

**EXPLORACION FUNCIONAL EN EL ASMA**  
*(Del Symposium sobre Asma celebrado en Bilbao  
los días 10-11 de octubre de 1963)*

DR. ALBERTO AGUSTÍ.  
*Barcelona*

**I) METODOS DE EXPLORACION FUNCIONAL PULMONAR UTILIZABLES  
EN EL ASMA**

**1.º ANAMNESIS.**

Si la anamnesis es de gran importancia al establecer las conclusiones de todo examen funcional pulmonar, mucho más lo será en esta enfermedad tan difícil de encasillar como es el asma bronquial. No hace falta señalar el interés que en todo asmático tiene la búsqueda de antecedentes alérgicos, no sólo personales sino también familiares (eczema del lactante, dermatosis o urticarias, jaquecas, edema de Quincke, rinitis vasomotora, etc.) y, caso de tratarse de un asma evidente, el estudio detallado de su cronopatía, anotando la época de presentación de la crisis, duración y características de las mismas, sus agentes desencadenantes, así como las épocas de intervalo libre, para poder situar dentro de este «calendario» el estado actual del paciente.

También será de gran interés el conocimiento de la existencia anterior de otras enfermedades pulmonares que pueden haber afectado la función ventilatoria y venir a agravar el déficit producido por el asma, al cual no será justo achacarle, por tanto, todo el que actualmente presente el enfermo. Así, si se trata de un tuberculoso pulmonar en actividad o curado (la asociación asma-tuberculosis no es rara), insistiremos sobre el tiempo de evolución del proceso, existencia de accidentes y complicaciones pleurales sufridos durante el mismo y tratamientos que merecieron, y existencia de brotes homo o contralaterales, que aun cuando no dejaron huella radiológica pueden haber producido severas amputaciones funcionales. En general, no sólo en los procesos tuberculosos, sino en toda la patología respiratoria, será de gran utilidad el conocimiento de posibles enfermedades pleurales anteriores (pleuresías, neumotórax, etc.) estableciendo un escrupuloso balance de la fenomenología bronquial del paciente: naturaleza, ritmo e intensidad de la tos, tipo de expectoración y cantidad de la misma, existencia de crisis disneicas, etc.

**2.º EXPLORACIÓN FÍSICA.**

a) Inspección: Existencia de disnea al hablar o de respiración dificultosa en reposo, de un tinte cianótico más o menos intenso en labios y partes distales, de cifoescoliosis, de circulación complementaria, de una piel escamosa y atrófica, etc., etc. Estudio de la motilidad torácica, etc.

b) El resto de la exploración física puede suministrar también excelentes

datos orientadores sobre la capacidad funcional del asmático, especialmente la auscultación detenida que deberá hacerse en reposo, tras esfuerzo, de pie y después de guardar el decúbito supino durante algunos minutos; en este último caso si aparecen estertores o éstos aumentan con el mismo, supondremos una posible incidencia de un factor circulatorio o cardiocirculatorio.

c) Como medidas de exploración funcional practicables en el asmático, sin utillaje específico de ninguna clase, citaremos: el tiempo de apnea, la prueba de apagar una cerilla a un metro de distancia, el comportamiento o aparición de disnea ante una prueba sencilla de esfuerzo (Test de MASTER, o mandar hacer al paciente unas cuantas genuflexiones) controlando antes y después pulso y tensión arterial, la medida de la ampliación torácica en la inspiración profunda, etc., etc.

### 3.º RADIOSCOPIA DINÁMICA Y MÉTODOS RADIOGRÁFICOS.

La radioscopia de tórax, encaminada no sólo a su finalidad habitual de valorar la naturaleza y localización de una lesión, sino en forma de lo que BRILLE y HATZFELD denominaron «radioscopia dinámica», constituye un excelente examen funcional pulmonar, siempre que sepamos aprovechar debidamente los numerosos datos que nos suministra al respecto.

El orden que nosotros habitualmente seguimos en la radioscopia de tórax es el siguiente:

1.º Examen global del tórax, tomando nota del tipo constitucional del mismo (tórax alargado, ensanchado, etc.) y de la existencia de defectos de tipo esquelético: escoliosis, cifoescoliosis, retracciones totales o parciales del hemitórax, etc.

2.º Estudio de la motilidad costal invitando al enfermo a respirar profundamente dos o tres veces, comparando los movimientos de cada uno de los pulmones y ver si están sincronizados y son equivalentes en volumen.

3.º Estudio de las bases pulmonares. En ella dos datos hay que retener: estado de ambos senos costofrénicos a la inspiración profunda y medir en centímetros el desplazamiento de ambas cúpulas diafragmáticas. Normalmente los senos deben estar libres dibujando un ángulo agudo en la inspiración profunda, y las bases deben tener un desplazamiento máximo de, por lo menos, 5 a 10 cm.

4.º Examen en ambas oblicuas.

5.º Examen en perfil riguroso, colocando al paciente con los brazos en alto, cogiéndose los codos por encima de su cabeza y guardando una ligera inclinación hacia delante. En estas condiciones se dibujan claramente dos triángulos, el retroesternal entre esternón y corazón, y el retracardiaco, entre corazón y borde torácico posterior. En condiciones normales ambos espacios claros deben desaparecer completamente al final de una espiración forzada. Será muy útil que previamente expliquemos al paciente lo que queremos hacer y adiestrarle en la realización de una espiración completa, cosa que no siempre se logra a la primera. Si estos espacios claros persisten, aunque más pequeños, y no se logra la completa opacificación de la imagen, podremos afirmar la existencia de procesos obstructivos o enfisematosos de aquel pulmón o de ambos, habiendo descartado, claro está, la existencia de cifosis acentuadas que tergiversen la interpretación. Excepción hecha de esta circunstancia, la falta de oscurecimiento espiratorio en transversas nos orientará, pues, hacia la existencia de un proceso obstructivo.

6.º Después del examen de perfil volveremos al anteroposterior, en donde,

orientados ya por los datos suministrados por aquel examen, repetiremos la maniobra de la espiración forzada completa mirando simultáneamente, mientras dure la misma, el comportamiento de ambos pulmones por separado y del mediastino: en estado normal se debe producir un progresivo oscurecimiento de ambos pulmones y engrosamiento de las sombras hiliares, mientras que el corazón suele taquicardizarse. Lograda la espiración completa intentaremos que el paciente se mantenga un momento sin inspirar y compararemos el grado y uniformidad del oscurecimiento que se ha obtenido.

Los datos recogidos en la radioscopia dinámica pueden perpetuarse y medirse exactamente mediante la obtención de cuatro radiografías: dos frontales, una en inspiración y otra en espiración profundas, y dos transversas en las mismas condiciones, obtenidas sin desplazamientos del tubo, de la pantalla ni del paciente y con idénticas características de material fotográfico y de disparo. Todo esto hace, así como el dispendio económico que ello supone, que no sea muy factible en la práctica privada.

