

TRABAJO ORIGINAL

Efecto de los cambios posturales en las crepitaciones de pacientes con fibrosis quística versus fibrosis pulmonar. Comunicación preliminar

IGNACIO SÁNCHEZ D.*, RUTH WOLSTEIN**, DAN MCCARTHY** y HANS PASTERKAMP**

POSITION DEPENDENCE OF CRACKLES IN CYSTIC FIBROSIS AND PULMONARY FIBROSIS

Position dependence of crackles is noticed in patients with interstitial pulmonary fibrosis (IPF). In the lateral decubitus position (LDP), crackles may diminish in the upper lung or increase in the dependent lung. We hypothesized that different crackle mechanisms would lead to position dependence in IPF but not in Cystic Fibrosis (CF). We investigated this clinical finding by computerized sound analysis. Lung sounds over corresponding sites of the left and right lower lobes were recorded in 14 patients, 7 with CF and 7 with IPF, first in the sitting position, then the left and right LDP and again in the sitting position. In CF unilateral position dependence was observed in three patients. In IPF, position dependence was found in six patients, bilateral in four and unilateral in two. Our results suggest that position dependence is common in IPF but not in CF. This may be explained by different mechanism of crackle generation, i.e. increased lung recoil in IPF versus increased airway secretions in CF.

Key words: sound analysis, position dependence, crackles.

RESUMEN

La influencia de los cambios posturales en la generación de crepitaciones se ha demostrado en pacientes con Fibrosis Pulmonar (FP). En la posición decúbito lateral, las crepitaciones pueden disminuir en el pulmón superior o aumentar en el pulmón que queda en la parte inferior. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la dependencia postural de las crepitaciones en pacientes con Fibrosis Quística (FQ) y FP, a través del análisis computacional de los ruidos respiratorios. Se estudiaron 14 pacientes (7 con FQ y 7 con FP), a través de la grabación de los ruidos pulmonares, utilizando micrófonos de contacto en los lóbulos inferiores derecho e iz-

* Sección Respiratorio Pediátrico, Departamento de Pediatría, Pontificia Universidad Católica de Chile.

** Departamento de Pediatría, Universidad de Manitoba, Winnipeg, Canadá.

quierdo, primero en posición sentada, a derecha e izquierda en decúbito lateral y por último nuevamente en posición sentada. En pacientes con FQ la dependencia postural se observó en 3/7 pacientes, en cambio en FP se presentó en 6/7 pacientes, bilateral en 4 y unilateral en 2. Nuestros resultados sugieren que la dependencia postural de las crepitaciones es frecuente en FP pero no así en FQ. Lo cual se podría explicar porque existen diferentes mecanismos en la generación de crepitaciones, dentro de los que se destaca aumento de la retracción elástica pulmonar en FP versus el aumento de secreciones en la vía aérea en FQ.

INTRODUCCIÓN

Las crepitaciones son sonidos no musicales, cortos y explosivos, generalmente menores a 20 ms de duración¹. Las crepitaciones se presentan en diversas patologías restrictivas y obstructivas; en enfermedades con aumento de la producción de mucus, las crepitaciones serían producidas por movimiento de flujos de aire a través de las secreciones bronquiales. En enfermedades en que no hay aumento de secreciones, las crepitaciones se producen en áreas pulmonares con vías aéreas cerradas, y generalmente se ubican en las zonas inferiores, en donde la gravedad y el aumento de la retracción elástica se potencia para colapsar al pulmón². Las crepitaciones ocurren si la presión transpulmonar es suficiente para abrir las vías aéreas colapsadas. Fredberg y cols presentaron el modelo de crepitaciones que simula lo que se puede medir en el sujeto normal y con presencia de enfermedad³.

La dependencia postural de las crepitaciones se ha estudiado al evaluar el análisis respiratorio en posición supina, decúbito lateral y la posición sentada. En varias enfermedades puede existir una dependencia postural superior de las crepitaciones, que demuestra una disminución de las crepitaciones en el pulmón superior en la ubicación decúbito lateral, o un aumento en el pulmón inferior en esta misma posición. Lo anterior se ha demostrado en pacientes con Fibrosis Pulmonar.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de los cambios posturales en los crépitos generados en pacientes con Fibrosis Quística (FQ) vs Fibrosis Pulmonar (FP), a través del análisis acústico de grabaciones rea-

lizadas en la posición decúbito lateral y posición sentada. Nuestra hipótesis de trabajo fue que las crepitaciones en FQ presentarán menos influencia de la posición que en FP, ya que se originan en el aumento de secreciones bronquiales y no de un aumento de la retracción elástica pulmonar.

