



# ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EVOLUCION RADIOLOGICA Y DEL RECAMBIO DE GASES EN LA NEUMONIA BACTERIANA

P. MORALES MARIN, R. NAVARRO IVAÑEZ, V. MARCO MARTINEZ,  
D. NAUFFAL MANZUR, F. PLANAS COMERMA, B. AGÜERA PEREZ  
y E. BENLLOCH GARCIA

Servicio de Neumología. Departamento de Medicina Interna.  
Ciudad Sanitaria La Fe. Valencia.

En 25 pacientes con neumonía bacteriana no complicada, se ha estudiado la correlación entre la extensión radiológica inicial determinada por planimetría y la alteración del recambio gaseoso. La extensión radiológica de la neumonía ( $\bar{x} \pm sd$ ) fue  $19,5 \pm 12,6$  %; la  $PaO_2$   $74,0 \pm 9,8$  torr y la  $PA(A-a)O_2$   $36,1 \pm 9,9$  torr. No encontramos una correlación significativa entre la afectación radiológica inicial y el deterioro del recambio gaseoso; sin embargo, tomando como línea de separación de los casos analizados la mediana de la distribución de la extensión radiológica (17 %), vemos que el gradiente alvéolo-arterial era significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) en aquellos sujetos con afectación radiológica  $\geq 17$  %. En controles seriados de ambos parámetros llevados a cabo a los dos días, una semana, dos semanas, un mes y posteriormente cada mes hasta su normalización, la resolución radiológica precedió a la normalización gaseométrica significativamente ( $p < 0,01$ ). No se observó por otro lado relación entre el grado de extensión radiológica de la neumonía y el tiempo de resolución ( $r = 0,25$ ).

La existencia de zonas dispersas de inflamación y microatelectasias no visibles radiológicamente, justificarian estos hallazgos contribuyendo a la persistencia de alteraciones del intercambio gaseoso en el pulmón, en ausencia de condensación radiológica.

*Arch Bronconeumol 1984; 20:248-252*

## Introducción

A pesar de la abundante literatura existente sobre la neumonía bacteriana, son escasos los estudios referentes a la relación entre el tamaño de la neumonía y el grado de afectación del funcionalismo pulmonar.

Recibido el 12-1-1984 y aceptado el 24-7-1984.

Comparative study of the radiological evolution and gas interchange during bacterial pneumonia

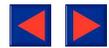
The correlation between the initial radiological extension and gas interchange alterations was studied in 25 patients with non-complicated bacterial pneumonia. Radiological extension was determined through planimetry.

Radiological extension was ( $\bar{x} \pm SD$ )  $19.5 \pm 12.6$  %;  $PaO_2$  was  $74.0 \pm 9.8$  torr and  $P(A-a)O_2$   $36.1 \pm 9.9$  torr. We did not find any significant correlation between the initial radiological affectation and the deterioration in gas interchange; however, if the mean distribution of the radiological extension (17 %) is taken as the dividing line, the alveolo-arterial gradient was significantly higher in patients with radiological affectation ( $p < 0.05$ ) ( $\geq 17$  %). In seried controls of both parameters taken over a two day period, one week, two weeks and one month, followed by a one-monthly control until normal levels were reached, radiological normalization took place before the gas interchange returned to normal ( $p < 0.01$ ).

No relationship was observed between the radiological extension of the pneumonia and the tome before interval before a return to normal ( $r = 0.25$ ).

The presence of dispersed areas of inflammation and microatelectasia which could not be radiologically detected, justifies these findings and would contribute to the persistence of the alterations in gas interchange in the absence of radiological condensation.

