



# COMPLICACIONES Y RIESGO DE LA PUNCIÓN ASPIRATIVA TRANSTORÁCICA. ESTUDIO EN 873 PACIENTES Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

M.A. de Gregorio Ariza, J. Torrez Nuez, E.R. Alfonso Aguirán, F. Duce Gracia\*, J.L. Villavieja Atance y E. Bustamante Arias\*\*.

Departamento de Radiología, \* Servicio de Neumología y \*\* Sección de Cirugía Torácica. Hospital Clínico Universitario. Zaragoza.

La punción aspirativa transtorácica (PAT) constituye un procedimiento efectivo y razonablemente seguro en el diagnóstico de la patología pulmonar.

Hemos estudiado las complicaciones en 873 pacientes a los que se realizó PAT. De ellos, 133 (15,2 %) presentaron neumotórax de los que tan sólo el 13,5 % fueron de carácter severo. Las lesiones de menor tamaño (1-2 cm) presentaron el mayor índice de neumotórax (29,6 %), así como las lesiones periféricas (17,9 %) frente a las centrales (11,7 %).

El número de pases sobre la lesión fue decisivo en nuestra serie para la producción de neumotórax (8,2 % con 1 pase, 17,7 % con 2 pases y 21,9 % con 3 pases) así como los antecedentes de broncopatía crónica (EPOC) (78,8 %). Otras complicaciones fueron la hemoptisis (1,3 %), hemorragia parenquimatosa (0,7 %), dolor (4,9 %), vagotonía (0,9 %), enfisema intersticial (0,1 %) e hidroneumotórax (0,1 %).

En nuestra serie no hubo ninguna complicación fatal, ni implante tumoral en el trayecto de punción. Se comparan nuestros resultados con los revisados en la literatura médica.

*Arch Bronconeumol 1990; 26:186-191*

## Introducción

La punción aspirativa transtorácica (PAT), técnica resurgida a partir de 1960 debido a los avances en intensificación de imagen y al desarrollo de la citopatología, es actualmente un procedimiento sobradamente conocido que se usa con frecuencia creciente en el diagnóstico de la patología pulmonar y mediastínica.

La PAT es una técnica diagnóstica fiable, sencilla, barata, rápida, con complicaciones de poca severidad

Complications and risks of transthoracic aspirative puncture. Study in 873 patients and literature review.

Transthoracic aspiration biopsy (TAB) constitutes a reasonable safe and effective procedure in the pulmonary pathology diagnosis. Complications in 873 patients with TAB have been studied. Pneumothorax was presented in 133 (15,2 %) of them, but only 13,5 % were important.

The smallest size lesions (1-2 cm) were the most frequent of pneumothorax (29,6 %) as well as the peripheral lesions (17,9 %) opposite central lesions (11,7 %).

In our serie the number of passes over the lesions and POAC (78,8 %) antecedents was decisive in pneumothorax apparition (8,2 % with one pass, 17,7 % with two passes, and 21,9 % with three passes).

Other complications were: hemoptysis (1,3 %), parenchymal hemorrhage (0,7 %), pain (4,9 %), vagotonic syndrome (0,9 %), interstitial emphysema (0,1 %) and hydropneumothorax (0,1 %).

Any fatal complication or tumoral spreading in the biopsy path was reported in our serie.

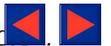
Our results are compared with those of medical literature.

y constituye, por tanto, un modo efectivo y razonablemente seguro de resolver un difícil problema clínico.

El uso de agujas finas (20-22 gauges) ha disminuido sensiblemente el riesgo de complicaciones graves como neumotórax a tensión, hemorragia masiva, embolismo gaseoso, diseminación del proceso patológico a lo largo del trayecto de la aguja y muerte.

Así pues, los neumotórax de diferente importancia clínica continúan siendo, salvo excepción, la única complicación a esperar. Se ha intentado relacionar la aparición de neumotórax después de realización de PAT con diversos factores que incluyen edad, existencia de enfermedad obstructiva pulmonar, tamaño y

Recibido el 8-11-89 y aceptado el 30-1-90.



localización de la lesión, número de pases, tipo de calibre de la aguja y colaboración del paciente.

El propósito de este trabajo es analizar las complicaciones presentadas en una serie de 873 PAT, revisando la literatura actual sobre el tema.

