	n	(%)
<b>Malign nedenler</b>	48	63.2
KHDAK*	29	38.0
Epidermoid karsinom	15	20.0
Adenokarsinom	2	2.6
Mezankimal tümör	2	2.6
<b>Benign nedenler</b>	8	10.5
Tüberküloz-tüberküloz	5	6.6
Pnömoni	2	2.6
Aspergillom	1	1.3
<b>Nonspesifik-negatif</b>	20	26.3
* Küçük hücre dışı akciğer karsinomu		

**Tablo 3. Cerrahi olarak tanısı doğrulanmış malign olgular**

Olgu sayısı (7)	TTİA tanısı	Cerrahi tanı
3	Epidermoid karsinom	Epidermoid karsinom
2	KHDAK	Epidermoid karsinom
1	KHDAK	Adenokarsinom
1	Mezankimal tümör	Primitif bifazik pulmoner blastom

**Tablo 4. TTİA sonucu negatif olan olguların son tanılar**

Olgu sayısı n	Tanı yöntemi	Tanı
7	Klinik-radyolojik	Pnömoni
2	Klinik-radyolojik	Akciğer apsesi
5	Klinik-radyolojik	Akciğer tüberkülozu
1	Videotorakoskopik cerrahi	Akciğer tüberkülozu
1	Balgamda basil pozitifliği	Akciğer tüberkülozu
1	Videotorakoskopik cerrahi	Romatoid artrit
1	Rijit bronkoskopi	KHDAK
1	Açık akciğer biyopsisi	Hodgkin lenfoma
1	Açık akciğer biyopsisi	Non-Hodgkin lenfoma

tanı alan 20 olgudan 15'inin son tanıları klinik, radyolojik, bakteriyolojik yöntemler ve tedaviye verdikleri yanıtları ile, 5 olgunun tanısı ise invaziv yöntemler kullanılarak konuldu (Tablo 4). Altı olguda (%7.9) toraks tüpü gerektiren pnömotoraks, 5 olguda (%6.6) istirahatle gerileyen minimal pnömotoraks, 4 olguda (%5.2) radyolojik olarak lezyon çevresinde hemoraji, 1 olguda (%1.3) hemoptizi gelişti. Pnömotoraks oluşumunda cinsiyet, sigara içimi, KOAH varlığı ve lezyonun radyolojik özelliklerinin bir risk faktörü olmadığı görüldü ( $p>0.05$ ).

Pnömotoraksın risk faktörlerinin karşılaştırması Tablo 5'te özetlenmiştir. İğne aspirasyonu sırasında geçilen parankim uzunluğunun 1 cm'den fazla olmasının pnömotoraks oluşumunu 22.7 kat arttırdığı bulundu. Lezyon çapı 3 cm ve altında pnömotoraks oranı % 28.8, 3 cm'nin üstünde % 11.3 olmasına rağmen istatistiksel olarak fark bulunmadı (Tablo 5). Lezyon çapı 3 cm ve altında olan 4 olguda (%21.1), 3 cm'nin üzerinde olan 2 olguda (%3.5) pnömotoraks nedeni ile göğüs tüpü takılmıştı ( $p<0.05$ ).

## Tartışma

Toraks lezyonlarında biyopsi yöntemi olarak TTİA, bronkoskopik biyopsi, videotorakoskopik cerrahi ve açık akciğer biyopsisi kullanılmaktadır (6). TTİA, akciğer parankimindeki radyolojik olarak nodüler, kitle, kaviter, konsolidasyon ve infiltrasyon görünümleri ile plevral lezyonlar ve hiler, mediastinal kitlelerin tanısında yaygın olarak kullanılmaktadır (7). BT eşliğinde TTİA, çoğunlukla sınırlı komplikasyona ve nadir ölüm oranlarına neden olan güvenli bir tanı yöntemidir (8).

TTİA özellikle malign hastalıklarda % 74-99 oranında tanı değerine sahiptir. Bizim çalışmamızda TTİA'nın malignite-

lerdeki tanı değeri % 94, spesifitesi % 100 idi. Ülkemizde yapılan çalışmalarda TTİA'nın malign lezyonlardaki tanı değerini Arslan ve ark. (5) % 88, Solak ve ark. (9) % 89.6, Kosar ve ark. (10) % 90.3, Sevim ve ark. (11) % 91.9, Silit ve ark. (12) % 92, Bayramgürler ve ark. % 93.3 (13), Yalçınkaya ve ark. % 100 (14) bulmuşlardır. Yurt dışında yapılan çalışmalarda ise tanı değeri % 74-96.6 arası değişmekteydi (2,15-20).