En estudios recientes de neumonías experimentales en perros, Mink et al<sup>1</sup>, han constatado una disminución de la capacidad pulmonar total proporcional al tamaño de la condensación, determinado en la necropsia, y un aumento del shunt venoarterial<sup>2</sup>. Por otro lado, Marshall y Christie<sup>3</sup>, demostraron la persistencia de alteraciones en la mecánica respiratoria meses después de la curación clínica, y Colp et al<sup>4</sup> asimismo, el mantenimiento



**TABLA I**  
Neumonía bacteriana. Afectación radiológica, PaO<sub>2</sub> y P(A-a)O<sub>2</sub> iniciales

Sujetos	Afectación %	PaO <sub>2</sub> torr	P(A-a)O <sub>2</sub> torr
1	16	64,5	46,0
2	7	72,5	29,0
3	39	55,0	43,8
4	49	74,5	41,8
5	25	58,3	58,6
6	10	82,7	33,1
7	26	67,2	46,2
8	5	82,0	41,9
9	15	71,0	40,1
10	18	86,0	28,8
11	35	53,5	49,1
12	40	60,3	46,2
13	11	81,7	22,7
14	19	79,7	34,7
15	8	81,0	26,7
16	—	83,0	27,4
17	11	83,4	33,6
18	9	71,0	38,5
19	24	80,4	29,9
20	6	74,9	37,4
21	25	81,5	30,4
22	9	74,6	27,8
23	5	72,8	29,6
24	39	88,4	20,4
25	17	70,1	42,4
$\bar{x}$	19,5	74,0	36,3
sd	12,6	9,8	9,3

de una hipoxemia tras la normalización del cortocircuito venoarterial, lo que indica que posiblemente la «restitutio ad integrum» quizá sea más lenta de lo que se cree e incluso, en algunos casos, no se logre totalmente dejando lesiones residuales.

En el presente estudio hemos analizado, en un grupo de pacientes con neumonía bacteriana, la afectación del recambio gaseoso pulmonar y la extensión radiológica de la misma, así como la evolución de ambos parámetros en el tiempo, con objeto de determinar: a) la relación existente entre la extensión radiológica de la neumonía y la magnitud de las alteraciones del intercambio gaseoso, y b) si la normalización radiológica y la del recambio gaseoso, van o no paralelas.

### Material y métodos

**Pacientes:** Se estudiaron 25 pacientes de procedencia extrahospitalaria, 17 varones y 8 mujeres, de edad media 29 años (rango de 8 a 65), 12 de ellos no fumadores. Los criterios de inclusión fueron: cuadro clínico y analítico compatible con el diagnóstico de neumonía bacteriana incluyendo serología vírica negativa, imagen radiológica de condensación alveolar localizada y ausencia de clínica de patología cardiorrespiratoria previa. Una vez dados de alta, se les sometió a una exploración funcional respiratoria con objeto de descartar la existencia de alteraciones funcionales previas que pudieran haber condicionado la evolución del intercambio gaseoso.

**Determinaciones analíticas:** Dentro de las primeras 24 horas del ingreso y a los dos días, una semana, dos semanas, un mes, y posteriormente cada mes hasta la normalización del recambio gaseoso, se practicaron las siguientes determinaciones con el pa-

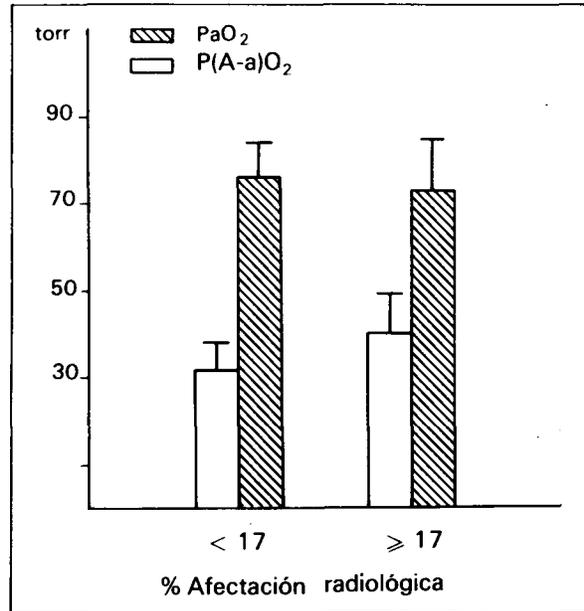


Fig. 1. Neumonía bacteriana. Correlación PaO<sub>2</sub> y P(A-a)O<sub>2</sub>, media ± sd, y porcentaje de afectación radiológica.