### Material y métodos

Se revisan las complicaciones observadas en 873 punciones aspirativas transtorácicas (PAT) realizadas en nuestro hospital en otros tantos pacientes (742 varones y 131 mujeres) desde 1981 a 1988. El rango de edad de los pacientes se situaba entre 13 y 92 años con una media de 53,6 a.

Hemos considerado centrales las lesiones localizadas a menos de 4 cm del mediastino. Del total de lesiones biopsiadas, 289 (33 %) eran centrales, 518 periféricas (59 %) y 66 difusas (8 %). Por tamaños (excepto las difusas) 81 (10 %) median entre 1 y 2 cm, 535 (66 %) de 2 a 5 cm, 123 (15 %) de 5 a 10 cm y 68 (8 %) más de 10 cm.

La técnica de la PAT ha sido descrita previamente en numerosas ocasiones<sup>1-4</sup>. La nuestra no ha variado significativamente en los últimos años<sup>5</sup>, si bien hemos sustituido la aguja Franseen utilizada en nuestra serie inicial por otras de diversos tipos (Chiba, Franseen, Westcott, Rotex II y Menguini) de calibres comprendidos entre 18 y 23 G.

La inspección visual del material obtenido en el primer pase determinó la necesidad de un segundo o incluso un tercer pase, a condición de que el paciente permaneciera asintomático y sin neumotórax. En 169 pacientes (19 %) se realizó un solo pase, en 367 (42 %) dos pases y en 347 (39 %) tres pases.

Todos los pacientes biopsiados se evaluaron clínica y radiográficamente al concluir el procedimiento, así como a las 6 y 24 horas y permanecieron ingresados la noche siguiente a la punción-biopsia, aunque en el control de las 6 horas no evidenciaron complicaciones.

### Resultados

Sólo se encontraron complicaciones menores como consecuencia de la realización de la técnica. La más frecuente fue el neumotórax que ocurrió en el 15,2 % de todas las punciones (tabla I). Sólo 18 requirieron colocación de un tubo endotorácico (2 % de todas las PAT). El 72,9 % de los neumotórax se diagnosticó en el control radiológico inmediato, el 18,5 % a las 6 horas y el 8,2 % a las 24 horas.

La mayor tasa de incidencia de neumotórax por edades (tabla II) fue la correspondiente a la década de 70 a 80 años, en la que 9 de los 42 pacientes biopsiados lo presentó como complicación (21,4 %). El 78,8 % de los neumotórax apareció en individuos diagnosticados con criterios objetivos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica, de los que el 6 % presentaban bullas en la radiografía de tórax. El 21 % de los pacientes que desarrollaron neumotórax fumaban 10 cigarrillos al día o menos, el 39 % más de 10 y el 14,2 % eran ex-fumadores. El resto (26,4 %) no habían fumado nunca.

En relación con el tamaño y localización de las lesiones, se observó una relación inversa entre el porcentaje de neumotórax y el tamaño de la lesión (tabla III). La incidencia de neumotórax fue menor en las lesiones centrales que en las periféricas.

El aumento del número de pases incrementó significativamente la tasa de neumotórax: 8,2 % con un pase, 11,7 % con dos pases y 21,9 % con tres.

El uso de agujas tipo Franseen produjo el índice más elevado de neumotórax (24,8 %), mientras que

**TABLA I**  
**Complicaciones en 873 PAT**

Complicación	n.º	%
Neumotórax	133	15,2
Hidroneumotórax	1	0,1
Hemoptisis	12	1,3
Hemorragia parenquimatosa	6	0,7
Dolor	43	4,9
Vagotonía	3	0,3
Enfisema subcutáneo	1	0,1

**TABLA II**  
**Incidencia de neumotórax por grupos de edad en los pacientes sometidos a PAT**

Edad décadas	N.º pacientes	Neumotórax	%
10-20	3	0	0
20-30	8	0	0
30-40	46	4	8,6
40-50	114	12	10,5
50-60	392	68	17,3
60-70	249	37	14,8
70-80	42	9	21,4
80-90	13	2	15,3
90-100	6	1	16,6

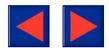
**TABLA III**  
**Incidencia de neumotórax según tamaño y localización de la lesión**

Tamaño (cm)	N.º	Neumotórax	%
1-2	81	24	29,6
2-5	535	89	16,6
5-10	123	14	11,3
> 10	68	6	8,8
Localización	N.º	Neumotórax	%
Central	289	34	11,7
Central	518	93	17,9
Difusa	66	6	9,0

sólo lo tuvieron el 8,9 % de los pacientes en los que se utilizó la aguja tipo Chiba. En este segundo grupo hubo además mayor predominio de los leves, que no necesitaron la colocación de un tubo endotorácico.