Malign lezyonlarda yüksek oranlarda tanı sağlayan TTİA'nın benign lezyonlarda tanı değeri düşüktür. Çalışmamızda benign lezyonlarda tanı oranımız % 32 idi. TTİA ile benign lezyonlarda tanı oranlarını Sevim ve ark. (11) % 26.7, Arslan ve ark. (5) % 34.3, Solak ve ark. (9) % 34, Koşar ve ark. (10) % 38, Silit ve ark. (12) % 52 olarak bulmuşlardır. Goralnik ve ark. (21) çalışmalarında benign lezyonlarda tanı değerini, aspirasyon biyopsisi ile % 22, kesici iğne biyopsisi ile % 55, Arakawa ve ark. (22) sırasıyla % 46.7 ve % 52.4 bulmuşlardır. Silit ve ark. benign lezyonlarda her iki yöntem arasında tanı değeri açısından fark bulmamışlardır (12). Klein ve ark. (19) ise tüm bu çalışmalardan farklı olarak benign lezyonlar için aspirasyon biyopsisi ile % 44, kesici iğne biyopsisi ile % 100 oranında tanı sağlamışlardır. Benign lezyonlarda kesici iğne biyopsisi tanı değerinin iğne aspirasyonuna göre daha yüksek oranda olması, bu yöntemle histolojik düzeyde örnek alınmasının katkısı olabilir.

TTİA sırasında en sık gelişen komplikasyon pnömotorakstır. Bizim çalışmamızda pnömotoraks oranımız % 14.5 idi. Çalışmamızda iğne ile geçilen parankim uzunluğunun 1 cm'nin üzerinde olmasının pnömotoraks oranını 22.7 kat arttırdığını saptadık. Yapılan çalışmalarda pnömotoraks oranları % 8.2-40.4 (5,8,9,23,24), hemoptizi oranları % 1.7-8.8 (5,9,24) arasında idi. Artan pnömotoraks oranlarını

Cox ve ark. (23) amfizem varlığı ve lezyon çapının küçüklüğü, Geraghty ve ark. (8) iğne çapı büyüklüğü ve ileri yaş, Charig ve ark. (20) lezyon çapının küçüklüğü ve visseral plevradan sonra iğnenin geçtiği parankim uzunluğu ile ilişkili bulmuşlardır. Ohno ve ark. (25) 2 cm ve altı pulmoner nodüllerde uygulanan aspirasyon biyopsisinde FEV1'in % 70'in altında olması, aynı seansta birden fazla girişimde bulunulması ve geçilen parankim uzunluğunun 4 cm ve üzerinde olmasının pnömotoraks riskini arttırdığını belirtmişlerdir. Richardson ve ark. (24) ise iğne aspirasyon biyopsisi ile kesici iğne biyopsisi arasında pnömotoraks oranları açısından bir fark bulamamışlardır.

Olgularımızın % 7.9'una göğüs tüpü takıldı. Lezyon çapının 3 cm ve altında, geçilen parankim uzunluğunun da 1 cm üzerindeki olgularda göğüs tüpü gerektiren pnömotoraks oranlarının arttığı görüldü. Diğer çalışmalarda göğüs tüpü gerektiren pnömotoraks % 0-18 (2, 5, 8, 9, 11, 14, 20, 22-25) arasında idi. Cox ve ark. (23) amfizem varlığı ile göğüs tüpü takılmasını gerektiren pnömotoraks arasında ilişki saptamışlardır.

Bu çalışmanın bazı kısıtlamaları bulunmaktaydı. TTİA için kullanılan iğnenin çapı, işlemi yapan kişinin asistan mı uzman mı olduğu ve işlemi uygulayan kişinin deneyim süresi olguların dosyalarına kaydedilmemişti. Bundan dolayı iğne çapı ve işlemi yapan kişinin deneyimi ile tanı değeri ve komplikasyon oluşması arasındaki ilişki incelenemedi. Sonuç olarak; özellikle malignite düşünülen toraks lezyonlarında BT eşliğinde TTİA tanıya hızlı ve kolay ulaşabilmek için etkin ve güvenilir bir yöntemdir. Yapılan işlemin yaygın bir komplikasyonu olan pnömotoraks oluşumu ile geçilen parankim uzunluğu arasında pozitif bir ilişki olduğunu söyleyebiliriz.

**Tablo 5. Pnömotoraks için risk faktörleri**

Risk Faktörleri	Olgu sayısı	Pnömotoraks n (%)	P değeri	OR (95%CI)
Tüm olgular	76	11 (14.5)		
Cinsiyet				
Erkek	67	9( 13.4)	p>0.05	
Kadın	9	2 (22.2)		
Sigara içimi				
Evet	55	7 (12.7)	p>0.05	
Hayır	21	4 (19.0)		
KOAH				
Var	28	4 (14.3)	p>0.05	
Yok	48	7 (14.6)		
Lezyon çapı				
< 2.5 cm	13	4 (30.8)	p>0.05	
≥ 2.5 cm	63	7 (11.1)		
Geçilen parankim uzunluğu				
> 1 cm	30	10 (33.3)	p<0.05	22.7 (2.7-200.0)
≤ 1 cm	46	1 (2.2)		1.0