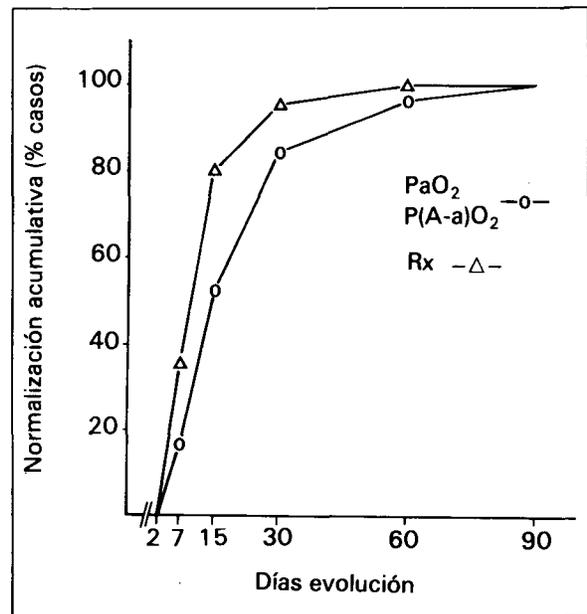


Fig. 2. Neumonía bacteriana. Normalización acumulativa de la radiología, PaO<sub>2</sub> y P(A-a)O<sub>2</sub>.

ciente sentado: gasometría arterial y gradiente alveoloarterial de oxígeno (P(A-a)O<sub>2</sub>). Asimismo se realizaron radiografías de tórax en proyecciones póster anterior y lateral (distancia estándar 1,35 m), a los mismos intervalos, hasta la regresión completa de las imágenes de condensación.

Los gases en sangre arterial y el pH se determinaron por duplicado en un analizador IL 213-217.

La determinación del gradiente alveoloarterial de oxígeno fue realizada con el paciente respirando aire ambiente, a través de una válvula unidireccional (Hans Rudolph, espacio muerto 14 ml) y una válvula en T (Collins) que permitía el paso del mismo hacia una bolsa de látex de 120 litros de capacidad. Tras el lavado de la bolsa por triplicado con el aire espirado, éste se re-

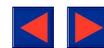


TABLA II

## Neumonía bacteriana. Curso evolutivo de los parámetros determinados

	PaO <sub>2</sub>	PaCO <sub>2</sub>	pH	P(A-a)O <sub>2</sub>	VO <sub>2</sub>	VCO <sub>2</sub>	R	D(A-a)O <sub>2</sub>
Inicial	74,0 ± 9,8	33,1 ± 4,6	7,46 ± 0,03	109,1 ± 5,8	275,2 ± 15,7	221,6 ± 14,2	0,80 ± 0,01	35,1 ± 9,9
2 días	76,8 ± 9,9	32,8 ± 5,0	7,47 ± 0,03	111,2 ± 7,1	275,5 ± 12,8	223,6 ± 10,6	0,81 ± 0,02	33,9 ± 9,2
1 semana	83,4 ± 9,9	32,7 ± 7,4	7,44 ± 0,03	109,1 ± 4,9	263,9 ± 16,3	214,2 ± 13,4	0,81 ± 0,01	26,4 ± 9,9
2 semanas	90,7 ± 8,3	34,5 ± 4,1	7,42 ± 0,02	107,7 ± 6,0	259,6 ± 8,4	211,8 ± 9,5	0,80 ± 0,02	17,6 ± 8,7
1 mes	93,6 ± 9,2	35,0 ± 3,8	7,38 ± 0,01	108,2 ± 6,2	255,3 ± 10,9	205,8 ± 9,9	0,80 ± 0,01	11,9 ± 7,6
2 meses	96,4 ± 6,8	33,0 ± 2,7	7,37 ± 0,01	109,9 ± 6,3	254,1 ± 2,6	206,6 ± 2,1	0,80 ± 0,00	13,5 ± 9,9
3 meses*	90,8	40,3	7,36	101	252,5	204,5	0,8	10,2

Los valores se expresan como media ± desviación estándar. \* 1 caso.

cogió durante 5 minutos; en el último minuto se obtuvo una muestra de sangre arterial por lo menos durante seis ciclos respiratorios, de una arteria radial previamente anestesiada mediante infiltración local con lidocaína. El volumen del aire espirado se midió vaciando el contenido de la bolsa en un espirómetro de 350 litros de capacidad y la concentración de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> en la bolsa, mediante analizadores apropiados (Beckman OM-11 para O<sub>2</sub> y Beckman LB-2 para CO<sub>2</sub>), previamente calibrados con gases de composición conocida según análisis por triplicado en un microanalizador de gases Scholander. La formulación utilizada fue tomada de Cotes<sup>5</sup>.