Con los mayores calibres utilizados (18 y 20 G) se encontraron unas tasas de neumotórax (21,0 % y 29,1 % respectivamente, correspondientes a tres neumotórax de 14 casos y a 18 de 62) más altas que con el uso de agujas finas (tabla IV).

Las complicaciones hemorrágicas (hemoptisis y hemorragia parenquimatosa) estuvieron presentes en 18 casos, que constituyen el 2 % de todas las PAT. Fueron más frecuentes con el uso de las agujas Rotex y Westcott, que también causaron más veces dolor (tabla V). Todas las hemoptisis fueron autolimitadas y el 91,6 % apareció en pacientes que tenían lesiones pulmonares cavitadas.



**TABLA IV**  
**Incidencia y severidad del neumotórax según el tipo de aguja**

Tipo de aguja	N.º	Neumotórax		Leve	Total	%
		Severo	Medio			
Chiba 22 G (CooK, Intermedica®)	457	6	10	25	41	8,9
Franseen 21G (Cook®)	262	6	24	35	65	24,8
Westcott 20-22 G (Becton Dickinson®)	94	4	6	6	16	17,0
Rotex II 18-22 G (U Karsull AB®)	48	1	3	2	6	12,8
Otras (Menguini, Wang, E-Z-EM Cut-Biopsy)	12	1	2	2	5	41,6
<b>Total</b>	<b>873</b>	<b>18 (13 %)</b>	<b>45 (33 %)</b>	<b>70 (52 %)</b>	<b>133</b>	<b>15,2</b>

**TABLA V**  
**Incidencia de hemoptisis y dolor según tipo de aguja**

Tipo de aguja	N.º	Hemoptisis	%	Dolor	%
Chiba 22 G (CooK, Intermedica®)	457	3	0,6	8	1,7
Franseen 21G (Cook®)	262	4	1,5	6	2,2
Westcott 20-22 G (Becton Dickinson®)	94	3	3,2	15	15,9
Rotex II 18-22 G (U Karsull AB®)	48	2	4,1	13	27,0
Otras (Menguini, Wang, E-Z-EM Cut-Biopsy)	12	0	0	1	8,3

En tres pacientes (0,3 %) se presentaron reacciones vagotónicas que consideramos leves y que no precisaron tratamiento.

## Discusión

En nuestra experiencia de 873 PAT, no hubo ninguna complicación que comprometiera de forma severa la vida del paciente. Las complicaciones fatales de la PAT son extremadamente raras, según revela el análisis de las mayores series publicadas hasta ahora<sup>2,4,6</sup>. Se ha comunicado un total de 20 a 30 muertes directamente atribuibles a la técnica<sup>7</sup>. La mayor parte ocurrieron con el uso de agujas gruesas y fueron debidas a hemorragia masiva, embolismo gaseoso o neumotórax a tensión<sup>8</sup>.

Se citan en la literatura 15 muertes debidas a hemorragia post-biopsia pulmonar, cinco de ellas con aguja fina<sup>7,9-17</sup> y ocho casos de embolismo gaseoso<sup>6,18-23</sup>, no todos mortales y dos de ellos<sup>6</sup> no documentados radiológica o patológicamente.

El embolismo gaseoso se atribuye al paso de aire a una vena pulmonar desde una comunicación bronquial o directamente del medio ambiente a través de

la aguja. A partir de ahí suelen coincidir la embolización cerebral y coronaria<sup>21</sup>.

Otros accidentes potencialmente graves, tales como implantación de células malignas o de la infección a lo largo del trayecto de la aguja, neumotórax bilateral y enfisema mediastínico, son también excepcionales Sinner<sup>6</sup>, en una serie de más de 2.700 biopsias, sólo tuvo un caso de siembra metastásica en el trayecto de punción. Otros autores han comentado esta remota posibilidad<sup>24-28</sup>. Nosotros no la hemos observado.

El neumotórax continúa siendo la complicación más frecuente que origina la PAT. Su incidencia y su severidad son variables según los autores y no parecen haber disminuido a pesar del uso de agujas de pequeño calibre y del aumento general de experiencia con la técnica (tabla VI).