Asimismo, y siempre que dispongamos de ella, será muy útil el examen detenido de la serie radiográfica del paciente, en donde buscaremos no sólo datos lesionales, sino también funcionales al constatar la existencia pasada de procesos pleurales o parenquimatosos homo o contralaterales, invisibles en la actualidad, pero que pueden haber amputado grandemente la función ventilatoria.

#### 4.º EXAMEN DE LA FUNCIÓN VENTILATORIA.

##### 1. *Espiograma simple.*

La práctica del espiograma deberá sujetarse a las condiciones de todos sabidas. Estas condiciones técnicas indispensables pueden referirse, a: 1.º condiciones del aparato, 2.º condiciones de ambiente, 3.º condiciones del enfermo y 4.º condiciones del médico o del técnico que ejecute la espiografía. El espiograma deberá abarcar los volúmenes (volumen de reserva inspiratoria, volumen corriente, volumen de reserva espiratoria, volumen espiratorio máximo por segundo o V. E. M. S.) *capacidades* (capacidad inspiratoria, capacidad espiratoria, capacidad vital) y *ventilaciones* (ventilación minuto y ventilación máxima, directa o indirecta), así como la determinación del consumo de oxígeno y del equivalente ventilatorio. En el enfermo asmático cobra especial importancia el volumen espirado máximo en un segundo o V. E. M. S. y su relación con la capacidad vital o índice de TIFFENEAU, puesto que en él (naturalmente si se halla en crisis ya que en los intervalos libres el espiograma puede resultar completamente normal) por tratarse de un proceso obstructivo difuso de vías aéreas en cuya patogenia no vamos a entrar ahora, el V. E. M. S. es el parámetro espiográfico que acusa más fielmente el grado e importancia de esta amputación, definiendo lo que en términos funcionales se llama *defecto ventilatorio obstructivo*. La existencia de éste se evidencia en el trazado espiográfico por los siguientes signos (fig. 1):

- Acortamiento o aplanamiento más o menos importante del V. E. M. S.
- Conservación de la capacidad vital o disminución de la misma en proporción siempre inferior a la del V. E. M. S.
- Consecuencia de los dos anteriores es el acortamiento del índice V. E. M. S./C. V. o índice de TIFFENEAU, que desciende por debajo de la cifra teórica que, según la edad, oscila entre 68 y 85, hasta llegar a veces a cifras por debajo de 20.

En los trastornos ventilatorios obstructivos avanzados o en los estados asmáticos, la capacidad vital también va amputándose cada vez más, por cuyo motivo en estos casos el índice de Tiffeneau puede estar menos amputado de lo que parece indicar la importancia de la afección. Es en ellos donde tiene un gran valor la determinación del volumen residual que se encontrará siempre aumentado.

- Importante amputación de la ventilación máxima.
- Suele haber una hiperventilación en reposo con consumo de oxígeno normal, lo que hace que haya un equivalente respiratorio aumentado.
- Aparte de todos estos signos traducibles en cifras, existen unos signos

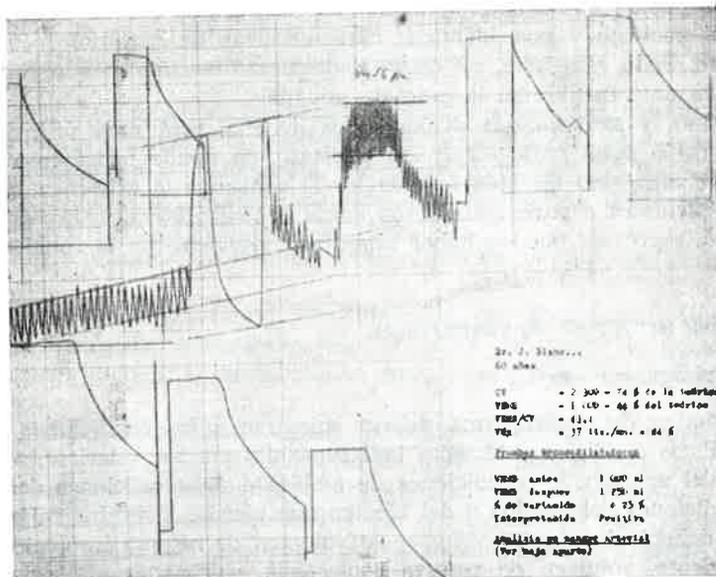


Fig. 1.—Espirograma típico de un proceso bronco-obstructivo: acortamiento relativo del VEMS mayor que el de la CV, caída del índice VEMS/CT, signos del «atrapamiento aéreo» y del «creneau», etc.

indirectos, únicamente «visibles» en el trazado, pero que son de gran importancia: a) Signo del «creneau» o inscripción de la ventilación máxima únicamente o preferentemente en la zona del volumen de reserva inspiratoria. El defecto ventilatorio será tanto más acusado cuanto más marcado sea este «creneau». Hay autores que le atribuyen un significado aún más precoz que el del acortamiento del V. E. M. S. b) Signo del «atrapamiento aéreo»: después de una inspiración máxima, la vuelta a la posición espiratoria no se logra sino al cabo de varios ciclos respiratorios (fig. 1), traduciendo la dificultad en el vaciado de aire que existe en los procesos obstructivos.

## 2. Determinación del volumen residual y del índice V. R./CT.

Como es sabido, el volumen residual es aquel que es imposible expulsar «in vivo» del pulmón después de una espiración completa; su determinación, si bien es fácil, precisa de un analizador de gases, aparato que algunos espiró-

grafos ya llevan incorporado. Se basa en hacer respirar un gas extraño (generalmente el helio) que se habrá mezclado en pequeña cantidad al aire contenido en el espirográfico, al que se conectará el paciente en el mismo momento de terminada una espiración normal. De esta manera, cuando la concentración del gas extraño se haya igualado por todo el conjunto (espirógrafo y pulmones), será posible calcular, sabiendo el volumen del espirógrafo y sabiendo las concentraciones iniciales y finales del gas extraño, el volumen residual del pulmón, que es la incógnita de la ecuación. Generalmente, el tiempo necesario para lograr esta isoconcentración («tiempo de mixique») es de dos a tres minutos, pero puede aumentar mucho en el paciente asmático. El volumen residual es quizá el único parámetro que en el asmático puede mostrarse alterado incluso en los intervalos absolutamente libres de síntomas, puesto que aun en estas condiciones suele encontrarse un ligero aumento del mismo y, por tanto, un aumento del índice V. R./C.T. Este aumento es mucho más apreciable en el estado asmático, y en el asma a disnea continua.