La extensión radiológica inicial de la neumonía se calculó mediante planimetría, midiendo el área pulmonar en las proyecciones póstero-anterior y lateral según el método de Harris et al<sup>6</sup> y de igual forma el área de condensación, estimando así el porcentaje afecto. Los valores se ajustaron en todos los casos al valor promedio obtenido en la medida efectuada por duplicado por dos personas cualificadas. La variación en la misma fue inferior a un 10 %.

La exploración funcional respiratoria, tras la curación de la neumonía, consistió en la determinación de los volúmenes pulmonares, incluido el volumen residual por el método de dilución de helio en circuito cerrado y un espirograma forzado mediante un espirómetro de agua (Mijnhardt) de 9 litros de capacidad.

Los valores normales teóricos utilizados para la PaO<sub>2</sub> fueron los de Raine y Bishop<sup>7</sup> y para el gradiente alveolar de O<sub>2</sub> los de Mellegaard<sup>8</sup>. Los parámetros de normalidad de la exploración funcional fueron tomados de Morris et al<sup>9</sup> y Goldman y Becklake<sup>10</sup>.

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizaron el test t de Student para muestras pareadas y el de comparación de porcentajes para pequeñas muestras<sup>11</sup>.

## Resultados

En la tabla I queda reflejado el porcentaje de afectación radiológica, la PaO<sub>2</sub> y P(A-a)O<sub>2</sub> iniciales en los diferentes casos analizados. Al considerar el grupo globalmente no se observó una relación significativa entre la extensión radiológica de la neumonía y la P(A-a)O<sub>2</sub>. No obstante, al separar los casos en dos grupos según la afectación radiológica, tomando como línea de separación la mediana de la distribución (en nuestro estudio el 17 %), vemos que la media de los enfermos con afectación mayor o igual al 17 %, tenían una P(A-a)O<sub>2</sub> significativamente mayor que la de aquellos en que la extensión radiológica era menor ( $p < 0,05$ ) y una PaO<sub>2</sub> menor aunque no estadísticamente significativa, tal como se muestra en la figura 1.

En la tabla II se muestran los datos evolutivos correspondientes a los distintos parámetros recogidos. Los valores iniciales y los obtenidos a los dos días no señalan diferencias significativas entre sí.

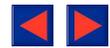
En 11 casos la radiología se normalizó antes que el recambio gaseoso, en 13 de forma simultánea y en uno en un control posterior. Como puede verse en la figura 2, considerado el grupo en conjunto, encontramos que la normalización radiológica precedió a la de los otros parámetros significativamente ( $p < 0,01$ ). Como es lógico la PaO<sub>2</sub> y P(A-a)O<sub>2</sub> evolucionaron de forma similar, normalizándose ambos entre la primera semana y tres meses.

No se observó relación entre el grado de extensión de la neumonía y el tiempo de resolución de la misma ( $r = 0,25$ ).

La espirografía practicada al final del seguimiento de los pacientes fue normal en todos los casos (capacidad vital  $\bar{x}$ : 92 %; VEMS  $\bar{x}$ : 89 %; volumen residual  $\bar{x}$ : 102 %), excepto en uno que evidenció un patrón obstructivo de grado ligero.