MATERIAL Y MÉTODO

Pacientes

Se estudiaron pacientes con el diagnóstico de Fibrosis Pulmonar y la presencia de crepitaciones a la auscultación que estaban en control regular en el Policlínico de Respiratorio del Health Sciences Centre, Winnipeg, Canadá. Se excluyeron los pacientes con enfermedades cardíacas, y los con otras patologías pulmonares (carcinoma bronquial, neumonía, etc). Además se estudió un grupo de pacientes con Fibrosis Quística en control en el Centro ambulatorio del Departamento de Pediatría de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Los pacientes con presencia de crepitaciones a la auscultación, fueron seleccionados para el estudio. Se obtuvo el consentimiento de los pacientes y sus padres (en los menores de edad); el estudio fue aprobado por los respectivos Comités de Ética de ambas instituciones.

Método

Se determinó el sitio donde las crepitaciones se escuchaban mejor en la auscultación clínica. En los pacientes con FQ, el sitio de la

grabación fue generalmente sobre el segmento superior de los lóbulos inferiores; en cambio en FP fue sobre los segmentos póstero-basales de los lóbulos inferiores. Los micrófonos fueron adheridos en región torácica de ambos lóbulos inferiores, utilizando cintas de electrodos doble-adhesivos (3M, USA). Los ruidos pulmonares fueron grabados en la posición sentada, luego en decúbito lateral izquierdo, decúbito lateral derecho y por último nuevamente sentado. El flujo aéreo fue simultáneamente medido en la boca durante la respiración tranquila. Los ruidos fueron grabados utilizando micrófonos de contacto (EMT 25C, Siemens Elema AB, Suecia), y se utilizó un neumotacógrafo # 3 Flesch con transductor de presión (Validyne, Northridge, California) para la medición de flujo aéreo. Las señales se almacenaron directamente en un computador personal (Compac Presario 486), realizando el análisis en un programa específicamente diseñado (RALE, Winnipeg, Canadá)⁵ el que incluyó filtrar las señales (2.400 Hz), previo a analizarlos a través de conversión análoga-digital (tarjeta 2831-G, Malboro, MA). La tasa de muestreo fue de 10.240 Hz para la señal de sonido y 320 Hz para el flujo. Se filtraron los sonidos sobre 80 Hz para reducir el ruido basal del músculo y corazón. En el fononeumograma, las señales de sonido se muestran como amplitud (volts) y tiempo (segundos), en las que

se agrega la señal de flujo (Figura 1); el almacenamiento de los datos permitió repetir la audición de las grabaciones con audífonos. La Figura 1 demuestra la expresión gráfica de una grabación de 18 segundos en un paciente con Fibrosis Pulmonar con las señales de amplitud y frecuencia en el fononeumograma a derecha.

La expansión del tiempo de base fue utilizada en la identificación y cuantificación de las crepitaciones (Figuras 2a y 2b). Las crepitaciones fueron identificadas si: a) la amplitud de la señal demostró un alza abrupta, aumentando el ruido basal en un 100%; b) si no se auscultó crepitación en la grabación, no se marcó su presencia, a pesar de que las ondas de sonidos hubiesen señales que sugirieran crepitaciones; c) si las crepitaciones fueron tan abundantes que era muy difícil distinguirlos por el oído humano, cada evento que demostró un alza abrupta sobre el ruido basal fue marcado.

En un mínimo de 4 ciclos respiratorios, las crepitaciones fueron clasificadas cuantitativamente como "ninguna", si hubo 0, "pocas" si hubo menos de 5, "moderadas" entre 5-15 y "abundantes" si hubo más de 15 crepitaciones. La grabación durante la primera posición sentada fue utilizada como valor basal, para compararlas con las posiciones decúbito-lateral. La grabación de la posición sentada final, entregó información con respecto a la variabilidad inmediata del registro.

