

# Técnica, interpretación y valor indicativo de las pruebas de función pulmonar para el pronóstico largo de las enfermedades de los pulmones

*Doctor H. Herzog (Basilea)*

En los quince últimos años, y gracias al desarrollo de métodos exactos estandarizados, ha alcanzado considerable importancia la prueba de función de los pulmones para el diagnóstico, la terapéutica y el pronóstico. Si, anteriormente, la apreciación del transcurso de las enfermedades de larga duración de los órganos respiratorios se basaba principalmente en hallazgos anamnésticos, clínicos y radiológicos, hoy en día son decisivos para el control del éxito de la terapéutica y para la determinación del resultado a larga vista los datos fisiológicos pulmonares objetivos.

## **A) La importancia de los valores teóricos**

Como, prácticamente, toda enfermedad de los pulmones y del tórax afecta, en primer lugar, los volúmenes pulmonares, la repartición del aire sobre el parénquima pulmonar y la mecánica respiratoria, uno de los principios básicos principales para una apreciación uniforme de la capacidad pulmonar es la aplicación de valores teóricos fidedignos, concordantes y de fácil alcance,

para la función ventilatoria de los órganos respiratorios. En Europa, desde 1961 hasta hace poco se aplicaban para los volúmenes pulmonares los datos de Miller, Johnson y Nancy Wu, así como de Zehnder, que eran mayores en un 20 por 100 comparados con los antiguos valores teóricos de Baldwin, Cournand y Richards, porque ya no se referían a personas de pulmones sanos, pero hospitalizadas, sino a personas normales, activas corporalmente, que estaban ejerciendo su profesión. Hacia fines del año pasado, sin embargo, la Sección de Enfermedades Respiratorias de la Clínica Médica de la Universidad de Basilea publicó unos nuevos valores teóricos de volúmenes pulmonares y de capacidades mecánico-respiratorias, que se basan en reconocimientos sistemáticos de 1.500 personas sanas y activas de la industria basilense, y que en todas partes han encontrado una acogida muy favorable. Las ventajas principales de estos nuevos valores teóricos, frente a los de Miller y sus colaboradores, residen en que, en todos los parámetros, acusan una dispersión sensiblemente inferior a la de todos los valores teóricos conocidos hasta

ahora, los cuales, además, no manifiestan ninguna variación sensible entre los valores extremos y medianos de los valores relativos, como son la edad, talla y peso. Esta drástica limitación de la dispersión se logró principalmente sometiendo las mediciones obtenidas de personas normales al procedimiento estadístico del análisis multivariante hecho por una computadora electrónica IBM 360/50, procedimiento que en la mayoría de los casos arrojó, en lugar de líneas de regresión rectas, unas relaciones curvadas fuerte y variadamente, con la edad, talla y peso relativo.

El procedimiento del análisis multivariante se basa en la presuposición de que el valor medio se componga de la suma de influencias heterogéneas. De este modo, la capacidad vital (CV), por ejemplo, comprende una constante común o un valor básico de 3.877 mililitros, al cual se suman las influencias de sexo, edad, talla y peso relativo (figura 1). La influencia de estos cuatro valores relativos no transcurre de modo alguno en forma lineal, sino que acusa siempre y en todas partes una trayectoria fuertemente curvada. Así, la CV

aumenta entre la edad de quince y veinticinco años en apenas 700 mililitros, queda prácticamente constante hasta los cuarenta años, para luego bajar durante los quince años que siguen al valor de un joven de quince años. Con esto se alcanza el valor mínimo y la CV queda constante hasta la edad de setenta años (figura 2). El aumento de la CV está en razón directa a la talla. Aumentando la estatura de 145 a 195 centímetros aumenta en más de 3.000 mililitros la capacidad vital (figura 3). En cambio, influye en la CV sólo moderadamente el peso relativo. Las mediciones más favorables, sin embargo, se obtienen siendo el peso relativo entre el 90 y el 110 por 100. Disminuyendo el peso relativo al 70 por 100, disminuye en 40 mililitros la CV; el aumento al 125 por 100 la disminuye en 250 mililitros (figura 4). La CV de las mujeres es, en promedio, inferior en 900 mililitros a la de los hombres. La desviación diferencial entre el valor medido y la correspondiente pronosticación es de 603 mililitros. Por eso, el valor medido tiene que ser inferior en 1.300 mililitros al correspondiente valor teórico, para poder ha-



Figura 1.

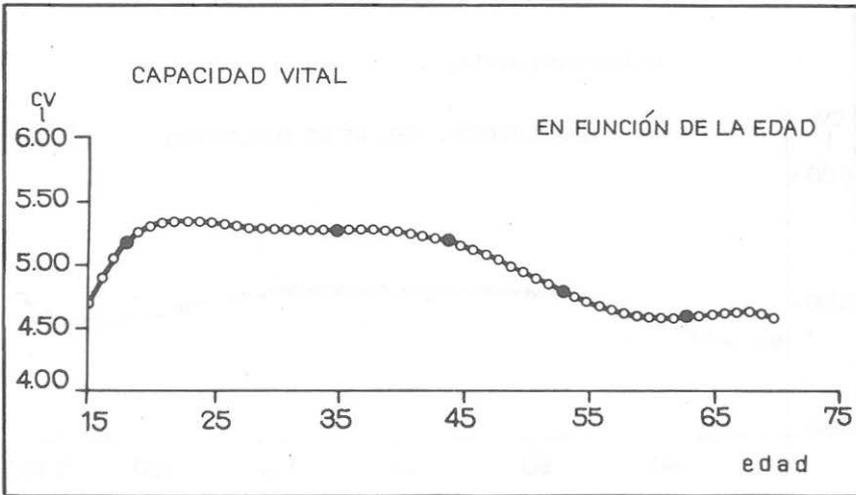


Figura 2.

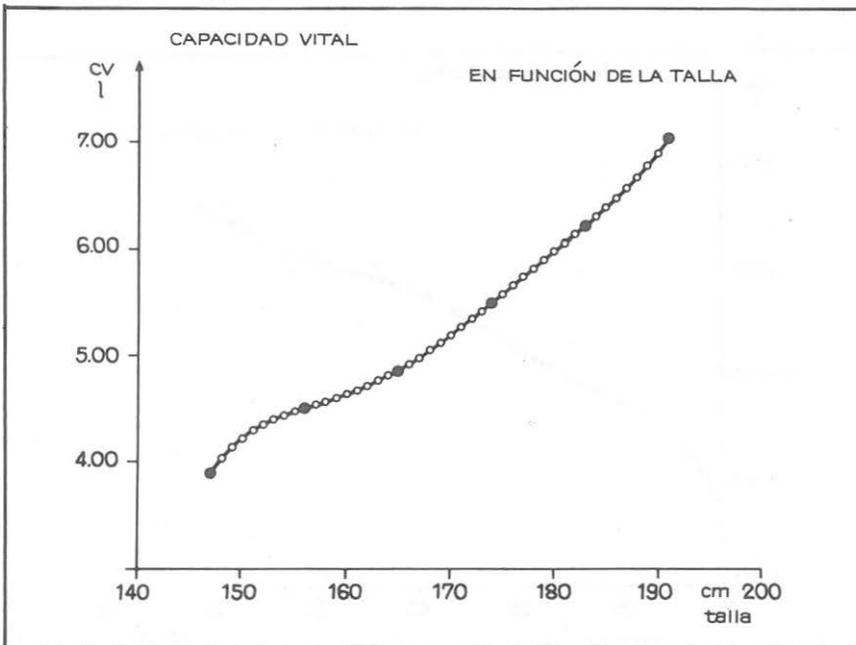


Figura 3.

blar con una seguridad del 95 por 100 de una capacidad vital disminuida desde el punto de vista patológico.