La colocación quirúrgica del tubo endotorácico tradicional no es necesaria en todos los pacientes con neumotórax que precisan tratamiento. En algunos casos basta con la aspiración a través de un catéter de 9 French implantado percutáneamente según la técnica descrita por Sargent y Turner en 1970<sup>29</sup>. Este sistema permite un tratamiento rápido y poco traumático de neumotórax severos (considerando como tales los sintomáticos, los mayores del 35 % y los progresivos en sucesivos controles) en la misma sala de radiología. Diversos autores destacan su sencillez y eficacia<sup>2,30-33</sup>.

Al practicar la punción, es importante atravesar las superficies pleurales con rapidez y el menor número de veces posible con el fin de disminuir el riesgo de complicaciones.

El paciente debe suspender la respiración durante la aproximación y retirada de la aguja y en el breve intervalo entre la extracción del fiador y la colocación de la jeringa de aspiración. Deben evitarse también la tos, inspiraciones profundas, maniobras de Valsalva y movimientos durante la realización del procedimiento<sup>1,2</sup>.

Según Johnsrude<sup>34</sup>, el hecho de que la observación de estas normas con mejores medios técnicos y mayor pericia del radiólogo no haya conseguido disminuir la incidencia de neumotórax puede explicarse en parte por la menor selección en las lesiones y en el tipo de pacientes que se someten a biopsia. En múltiples series recientes se sigue prefiriendo agujas de 18 G para el diagnóstico de enfermedades infecciosas y difusas sobre todo<sup>35</sup>, pero también de lesiones localizadas<sup>3,31</sup>, considerando que al obtener más material en cada pase y ser más fáciles de dirigir que las de 20 y 22 G, permiten reducir el número de pases.

En nuestra serie tuvimos menos neumotórax con las agujas más finas; si bien el tipo de aguja fue determinante, ya que la mayor incidencia de neumotórax se produjo con aguja tipo Franseen 21 G (24,8 %). Este resultado puede verse distorsionado por la diferente experiencia con que contábamos durante el período de mayor uso de cada tipo de aguja. La experiencia con la técnica es un factor influyente en la tasa de neumotórax y otras complicaciones<sup>3,4,7</sup>. Las agujas Franseen fueron utilizadas fundamentalmente en las PAT de nuestra serie inicial, cuando nuestra experiencia con la técnica era menor<sup>5</sup>.

TABLA VI  
Incidencia de complicaciones (%) en la literatura

Autor	Ref.	Año	N.º casos	NTx	HP	EG	M	G	P	Comentario
Sargent	1	1974	350	26,6	3,5	0	0,5	16-18		
Ialli	2	1978	1.296	24,2	1,8	0	0,07	18		
Khouri	3	1985	650	18,7	5,0	0	0	16-22	1-3	
Sinner	6	1976	2.726	27,2	7,0	0,07	0	13-20		
Stanley	7	1987	458	29,0	1,0	0	0	22	1-3	Chiba
Westcott	30	1980	422	27,0	8,0	0	0	20	1-3	Wescott
Stevens	31	1984	447	41,0	8,2	0	0	18		
Johnsrude	34	1985	84	27,0	0	0	0	20-23		
House	36	1977	88	30,7	21,6	0	0	19		Rotex
Nahman	37	1985	121	24,8	1,6	0	0	20	2	Rotex
Miller	40	1988	159	34,0	0	0	0	22	1-3	Chiba
Williams	41	1987	46	26,0	0	0	0	22	1	
Miller	42	1986	52	44,2	17,6	0	0	21-22	2-3	
Jereb	43	1980	125	19,0	16,0	0	0			
Perlmutter	45	1986	673	23,8	0	0	0	22	1	Chiba
Poe	46	1987	171	33,5	0	0	0	21-22	1-2	Rotex
Herman	50	1977	1.562	23,0	5,1	0	0			
Pueyo	51	1981	216	33,3	4,1	0	0	18	1	
Sonnenberg	52	1988	150	42,6	3,3	0	0	22-23	1	Chiba
Conces	53	1987	222	27,0	2,0	0	0	19-21		Dgbs 1,2
Zornoza	54	1977	100	14,0	0	0	0	23		Chiba
Cáceres	55	1983	168	22,0	10,0	0	0	22		
Arntson	56	1978	166	7,8	2,4	0	0	18		Frazeen
Zavala	57	1972	48	23,0	21,0	0	0			Silvermann

Ref: referencia bibliográfica; NTx: neumotórax; HP: hemorragia pulmonar; EG: embolismo gaseoso; M: muerte; G: gauge; P: pases.

