

Transtorasik akciğer biyopsilerinde pnömotoraks gelişimini etkileyen faktörler

Uğur Topal, Bülent Ediz

AMAÇ

Transtorasik akciğer biyopsilerinde pnömotoraks oluşturabilecek faktörleri araştırmak

GEREÇ VE YÖNTEM

Bilgisayarlı tomografi (BT) eşliğinde yapılan 271 transtorasik biyopsi işleminde pnömotoraksa yol açabileceği düşünülen faktörler, lezyona ve işleme bağlı olmak üzere iki grupta değerlendirildi. Lezyon çevresinde amfizem varlığı, biyopsi sırasında geçilen akciğer parankiminin uzunluğu, biyopsinin kavite duvarından yapılıp yapılmadığı, iğne trasesinde atelektazi, plevral kuyruk ve fissür varlığı lezyona bağlı faktörler; işlem sırasında hastaya verilen pozisyon, biyopsi tipi, iğne kalınlığı, giriş sayısı ve biyopsiyi yapan kişinin deneyimi ise işleme bağlı faktörler olarak değerlendirildi.

BULGULAR

271 biyopsiden 48'inde (%17,7) pnömotoraks gelişti. Bunlardan 4'üne (%8,3) cerrahi olarak tüp takılması gerekti. İstatistiksel olarak tek değişkenli ve çok değişkenli analizlerde pnömotoraks gelişme riski açısından anlamlı tek faktörün biyopsi sırasında geçilen akciğer parankiminin uzunluğu olduğu görüldü.

SONUÇ

Biyopsi sırasında geçilen akciğer parankiminin uzunluğu pnömotoraks riskini etkileyen en önemli faktördür.

Görüntüleme yöntemleri eşliğinde transtorasik akciğer biyopsileri poliklinik şartlarında yaygın olarak yapılmaktadır. İşlemin en sık karşılaşılan komplikasyonu olan pnömotoraks değişik serilerde %8-61 oranında belirtilmektedir (1-5). Olguların büyük bir kısmında plevral hava herhangi bir girişime gerek kalmadan gerilemekte, küçük bir kısmında ise göğüs tüpü takılması gerekmektedir. Pnömotoraksa yol açabilecek faktörleri bilmek önlenmesinde yardımcı olabilir. Çalışmamızda pnömotoraksa yol açabilecek faktörleri araştırmayı amaçladık.

Gereç ve yöntem

Departmanımızda 1997-2001 yılları arasında BT eşliğinde 604 transtorasik akciğer biyopsisi yapılmıştı. Pnömotoraks riski için araştırdığımız faktörlerin kayıtlı olduğu 271 işlem çalışma kapsamına alındı. 271 işlem 266 hastada yapılmıştı. Birincil olarak mediastinal ve göğüs duvarı yerleşimli olup plevradan geçilmeyen lezyonlar çalışma kapsamı dışında bırakıldı.

Pnömotoraksa yol açabileceği düşünülen faktörler değerlendirmeyi kolaylaştırmak için, lezyona ve işleme bağlı olmak üzere iki grupta incelendi. Lezyona bağlı değişen faktörler lezyon ve çevresinde amfizem varlığı, lezyonun göğüs duvarına uzaklığı ve yapısal özellikleriydi. Lezyon çevresindeki amfizem görsel olarak derecelendirildi (0 derece, 1. derece, 2. derece, 3. derece). İşlem sırasında iğnenin geçtiği havalandırılan akciğer parankiminin uzunluğu lezyonun uzaklığı olarak değerlendirildi. Buna göre lezyonlar beş gruba ayrıldı. Plevraya tamamen dayalı lezyonlar 0 cm, parankimden geçenler ise 0.5-1.5 cm, 1.6-3 cm, 3.1-5 cm ve >5.1 cm olarak gruplandırıldı. Yapısal özellikler ise lezyonun kaviter olup olmadığı ve biyopsinin kavite duvarından yapılıp yapılmadığıydı. İğne trasesinde atelektazi, fissür varlığı ve iğnenin plevral kuyruktan geçip geçmediği belirtildi. İşleme bağlı faktörler ise işlem sırasında hastaya verilen pozisyon, biyopsinin ince iğne aspirasyon (İİAB) veya kesici iğne biyopsisi (KİB) olması, iğne kalınlığı, giriş sayısı ve biyopsiyi yapan kişinin deneyimiydi. İşlem sırasında hastaya verilen pozisyon yan dekübit, supin ve pron olmak üzere üçe ayrıldı. Her iki tip biyopsi için kullanılan iğne kalınlıkları 16G, 18G, 20G ve 22G idi. İİAB'de Chiba tipi, KİB'de yarı otomatik tabancalı iğneler kullanıldı. İğne seçiminde belirli bir kriter kullanılmadı. Biyopsiyi yapan kişiler, üç gruba ayrıldı. Bunlar, toraks radyolojisinde ilk rotasyonu olan deneyimi az asistan ve ikinci rotasyonu olan deneyimli asistan ile toraks radyolo-