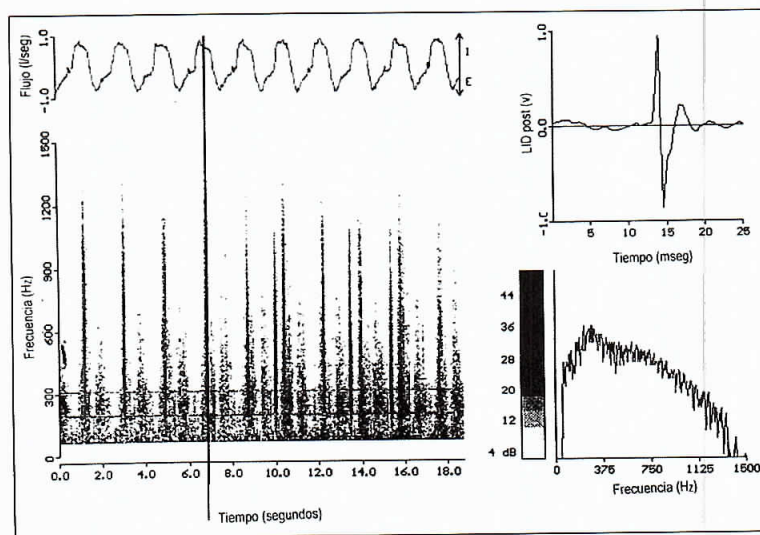


Figura 1. Representación esquemática de la grabación de 18 segundos en el lóbulo inferior derecho, posición sentada, de un paciente con Fibrosis Pulmonar. Se presenta flujo (l/s), frecuencia (Hz) y tiempo (s). La barra destaca 25 ms que se presentan en los 2 gráficos laterales (amplitud arriba y frecuencia abajo). La curva superior demuestra la crepitación, y abajo se expresa el espectro de sonido del segmento de tiempo total (25 ms).

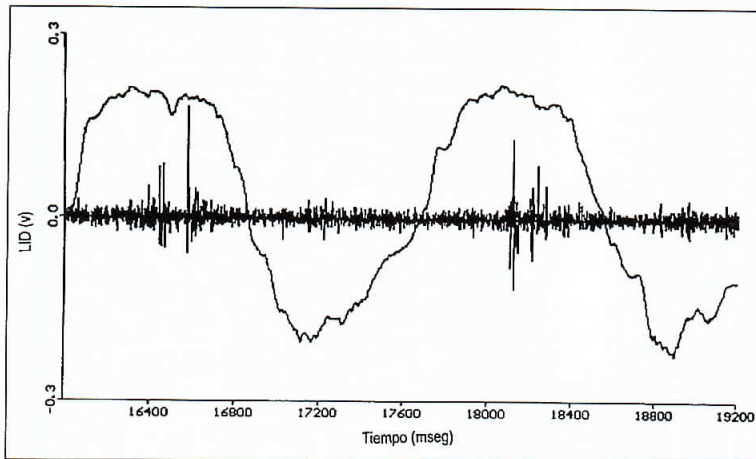


Figura 2a. Representación de las crepitaciones en relación al flujo respiratorio, que demuestra que las señales acústicas se presentan en la porción media del flujo inspiratorio. Eje vertical: LID= medición acústica realizada en el lóbulo inferior derecho; v = volumen en litros.

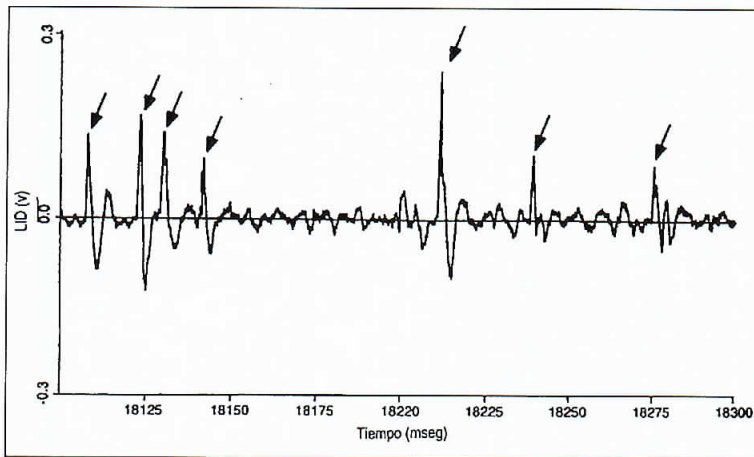


Figura 2b. Representación de tiempo expandida en 200 milisegundos en un paciente con Fibrosis Quística. Las crepitaciones están indicadas en flechas. LID= medición acústica realizada en el lóbulo inferior derecho; v = volumen en litros.