La incidencia de neumotórax en los 48 casos en que se utilizó la aguja Rotex (12,8 %) es inferior a la observada por otros autores<sup>36, 37</sup>.

Recientemente se ha intentado asociar ciertas condiciones del paciente o de la lesión a la aparición de neumotórax con el fin de predecir el riesgo de la PAT<sup>38-40</sup>. La EPOC parece ser un factor determinante, directamente relacionado con la tasa de neumotórax, siempre que se establezca su existencia por pruebas de función respiratoria y no sólo por los hallazgos en la radiografía simple de tórax.

Debe esperarse neumotórax en la mitad de los pacientes con patrón espirométrico obstructivo en quienes se practique PAT.

Puede establecerse incluso una relación inversa entre el valor en litros del volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV<sub>1</sub>) y el riesgo de neumotórax según la fórmula: Neumotórax (%) = 81,5 - 17,3 FEV<sub>1</sub><sup>40</sup>.

En nuestra serie, el 78,8 % de todos los pacientes que presentaron neumotórax como complicación de la PAT estaban diagnosticados de enfermedad pulmonar crónica relacionada con al bronquitis crónica o la EPOC. Asimismo, el 74,4 % eran fumadores o lo habían sido. La edad ha sido considerada por algunos autores como otro factor involucrado en la aparición de neumotórax postpunción. Hemos comprobado en nuestro estudio que la mayor incidencia del mismo se situó en grupos etarios mayores de 50 años. Este hecho puede tener una explicación lógica en la alta prevalencia de EPOC en este segmento de edad.

El número de pases fue un factor importante en la producción de neumotórax en nuestra experiencia. Mientras que con un solo pase, éste se produjo tan

sólo en el 8,2 % de las PAT, con tres pases se elevó su tasa a casi el 22 %. El tamaño y localización de la lesión también parecen ser factores influyentes.

Diversos autores han observado mayor número de neumotórax en las lesiones más pequeñas y profundas. Nosotros tuvimos mayor incidencia en lesiones pequeñas (entre 1 y 2 cm: 29,6 %) y de localización periférica (17,9 %).

Miller y Fish<sup>39, 40</sup> encuentran valor predictivo del riesgo de neumotórax en el tamaño y localización de la lesión pero no en el número de pases, es decir, la mayor tasa de neumotórax en lesiones pequeñas y centrales no sería debida a que en ellas se precisara un mayor número de pases.

Para explicar este sorprendente resultado conceden mayor importancia en la producción de neumotórax al tiempo de permanencia de la aguja en el tórax y a la acción de la punta sobre el parénquima pulmonar sano que al número de veces que se atraviesa la pleura.

Sin embargo, otros autores<sup>41</sup> llegan a pasar hasta seis veces una aguja de 25 G a través de otra introducida de 22 G que permanece en la pared torácica sin que aumente significativamente el porcentaje de neumotórax.

La valoración citológica inmediata de la calidad de las muestras, ha permitido reducir sensiblemente el número de neumotórax en alguna serie<sup>34</sup>, lo que constituye otra prueba de la importancia del número de pases. Otros autores no han mejorado significativamente su índice de complicaciones con evaluación citológica rápida precisamente porque ésta no ha conseguido disminuir el número de pases<sup>42</sup>.



Una posible explicación del menor índice de neumotórax en lesiones centrales observadas en nuestra serie y en otras<sup>43</sup> puede encontrarse en el hecho de que en las lesiones periféricas es más fácil obtener material patológico a la vez que más difícil su interpretación citológica, por la frecuencia de procesos inflamatorios acompañantes, lo que puede inducir a realizar en ellas un mayor número de pases.

El sistema de vigilancia de la aparición de neumotórax es otra cuestión importante sobre la que no existe acuerdo universal. La mayor parte de los autores americanos encuentran neumotórax tardíos de poca gravedad y en escaso número de pacientes, por lo que consideran suficiente un control radiológico inmediatamente después de terminar la biopsia y otro a las 3-4 horas o incluso antes<sup>2, 3, 35, 43-45</sup>.