Nos llevaría demasiado lejos el querer exponer en este conjunto la dependencia que tienen de los referidos valores relativos los demás volúmenes pulmonares y valores mecánico-respiratorios. Cabe mencionar so-

lamente que, en cuanto al volúmen residual, no se han encontrado diferencias significativas entre ambos sexos y que este volúmen no depende linealmente de la edad (figura 5). La capacidad por segundo disminuye en algo más del 10 por 100 entre las edades de quince y setenta años. La disminución se hace acelerándose por

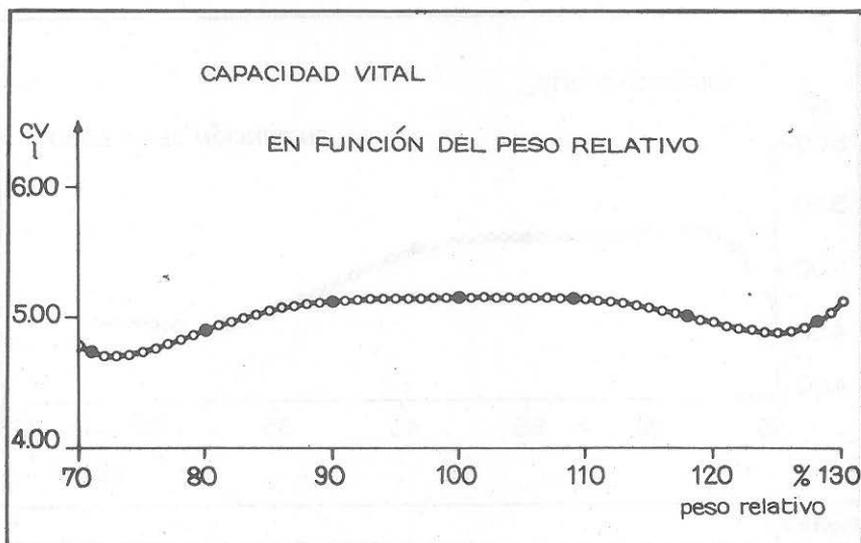


Figura 4.

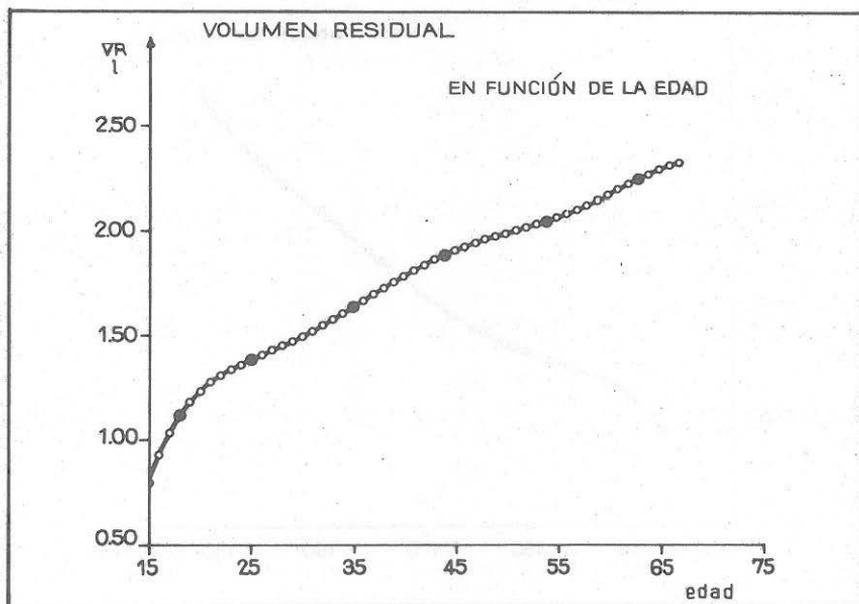


Figura 5.

brotos, primero, entre las edades de quince y cuarenta años y una segunda vez entre los cuarenta y cinco y setenta años (figura 6). Finalmente, nuestras investigaciones nos han permitido sacar la conclusión de que la resistencia de la corriente bronquial sea independiente de la edad y de la talla (figuras 7 y 8) y que esté influida solamen-

te por el sexo y el peso relativo del cuerpo (figura 9). Esto nos dio la prueba de que se han examinado personas realmente sanas, toda vez que por mucho tiempo se opinaba que constituía un hecho fisiológico determinado el aumento de la resistencia bronquial sobre la norma vigente en la juventud.

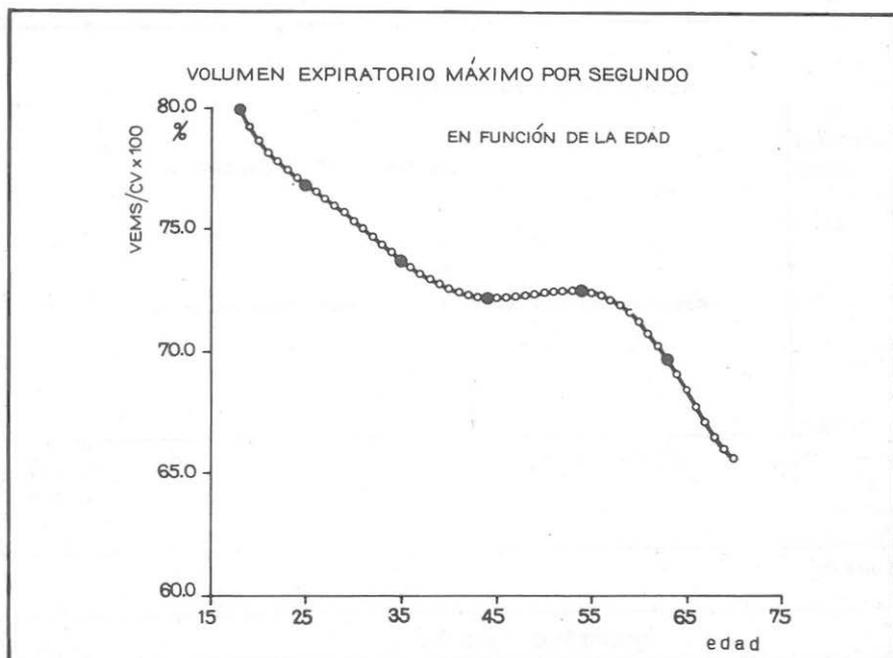


Figura 6.