### 3. Pruebas broncodinámicas.

Consisten en estudiar las variaciones que sufre el V. E. M. S. bajo la acción de drogas broncoconstrictoras (tipo acetilcolina) o broncodilatadoras (tipo adrenalina). En general, el árbol bronquial normal reacciona poco a ambas, pudiéndose considerar como negativas o sin significación variaciones de hasta un 10 por 100, en tanto que variaciones que oscilen entre un 10 y un 20 por 100 sólo traducirán una cierta labilidad bronquial y merecerán un estudio detenido o la repetición de la misma. Las variaciones por encima del 20 por 100 serán francamente positivas.

a) *Prueba broncoconstrictora o «test de la acetilcolina».* En este caso se estudian las variaciones espirográficamente demostrables que sufre el V. E. M. S., después de la inhalación por vía aerosólica de una droga que generalmente es la acetilcolina (de ahí la extensión de la prueba bajo el nombre de «test de la acetilcolina») si bien puede ser algún otro fármaco de acción parecida como la histamina o un alérgeno determinado. La técnica usada para esta prueba varía según los autores. La preconizada por TIFFENEAU, creador de la misma, es exacta pero muy compleja: se hace respirar al paciente el aire contenido en un espirómetro en el que previamente se ha nebulizado una cantidad determinada de acetilcolina, de modo que sabiendo los litros de aire que el paciente ha respirado, se sabrá exactamente la cantidad (en microgramos) de acetilcolina inhalada. La prueba va destinada a determinar la más pequeña dosis de acetilcolina («dosis liminar») que administrada por vía aérea produce un efecto ventilatorio espirográficamente comprobable. De la importancia de esta dosis liminar deducía TIFFENEAU la existencia o no de una «hipersensibilidad acetilcolínica» y el «grado de alergia pulmonar» que presentaba el paciente (fig. 2).

Creemos que puede resultar interesante reproducir, en extracto, la técnica de TIFFENEAU y la interpretación que él daba a la prueba:

Ya hemos dicho que «dosis liminar» es la mínima dosis de acetilcolina que administrada por vía aérea en forma de aerosol es capaz de producir un efecto ventilatorio espirográficamente tangible.

La «dosis inicial» de acetilcolina a administrar oscila entre 1, 10, 50 ó 100 microgramos, según se trate de un asma antiguo y grave (1 microgramo), simplemente importante (10 microgramos), mediano (50 microgramos) o muy dis-

creto (100 microgramos). ¿Cómo poder «medir» estas dosis tan pequeñas y cómo saber la cantidad que vamos a administrar? Los cálculos a realizar son los siguientes: se parte de la base de que el generador de aerosol tendrá un débito de 20 litros por minuto, y que el débito líquido (agua destilada) en estas condiciones será de 0,2 ml. por minuto (es decir, dos décimas de c. c. por minuto), lo que equivale a decir que el volumen de fase líquida contenida en un litro de aerosol es de 0,01 ml. Según que la «solución madre» de cloruro de acetilcolina a dispersar se prepare (hay que prepararla en el mismo momento de la exploración) al 1/100, al 1/1.000 ó al 1/10.000, un litro de aerosol contendrá aproximadamente 100, 10 o 1 microgramos de cloruro de acetilcolina.

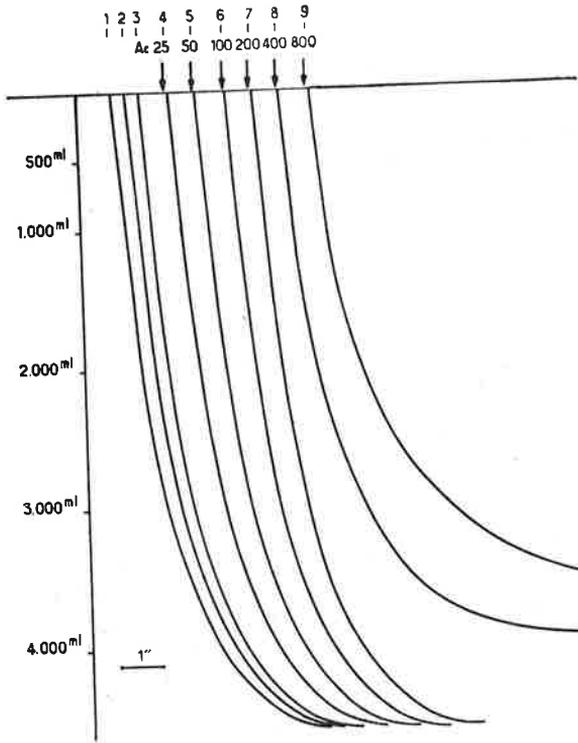


Fig. 2.—Tomado de TIFFENEAU.

A la salida del generador el aerosol se introduce en un espirógrafo hasta llenarlo, y entonces se conecta el paciente al mismo y se le hace inhalar un volumen determinado, que variará con la dosis inicial que nos hayamos propuesto administrar y que ya hemos dicho que varía según la antigüedad y gravedad del asma. Así, para administrar 50 microgramos, será necesario inhalar 5 litros de un aerosol que contenga 10 microgramos de cloruro de acetilcolina por litro (que resultará de la dispersión de una solución de acetilcolina al 1/1.000). Para administrar 100 microgramos será necesario administrar o bien 10 litros del mismo aerosol (preparado con esta solución de acetilcolina al 1/1.000) o bien un litro del aerosol preparado con una solución de acetilcolina al 1/100).

Previamente se habrán obtenido 3 ó 4 trazados, que se repetirán unos o dos minutos después de inhalada la acetilcolina. Si no se produjera efecto,

se dobla cada vez la dosis de acetilcolina administrada. Las pruebas se irán repitiendo cada cinco o diez minutos, hasta obtener un efecto ventilatorio (acortamiento del V. E. M. S.).

Interpretación de la prueba: la hipersensibilidad acetilcolínica del pulmón no es rigurosamente específica del asma, puesto que se da también en neumo-patías disneizantes no asmáticas, pero, evidentemente, esta hipersensibilidad tiene un gran valor para el diagnóstico de asma, tanto mayor cuanto a mayor hipersensibilidad la alteración ventilatoria sea menos marcada. Esta hipersensibilidad a la acetilcolina varía mucho de un asmático a otro, y TIFFENEAU la valora según sea la «dosis liminar» de cada uno de ellos: cuanto más pequeña sea esta dosis (de algunos microgramos solamente), mayor será la hipersensibilidad, mientras que la «dosis liminar» de sujetos poco sensibles puede ser de varios miles de microgramos. Esta hipersensibilidad persiste en las intercrisis y suele aumentar a medida que el asma es más antiguo. Desaparece totalmente bajo el influjo de una acción adrenérgica (nebulización previa de un aerosol de Aleudrina o similar o uso por parte del paciente de simpaticomiméticos «per os» o por vía parenteral).