De acuerdo con estos resultados, el ingreso del paciente con el único objetivo de efectuar la punción supondría un incremento innecesario del gasto hospitalario<sup>31, 46</sup>. Si hubiésemos aplicado estos criterios en nuestra serie, se habrían dejado de diagnosticar más de la cuarta parte de los neumotórax. Nuestros resultados, de acuerdo con Nahman y Berquist<sup>37, 47</sup>, aconsejan mayor cautela, sobre todo si se trata de grupos con edad media avanzada y elevada incidencia de EPOC.

La hemorragia pulmonar como complicación de la PAT puede exteriorizarse en forma de hemoptisis o manifestarse en los controles radiológicos posteriores como un infiltrado parenquimatoso localizado que a veces oculta la lesión biopsiada. El hemotórax es más raro que la hemoptisis y que la hemorragia parenquimatosas, aunque no en todas las series<sup>1</sup>.

El diseño y calibre de la aguja influyen notablemente en la tasa de complicaciones hemorrágicas, ya que con las primeras agujas de corte llegaba al 20-30 %. La hemorragia pulmonar era la principal responsable de una mortalidad que alcanzaba el 0,5 %, ligeramente inferior a la de la biopsia abierta<sup>12, 48, 49</sup>. Su incidencia en la literatura reciente, con el uso de agujas de aspiración, oscila entre el 1 %, con agujas de 22-23 G y el 8,4 %<sup>18</sup>, con agujas de 18 G, disminuyendo, por lo general, al hacerlo el calibre de la aguja<sup>4, 50</sup>.

Khouri<sup>3</sup> obtiene globalmente un 12,5 % de hemoptisis en su serie de 650 PAT usando calibres de 16 a 22 G, si bien se observa una clara relación con la experiencia del operador (21 % en las 300 primeras biopsias frente a 5 % en las 300 siguientes).

Nuestra tasa global de hemoptisis (1,3 %) puede considerarse baja, y aunque asciende al 3,2 % si consideramos exclusivamente la aguja Westcott y al 4,1 % con la Rotex, estos porcentajes resultan inferiores a los observados en otras instituciones con el mismo tipo de aguja<sup>30, 36, 37</sup>.

En nuestro estudio hemos constatado el número de veces que la técnica produjo dolor (4,9 %) y con qué agujas. La comodidad de un procedimiento diagnóstico para el paciente contribuye en gran medida a su aceptación entre la población que puede verse sometida a él y por tanto a su establecimiento y difusión.

Aunque en la literatura no se presta atención a este

aspecto, consideramos que supone una importante ventaja de la PAT sobre las demás técnicas de biopsia pulmonar.