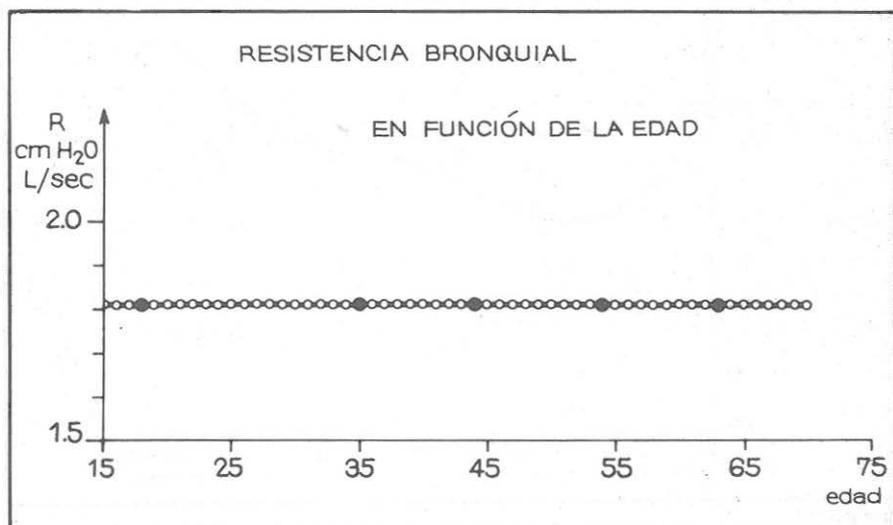


Figura 7.

### B) La práctica de la prueba de la función pulmonar

Para la ejecución práctica de la prueba de la función pulmonar se utilizan rutinariamente, en esta época, tanto la espirografía

como la pletismografía. Esta última tiene la enorme ventaja sobre la espirografía de ser más rápida en el desarrollo de los procesos de medición, lo que nos ha inducido a aprovechar la espirografía tan sólo para el control de nuestros resultados pletismográficos.

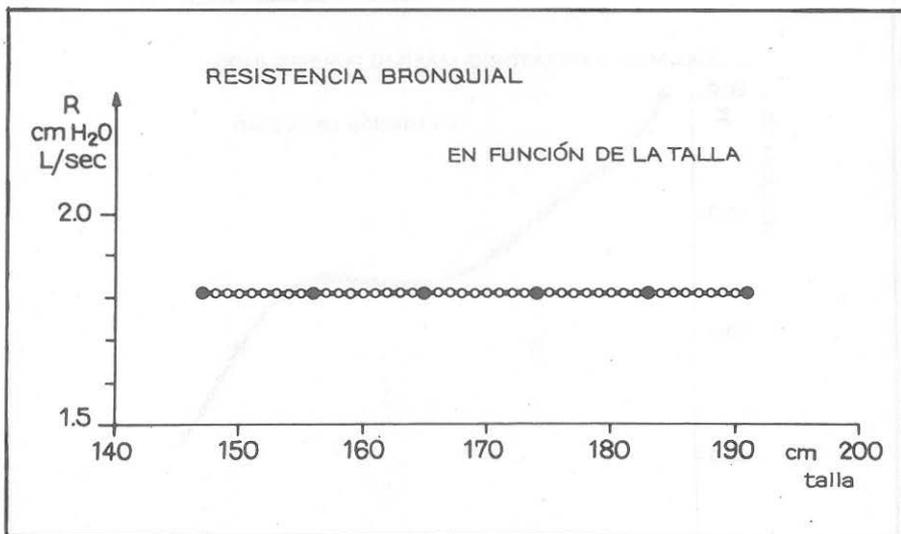


Figura 8.

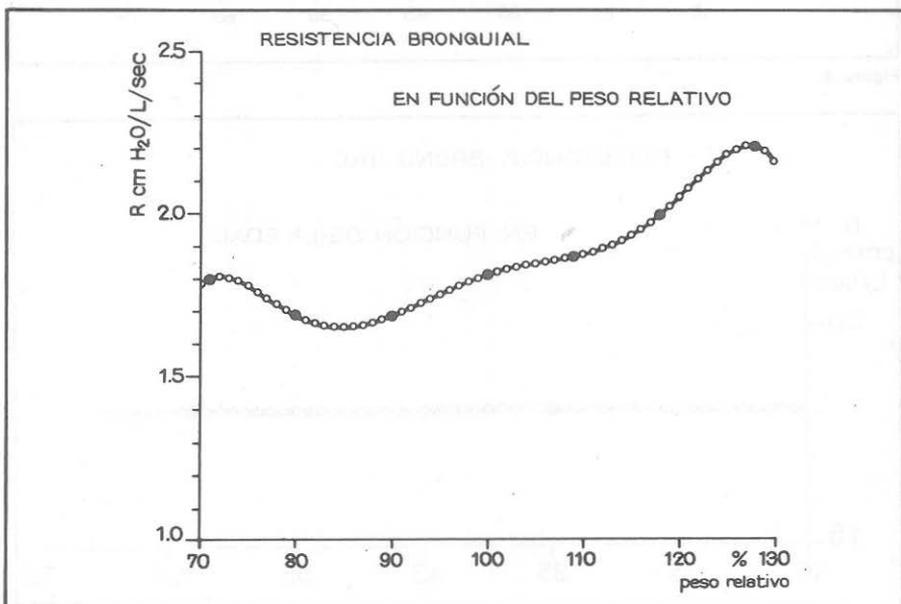


Figura 9.

### LOS VOLUMENES PULMONARES Y LA MECANICA RESPIRATORIA

Se determinan primeramente los volúmenes pulmonares, es decir, la capacidad vital, el volumen residual funcional, el volumen residual y la capacidad total junto con la capacidad por segundo y la resistencia

bronquial, y se repiten todas las mediciones tras un aerosol Alupent del 2 por 100, debiéndose seleccionar en cada caso, el mejor resultado de entre tres mediciones, puesto que repercuten en ellas también la cooperación del paciente, su buena voluntad y, además, cierta habilidad. A base de eventuales mejoras de los datos espiromé-

## ESPIROMETRÍA EN TRASTORNOS DE VENTILACIÓN OBSTRUCTIVA

SCH.M., M., ♀, 53 AÑOS

OPERACIÓN PREVISTA POR COLELITIASIS Y HERNIA HIATAL,  
ASMA BRONQUIAL.