## Discusión

Aunque en el conjunto de pacientes estudiados, no se observaron diferencias significativas entre el tamaño radiológico inicial de la neumonía y la magnitud de las alteraciones en el recambio gaseoso, ateniéndonos a los valores obtenidos en los dos subgrupos analizados segregados según la mediana de la distribución, puede decirse que, en términos generales, a una mayor extensión radiológica le suele corresponder un mayor deterioro en el intercambio gaseoso, no pudiendo sin embargo predecirse éste con el único apoyo de la radiología. Esta mala correlación se debe sin duda a que las imágenes radiológicas no son fiel reflejo de la extensión anatómica de la neumonía y que en muchos casos, deben haber lesiones inflamatorias y microatelectasias que no originan opacidades susceptibles de poder dar imágenes patológicas de condensación en la radiología. Estos resultados difieren de los obtenidos por Colp et al<sup>4</sup>, quienes, en su serie de 12 pacientes, afirman que existe una



buena correlación entre el grado de hipoxemia y el tamaño radiológico de la neumonía, aún cuando no aporten datos que puedan sustentar esta afirmación.

Mientras que el mecanismo de la hipoxemia en las neumonías es fundamentalmente la existencia de un corto-circuito venoarterial en la zona de condensación<sup>2,12-17</sup>, estas otras zonas no visibles en la radiología contribuirían a la hipoxemia al originar áreas de bajo cociente ventilación/perfusión, que tendrá mayor o menor importancia según la localización de las lesiones en cuanto al índice fisiológico de ventilación/perfusión de la zona afectada<sup>13,18,19</sup>. Por tanto, el juzgar la importancia y gravedad de una neumonía por la extensión radiológica, puede conducir a error y el estudio del intercambio gaseoso en el pulmón, por lo menos en su forma más simple de una gasometría, debe hacerse de forma habitual. El tamaño radiológico de la neumonía, no sólo tiende a infraestimar la magnitud de la alteración del recambio gaseoso, sino también las modificaciones de los volúmenes pulmonares y de la mecánica respiratoria<sup>1,4,20</sup>.

El tiempo de resolución radiológica observado en nuestra serie de neumonías bacterianas no complicadas, es similar al descrito en otras series<sup>21</sup>, con aproximadamente un 80 % de ellas resueltas dentro de los primeros 15 días de evolución y casi el 100 % al cabo de un mes. Esto no sucede en otro tipo de neumonías, particularmente cuando asientan en pacientes con patología subyacente o alteraciones pulmonares previas<sup>21-23</sup>. Sin embargo, la normalización del recambio gaseoso fue más lenta en casi la mitad de los casos, persistiendo alterado incluso a los dos meses en un 16 % de ellos. A los tres meses todos se habían normalizado sin poder precisar con exactitud el tiempo de normalización, ya que no se practicaron estudios intermedios entre el segundo y el tercer mes.

La persistencia de alteraciones residuales en el intercambio gaseoso durante un período prolongado en algunos enfermos así como su secuencia evolutiva, coincide con las observaciones de Colp et al<sup>4</sup> que realizaron determinaciones de difusión (DLCO), PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub> y shunt venoarterial absoluto inicialmente y a intervalos variables, encontrando en todo ellos una disminución en la difusión e hipoxemia y en seis aumento del shunt venoarterial. En nuestro estudio no hemos determinado la alteración en la DLCO ni el shunt intrapulmonar, datos fundamentales en el conocimiento adecuado del mecanismo de la hipoxemia, por considerar que desbordaba las pretensiones sobre todo clínicas del mismo.

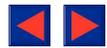
Marshall y Christie<sup>3</sup>, en su estudio de la mecánica ventilatoria en la neumonía lobar, en pacientes previamente sanos, comprobaron una disminución en la compliance pulmonar sin relación con el grado de afectación radiológica, atribuyendo este hallazgo a la existencia de alteraciones paren-

quimatosas difusas. No obstante, el no relacionar la disminución de la compliance con la FRC en cada situación, hace difícil la interpretación de los resultados. Mink et al<sup>1</sup> corroboraron estos hechos en perros, demostrando efectivamente una reducción.