Generalmente suele usarse una técnica simplificada consistente en la administración de un aerosol con una concentración progresivamente creciente de acetilcolina (suele empezarse con una solución al 1/100.000 ó 1/10.000, y si la prueba es negativa se pasa a soluciones más concentradas: 1/1.000 y 1/100) hasta que se obtenga una acortamiento demostrable del V. E. M. S.

Así como en la técnica de TIFFENEAU se juzga de la positividad de la prueba por la pequeñez de la dosis «liminar», sin tener muy en cuenta la importancia del acortamiento del V. E. M. S., en esta técnica simplificada lo que se valora es el porcentaje de este acortamiento con arreglo a la concentración de acetilcolina inhalada, pero sin llegar a medir en concreto ninguna cantidad de acetilcolina; si el acortamiento del V. E. M. S. se produce ya al inhalar una solución de acetilcolina al 1/100.000, deduciremos que existe una gran hipersensibilidad a la misma, tanto mayor cuanto mayor sea el acortamiento del V. E. M. S., mientras que esta hipersensibilidad será escasa si el acortamiento del V. E. M. S. sólo se obtiene con soluciones más concentradas (al 1/100, por ejemplo).

El enfermo asmático es un enfermo extraordinariamente sensible a la acetilcolina y es aconsejable empezar por soluciones mucho más diluidas de lo que empezaríamos en un enfermo carente de antecedentes asmáticos (en este último caso puede empezarse por una solución de acetilcolina al 1/1.000, aunque generalmente es preferible empezarlo al 1/10.000), siendo corriente comenzar la prueba con una concentración al 1/100.000, o incluso, si se sospecha una gran hipersensibilidad, al 1/1.000.000. El individuo normal, en cambio, la tolera bien, incluso a concentraciones bastante fuertes. Por tanto, el hallazgo de una prueba positiva a la acetilcolina, sobre todo si el acortamiento del V. E. M. S. se obtiene a soluciones muy diluidas habla a favor de una gran hipersensibilidad, y el diagnóstico de asma tendrá bastante verosimilitud. No obstante, en los bronquíticos crónicos se obtiene un porcentaje muy elevado de test positivos, por cuya razón creemos que en estos casos, o sea en los que el asma o el presunto asma lleve muchos años de evolución y, sobre todo en los que se halle injertado a una broncoapatía crónica, el hallazgo de un test positivo a la acetilcolina no debe ser considerado de una manera tan concluyente como decía TIFFENEAU.

A este respecto, SADOUL y SAUNIER, al hablar de los aspectos espirográficos de los bronquíticos crónicos, dicen: «La sensibilidad a la acetilcolina es más frecuente a medida que se acentúa el síndrome enfisematoso. Así, el 87 por 100 de

los enfisematosos ligeros reaccionan positivamente a la acetilcolina, el 61 por 100 de los cuales, de una manera muy viva; éste se hace más evidente aun en los grandes enfisematosos.» Más recientemente abundan en el mismo criterio GRIMAUD, DUMOND, CHARPIN, ZAFIROPULO y NICOLI al decir que en los sujetos afectos de bronconeumopatías crónicas la sensibilidad a la acetilcolina está aumentada tanto más cuanto más acentuada sea la insuficiencia ventilatoria obstructiva. No obstante, estos últimos encuentran para estos pacientes una dosis liminar a la acetilcolina bastante mayor que la que suelen tener los asmáticos. Es decir, si bien el test a la acetilcolina sería positivo en muchos de estos bronquíticos crónicos, no tendrían una sensibilidad a la misma tan acentuada como el asmático verdadero.

b) *Prueba broncodilatadora.*—Se usa indistintamente un aerosol de Aleudrina o similar o una inyección subcutánea de adrenalina o algún otro broncodilatador potente (Efedrina, Asmalicida, etc.). Este último caso corresponde a la técnica original de ROSSIER, si bien es más corrientemente usada la vía aerosólica. A los quince o treinta minutos de la inyección, o a los cinco o diez minutos del aerosol se obtienen nuevos registros del V. E. M. S. La prueba broncodilatadora será dada como positiva si se obtienen mejorías del V. E. M. S. por encima del 20 por 100, dudosa entre el 10 y el 20 por 100 y carente de significado por debajo del 10 por 100 (fig. 1).

c) *Prueba de sobrecarga de alérgenos.*—Consisten en estudiar las modificaciones de los volúmenes espirográficos después de la inhalación de un aerosol que contenga una suspensión del alérgeno al cual el paciente se haya sensibilizado o se sospeche su sensibilización.

Aun cuando se trata en realidad de una prueba de diagnóstico etiológico, la similitud de mecanismo de acción hace que la incluyamos aquí como si se tratara de una prueba broncodinámica más.

Para este tipo de examen TIFFENEAU indicaba unas pautas a seguir en todo semejantes a su técnica de la acetilcolina. El alérgeno que él generalmente usaba era el extracto de polvo doméstico, por ser el neumoaalérgeno frente al que más frecuentemente están sensibilizados los asmáticos. Y, al igual que para la acetilcolina, definía una «dosis liminar alérgica» como la mínima capaz de producir un efecto espirográficamente demostrable (fig. 3). Según se utilice un extracto de polvo al 1/10.000, al 1/1.000 o al 1/100, un litro de aerosol contendrá, aproximadamente, 1, 10 ó 100 microgramos de extracto de polvo. El efecto ventilatorio se produce a partir de los cinco minutos y continúa aumentando durante un cierto tiempo. Del resultado de la prueba deducía no sólo «el grado de sensibilidad pulmonar al alérgeno», sino también el «grado de alergia pulmonar», que obtenía de una manera matemática dividiendo la dosis «liminar» de acetilcolina del paciente por la dosis «liminar» de aquel alérgeno.

KLEINSORGE y JAGER encuentran que el efecto ventilatorio se establece con mucho más retraso, generalmente de varias horas, por cuyo motivo consideran que es una prueba que no debería practicarse ambulatoriamente. PAUTRIZEL y CABANIEU abundan en este criterio y dicen que si bien la respuesta pulmonar aparece rápidamente, no alcanza su máximo hasta pasadas cuatro o cinco horas. Señalemos que estos autores estudian las variaciones de los volúmenes ventilatorios después no de un aerosol conteniendo el alérgeno en suspensión, sino de la administración epicutánea del mismo, en forma de una cutirreacción, siguiendo su técnica particular («pruebas epicutáneas»), con lo que vienen a confirmar que la reacción del organismo frente a los llamados «neumoaalérgenos» es universal y no se limita exclusivamente a la piel o al bronquio.

Estos últimos autores determinan también el volumen residual y el tiempo de dilución con helio y encuentran que ambos aumentan después de la sobrecarga de alérgenos, y dada la fidelidad de su respuesta los prefieren incluso a las variaciones del V. E. M. S. y de la C. V.