	VALOR TEÓRICO	REPOSO	CON ALEUDRIN
CAPACIDAD VITAL (ML)	3100	2030	2450
VOLUMEN RESIDUAL (ML)	1270	2420	
(% DE LA CT)	29%	54%	
CAPACIDAD TOTAL (ML)	4370	4450	
TIEMPO DE MEZCLA DE HELIO	2-3'	10'	
VALOR LÍMITE DE RESPIRACIÓN (L/MIN)	93	33	54
CAPACIDAD/SEGUNDO (ML)	2330	710	1450
(% DE LA CT)	75%	35%	59%

Figura 10.

## ESPIROMETRÍA EN TRASTORNOS DE VENTILACIÓN RESTRICTIVA

H.G., ♀, 54 AÑOS

OPERACIÓN PREVISTA POR CARDIOSPASMO, CIFOSCOLIOSIS  
CONFIBROSIS PULMONAR.

	VALOR TEÓRICO	REPOSO	CON ALEUDRIN
CAPACIDAD VITAL (ML)	2600	1110	1240
VOLUMEN RESIDUAL (ML)	1110	1250	
(% DE LA CT)	30%	53%	
CAPACIDAD TOTAL (ML)	3710	2360	
TIEMPO DE MEZCLA DE HELIO	2-3'	6,5'	
VALOR LÍMITE DE RESPIRACIÓN (L/MIN)	78	25	24
CAPACIDAD/SEGUNDO (ML)	1950	820	790
(% DE LA CT)	75%	74%	64%

Figura 11.

tricos antes y después de la inhalación del aerosol broncolítico, se deduce la extensión de la participación de factores reversibles, siendo limitados los valores de volumen y de ventilación (figuras 10 y 11).

### **GASES SANGUÍNEOS ARTERIALES Y PRUEBA DE ESFUERZO**

Aparte de los volúmenes pulmonares y valores mecánico-respiratorios, son de

gran importancia práctica para la apreciación de la capacidad laboral física la prueba de esfuerzo y el análisis de los gases sanguíneos. El pH y las relaciones de gases sanguíneos de la sangre arterial en reposo y en dos escalas de esfuerzo son los criterios para conocer la capacidad de adaptación a un cambio de gases considerablemente crecido. La hipoxemia arterial con o sin hipercapnia corresponde a una insufi-

CONTENIDO DE ÁCIDO CARBÓNICO EN EL PLASMA, pH Y TENSIÓN DE ÁCIDO CARBÓNICO

	CO <sub>2</sub> EN EL PLASMA		pH	PCO <sub>2</sub> (MMHG)	SAT. DE O <sub>2</sub> (%)
	MEQ / L	% VOL.			
<u>EN REPOSO</u>					
N 235					
$\bar{x}$	24.0	53.5	7.40	38.0	95 - 97
D.S.	1.7	3.8	0.02	2.0	
<u>ESFUERZO MEDIANO</u> (V O <sub>2</sub> 800-1500 cc)					
N 160 5 MIN.					
$\bar{x}$	20.1	44.9	7.35	36.0	95 - 97
D.S.	2.2	4.9	0.04	3.0	
N 30 10 MIN.					
$\bar{x}$	20.6	46.0	7.34	38.0	95 - 97
D.S.	2.2	4.9	0.05	3.0	
N 20 15 MIN.					
$\bar{x}$	19.7	44.0	7.35	35.0	95 - 97
D.S.	2.1	4.5	0.05	3.0	
<u>ESFUERZO SEVERO</u> (V O <sub>2</sub> 1600-2200 cc)					
N 65 5 MIN.					
$\bar{x}$	19.0	42.4	7.33	35.0	94 - 96
D.S.	2.4	5.5	0.04	3.0	

N = NÚMERO DE EXAMINADOS  
 $\bar{x}$  = VALOR MEDIO ARITMÉTICO  
D.S. = DERIVACIÓN STANDARD

Figura 12.

ciencia respiratoria y, por tanto, a una adaptabilidad insuficiente a la escala respectiva. De 60 a 70 vatios se considera como esfuerzo mediano, y de 120 a 150 vatios, como carga dura.

Al respecto rigen los siguientes valores teóricos (figura 12):

Según nuestras experiencias, los hombres sanos, no particularmente entrenados, de dieciocho a sesenta años de edad, están en condiciones para producir por el ergó-

metro de bicicleta, durante cinco minutos por lo menos, de 140 a 150 vatios, siendo normal la saturación de O<sub>2</sub> arterial, lo que corresponde a una absorción de oxígeno de 1.600 a 1.800 mililitros por minuto. En cuanto a las mujeres, pueden designarse como normales los valores de 120 vatios y 1.600 a 1.700 mililitros por minuto de absorción de O<sub>2</sub>.

La absorción máxima posible de oxígeno depende sólo en una pequeña parte de la

función pulmonar; en su mayor parte, empero, de la circulación; por tanto, poco dice respecto de la adaptabilidad pulmonar al esfuerzo, que está en tela de juicio, apreciándose el aspecto funcional de enfermos de los órganos de respiración. Varía relativamente poco la absorción de oxígeno, para determinado esfuerzo hecho mediante el ergómetro de bicicleta, entre personas normales deportivas y personas enfermas.

En cambio, al hacer esfuerzos, la falta de ejercicio y, sobre todo, la adaptación deficiente de la circulación se manifiestan por un aumento de la ventilación, inadecuada en relación con la escala de carga o absorción de oxígeno. En forma correspondiente a la hiperventilación, disminuye más acentuadamente la tensión de CO<sub>2</sub> arterial, y el pH pasa hacia el lado ácido más de lo que corresponde a los valores normales. Esta hiperventilación excesiva, característica de determinada absorción de oxígeno, debe naturalmente interpretarse como una disminución funcional perceptible de la capacidad laboral física. La hiperventilación con normal saturación arterial de oxígeno y tensión de CO<sub>2</sub> bastante reducida, sin embargo, no es el indicio de una adaptación insuficiente de los pulmones al acrecentado recambio gaseoso, sino, al contrario, una señal del ensayo de compensar por los pulmones la deficiente adaptación de la circulación sanguínea (figura 13).

P. R., VDA, 42 AÑOS, 178 CM, DEFECTO MITRAL

En las neuras respiratorias puede encontrarse una hiperventilación inadecuada en reposo y, por lo común, también practicando la prueba de carga. En estos casos es característico, sin embargo, que el pH pase hacia el lado alcalino (figura 14).

La completa incapacidad para el trabajo físico por una causa pulmonar es de suponer cuando ya en reposo se presenta una grave insuficiencia respiratoria, es decir, un trastorno de la difusión del oxígeno o una hipoventilación alveolar con hipoxemia e hipercapnia. En estos casos existe a menudo una hipertensión pulmonar, y un *cor pulmonale* en las enfermedades pulmonares crónicas (figura 15). En casos límites decidirá la prueba de carga sobre si los valores de gases sanguíneos, que en reposo sólo se desvían poco de la norma, constituyen un hallazgo casual o si, por otro empeoramiento bajo la carga, han de juzgarse como signo patológico (figura 16). Por exámenes adicionales durante la inspiración de mezclas de gases hiperoxigenado e hipooxigenado, puede determinarse la participación de una mezcla venosa en una hipoxemia arterial (figura 17).