RESULTADOS

Catorce pacientes participaron en el estudio, siete en cada categoría diagnóstica (Tabla 1). Uno de los siete pacientes con FQ tuvo enfermedad avanzada, y la grabación se detuvo luego de la posición decúbite lateral derecha, debido a paroxismos de tos. Debido a lo anterior, este paciente se presenta con sólo la primera posición sentada. La Tabla 1 detalla las características de los pacientes.

Seis de los 7 pacientes con FP tuvieron crepitaciones bilaterales, y un paciente tuvo crepitaciones localizadas en la región lateral decúbite derecha. Seis de los siete pacientes portadores de FQ tuvieron crepitaciones bilaterales, mientras que un paciente tuvo crepitaciones localizadas en la posición sentada.

En FP, el número de crepitaciones observadas en la posición sentada (2ª grabación), luego de realizadas las maniobras posturales no presentó modificaciones en 6 pacientes, con un paciente que cambió de categoría 0 a 1 en el pulmón derecho. En FQ, tres pacientes demostraron cambios en el número de crepitaciones finales, comparado con la posición sentada inicial. Un paciente tuvo un aumento en una categoría en los dos lados, y una disminución en una categoría se presentó en 2 pacientes, sobre el pulmón derecho a izquierdo, respectivamente.

La dependencia postural fue el hallazgo más común en FP, y la no dependencia postural fue lo más frecuentemente encontrado en FQ. (Figura 3). Dependencia postural paradójica, con aumento de las crepitaciones en el pulmón

Tabla 1. Características clínicas de los pacientes con fibrosis quística (n=7) y fibrosis pulmonar (n=7)

Fibrosis Quística	Edad (años)	Sexo		CVF (%)	VEF ₁ (%)	VEF ₁ /CVF (%)
1	12	M		70	53	62
2	14	F		55	41	52
3	11	F		40	32	68
4	17	M		44	43	70
5	21	M		28	20	51
6	16	M		62	55	72
7	15	F		58	48	69

Fibrosis Pulmonar	Edad (años)	Sexo	Diagnóstico etiológico (biopsia)	CVF (%)	VEF ₁ (%)	VEF ₁ /CVF (%)
1	63	M	Artritis reumatoide	22	20	81
2	43	F	Esclerodermia	42	40	80
3	70	F	Esclerodermia	18	12	71
4	56	F	Sarcoidosis	35	38	81
5	78	M	Fibrosis pulmonar idiopática	24	26	80
6	27	F	Fibrosis pulmonar idiopática	48	35	75
7	77	F	Fibrosis pulmonar idiopática	35	28	70

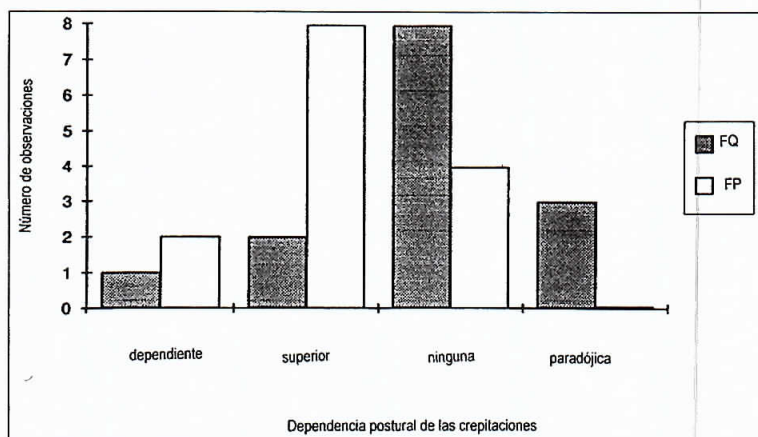


Figura 3. Dependencia postural de los pacientes con FQ y FP. Se observa que en la mayoría de los pacientes con FP, hay dependencia postural superior, lo que no se observa en el grupo de FQ, en donde se concentran los hallazgos de dependencia paradójica.

superior, o disminución de las crepitaciones en el pulmón inferior en la posición decúbito lateral fue encontrado sólo en FQ. Ambos grupos tuvo un paciente que no respondió a un cambio posicional.