En definitiva, la PAT se ha convertido en un procedimiento de gran utilidad al haber alcanzado una elevada eficacia diagnóstica con una aceptable tasa de complicaciones. El uso de agujas finas es posible gracias al desarrollo de la citopatología, que actualmente requiere muestras muy limitadas para establecer un diagnóstico fiable. El aumento de experiencia y mejor control de las complicaciones son otros factores que han aumentado su seguridad. De acuerdo con nuestros resultados, el tipo y calibre de la aguja, número de pases y existencia previa en el paciente de enfermedad pulmonar obstructiva o bronquitis crónica, son tres factores determinantes en el riesgo de aparición de neumotórax. Las hemorragias son raras y casi siempre autolimitadas, aunque constituyen la principal causa potencial de mortalidad.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Sargent EN, Turner AF, Gordonson J, Schwinn CP, Pashky D. Percutaneous pulmonary needle biopsy. Report of 350 patients. *Am J Roentgenol* 1974; 122:758-768.
- Lalli AF, McCormack LJ, Zelch M, Reich NE, Belovich D. Aspiration biopsies of chest lesions. *Radiology* 1978; 127:35-40.
- Khouri NF, Stitik FP, Erozan YS et al. Transthoracic needle aspiration biopsy of benign and malignant lung lesions. *AJR* 1985; 144: 281-288.
- Perlmutter LM, Johnston WW, Dunnick NR. Percutaneous transthoracic needle aspiration: A review. *AJR* 1989; 152:451-455.
- De Gregorio MA, Conget F, Marco R, Mainar A, Azúa J, Roca M. La punción aspirativa transthorácica (PAT) como método de diagnóstico en las enfermedades pulmonares. *Arch Bronconeumol* 1985; 21:150-154.
- Sinner WN. Complications of percutaneous transthoracic needle aspiration biopsy. *Acta Radiol* 1976; 17:813-828.
- Stanley JH, Fish GD, Andriole JG et al. Lung lesions: cytologic diagnosis by fine-needle biopsy. *Radiology* 1987; 162:389-391.
- Lauby VW, Burnett WE, Tyson RR, Rosemond GP. Value and risk of biopsy of pulmonary lesions by needle aspiration. Twenty-one years' experience. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1965; 49:159.
- Smith WG. Needle biopsy of lung. *Lancet* 1964; 2:318.
- Adamson JS, Bates JH. Percutaneous needle biopsy of the lung. *Arch Intern Med* 1967; 119:164-169.
- Meyer JE, Ferruci JT, Janower ML. Fatal complications of percutaneous lung biopsy. Review of the literature and report of a case. *Radiology* 1970; 96:47-48.
- Youmans CR, deGroot WJ, Marshall R, Moretin LB, Derric JR. Needle biopsy of the lung in diffuse parenchymal disease: an analysis of 151 cases. *Am J Surg* 1970; 120:637-643.
- McCartney RL. Hemorrhage following percutaneous lung biopsy. *Radiology* 1974; 112:305-307.
- Norenberg R, Claxton CP, Takaro T. Percutaneous needle biopsy of the lung: report of two fatal complications. *Chest* 1974; 66:216-218.
- Pearce JG, Patt NL. Fatal pulmonary hemorrhage after percutaneous aspiration lung biopsy. *Am Rev Respir Dis* 1974; 110:346-349.
- Roncoroni AJ. Fatal complication in percutaneous needle biopsy of the lung. *Chest* 1975; 68:388.
- Milner LB, Ryan K, Gullo J. Fatal intrathoracic hemorrhage