La apreciación del grado de una incapacidad para el trabajo sólo reducida se basa en los antes referidos valores norma. Se aprovecharán conjuntamente los datos espirométricos y los analíticos de los gases sanguíneos. Al respecto basta escalar por

	VALOR TEÓRICO	VALOR REAL EN REPOSO	ESFUERZO 70 W	ESFUERZO 120 W
SATURACIÓN DE O <sub>2</sub> (%)	95 - 97	98,1	99,1	98,1
pH	7,40	7,51	7,40	7,38
CONTENIDO DE CO <sub>2</sub> (MVAL/L)	24 - 26	22,6	22,5	17,7
P <sub>CO<sub>2</sub></sub> (MM Hg)	40,0	28,1	35,5	29,2
EXCESO ALCALINO (MVAL/ L)	-2,4 - +2,3	+1,1	-2,0	-6,7
CAPACIDAD TOTAL (ML)	5140	4460	ALEUDRIN	
CAPACIDAD VITAL (ML)	3700	3040	3110	
VOLUMEN RESIDUAL (ML)	1440	1420		
CAPACIDAD/SEGUNDO (%)	75	73	75	
VALOR LÍMITE DE RESPIRACION (L/MIN)	111	77	70	

Figura 13.

HIPERVENTILACIÓN EMOTIVA HACIENDO EJERCICIOS FÍSICOS

	SAT. DE O <sub>2</sub> %	TOT. DE CO <sub>2</sub> VOL. %	PH	PCO <sub>2</sub> MM Hg	REPOSO - ESFUERZO
VALORES NORMALES	95 - 97	54 - 57	7,38 - 7,41	40,0	REPOSO
M.A., ♂, 45 AÑOS	96,6 96,5 95,5	50,6 51,4 33,0	7,51 7,40 7,38	28,0 36,4 24,4	REPOSO 80 w / 6 MIN 150 w / 4 MIN
J.H., ♀, 18 AÑOS	97,3 96,7	54,0 40,3	7,47 7,39	32,7 29,1	REPOSO 50 w / 6 MIN
Z.G., ♂, 61 AÑOS	96,7 95,8	55,8 31,5	7,48 7,43	33,0 20,8	REPOSO 120 w / 3 MIN
B.A., ♂, 59 AÑOS	98,1 98,0 97,9	57,7 54,6 48,1	7,46 7,45 7,44	35,7 34,6 31,1	REPOSO 70 w / 6 MIN 120 w / 4 MIN

Figura 14.

K.A., ♂, 59 AÑOS

BRONQUITIS EMPÍSEMATOSA CRÓNICA OBSTRUCTIVA

11,5,65

SANGRE ARTERIAL	VALOR TEÓRICO	21,4,65 AIRE	4,5,65 O <sub>2</sub>
CAPACIDAD DE O <sub>2</sub> , VOL. %	19,5 - 20,5	30,4	27,9
SAT. DE O <sub>2</sub> , %	95 - 97	73,8	88,3
CONT. DE CO <sub>2</sub> , VOL. %	54 - 57	78,8	68,8
PH	7,38 - 7,41	7,38	7,41
PCO <sub>2</sub> , MM Hg	40,0	58,2	47,5
ESPIROMETRIA		4,5,65	ÁLEUDRIN
CAPACIDAD VITAL, ML	4000	2160	2190
VOLUMEN RESIDUAL, ML	1710	3950	
% CAP. TOTAL	30	65	
CAPACIDAD TOTAL, ML	5710	6110	
CAPACIDAD/SEGUNDO, ML	3000	920	980
% CV	75	43	45
PRES. ART. PULM. (PRESION MEDIA)	11 - 15	37	--

Figura 15.

terceras partes la capacidad de trabajo ulterior. Pedir una clasificación más exacta, a nuestro modo de ver, sería exigir demasiado de las posibilidades que ofrece una prueba de función pulmonar combinada.

**LA LABOR RESPIRATORIA Y LA RESISTENCIA BRONQUIAL**

No es raro poder observar en los casos de asma bronquial y bronquitis obstructiva

17.6.65

SANGRE ARTERIAL	VALOR TEÓRICO	REPOSO	50 W	O <sub>2</sub>
CAPACIDAD DE O <sub>2</sub> , VOL. %	19,5 - 20,5	25,7	25,3	24,8
SAT. DE O <sub>2</sub> , %	95 - 97	91,2	86,0	96,7
CONT. DE CO <sub>2</sub> , VOL. %	54 - 57	65,6	69,2	69,7
pH	7,38 - 7,41	7,41	7,40	7,39
pO <sub>2</sub>	40,0	43,3	48,9	50,3
ESPIROMETRIA		-	ALUDRIN	
CAPACIDAD VITAL, ML	3900	2060	2350	
VOLUMEN RESIDUAL, ML	1670	2750		
% CAP. TOT.	30	57		
CAPACIDAD TOTAL, ML	5570	4810		
CAPACIDAD/SEGUNDO, ML	2930	760	1010	
% CV	75	37	43	
PRES. ART. PULM. (PRESION MEDIA)	11 - 15	26	53	

Figura 16.

crónica unas discrepancias entre hallazgos espirométricos muy malos y una adaptabilidad relativamente buena, con saturación de oxígeno normal en la prueba de carga. El paciente, a pesar de la obstrucción bronquial grave y correspondiendo a la necesidad aumentada del recambio gaseoso, logra una ventilación amplia por un esfuerzo aumentado de la musculatura respiratoria, de modo que de la sangre arterial no se sacan indicios de insuficiencia. En cambio, el reconocido muestra durante una prueba de carga, en general, una disnea inadecuada, que por procedimientos de investigación mecánico-respiratorios adicionales se puede explicar etiológicamente como la consecuencia del esfuerzo respiratorio patológico incrementado (figura 18). Por eso, nos parece justo y necesario que, existiendo una discrepancia sensible entre la restringida capacidad por segundo y la resistencia bronquial incrementada, por un lado, y la adaptación relativamente buena en la prueba de carga, por otro, debamos considerar, en la apreciación del grado de invalidez, tan ampliamente el factor del gran esfuerzo respiratorio patológico como consideramos los gases sanguíneos patológicos en la sangre arterial. Esta apreciación global implica, es verdad, un esfuerzo adi-

cional en la técnica del reconocimiento. Sin embargo, no se puede evitar si se debe encontrar la relación funcional adecuada entre la enfermedad pulmonar del reconocido y sus molestias disneicas.

#### D) El valor de las pruebas de función pulmonar para la pronosticación de las afecciones pulmonares

En cuanto al pronóstico de las afecciones de larga duración de los órganos respiratorios, resulta que, a menudo, el médico reconocedor tiene que contentarse con los hallazgos de una sola exploración del paciente. Por tanto, está obligado a pronosticar la futura trayectoria del trastorno funcional basándose en un estado momentáneo, y a este respecto puede compararse con un matemático encargado de construir la trayectoria de una curva basándose en un solo punto. Por esta razón, procede que a la apreciación pronóstica de trastornos funcionales de los órganos de respiración deben preceder, siempre que sea posible, varios exámenes funcionales practicados en intervalos temporales adecuados.