## Kaynaklar

1. Westcott JL. Percutaneous transthoracic needle biopsy. *Radiology* 1988; 169: 593-601.
2. Larscheid RC, Thorpe PE, Scott WJ. Percutaneous transthoracic needle aspiration biopsy\* A comprehensive review of its current role in the diagnosis and treatment of lung tumors. *Chest* 1998; 114: 704-9.
3. Kazerooni EA, Lim FT, Mikhail A, Martinez FJ. Risk of pneumothorax in CT-guided transthoracic needle aspiration biopsy of the lung. *Radiology* 1996; 198: 371-5.
4. vanSonnenberg E, Casola G, Ho M, et al. Difficult thoracic lesions: CT-guided biopsy experience in 150 cases. *Radiology* 1988; 167: 457-61.
5. Arslan S, Yılmaz A, Bayramgürler B, et al. CT-guided transthoracic fine needle aspiration of pulmonary lesions: accuracy and complications in 294 patients. *Med Sci Monit* 2002; 8: CR493-7.
6. Manhire A, Charig M, Clelland C, et al. Guidelines for radiologically guided lung biopsy. *Thorax* 2003; 58: 920-36.
7. Yılmaz A, Akkaya E, Baran R. Transtorasik iğne aspirasyonu. *Tüberküloz Toraks* 2002; 50: 295-300.
8. Geraghty PR, Kee ST, McFarlane G, et al. CT-guided transthoracic needle aspiration biopsy of pulmonary nodules: needle size and pneumothorax rate. *Radiology* 2003; 229: 475-81.
9. Solak H, Öztaş S, Ağanoglu S, et al. Diagnostic value of transthoracic fine needle aspiration biopsy in thoracic lesions. *Turkish Respiratory Journal* 2001; 2: 11-5.
10. Koşar F, Özyurt H, Kiyık M ve ark. Soliter pulmoner nodüle tanısal yaklaşım. *Solunum Hastalıkları* 1998; 9: 453-62.
11. Sevim T, Ataç G, Horzum G ve ark. Transtorasik ince iğne aspirasyonu biyopsisi sonuçlarımızın değerlendirilmesi. *Toraks Dergisi* 2000; 1: 32-5.
12. Silit E, Kizilkaya E, Okutan O, et al. CT fluoroscopy-guided percutaneous needle biopsies in thoracic mass lesions. *Eur J Radiol* 2003; 48: 193-7.
13. Bayramgürler B, Yılmaz A, Arslan S ve ark. Bilgisayarlı tomografi eşliğinde yapılan transtorasik ince iğne aspirasyonu sonuçlarımız. *Solunum Hastalıkları Dergisi* 2000; 11: 165-8.
14. Yalçinkaya S, Sayınbaş Ö, Erdoğan Ö. Akciğer Lezyonlarında Bilgisayarlı Tomografi Eşliğinde Transtorasik İnce İğne Aspirasyon Biyopsisi Sonuçlarımız. *Akciğer Arşivi* 2002; 4: 182-5.
15. Li H, Boiselle PM, Shepard JO, et al. Diagnostic accuracy and safety of CT-guided percutaneous needle aspiration biopsy of the lung: Comparison of small and large pulmonary nodules. *AJR Am J Roentgenol* 1996; 167: 105-9.
16. Layfield LJ, Coogan A, Johnson WW, Patz EF. Transthoracic fine needle aspiration biopsy: Sensitivity in relation to guidance technique and lesion size and location. *Acta Cytol* 1996; 40: 687-90.
17. Staroselsky AN, Schwarz Y, Man A, et al. Additional information from percutaneous cutting needle biopsy following fine needle aspiration in the diagnosis of chest lesions. *Chest* 1998; 113: 1522-5.
18. Stanley JH, Fish GD, Andriole JG, et al. Lung lesions: Cytologic diagnosis by fine-needle biopsy. *Radiology* 1987; 162: 389-91.
19. Klein JS, Salomon G, Stewart EA. Transthoracic needle biopsy with a coaxially placed 20-gauge automated cutting needle: results in 122 patients. *Radiology* 1996; 198: 715-20.
20. Charig MJ, Phillips AJ. CT-guided cutting needle biopsy of lung lesions: safety and efficacy of an out-patient service. *Clin Radiol* 2000; 55: 964-9.
21. Goralnik CH, O'Connell DM, el Yousef SJ, Haaga JR. CT-guided cutting needle biopsies of selected chest lesions. *AJR Am J Roentgenol* 1988; 151: 903-7.
22. Arakawa H, Nakajima Y, Kurihara Y, et al. CT-guided transthoracic needle biopsy: a comparison between automated biopsy gun and fine needle aspiration. *Clin Radiol* 1996; 51: 503-6.
23. Cox JE, Chiles C, McManus CM, et al. Transthoracic needle aspiration biopsy: variables that affect risk of pneumothorax. *Radiology* 1999; 212: 165-8.
24. Richardson CM, Pointon KS, Manhire AR, Macfarlane JT. Percutaneous lung biopsies: a survey of UK practice based on 5444 biopsies. *Br J Radiol* 2002; 75: 731-5.
25. Ohno Y, Hatabu H, Takenaka D, et al. CT-guided transthoracic needle aspiration biopsy of small (< or = 20 mm) solitary pulmonary nodules. *AJR Am J Roentgenol* 2003; 180: 1665-9.