U. Topal (E),
Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim
Dalı, Görükle Kampüsü, 16059 Bursa

B. Ediz
Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim
Dalı, Görükle Kampüsü, 16059 Bursa

Gelişi: 11.3.2002 / Kabulü: 19.09.2002

Tablo 1. Lezyona bağlı faktörlerle pnömotoraks oranı arasındaki ilişki

	PT yok	PT var	Toplam	PT oranı (%)	P değeri
Uzaklık					<0.001
0 cm	134	4	138	2.8	
0.5-1.5 cm	44	5	49	10.2	
1.6-3 cm	31	26	57	45.6	
3.1-5 cm	12	9	21	42.8	
>5.1 cm	2	4	6	66.6	
Amfizem					>0.05
0	167	32	199	16	
1	27	9	36	25	
2	21	7	28	25	
3	8	0	8	0	
Diğerleri					>0.05
Kavite	3	2	5	40	
Fissür varlığı	3	1	4	25	
Atektazi	9	0	9	0	
Plevral kuyruk	5	2	7	28.5	

PT: Pnömotoraks

jisi uzmanından oluşuyordu. Asistanlar toraks radyoloğu gözetiminde biyopsileri yapıyordu.

İşlem sırasında, BT kesitlerinde uygun giriş yeri belirlendikten sonra, ciltten kostalara kadar olan mesafe ölçülerek anestezi bölgesi ayarlandı. Bu bölgeye dental iğne uçlu enjektörle yaklaşık 3-5 cc lokal anestezi madde (Citanest® %2, AstraZeneca) enjekte edildi. Anestezi uygulaması sırasında pnömotoraks gelişen olgu olmadı. İşlem sonrası pnömotoraks kontrolü için bir BT kesiti alındı. Pnömotoraks gelişmeyen olgular, 2 saatlik gözlem sonrası klinik bulguları yoksa gerekli önerilerle taburcu edildi. BT kesitinde pnömotoraks saptanan olgular ise biyopsi tarafı alta gelecek şekilde yarıldı. Bir saat maske ile oksijen verilerek 2 saat gözlemlendi. İki saat sonunda alınan göğüs röntgenogramında ilerleme yoksa ve durumu stabilse gerekli önerilerle evine gönderildi. Pnömotoraks ilerleyen olgular semptomatik değilse 4. saatte radyolojik ve klinik olarak yeniden değerlendirildi. Hızla semptomatik olan ve pnömotoraks ilerlemeye devam eden olgular cerrahi olarak göğüs tüpü yerleştirilmesi açısından değerlendirildi.

İstatistiksel olarak her faktör ayrı ayrı ve birlikte analiz edildi. Analizlerde X² testi ve çok değişkenli lojistik regresyon testi kullanıldı.

Bulgular

271 işlem yapılan 266 olgudan 38'i kadın, 233'ü erkekti. Olguların yaşları 16-87 arasında değişmekte, ortalama yaş 57 idi. 271 işlemden 48'inde (%17.7) pnömotoraks gelişti. Bunlardan 4'üne (%8.3) cerrahi olarak tüp takılması gerekti.

Lezyona bağlı faktörler incelendiğinde, lezyonun derinliği (geçilen havalanan akciğer parankim uzunluğu) pnömotoraks riskini arttıran bir faktör olarak bulundu (Tablo 1). Tamamen plevraya dayalı 138 lezyondan 4'ünde (%2,8) pnömotoraks gelişti. Uzaklığın 0.5-1.5 cm olduğu 49 lezyondan 5'inde (%10,2), uzaklığın 1.6-3 cm olduğu 57 lezyondan 26'sında (%45,6), 3.1-5 cm olan gruptaki 21 lezyondan 9'unda (%42,8), uzaklığın >5.1 cm olduğu gruptaki 6 lezyondan 4'ünde (%66,6) pnömotoraks gelişti. Uzaklıkla pnömotoraks oranları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0,001).