Si, a pesar de todo, no se puede practicar sino un sólo reconocimiento, es preciso

A) <u>HIPERVENTILACIÓN EMOTIVA</u>		
R) $pH > 7.42$	$P_{CO_2} < 38 \text{ mm Hg}$	$P_{O_2} \geq 95 \text{ mm Hg}$
O <sub>2</sub> ) $pH \cong$	$P_{CO_2} \cong$	$P_{O_2} \uparrow > 600 \text{ mm Hg}$
B) $pH \downarrow$	$P_{CO_2} \downarrow$	$P_{O_2} \cong$
B) <u>HIPERVENTILACIÓN ALVEOLAR GLOBAL</u>		
R) $pH < 7.38$	$P_{CO_2} > 45 \text{ mm Hg}$	$P_{O_2} < 75 \text{ mm Hg}$
O <sub>2</sub> ) $pH \downarrow$	$P_{CO_2} \uparrow$	$\uparrow$
B) $pH \downarrow$	$P_{CO_2} \uparrow$	$\downarrow$
C) <u>TRASTORNOS DE DISPERSIÓN REGIONAL DE VENTILACIÓN Y PERFUSIÓN</u>		
R) $pH > 7.42$	$P_{CO_2} < 38 \text{ mm Hg}$	$P_{O_2} < 75 \text{ mm Hg}$
O <sub>2</sub> ) $pH \cong$	$P_{CO_2} \cong$	$P_{O_2} \uparrow$
B) $pH \downarrow$	$P_{CO_2} \downarrow$	$P_{O_2} \uparrow$
D) <u>TRASTORNOS DE DISPERSIÓN DE PERFUSIÓN Y DIFUSIÓN INCL. CORTOCIRCUITO VASCULAR</u>		
R) $pH > 7.42$	$P_{CO_2} < 38 \text{ mm Hg}$	$P_{O_2} < 75 \text{ mm Hg}$
O <sub>2</sub> ) $pH \cong$	$P_{CO_2} \cong$	$P_{O_2} \uparrow$
B) $pH \cong$	$P_{CO_2} \downarrow$	$P_{O_2} \downarrow$

Figura 17.

aprovechar para la pronosticación, aparte de los datos de la prueba de función pulmonar, cuantas informaciones anamnésticas y clínicas sea posible reunir.

Ya la *anamnesis*, que considera particularmente la sintomatología respiratoria con disnea, tos y expectoración, puede, junto con datos de la actividad profesional del reconocido, procurar determinada impresión sobre la intensidad y, a base de la etiología supuesta de la actual trayectoria, también

sobre el ulterior pronóstico de la enfermedad.

El *reconocimiento clínico* en un sentido más amplio, aprovechando procedimientos radiológicos, bacteriológicos y hematológicos, y el diagnóstico clínico que en ellos se basa proporcionaron, hasta la implantación de métodos fisiológicos respiratorios en la técnica de laboratorio ejercida rutinariamente, los criterios decisivos para la apreciación del estado y de la futura evolución

	VALOR TEÓRICO	VALOR REAL EN REPOSO	ESFUERZO 100 W
SATURACIÓN DE O <sub>2</sub> (%)	95 - 97	95,7	95,1
pH	7,40	7,47	7,45
pCO <sub>2</sub> (mm Hg)	40,0	35,3	36,7
CAPACIDAD TOTAL (ML)	6790	6410	CON ALEUDRIN
CAPACIDAD VITAL (ML)	5300	3920	4680
VOLUMEN RESIDUAL (ML)	1490	2490	
CAPACIDAD/SEGUNDO (% CV)	80	18	34
VALOR LÍMITE DE RESPIRACIÓN (L/MIN)	159	29	58
ESFUERZO RESPIRATORIO NO ELÁSTICO (MKG/MIN)		AMV 10,0 L 0,33 (DEBE SER 0,22)	AMV 37,5 L 5,3 (DEBE SER 0,8)

Figura 18.

de enfermedades respiratorias. La evaluación de estos criterios (los resultados de la auscultación, percusión y radioscopia, disnea en reposo y haciendo esfuerzos, cianosis, forma torácica) se basa en la experiencia clínica del dictaminador y es el resultado de observaciones personales en un colectivo de casos análogos. Por eso, a menudo no hace justicia a las peculiaridades individuales durante el curso del cuadro patológico. A pesar de todo, el diagnóstico clínico es de importancia decisiva para la apreciación pronóstica de la evolución funcional. No obstante la determinación extensa del estado funcional de los órganos respiratorios, se sigue haciendo a base de los diagnósticos y experiencias clínicos en muchos casos la estimación del rumbo que tomará presumiblemente la evolución anterior.

Sin embargo, siempre se presentan casos en que, incluso tras una investigación clínica detenida, no se logra establecer un diagnóstico seguro. En consecuencia, falta el importante criterio pronóstico: el diagnóstico clínico para la apreciación rápida del rumbo evolutivo. En estas circunstancias, la prueba funcional podrá llegar a ser el propio medio diagnóstico auxiliar.

Como punto de salida del diagnóstico funcional, ha probado ser lo mejor hasta ahora el examen espirométrico. Permite hacer la clasificación en trastornos de ventilación restrictivos y obstructivos, y abarca

de este modo la mayor parte de las lesiones funcionales de los órganos respiratorios conocidas hoy en día. A base de los valores espirométricos pueden determinarse tres tipos de evolución diferentes en ambas formas de trastornos de ventilación:

- La evolución reversible.
- La evolución estacionaria.
- La evolución progresiva.

En los *trastornos de ventilación restrictivos* (figura 19), la evolución reversible se caracteriza por el aumento de las capacidades vital y total, un proceso que se nota regularmente en la regresión de una neumonía o de un derrame pleural. En las formas estacionarias, por ejemplo, tras una neumectomía quedan reducidas constantemente las capacidades vital y total. En las formas progresivas es característica una disminución de las capacidades vital y total, lo que se puede comprobar en la mayoría de las neumoconiosis y fibrosis. Al respecto cabe señalar que a todas las formas está asignado un diagnóstico clínico, cuyo conocimiento, en general, ya bastará para indicar la trayectoria evolutiva del trastorno funcional. Los valores funcionales espirométricos documentan aquí meramente la extensión del trastorno, o sea, el estado de la enfermedad con respecto a la función. El cambio del estado funcional, puede, en

DISTINTAS FORMAS DE EVOLUCIÓN EN TRASTORNOS DE VENTILACIÓN RESTRICTIVOS

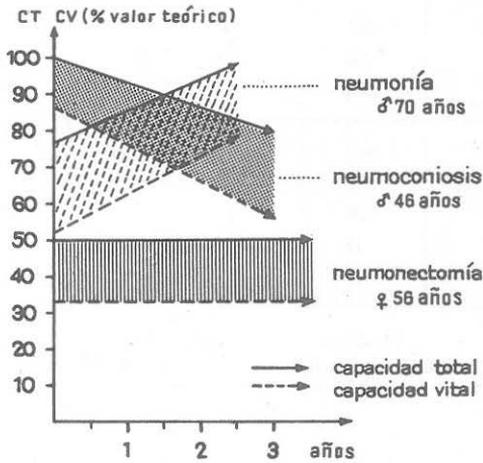


Figura 19.

cambio, determinarse tan sólo mediante repetidas pruebas de función.