Suele encontrarse siempre un paralelismo entre la positividad de las reacciones cutáneas y los test ventilatorios de sobrecarga de alérgenos, pero a veces estos últimos constituirán el único procedimiento para llegar a confirmar el diagnóstico de asma alérgico.

¿A qué conclusiones llegamos después del estudio de todas estas pruebas ventilatorias en el asma? ¿Cómo es el espirograma de un asmático?, ¿encontramos siempre el síndrome obstructivo que hemos descrito? Para contestar estas

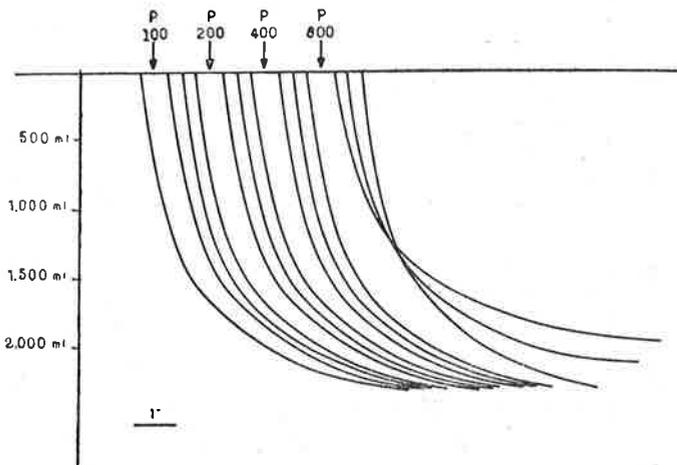


Fig. 3.—Tomado de TIFFENEAU.

preguntas es forzoso distinguir dos situaciones o momentos del asmático diametralmente opuesto: el asmático en crisis y el asmático en intercrisis o período de calma. En el primer caso la espirografía demostrará, con toda su riqueza de signos, la existencia de un defecto obstructivo, tanto más acentuado cuanto más intensa sea la crisis de asma o el status asmáticos, defecto obstructivo que cede en todo o en parte, con una prueba broncodilatadora (fig. 1). Por lo contrario, en los períodos de calma, en las intercrisis, las pruebas ventilatorias pueden ser completamente normales, encontrando, a lo sumo, un discreto aumento del volumen residual; es en estos momentos cuando estará indicada la prueba broncoconstrictora (acetilcolina), que nos dará, con toda seguridad, un resultado francamente positivo. Esta normalidad de las pruebas en las intercrisis suelen darse de manera especial en el asmático joven, ya que en el asmático inveterado son frecuentes los signos de enfisema, tanto más acentuados cuanto más antiguo sea el proceso (1).

(1) Ver a este respecto los trabajos de SAOUL, SAUNIER y col.: «Interés y limite la exploración funcional pulmonar y de otras pruebas biológicas en la exploración del asmático joven» y «Aspectos espirográficos del asmático en las diferentes edades de la vida». En ellos concluyen también que en las intercrisis las medidas de los volúmenes pulmonares difieren poco de las normales, si bien en la cincuentena son frecuentes los signos de enfisema. En cuanto al test a la acetilcolina hacen constar que lo encuentran positivo en un grupo de bronquíticos de la misma edad, y lo encuentran negativo en un 14 % de asmáticos evidentes, en contra, por tanto, de lo que opinaba TIFFENEAU que lo consideraba positivo en todos los asmáticos. Referente al volumen residual indican que su aumento es tanto mayor cuanto más antiguo es el proceso.

## 5.º OTROS PROCEDIMIENTOS MENOS CORRIENTES.

### *Estudio de los gases en sangre arterial y del equilibrio ácido-básico.*

Es sabido que las determinaciones que corrientemente se hacen en sangre arterial son: pH, porcentaje de saturación oxihemoglobínica ( $SaO_2$ ) o determinación de la tensión arterial de oxígeno ( $PaO_2$ ) y medida del  $CO_2$  total del plasma. Con la cifra de este último y de la pH deducimos por cálculo, o utilizando el diagrama de DAVENPORT (fig. 4), la presión parcial de carbónico arterial ( $PaCO_2$ ) y la situación ácido-básica del paciente. Únicamente con estos datos se puede diagnosticar fundadamente la existencia de *insuficiencia respiratoria*, por ser el

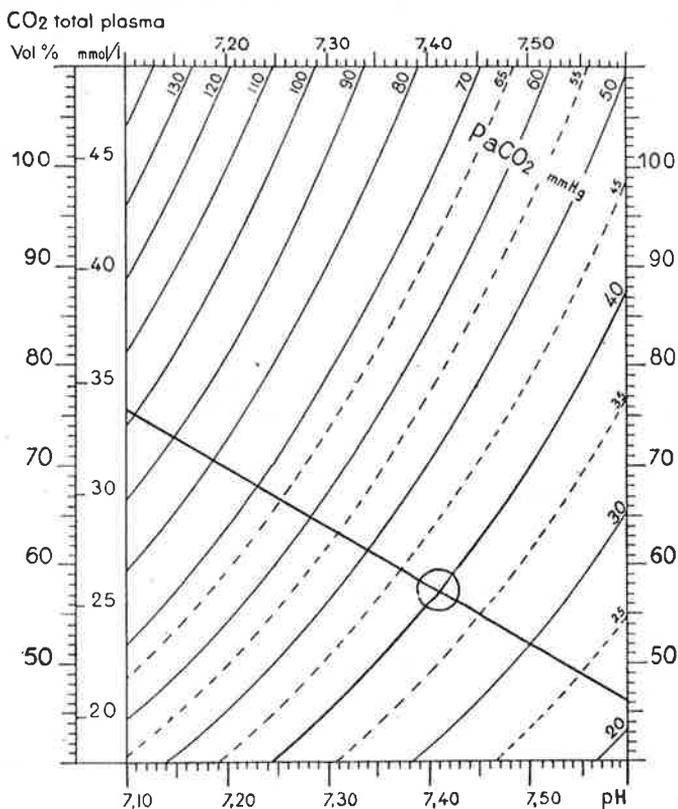


Fig. 4.

concepto de la misma puramente biológico o humoral. Entendemos que existe insuficiencia respiratoria cuando los pulmones son incapaces de mantener, en reposo, la cifra normal de oxígeno en sangre arterial; esta hipoxia podrá o no acompañarse de hipercapnia. En el primer caso estaremos ante una *insuficiencia respiratoria global*, y en el segundo, ante una *insuficiencia respiratoria parcial* o de distribución (ROSSIER).