- after percutaneous aspiration lung biopsy. *AJR* 1979; 132:280-281.
18. Woolf CR. Applications of aspiration lung biopsy with a review of the literature. *Dis Chest* 1954; 25:286-301.
  19. Jameson JB. Aspiration biopsy of localized intrathoracic lesions. *Austral Radiol* 1970; 14:40-45.
  20. Westcott JL. Air embolism complicating percutaneous needle biopsy of the lung. *Chest* 1973; 63:108-110.
  21. Aberle DR, Gamsu G, Golden JA. Fatal systemic arterial air embolism following lung needle aspiration. *Radiology* 1987; 165:351-353.
  22. Cianci, Posin JP, Shimshak RR, Simshak RR, Singzon J. Air embolism complicating percutaneous thin needle biopsy of lung. *Chest* 1987; 92:749-751.
  23. Tolly TL, Feldmeler JE, Czarnecki D. Air embolism complicating percutaneous lung biopsy. *AJR* 1988; 150:555-556.
  24. Dutra FR, Geraci CL. Needle biopsy of lung. *JAMA* 1954; 155:21-24.
  25. Wolinsky H, Lischner MW. Needle track implantation of tumor after percutaneous lung biopsy. *Ann Intern Med* 1969; 71:359-362.
  26. Berger RL, Dargan EL, Huang BL. Dissemination of cancer cells by needle biopsy of the lung. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1972; 63:430-432.
  27. Naylor B. Dissemination of cancer cells after needle biopsy of lung. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1972; 64:324.
  28. Müller NL, Bergin CJ, Miller RR, Ostrow DN. Seeding of malignant cells into the needle tract after lung and pleural biopsy. *J Can Assoc Radiol* 1986; 37:192-194.
  29. Sargent EN, Turner AF. Emergency treatment of pneumothorax: a simple catheter technique for use in the radiology department. *AJR* 1970; 109:531-535.
  30. Westcott JL. Direct percutaneous needle aspiration of localized pulmonary lesions: results in 422 patients. *Radiology* 1980; 137:31-35.
  31. Stevens GM, Jackman RJ. Outpatient needle biopsy of the lung: its safety and utility. *Radiology* 1984; 151:301-304.
  32. Perlmutter LM, Braun SD, Newman GE et al. Transthoracic needle aspiration: use of a small chest tube to treat pneumothorax. *AJR* 1987; 148:849-851.
  33. Casola G, van Sonnenberg E, Keightley A, Ho M, Withers C, Lee AS. Pneumothorax: Radiologic treatment with small catheters. *Radiology* 1988; 166:89-91.
  34. Johnsrude IS, Silverman JF, Weaver MD, McConnell W. Rapid cytology to decrease pneumothorax incidence after percutaneous biopsy. *AJR* 1985; 144:793-794.
  35. Conces DJ, Clark SA, Tarver RD, Schwenck GR. Transthoracic aspiration needle biopsy: value in the diagnosis of pulmonary infections. *AJR* 1989; 152:31-34.
  36. House AJS, Thomson KR. Evaluation of a new transthoracic needle for biopsy of benign and malignant lung lesions. *Am J Roentgenol* 1977; 129:215-220.
  37. Nahman BJ, van Aman ME, McLemore WE, O'Toole RV. Use of the Rotex needle in percutaneous biopsy of pulmonary malignancy. *AJR* 1985; 145:97-99.
  38. Poe RH, Kallay MC, Wicks CM, Odoroff CL. Predicting risk of pneumothorax in needle biopsy of the lung. *Chest* 1984; 85:232-235.
  39. Fish GD, Stanley JH, Miller KS, Schabel SJ, Sutherland SE. Postbiopsy pneumothorax: estimating the risk by chest radiography and pulmonary function tests. *AJR* 1988; 150:71-74.
  40. Miller KS, Fish GB, Stanley JH, Schabel SJ. Prediction of pneumothorax rate in percutaneous needle aspiration of the lung. *Chest* 1988; 93:742-745.
  41. Williams AJ, Santiago S, Lehrman S, Popper R. Transcutaneous needle aspiration of solitary pulmonary masses: How many passes? *Am Rev Respir Dis* 1987; 136:452-454.
  42. Miller DA, Carrasco CH, Katz RL, Cramer FM, Wallace S, Charnsangavej C. Fine needle aspiration biopsy: the role of immediate cytologic assessment. *AJR* 1986; 147:155-158.
  43. Jereb M. The usefulness of needle biopsy in chest lesions of different sizes and locations. *Radiology* 1980; 134:13-15.
  44. Johnson RD, Gobien RP, Valicenti JF. Current status of radiologically directed pulmonary thin needle aspiration biopsy. An analysis of 200 consecutive biopsies and review of the literature. *Ann Clin Lab Sci* 1983; 13:225-239.
  45. Poe RH, Kallay MC. Transthoracic needle biopsy of lung in nonhospitalized patients. *Chest* 1987; 92:676-678.
  47. Berquist TH, Bailey PB, Cortese DA, Miller WE. Transthoracic needle biopsy. Accuracy and complications in relation to location and type of lesion. *Mayo Clin Proc* 1980; 55:475-481.
  48. Krumholz RA, Mandredi F, Web JG, Rosenbaum D. Needle biopsy of the lung. Report on its use in 112 patients and review of the literature. *Ann Intern Med* 1966; 65:293-307.
  49. Zavala DC, Bedell GN. Percutaneous lung biopsy with a cutting needle. An analysis of 40 cases and comparison with other biopsy techniques. *Am Rev Resp Dis* 1972; 106:186-193.
  50. Herman PG, Hessel SJ. The diagnostic accuracy and complications of closed lung biopsies. *Radiology* 1977; 125:11-14.
  51. Pueyo I, Fernández F, Guzmán A et al. Punción aspiración pulmonar en carcinoma broncogénico. Estudio en 216 pacientes. *Radiología* 1981; 23:12-128.
  52. Van Sonnenberg E, Casola G, Ho M et al. Difficult thoracic lesions: CT-guided biopsy experience in 150 cases. *Radiology* 1988; 167:457-461.
  53. Conces DJ, Schwenck GR, Doering PR, Glant MD. Thoracic needle biopsy. Improved results utilizing a team approach. *Chest* 1987; 91:813-816.
  54. Zornoza J, Snow J, Lukeman JM, Libshitz HI. Aspiration biopsy of discrete pulmonary lesions using a new thin needle. *Radiology* 1977; 123:519-520.
  55. Cáceres J. Técnica de radiología intervencionista y su aplicación. *Med Clin (Barc)* 1983; 81:634-639.
  56. Arntson TL, Boyd WR. Percutaneous biopsy using a safe, effective needle. *Radiology* 1978; 127:265.