Los trastornos de ventilación obstructivos (figura 20) se dejan caracterizar más manifiestamente por el valor de la capacidad por segundo, completada eventualmente por el valor de la resistencia bronquial y por la amplitud del volumen residual en relación con la capacidad total. También a este respecto pueden sacarse ya del diagnóstico clínico indicios pronósticos para la futura evolución del trastorno funcional. Una sola prueba de función en sí, sin embargo, no permitirá sacar ningunas conclusiones pronósticas. Documentará la gravedad momentánea de la afección. La futura evolución del trastorno de ventilación, sin embargo, se manifestará tan sólo reiterando varias veces la prueba de función.

En los trastornos de ventilación restrictivos, las formas reversibles y obstructivas presentan en general, además, sólo raras veces problemas diagnósticos. En estos casos, la prueba de función sirve, casi siempre, como mero medidor del trastorno de ventilación. En las formas progresivas del trastorno restrictivo (hasta ahora, en su mayoría, las neumococoniosis; sin embargo, últimamente también, y eso en forma creciente, las fibrosis pulmonares, de etiología

DISTINTAS FORMAS DE EVOLUCIÓN EN TRASTORNOS DE VENTILACIÓN OBSTRUCTIVOS

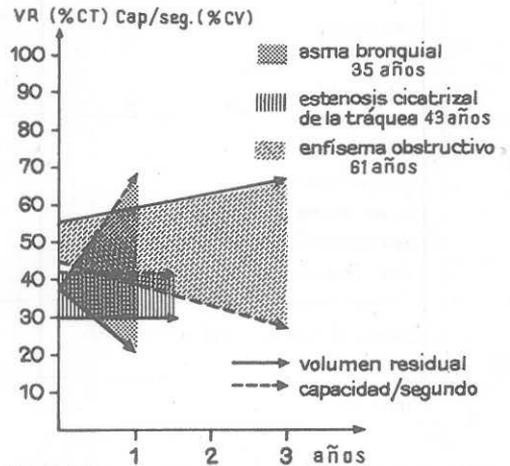


Figura 20.

a menudo no aclarada), se debe en cambio recurrir muchas veces a la práctica de investigaciones adicionales con el solo fin de confirmar el diagnóstico clínico.

Las neumococoniosis, en particular las silicosis, se comprueban en general por la radioscopia. De todas formas, ya en el período inicial de la enfermedad, cuando existen apenas algunas discretas alteraciones radiológicas, puede apoyar el diagnóstico una anamnesis característica de profesión, junto con la demostración de un trastorno de difusión en la prueba de carga y una elasticidad pulmonar acrecentada con labor respiratoria aumentada. Todavía en el decenio transcurrido, se apreciaban la gravedad, el estado de la enfermedad, así como, en parte, también el déficit funcional, particularmente en los casos de silicosis, en buena parte basándose en los hallazgos radiológicos. En nuestros días y conociéndose el diagnóstico clínico, será tiempo de apreciar los trastornos funcionales a base de la prueba de función pulmonar exclusivamente (figuras 21 y 22).

En la fibrosis pulmonares difusas se encuentra en la anamnesis regularmente una disnea pronunciada, la que, sin embargo, no siempre se puede objetivar clínicamente. En tales casos, la prueba de función pul-

		VALOR TEÓRICO	13.12.66
ESPIROMETRÍA	CAPACIDAD VITAL (ML)	4600	3730
	VOLUMEN RESIDUAL (ML)	1700	2320
	CAPACIDAD TOTAL (ML)	6300	6050
	CAPACIDAD/SEGUNDO (% CV)	75%	41%
MECÁNICA RESPIRATORIA	COMPLIANCE DIN.	0,2	0,088
	COMPLIANCE ESTAC.	0,2	0,092
	TRABAJO RESP./MIN. A M V	0,5	1,52
		—	10500
ANÁLISIS DEL GAS SANGUÍNEA	S <sub>a</sub> O <sub>2</sub> EN REPOSO CON 120 W	95-97	98,0
		-	94,8
	P <sub>a</sub> CO <sub>2</sub> EN REPOSO CON 120 W	40	29,3
		-	34,3
	pH EN REPOSO CON 120 W	7,40	7,47
		-	7,38

Figura 21.

O.A., M., 51 AÑOS, 169 CM, Tbc SILICÓTICO

	VALOR TEÓRICO	VALOR REAL EN REPOSO	ESFUERZO 70 W	ESFUERZO 125 W	INHALACIÓN DE O <sub>2</sub>
SATURACIÓN DE O <sub>2</sub> (%)	95 - 97	80,1	80,6	76,5	100,0
pH	7,40	7,36	7,35	7,33	7,36
pCO <sub>2</sub> (mmHg)	40,0	39,4	35,0	31,5	44,0
CAPACIDAD TOTAL (ML)	5830	6220	CON ALEUDRIN		
CAPACIDAD VITAL (ML)	4200	2580	3170		
VOLUMEN RESIDUAL (ML)	1630	3640			
CAPACIDAD/SEGUNDO (% CV)	75	49	56		

Figura 22.

monar puede demostrar la existencia de trastornos de difusión apreciables y apoyar el diagnóstico. Sobre la progresión de las fibrosis pulmonares existen actualmente conceptos todavía muy diferentes. En nuestro caso etiológicamente no aclarado, ha aumentado en relativamente poco tiempo el valor de la prueba funcional (figura 23).