Por tanto, no podrá hablarse de insuficiencia respiratoria en el asmático, sino ante una gasometría arterial, estén como estén los otros elementos de la función respiratoria. Recordemos a estos efectos que no es lo mismo insuficiencia respiratoria que insuficiencia ventilatoria, y que pueden existir independientemente una de otra: no siempre una insuficiencia ventilatoria aboca a una insuficiencia respiratoria, ni ésta siempre es fruto de la primera. La insuficiencia

ventilatoria traduce puramente un defecto en la ventilación, mientras que la insuficiencia respiratoria indica que la homeostasis de los gases sanguíneos se realiza imperfectamente.

El asmático, como veremos a continuación, lo mismo puede no presentar ningún indicio de insuficiencia respiratoria que hallarse en plena insuficiencia respiratoria global, si bien lo más frecuente, sobre todo en las crisis, es que únicamente exista una discreta hipoxia con alcalosis respiratoria descompensada.

Este aspecto de la exploración funcional del asmático fue abordado por vez primera por MEAKINS, más tarde por ROSSIER, y, en nuestro país, por LAHOZ, CENTENERA y RÁBAGO, FARRERONS y CASABLANCAS, entre otros. Ultimamente, TURIAF y su escuela hacen un completo estudio del comportamiento de los gases en sangre arterial y del equilibrio ácido-básico en los diversos estudios del asma, encontrando que las crisis y los ataques corrientes suelen acompañarse de una alcalosis respiratoria, mientras que el porcentaje de acidosis respiratoria con hipoxia más o menos acentuada aumenta en los asmás a disnea continua, sobre todo en los que se acompañan de manifestaciones de insuficiencia ventricular derecha (en éstos hallan un 75 por 100 con acidosis e intensa hipoxia).

De ahí el interés no sólo diagnóstico, sino también terapéutico de una gasometría arterial en un asmático, sobre todo en los asmás a disnea continua, de larga duración.

Nuestros propios resultados abundan en los de TURIAF, ya que en los asmáticos estudiados ambulatoriamente en el dispensario, y que por este mismo hecho —el de poder desplazarse— se deduce ya que se hallaban en período de intercrisis o de sintomatología ligera, generalmente no hemos encontrado ninguna insuficiencia respiratoria global, solo algunos casos de insuficiencia parcial (tabla 3) y muchos trastornos simples del equilibrio ácido-básico producidos por alcalosis respiratorias más o menos compensadas por el riñón a expensas de una disminución de bicarbonatos en el plasma. En cambio, en nuestra experiencia privada de asmáticos encamados con un asma a disnea continua, aunque son pocas las gasometrías practicadas por motivos fáciles de comprender, hemos encontrado un gran porcentaje de hipoxias severas con hipercapnias (ver resultados en tablas 1, 2 y 3).

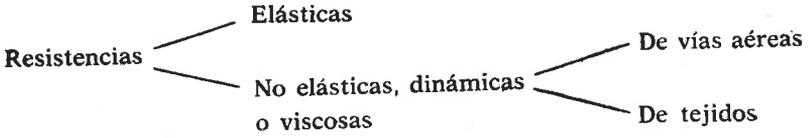
N.º	Nombre	Edad	% SaO2	CO2 Total	pH	PaCO2
1	L. T. T.	58	93	50,4 vol.	7,39	37 mms.
2	F. S.	33	96,2	46 fvol.	7,33	38 mms.
3	C. P.	85	92,5	57,5 vol.	7,42	39 mms.
4	M. L.	39	93,5			
5	M. R.	45	92,5			
6	J. S.	70	93,7	61,1 vol.	7,40	43 mms.
7	C. M.	37	77	79 vol.	7,36	62 mms.
8	D. F.	55	67,5	80,7 vol.	7,27	78 mms.
9	M. G.	41	77,5	79,3 vol.	7,30	72 mms.

**TABLA 1:** Pacientes hospitalizados o encamados debido a un estado asmático más o menos intenso y que han podido ser estudiados gasométricamente. En los 7 casos en que el estudio se ha podido hacer completo, se han encontrado 3 hipercapnias severas asociadas a acentuada hipoxia.

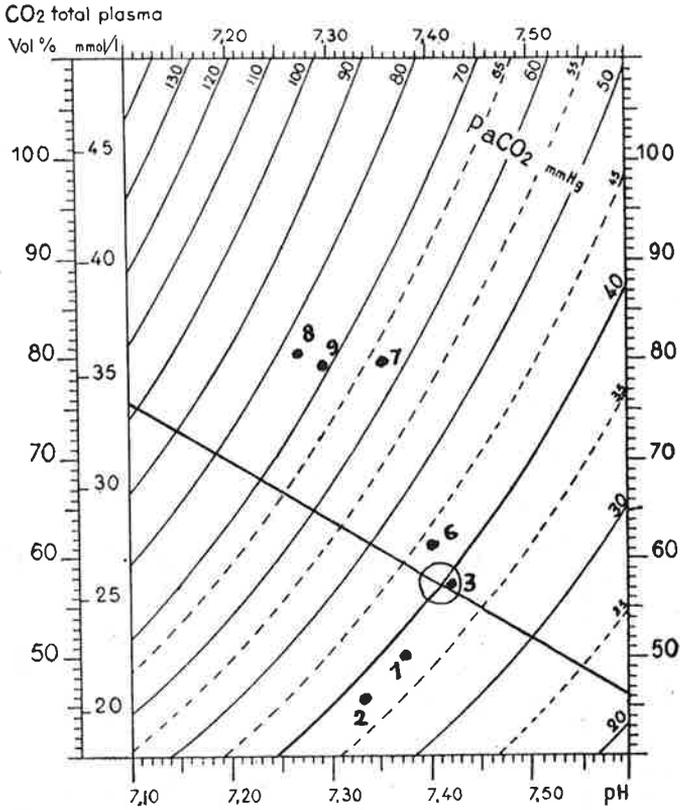
#### *Estudios de la mecánica ventilatoria en el asma.*

El trabajo que requiere la ventilación es el total de una serie de fuerzas destinadas unas a vencer la resistencia elástica del pulmón (ésta varía en cada paciente según sea su «elastance», o su índice opuesto, la «compliance» o «docilidad» del pulmón a dejarse aumentar de volumen) y otras a vencer las resistencias no elásticas, o dinámicas, o viscosas, las cuales, a su vez, podemos des-

componer en dos grandes grupos: resistencias que encuentra el aire a través de las conducciones aéreas (árbol traqueobronquial) y resistencias de los tejidos. O sea:



El cálculo de las primeras se basa en las determinaciones *estáticas* de las variaciones de presión intratorácica o endopleural (en la práctica se utilizan las presiones endoesofágicas) a cada variación de volumen en los aumentos de flujo nulo.