Lezyon çevresindeki amfizeme baktığında 199 lezyonun çevresinde amfizem saptanmadı (0 derece). Otuz altı lezyonun çevresindeki amfizem 1. derece, 28'inde 2., 8'inde 3. derece olarak derecelendirildi (Tablo 1). Hiç amfizem olmayan grupta 32 (%16), derece 1'in 9'unda (%25), derece 2'nin 7'sinde (%25) pnömotoraks gelişti. Derece 3'ün hiçbirinde pnömotoraks gelişmedi. İstatistiksel olarak

gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p>0.05).

Lezyona bağlı diğer faktörler, biyopsinin kavite duvarından yapılması; işlem sırasında fissür, plevral kuyruktan ve atelektaziden geçilmesi (Tablo 1). Kavite duvarından yapılan 5 işlemden 2'sinde (%40), fissürden geçilen 4 işlemden 1'inde (%25), plevral kuyruktan geçilen 7 işlemden 2'sinde (%28,5) pnömotoraks gelişti. İğnenin atelektazik akciğer dokusundan geçtiği 9 işlemden hiçbirinde pnömotoraks gelişmedi. Gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (p<0,01).

Hastalara, 129 işlemden supin, 127 işlemde pron, ve 15 işlemde yan dekübit pozisyonu verilerek biyopsi yapıldı (Tablo 2). Pozisyona karar verirken en önemli etken, iğne trasesinde mümkün olduğunca az havalanan akciğer parankimi olmasına karşın pozisyon verilemeyen olgularda hastanın yatabileceği en rahat konum pozisyonunun belirlenmesinde önemli etkenlerden oldu. Supin pozisyonda yapılan işlemlerden 25'inde (%19,3), pron pozisyonda 21'inde (%16,5), ve dekübit yapılanların 2'sinde (%13,3) pnömotoraks gelişti. İşlem sırasında hastaya verilen pozisyonun pnömotoraks riski üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmadığı görüldü (p>0.05).

İşleme bağlı faktörlerden biri de biyopsi tipi idi. İİAB veya KİB'nin pnömotoraks riskini nasıl etkilediğine bakıldığında; İİAB yapılan 197 işlemden 41'inde (%20,8), KİB yapılan 74 işlemden 7'sinde (%9,4) pnömotoraks gelişti (Tablo 2). İstatistiksel analizde her iki biyopsi şeklinde pnömotoraks riski açısından anlamlı fark saptanmadı (p<0.05).

İğne kalınlıkları gözönüne alındığında 16 G iğne kullanılan 5 işlemden hiçbirinde pnömotoraks gelişmedi (Tablo 2). 16 G iğne kullanılarak işlem yapılan lezyonlardan 3'ünde lezyonun uzaklığı 0 cm iken, birinde 1 cm, diğerinde ise 1.5 cm idi. 18 G iğne kullanılan 71 işlemden 9'unda (%12,6), 20 G kullanılan 181 işlemden 34'ünde (%18,7), 22 G iğne kullanılan 14 işlemden 5'inde (%35,7)

Tablo 2. İşleme bağlı faktörlerle pnömotoraks oranı arasındaki ilişki

	PT yok	PT var	Toplam	PT oranı (%)	P değeri
Pozisyon					>0.05
Supin	104	25	129	19.3	
Pron	106	21	127	16.5	
Dekübit	13	2	15	13.3	
Biyopsi tipi					<0.05
İİAB	156	41	197	20.8	
Kesici	67	7	74	9.4	
İğne kalınlığı					>0.05
16 G	5	0	5		
18 G	62	9	71	12.6	
20 G	147	34	181	18.7	
22 G	9	5	14	35.7	
Giriş sayısı					>0.05
1	101	21	122	17.2	
2	86	19	105	18.0	
3	30	5	35	14.2	
4	6	3	9	33.3	
Yapan kişi					<0.01
Deneyimsiz asistan	95	15	110	13.6	
Deneyimli asistan	74	10	84	11.9	
Uzman	54	23	77	29.8	

PT: Pnömotoraks İİAB: İnce iğne aspirasyon biyopsisi

pnömotoraks gelişti. Aradaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0.05$).