Todo esto podría explicar esa disminución de la capacidad para el esfuerzo que presentan muchos sujetos, tiempo después de la curación clínica de la neumonía. En resumen, pues, la correlación entre el tamaño radiológico de una neumonía y la alteración que origina en el recambio gaseoso es bastante pobre y, por tanto, no debe inferirse del estudio radiológico la magnitud del trastorno que origina. Por otro lado, en un número importante de casos, la resolución de las imágenes radiológicas precede a la normalización del intercambio gaseoso, en ocasiones por meses. Todo ello debido probablemente a la existencia de zonas de inflamación bronquiolar y de microatelectasias no visibles radiológicamente y que tardan más tiempo en curar.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Mink SN, Light RB, Wood LDH. Effect of pneumococcal lobar pneumonia on canine lung mechanics. *J Appl Physiol* 1981; 50:283-291.
2. Light RB, Mink SN, Wood LDH. Pathophysiology of gas exchange and pulmonary perfusion in pneumococcal lobar pneumonia in dogs. *J Appl Physiol* 1981; 50:524-530.
3. Marshall R, Christie RV. The visco-elastic properties of the lungs in acute pneumonia. *Clin Sci* 1954; 13:403-408.
4. Colp CR, Park SS, Williams MH. Pulmonary function-studies in pneumonia. *Am Rev Respir Dis* 1962; 85:808-815.
5. Cotes JE: Lung function. Assessment and application in medicine 4<sup>th</sup> ed, London, Blackwell Scientific Pub 1979; 198.
6. Harris TR, Pratt PC, Kilburn KH. Total lung capacity measured by roentgenograms. *Am J Med* 1971; 50:756-763.
7. Raine JM, Bishop JM. A-a difference in O<sub>2</sub> tension and physiological dead space in normal man. *J Appl Physiol* 1963; 18:284-288.
8. Mellemegaard K. The alveolar-arterial oxygen difference: its size and components in normal man. *Acta Physiol Scand* 1966; 67:10-20.
9. Morris JF, Koski A, Johnson LC. Spirometric standards for healthy nonsmoking adults. *Am Rev Respir Dis* 1971; 103:57-67.
10. Goldman HI, Becklake MR. Respiratory function tests. Normal values at median altitudes and the prediction of normal results. *Am Rev Tuberc* 1959; 79:457-467.
11. Wonnacott TH, Wonnacott RJ. Introducción a la estadística. Mexico, Editorial Limusa 1979.
12. Benson H, Akbarian M, Adler LN, Abelmann WH. Hemodynamic effects of pneumonia. *J Clin Invest* 1970; 49:791-798.
13. Davidson FF, Glazier JB, Murray JF. The components of the alveolar-arterial oxygen tension difference in normal subjects and in patients with pneumonia and obstructive lung disease. *Am J Med* 1972; 52:754-762.
14. Goldzimmer EL, Wagner PD, Moser KM. Sequence of ventilation/perfusion alterations during experimental pneumococcal pneumonia in the dog. *Chest* 1973; 64:394-395.
15. Goldzimmer EL, Konopka RG, Moser KM. Reversal of



the perfusion defect in experimental canine lobar pneumonia. J Appl Physiol 1974; 37:85-91.

16. Hiser W, Penman RW, Reeves JT. Preservation of hypoxic pulmonary pressor response in canine pneumococcal pneumonia. Am Rev Respir Dis 1975; 112:817-822.

17. Kyellman B. Regional lung function studies with XE<sup>133</sup> in children with pneumonia. Acta Paediatr Scand 1976; 56:467-476.

18. Mellemsgaard K. The mechanism of hypoxemia in lobar pneumonia. Scand J Resp Dis 1967; 48:109-116.

19. Wagner PD, Laravuso RB, Goldzimmer EL, Neumann PF, West JB. Distributions of ventilation-perfusion ratios in

dogs with normal and abnormal lungs. J Appl Physiol 1975; 38:1099-1109.

20. Binger CAL, Brow GR. Studies on the respiratory mechanism in lobar pneumonia. J Exp Med 1924; 39:677-705.

21. Stephen JJ, Johanson WG, Pierce AK. The radiographic resolution of *Streptococcus pneumoniae* pneumonia. N Engl J Med 1975; 293:798-801.

22. Israel HL, Weiss W, Eisenberg GM et al. Delayed resolution of pneumonias. Med Clin North Am 1956; 40:1291-1303.

23. Sullivan RJ, Dowdle WR, Marime WM et al. Adult pneumonia in a general hospital. Arch Intern Med 1972; 129:935-942.