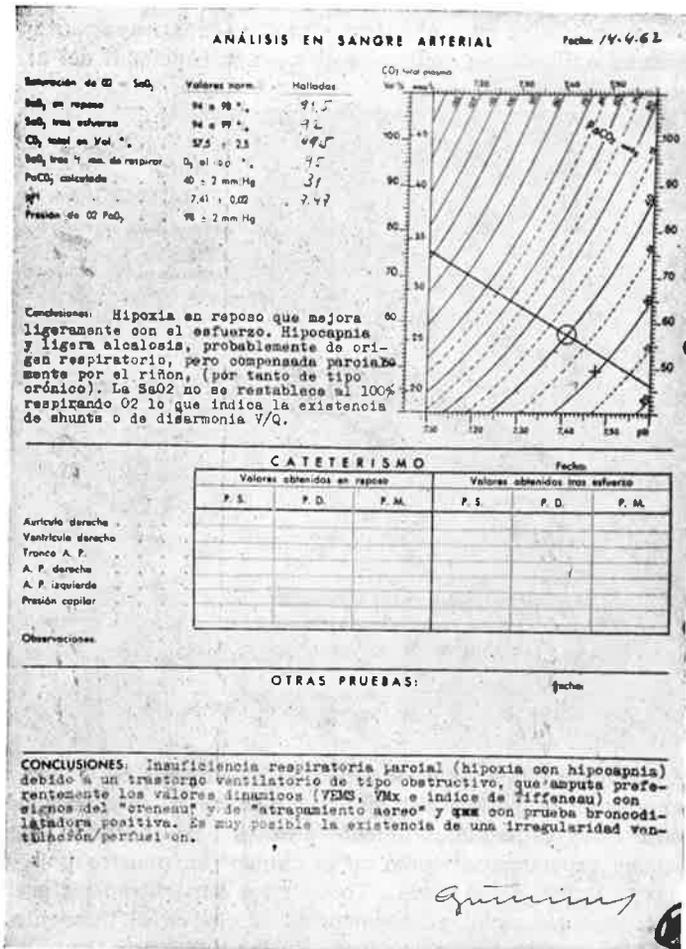
**TABLA 2:** Situación de los mismos casos en el diagrama de DAVENPORT.

Las segundas se basan en el mismo principio, la determinación del diagrama presión-volumen, pero *durante* todo un ciclo respiratorio, de una manera continua, dinámica. Para ello se requiere la colaboración de un neumotacógrafo, un espirógrafo y el registro continuo de las variaciones de presión endoesofágica. La planimetría del área comprendida entre el borde superior del bucle y el eje de abscisas no determinará el trabajo total respiratorio (fig. 5, zona gris).

Este diagrama presión-volumen dinámico será el fruto de todas las resisten-

cias pulmonares; para calcular *únicamente* las viscosas no nos sirven las variaciones de presión endoesofágica (1), porque éstas traducen las variaciones de la presión intrapleural o intratorácica, y, en realidad, las resistencias aéreas dependen de las variaciones de la presión endoalveolar, en relación con el flujo aéreo instantáneo y con arreglo a la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\Delta P}{V}$$



**TABLA 3:** Gasometría arterial del paciente cuyas pruebas ventilatorias se reproducen en la fig. 1

El flujo (V) se mide por medio de un neumotacógrafo, y las variaciones de presión endoalveolar, mediante el procedimiento de la «interrupción momentánea» del flujo. En estas condiciones la presión se iguala rápidamente por todo el árbol respiratorio, y la presión endobucal es muy parecida a la endoalveolar.

(1) En este caso, deberá restarse de ésta la presión correspondiente a la resistencia elástica la cual se obtiene en la gráfica, uniendo los puntos de flujo cero, e interpolando los valores intermedios.

Para ello se requiere que la interrupción no sea superior a 0,02 seg. Generalmente, las resistencias aéreas, como varían **instantáneamente**, suelen expresarse en valores «medios» (normalmente oscilan alrededor de 1,2 cm/H<sub>2</sub>O/lt/seg.). En realidad, este valor comprende no sólo las resistencias aéreas, sino también las no elásticas de los tejidos, si bien estas entran a formar parte en el total en un porcentaje muy pequeño (se calcula que del total de las resistencias viscosas, un 82 a un 85 por 100 son debidas a las resistencias aéreas, y el 15-18 por 100 restante, a las de los tejidos).

Se comprende fácilmente que toda esta mecánica y este juego de fuerzas y resistencias se vea gravemente alterada en el asma, en donde el mecanismo obstructivo de vías constituye su nudo fisiopatológico más importante (1). Así es, en efecto, pero su aplicación práctica en el examen funcional del asmático tro-

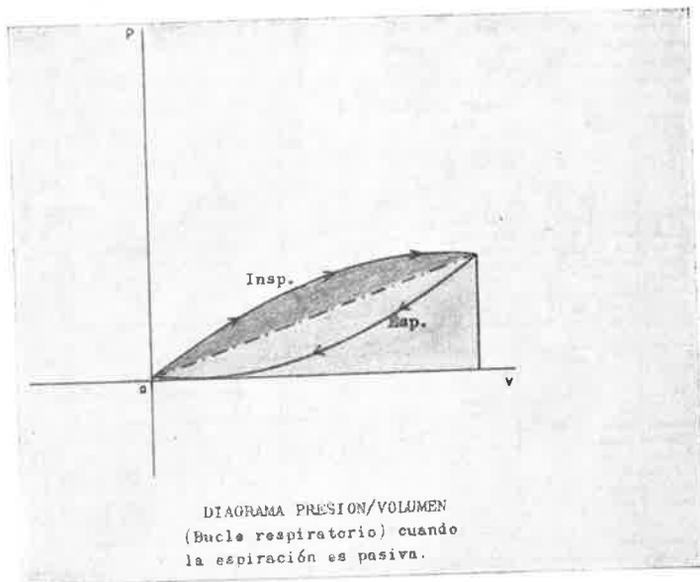


Fig. 5.

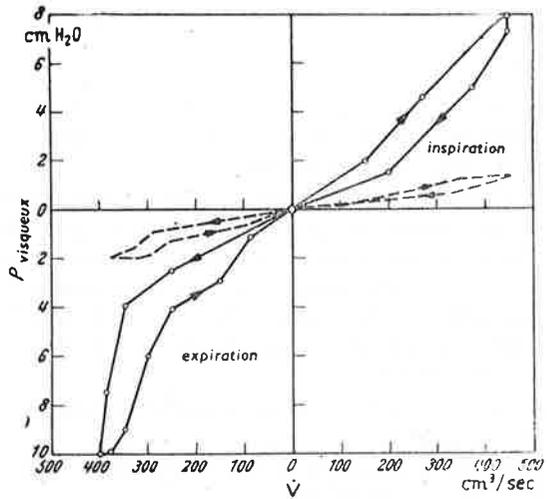
pieza con serias dificultades: la normalidad de las mismas en las intercrisis y la dificultad no sólo de su realización, sino también de su interpretación.