Plevradan geçiş sayısına bakıldığında, tek giriş yapılan 122 işlemde 21'inde (%17,2), 2 girişli 105 işlemde 19'unda (%18), 3 kez girilen 35 işlemde 5'inde (%14,2), 4 girişli 9 işlemde 3'ünde (%33,3) pnömotoraks gelişti. Gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0.05$).

Biyopsiyi yapan kişilerin deneyimiyle pnömotoraks gelişme riski arasındaki ilişkiye bakıldığında, deneyimi az asistanın yaptığı 110 işlemde 15'inde (%13,6), deneyimli asistanın yaptığı 84 işlemde 10'unda (%11,9), uzmanın yaptığı 77 işlemde 23'ünde (%29,8) pnömotoraks gelişti. Tek değişkenli analizde gruplar arasında anlamlı fark saptanırken ($X^2= 11.007$), çok değişkenli analizde fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p<0.01$).

Tartışma

Çalışmamızda pnömotoraks oranı %17.7 idi. Bunların %8.3'ünde göğüs tüpü takılması gerekti. Her iki oran literatürde bildirilen oranlarla uyumluluk göstermektedir (1-5). Pnömotoraks birçok faktöre bağlı gelişebilir.

Çalışmamızda pnömotoraks gelişmesini etkileyen en anlamlı faktörün lezyonun göğüs duvarına uzaklığı ya da iğnenin geçtiği havalanan akciğer parankiminin uzunluğu olduğu görüldü. Pnömotoraks lezyonların plevraya dayalı olduğu grupta %2.8 oranında görülürken, uzaklığın 3 ve 5 cm'in üzerinde olduğu gruplarda bu oranın %45.6 ve %66.6 gibi belirgin şekilde arttığı görülmektedir. Literatürde de benzer sonuçlar bildirilmiştir (5-8). Cox ve arkadaşlarının çalışmasında (8), akciğerden geçilmeyen olgularda pnömotoraks oranı %15 iken havalanan akciğer dokusundan geçilirse bu oran %50'ye yükselmektedir. Ancak bu çalışmada geçilen akciğer dokusunun uzunluğu ne olursa olsun riskin hemen hemen aynı kaldığı belirtilmektedir. Oysa başka çalışmalarda geçilen akciğer dokusunun uzunluğu ne olursa olsun riskin hemen hemen aynı kaldığı belirtilmektedir. Oysa başka çalışmalarda geçilen akciğer parankim uzunluğu arttıkça pnömotoraks riskinin arttığı belirtilmektedir (5,6). Bizim çalışmamızda da uzaklık arttıkça pnömotoraks riski 20 ve 30 kat artmaktaydı. Daha derindeki lezyonlara ulaşmak ve aspire etmek için daha uzun zaman geçtiği, bu sırada hastanın solunum hareketleriyle plev-

ranın ve akciğerin daha kolay yırtılabileceği ve bu nedenle bu olgularda pnömotoraks riskinin daha yüksek olduğu düşünülmektedir (5,6). Ancak Ko ve arkadaşlarının (9) çalışmasında işlem sırasında geçen sürenin uzunluğunun pnömotoraks riskini etkilemediği gösterilmiştir. Çalışmamız retrospektif bir çalışma olduğu için işlem süreleri kayıt edilmemişti ve bu nedenle bu konuda yorum yapamıyoruz.

Genellikle işlem öncesi iğnenin havalanan akciğerden en az geçeceği yer belirlenerek hastaya pozisyon verilir. Göğüs duvarının arka kesiminde solunum sırasında kostaların hareketi ön kesime göre daha az olmaktadır. Kostaların arka kesimleri solunum sırasında yukarı-aşağı yönde hareket etmezler. Bu nedenle arka taraftan girildiğinde iğne daha az hareket eder. Üstelik işlem sırasında hastanın işlemleri izleyememesi anksiyetesini azaltır. Tüm bu faktörler işlemin daha kısa sürede bitmesini sağlayabilir. Hasta pozisyonlarının pnömotoraks riskini nasıl etkilediğine dair veriler yoktur. Ancak çalışmamızda hastanın işlem sırasında supin, dekübit ya da pron yatmasıyla pnömotoraks gelişmesi arasında bir ilişki saptamadık.