También, en los trastornos de ventilación obstructiva, el rumbo de la evolución se determina en buena parte por el cuadro patológico. Sobre todo, tratándose de afecciones de las vías respiratorias altas, puede establecerse un pronóstico autorizado para la futura evolución del proceso, ya a base de los exámenes preliminares. En estos

	VALOR TEÓRICO	7.6.67	2.1.68
CAPACIDAD VITAL (ML)	3800	2290	1730
VOLUMEN RESIDUAL (ML)	1870	2320	1870
CAPACIDAD TOTAL (ML)	5670	4610	3600
CAPACIDAD/SEGUNDO (%CV)	70%	64%	66%
P <sub>a</sub> O <sub>2</sub> EN REPOSO (mmHg) CON 50 W	70-95	74.5 52.5	69.8 44.0
P <sub>a</sub> CO <sub>2</sub> EN REPOSO (mmHg) CON 50 W	40	38.0 39.5	36.0 39.0
pH EN REPOSO CON 50 W	7.40	7.38 7.35	7.37 7.35
DF <sub>O<sub>2</sub></sub> ml mmHg/min	20-35	-	9.4

Figura 23.

casos, la prueba de función ofrece a menudo un sencillo medio diagnóstico diferencial para la tríada de la clasificación clínica: Es de suponer un proceso obstructivo de las vías respiratorias altas, como una estenosis cicatrizal de la tráquea o una compresión por un tumor, siempre y cuando el trastorno de ventilación obstructivo esté combinado con un valor de volumen residual normal y que, a la vez, no se logre ninguna mejoría significativa de la obstrucción aplicando bronco-dilatadores (figura 24).

La prueba de función presta, por tanto, valiosos servicios para la selección de métodos aplicables con el fin de una ulterior aclaración apuntada del caso. Sin embargo, una apreciación pronóstica fidedigna en esta situación es solamente posible a base de un diagnóstico clínico, particularmente a base de los resultados de la broncoscopia.

Otra es la situación cuando el trastorno de la función es causado por una afección en el campo de las vías respiratorias periféricas. Desde el punto de vista del diagnóstico diferencial, se trata en estos casos exclusivamente de las formas de enfermedades bronquiales y asmáticas. Con los medios clínicos, será a menudo imposible establecer una diferencia cierta entre asma bronquial y bronquitis crónica con enfisema pulmonar. Sin embargo, para la apreciación

pronóstica del caso, tal diferenciación es de suma importancia. En la forma clásica del asma bronquial que se manifiesta por ataques, se presentan, como se sabe, remisiones espontáneas o inducidas terapéuticamente que pueden conducir a la normalización completa de los valores funcionales. En tales casos puede, tras un período de tratamiento relativamente corto, darse la completa regresión del trastorno obstructivo y una normalización del volumen residual, determinado por el método mixto de helio o bien pletismográficamente. En la bronquitis crónica con enfisema pulmonar obstructivo, sin embargo, hay que contar siempre con una evolución del enfisema más o menos rápida, pero sin falta progresiva. Las remisiones se refieren casi exclusivamente a la obstrucción bronquial. Por regla, son transitorias solamente y dependientes de la intensidad de la afección inflamatoria momentánea de la pared bronquial y del estado de secreción de sus glándulas mucosas. La regresión espontánea permanente de un verdadero "volumen pulmonum auctum", sin embargo, hasta ahora no se ha podido observar con seguridad. Por estas consideraciones, es indispensable para la apreciación pronóstica clasificar los trastornos obstructivos en la zona de las vías respiratorias periféricas en trastornos con enfisema pulmonar irreversi-

TRASTORNO DE VENTILACIÓN OBSTRUCTIVO HOMOGÉNEO CON VOLUMEN RESIDUAL NORMAL  
EN ESTENOSIS CICATRIZAL TRAQUEAL (A) Y EN BOCIO INTRATORACICO COMPRESIVO (B)

VALORES ESPIROMÉTRICOS	TEÓRICO (A)	REAL (A)	TEÓRICO (B)	REAL (B)
CAPACIDAD VITAL (ML)	4200	4150	4400	4650
VOLUMEN RESIDUAL (ML)	1630	1920	1970	2500
→ (%CT)	28	32	31	35
CAPACIDAD/SEGUNDO (%CV)	75	56	70	60
RESISTENCIA BRONQUIAL	1-3	7.90	1-3	5.24

Figura 24.

COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD POR SEGUNDO Y LA RESISTENCIA BRONQUIAL EN VARIADAS FORMAS DE OBSTRUCCIÓN BRONQUIAL

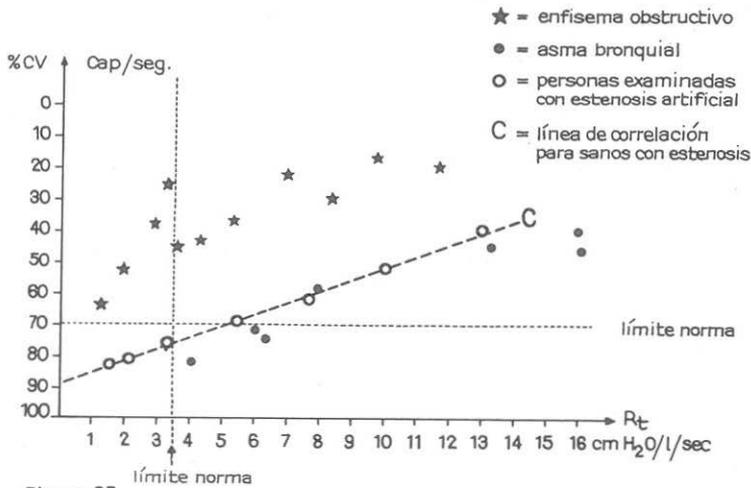


Figura 25.

ble y en otros con enfisema reversible. La prueba objetiva de un enfisema pulmonar "in vivo" es actualmente demostrable tan sólo por las pruebas de función pulmonar, salvo practicándose la parenquimobiopsia abierta. Los exámenes espirométricos acostumbrados dan resultados en parte bastan-

te útiles. Como criterios para conocer el enfisema pulmonar obstructivo irreversible se consideran, ante todo, la capacidad total incrementada, así como el mejoramiento faltante o sólo insignificante de la capacidad vital, de la capacidad por segundo y del valor límite de respiración en la prueba

de alendrina. Tratándose de un enfisema pulmonar reversible del tipo del asma bronquial, encontramos, en cambio, una capacidad total normal, y se mejoran visiblemente en la prueba de Alendrin la capacidad vital, el valor por segundo y el valor límite de respiración. Evidentemente, se logrará sólo en los casos leves una normalización completa en tiempo útil de los valores espirométricos por una sola aplicación de adrenalina, isoprenalina u otras sustancias broncodilatadoras. Asimismo, en un examen único pueden muchas veces enmascarar en parte las alteraciones enfisemáticas del pulmón las diferencias individuales frente a los valores norma utilizados, las formas mixtas y transitorias entre el síndrome restrictivo y el obstructivo. Entonces son a menudo ne-

cesarios para asegurar el diagnóstico los resultados de investigaciones adicionales, como son, por ejemplo, la demostración de un "compliance" incrementado, de un colapso bronquial espiratorio (figura 25), o de un "air trapping" masivo.

Por tanto, a base de un reconocimiento exclusivamente funcional de los órganos respiratorios, puede establecerse sólo rara vez un pronóstico de la evolución ulterior de un trastorno respiratorio. Tan sólo estando reunidos en una síntesis los datos anamnésticos, clínicos y analíticos funcionales será posible pronosticar a larga vista, con alguna seguridad, la evolución de un estado funcional de los órganos respiratorios.