DISCUSIÓN

Este estudio sugiere que los cambios posturales producen un efecto en la presencia

de crepitaciones en pacientes con Fibrosis Pulmonar, y no en los con Fibrosis Quística. En FP la observación más frecuente fue la disminución de las crepitaciones en el pulmón superior en la posición decúbito lateral. Estos hallazgos son compatibles con lo publicado por Forsacs², que lo describió en pacientes con alveolitis fibrosante. Nath y Capel^{6,7} demostraron que en determinadas posiciones las crepitaciones se silenciaban.

Existen publicaciones que demuestran la de-

pendencia postural de las crepitaciones en pacientes con distrés respiratorio agudo no cardiogénico, enfermedad pulmonar obstructiva, y falla cardíaca congestiva^{8,9}. En las situaciones clínicas que existe una disminución de la distensibilidad por el mayor contenido de líquido en los pulmones que está influenciado por la gravedad, se produce una deflación del pulmón inferior o dependiente. La respuesta paradójica sólo se encontró en pacientes con FQ, con un aumento en las crepitaciones en el pulmón superior en un paciente, y disminución en el pulmón inferior en 2 de ellos. El pulmón superior tiene vías aéreas más grandes en su diámetro, comparados con el pulmón inferior o dependiente^{11,12}. Con estos resultados sugerimos que el flujo aéreo a través de las secreciones bronquiales se facilita en las vías aéreas comparativamente mayores en el pulmón superior, con el consiguiente aumento en la presencia de crepitaciones. Sin embargo, el hallazgo más frecuente en FQ, fue la ausencia de cambios en el número de crepitaciones en la posición decúbito lateral, comparada con la medición basal. Según nuestro conocimiento de la bibliografía, no existen comunicaciones previas que demuestren influencia del cambio postural en estos pacientes.

Para establecer la dependencia postural de las crepitaciones, se estableció el valor basal en la posición sentada, estos ruidos fueron más consistentes y estables en pacientes con FP al compararlos con FQ, presentando mayor cambio entre las 2 mediciones sentados estos últimos pacientes. La variabilidad en un corto período de tiempo, en relación a las crepitaciones en FQ no ha sido publicada previamente.

La forma acústica de presentación de las crepitaciones incluye una deflexión inicial pequeña, seguida de dos o más deflexiones positivas y negativas¹⁷. En nuestro estudio, las crepitaciones a menudo se presentaron sin una clara deflexión negativa inicial. Esto ha sido también descrito por Katila y cols⁴, quienes encontraron una deflexión monopolar única en la mayoría de las crepitaciones. Debido a lo anterior, decidimos identificar las crepitaciones por su deflexión mayor¹⁸.

Varios autores han sugerido una relación entre la presencia de crepitaciones y la severi-

dad de la fibrosis pulmonar intersticial; utilizando la medición de las presiones transpulmonares y volúmenes similares durante ciclos respiratorios sucesivos^{6,7,13}. Epler y cols¹⁴ describieron una correlación significativa entre la presencia de crepitaciones en la auscultación y la disminución en la capacidad de difusión y CVF. Sin embargo, ellos no evaluaron las modificaciones en relación a la dependencia postural. La pérdida de las modificaciones en las crepitaciones puede indicar un aumento en la severidad de la enfermedad. Se ha demostrado que en etapas tempranas de fibrosis pulmonar, las crepitaciones son abolidas o modificadas con cambios posturales, pero que en etapas más tardías, éstas se hacen independientes de la posición^{6,7,15}.

En nuestro estudio, simplemente identificamos las crepitaciones por criterio de amplitud; otros autores han utilizado las mediciones de las ondas acústicas, y han encontrado diferencias significativas en la forma de las crepitaciones durante la evolución de una neumonía¹⁹ y al compararlas con las que se presentan en pacientes con Limitación Crónica del Flujo Aéreo, bronquiectasias, FP y falla cardíaca congestiva²⁰. Estas mediciones no fueron el objetivo de nuestro estudio. Sin embargo, pueden ser una herramienta muy útil para determinar la enfermedad que está detrás de las crepitaciones, en particular si se puede evaluar estas mediciones en conjunto con la presencia de la dependencia postural.