İşlem sırasında ateletatik akciğerden geçilmesi pnömotoraks gelişmesini engelleyebilir. Bizim serimizde ateletaziden geçilen 9 olguda pnömotoraks gelişmedi. Ancak bu bulgunun istatistiksel olarak anlamlı bulunmaması olgu sayımızın az olmasına bağlı olabilir. Kaviter lezyonlardan %40'ında pnömotoraks gelişmesi, ancak bu bulgunun da istatistiksel olarak anlamlı bulunmaması yine olgu sayısının azlığı ile açıklanabilir. Literatürde de lezyonun kaviter oluşunun pnömotoraks riskini etkilemediği belirtilmektedir (7). İşlem sırasında mümkün olduğunca iğnenin fissürden geçmesine çalışılır. Fissürü geçmek zorunda kaldığımız 4 olgudan 1'inde (%25) pnömotoraks gelişti. Fakat olgu sayısının az olması nedeniyle oran istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı.

Çalışmamızda lezyon çevresindeki amfizem varlığı ve şiddeti, biyopsi tipi (aspirasyon veya kesici iğne), iğne kalınlığı ve plevradan geçiş sayısı ile

Tablo 3. Lezyon derinliklerinin biyopsi yapanlara göre dağılımı

Uzaklık (cm)	Deneyimsiz (%) n=110	Deneyimli (%) n=84	Uzman (%) n=77
0	85(77)	43(51)	26(33)
0.5-1.5	9(8)	19(22)	16(20)
1.6-3	15(13)	14(16)	19(24)
3.1-5	1(0.9)	7(8.3)	12(15)
>5.1	0	1(1.1)	4(5)

pnömotoraks arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gösterilemedi. Literatürde, amfizemin pnömotoraks-la ilişkisini araştıran ve çelişkili sonuçlar veren birçok çalışma vardır (5-8,10-13). Bazı çalışmalarda amfizemin pnömotoraks riskini arttırdığı belirtilirken (6,12), amfizemin riski etkilemediğini belirten çalışmalar da vardır (5,10). Ancak genel olarak bütün çalışmalarda ortak nokta amfizemli olgularda plevradaki havanın daha zor ve geç rezorbe olduğu, tüp takılma oranının yüksek olduğu şeklindedir. Literatürde de bizim sonuçlarımıza benzer şekilde biyopsi tipi, iğne kalınlığı ve plevradan geçiş sayısı ile pnömotoraks gelişmesi arasında bir ilişki gösterilememiştir (5-8,10-12).

İşlemi yapan kişinin deneyiminin pnömotoraks riskini etkilemediği birçok çalışmada gösterilmiştir (7,8). Bizim çalışmamızda tek değişkenli olarak analiz edildiğinde, uzmanın pnömotoraks oluşturma riskinin diğerlerine göre 2 kat daha fazla olduğu görülmektedir. Deneyim arttıkça riskin azalması beklenirken uzmanların daha çok zor biyopsileri yapmasının bu oranı arttırdığını düşünüyoruz. Lezyonun

derinliğinin pnömotoraksı etkileyen en önemli faktör olduğu düşünülürse, lezyon derinliklerinin biyopsi yapan kişilere göre dağılımını karşılaştırdık (Tablo 3). Uzmanın yaptığı biyopsilerin %44'ünde lezyon derinliği 1.5 cm'nin üzerinde iken deneyimi az asistanın bu derinlikteki lezyonlara biyopsi oranı %13, kıdemlinin ise %25'tir. Deneyimi az asistanın yaptı-

ğı biyopsilerden %77'sinde lezyonun plevraya dayalı olduğu görülmektedir. Ancak deneyim ile pnömotoraks arasındaki ilişkiyi istatistiksel olarak çok değişkenli analizle değerlendirdiğimizde her üç grup arasında anlamlı fark bulunmadı.

Sonuç olarak, pnömotoraks gelişme riski açısından en anlamlı faktörün, bizim serimizde, iğnenin geçtiği havalandırılan akciğer parankiminin uzunluğu, başka bir deyişle lezyonun derinliği olduğu görülmektedir. Derinlik arttıkça pnömotoraks riski de artmaktadır. Serimizde, lezyon çevresindeki amfizem, biyopsi tipi, iğne kalınlığı, plevradan geçiş sayısı ve yapan kişinin deneyimi pnömotoraks riskiyle belirgin bir ilişki göstermemektedir.

VARIABLES THAT AFFECT THE RISK OF PNEUMOTHORAX IN PATIENTS UNDERGOING TRANSTHORACIC BIOPSY

PURPOSE: To evaluate factors that could influence the risk of pneumothorax in patients undergoing transthoracic biopsy.

MATERIALS AND METHODS: Variables that could increase the risk of development of pneumothorax were evaluated in two groups as lesion and procedure related factors in 271 CT-guided transthoracic biopsies. Emphysema around the lesion, length of the lung parenchyma traversed during biopsy, biopsy from cavity wall, traversing fissure, atelectasis and pleural tag were grouped into lesion related factors whereas position of the patient during biopsy, type of biopsy, needle size, number of passages, level of experience of the operator were grouped as procedure related factors. All variables were analysed by X² test and multivariate logistic regression analysis.

RESULTS: Pneumothorax developed in 48 (17,7%) out of 271 procedures. A chest tube was inserted only in 4 (8,3%) of them. The only variable that was significantly associated with an increased risk of pneumothorax was length of the lung parenchyma traversed statistically.

CONCLUSION: The length of the lung parenchyma traversed during the biopsy is the predominant risk factor for pneumothorax in patients undergoing CT-guided transthoracic biopsy.

TURK J DIAGN INTERVENT RADIOL 2002; 8:555-558

Kaynaklar

1. Sinner WN. Complications of percutaneous transthoracic needle aspiration biopsy. Acta Radiol 1976; 17:813-828.
2. Stanley JH, Fish GD, Andriole JG, et al. Lung lesions: Cytologic diagnosis by fine-needle biopsy. Radiology 1987; 162:389-391.
3. Khouri NF, Stitik FP, Erozan YS, et al. Transthoracic needle aspiration biopsy of benign and malignant lung lesions. AJR 1985; 144:281-288.
4. vanSonnenberg E, Casola G, Ho M, et al. Difficult thoracic lesions: CT-guided biopsy experience in 150 cases. Radiology 1988; 167: 457-461.
5. Kazerooni EA, Lim FT, Mikhail A, Martinez FJ. Risk of pneumothorax in CT-guided transthoracic needle aspiration Biopsy of the lung. Radiology 1996; 198:371-375.
6. Miller KS, Fish GB, Stanley JH, Schabel SI. Prediction of pneumothorax rate in percutaneous needle aspiration of the lung. Chest 1998;93:742-745.
7. Laurent F, Michel P, Latrabe V, deLara MT, Marthan R. Pneumothoraces and chest tube placement after CT-guided transthoracic lung biopsy using coaxial technique: Incidence and risk factors. AJR 1999; 172:1049-1053.
8. Cox JE, Chiles C, McManus CM, Aquino SL, Choplin RH. Transthoracic needle aspiration biopsy: Variables that effect risk of pneumothorax. Radiology 1999; 212:165-168.
9. Ko JP, Shepard JO, Drucker EA, Aquino SL, Sharma A, Sabloff B, Halpern E, McLoud TC. Factors influencing pneumothorax rate at lung biopsy: Are dwell time and angle of pleural puncture contributing factors? Radiology 2001; 218:491-494.
10. Anderson CLV, Crespo JCA, Lie TH. Risk of pneumothorax not increased by obstructive lung diseases in percutaneous needle biopsy. Chest 1994; 105:1705-1708.
11. Vitulo P, Dore R, Cerveri I, Tinelli C, Cremaschi P. The role of functional respiratory tests in predicting pneumothorax during lung needle biopsy. Chest 1996; 109:612-615.
12. Fish GD, Stanley JH, Schabel SI, Sutherland SE. Postbiopsy pneumothorax: estimating the risk by chest radiography and pulmonary function tests. AJR 1988; 150:171-174.
13. Hill PC, Spagnolo SV, Hockstein MJ. Pneumothorax with fine-needle aspiration of thoracic lesions. Is spirometry a predictor? Chest 1993; 104:1017-1020.