En resumen, nuestros resultados indicarían que la dependencia postural de las crepitaciones es distinta en FQ y FP, probablemente debido a diferentes mecanismos en la producción de crepitaciones. Estos hallazgos sugieren que a través del análisis computacional de los ruidos respiratorios se puede aportar mayor información en la evaluación de diferentes enfermedades respiratorias.

REFERENCIAS

- 1.- MURPHY R L H. Discontinuous adventitious lung sounds. *Semin Respir Med* 1985; 3: 210-9.
- 2.- FORGACS P. Crackles and wheezes. *Lancet* 1967; 2: 203-5.
- 3.- FREDBERG J J, HOLFORD S K. Discrete lung

- sounds: Crackles (rales) as stress-relaxation quadrupoles. *J Acoust Soc Am* 1983; 73: 1036-46.
- 4.- KATILA T, PIIRILÄ P, KALLIO K, PAAJANEN E, ROSQVIST T, SOVIJÄRVI R A. Original waveform of lung sound crackles: a case study of the effect of high-pass filtration. *J Appl Physiol* 1991; 71: 2173-7.
 - 5.- PASTERKAMP H, CARSON C, DAIEN D, OH Y. Digital respirosonography. New images of lung sounds. *Chest* 1989; 96: 1405-12.
 - 6.- NATH A R, CAPEL L H. Inspiratory crackles and mechanical events of breathing. *Thorax* 1974; 29: 695-8.
 - 7.- NATH A R, CAPEL L H. Inspiratory crackles-early and late. *Thorax* 1974; 29: 223-7.
 - 8.- DAVIDSON F F, MURPHY R L H. Gravity dependence of crackles. *Computers in Critical Care and Pulmonary Medicine: Plenum Publishing Corporation* 1983; 279-85.
 - 9.- GILBERT V E. Detection of pneumonia by auscultation of the lungs in the lateral decubitus positions. *Am Rev Respir Dis* 1989; 140: 1012-6.
 - 10.- GAVRIELY N, NISSAN M, RUBIN A H E, CUGELL D W. Spectral characteristics of chest wall breath sounds in normal subjects. *Thorax* 1995; 50: 1292-1300.
 - 11.- KANEKO K, MILIC-EMILI J, DOLOVICH M B, DAWSON A, BATES D V. Regional distribution of ventilation and perfusion as a function of body position. *J Appl Physiol* 1966; 21: 767-77.
 - 12.- DOLFUSS R E, MILIC-EMILI J, BATES D V. Regional ventilation of the lung studied with boluses of 133 Xenon. *Respir Physiol* 1967; 2: 234-6.
 - 13.- DALMASSO F, GUARANE M M, SPAGNOLO R, BENEDETTO G, RIGHINI G. A computer system for timing and acoustical analysis of crackles: A study in cryptogenic fibrosing alveolitis. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1984; 20: 139-44.
 - 14.- EPLER G R, CARRINGTON C B, GAENSLER E A. Crackles (rales) in the interstitial pulmonary diseases. *Chest* 1978; 73: 333-9.
 - 15.- FORGACS P. The functional basis of pulmonary sounds. *Chest* 1978; 73: 399-405.
 - 16.- GAVRIELY N, NISSAN M, CUGELL D W, RUBIN A H E. Respiratory health screening using pulmonary function tests and lung sounds analysis. *Eur Respir J* 1994; 7: 35-42.
 - 17.- MURPHY R L H, HOLFORD S K, KNOWLER W C. Visual lung sound characterization by time-expanded waveform analysis. *N Eng J Med* 1977; 296: 968-71.
 - 18.- HOEVERS J, LOUDON R G. Measuring crackles. *Chest* 1990; 98: 1240-3.
 - 19.- PIIRILÄ P. Changes in crackle characteristics during the clinical course of pneumonia. *Chest* 1992; 102: 176-83.
 - 20.- PIIRILÄ P, SOVIJARVI A R, KAISLA T, RAJALA H M, KATILA T. Crackles in patients with fibrosing alveolitis, bronchiectasis, COPD and heart failure. *Chest* 1991; 99: 1076-83.
 - 21.- MAHAGNAH M, GAVRIELY N. Repeatability of measurements of normal lung sounds. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 149: 477-81.