No obstante estas dificultades muchos autores han abordado su aplicación, tanto en el asma experimental como en el clínico (en nuestro país, por LAHOZ NAVARRO y LOPET BOTET, entre otros). Todos ellos encuentran un gran aumento del trabajo respiratorio y de las resistencias aéreas en el momento de la crisis (figs. 6 y 7), para volver a normalizarse en las intercrisis (fig. 7). Pero como muy bien dice ROSSIER, si difícil es su interpretación en un pulmón sano, cuánto más lo será en circunstancias patológicas tan complejas como las que se dan en un ataque de asma (2).

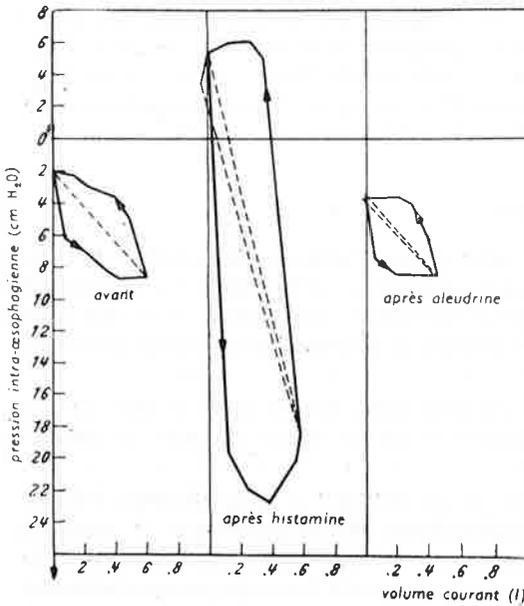
(1) «Más sensible que los métodos espirográficos para poner de manifiesto las variaciones de resistencia a la corriente aérea (se refiere al método de la interrupción del flujo) resulta preciso para juzgar las variaciones de un brocoespasmo. En los test de provocación en el asmático, por ejemplo, permite la constante supervisión mientras dure la inhalación del aerosol cuyos efectos quiere estudiar». (SABOUL: «Traitement de l'insuffisance respiratoire», Pág. 414).

(2) «Tales modificaciones anatómicas pulmonares (se refiere al aumento de resistencias, etc.) juegan ciertamente un gran papel, pero hace falta subrayar aquí (en el asma) que estas modificaciones fisiológicas estrictamente definibles, como la elasticidad, la resistencia a la circulación aérea, la resistencia a la deformación de los tejidos, sólo tienen una significación relativa en estos casos de circunstancias

Creemos, por tanto, que hoy por hoy los estudios de mecánica respiratoria no constituyen un método de examen funcional del asmático aplicable en la práctica diaria, sin que al decir esto dejemos de reconocer el indudable interés científico y especulativo que puedan tener.



**Fig. 6. Tomada de ROSSIER**  
 Diagramme pression-volume. En ordonnées.  $P_{visq} = P_{oes} - P_{el}$ . En abscisses: débit pendant l'inspiration et l'expiration. (---) = normal, (—) = bronchite chronique asthmatiforme



**Fig. 7. Tomada de ROSSIER**  
 Diagramme pression-volume (boucle respiratoire) avant, pendant et après une crise d'asthme provoquée (d'après SCHERRER et coll. 1956).

pato ógicas complejas... Como en el enfisema, existe también en el asma una heterogeneidad funcional en las diferentes partes del pulmón lo que complica la interpretación de los resultados de las medidas de mecánica respiratoria que se han efectuado.»

Y respecto al cálculo de la presión endoalveolar por el sistema de la interrupción instantánea del flujo, como sea que esta interrupción tiene que ser muy corta (0,02 segundos) pues de lo contrario los reflejos propioceptivos modificadores de la presión empezarían a actuar, añade «no es absolutamente cierto que el método de interrupción suministre resultados exactos en todos los casos patológicos, en particular en las estenosis de vías respiratorias, por ejemplo, en el asma bronquial» puesto que en estas circunstancias el tiempo de 0,02 seg. es insuficiente para el equilibrio de presiones dentro del árbol traqueo-bronquial. (ROSSIER: «Physiologie et physiopathologie de la respiration». Págs. 143 y 274.)

## II. COMO UTILIZAR ESTOS METODOS EN...

### 1.º EL ASMA LATENTE.

Damos por descontado que todos los métodos de exploración funcional pulmonar que hemos ido citando son siempre útiles, pero es evidente que no disfrutan todos ellos de la misma preferencia en las distintas circunstancias clínicas.

Es evidente también que los métodos más simples de exploración funcional pulmonar, como son la anamnesis, la exploración física, la radioscopia dinámica y la espirografía deberán practicarse siempre, por lo que los damos ya por descontados y no los citaremos en la exposición que sigue.

La separación que hacemos en estos tres grupos de enfermos asmáticos o posibles asmáticos no tiene otro objeto que la de intentar dar un esquema mental de lo que, utilizando el lenguaje económico actual, diríamos que va a ser el «planning» de la exploración funcional pulmonar en cada uno de ellos, y de qué modo ésta puede ayudar al clínico en el diagnóstico pronóstico y tratamiento de la enfermedad.

Así este primer grupo comprende aquellos enfermos sin ninguna broncopatía manifiesta, en los que sólo se *sospecha* la existencia de un asma y la finalidad del examen funcional pulmonar sea confirmar o desmentar su existencia de una manera definitiva.

En estos casos el examen funcional pulmonar tendrá como objetivo primordial revelar, a pesar de una exploración física, radioscópica y espirográfica normales, este fondo latente de enfermedad asmática. Este objetivo se cubrirá *utilizando preferentemente el test de la acetilcolina*, siguiendo la pauta y dosis ya indicada en estos casos y, en todo caso, si se sospecha de un determinado neumalérgeno, proceder a la *prueba de sobrecarga* correspondiente.

### 2.º EN UNA BRONCOPATÍA PREVIA ASMATIZADA.

Se trata aquí de un paciente portador de una broncopatía anterior ya conocida, o de un enfisema, pero en el que, al parecer, se ha venido a injertar un asma. La finalidad del examen funcional pulmonar será, dentro de lo que cabe, confirmar este asma y deslindar en lo posible la amputación funcional atribuible a cada proceso.

Será muy interesante estudiar el paciente fuera de sus crisis y lejos de una de sus frecuentes «poussées» bronquiales, o por lo menos después de haberlo tratado convenientemente.

Se estudiará de manera preferente su sensibilidad a la acetilcolina y su reversibilidad con las pruebas broncodilatadoras. Recordemos que el asma en intercrisis tiene que dar prácticamente unos valores funcionales normales. *Lo que de patológico hallemos en ellos, en estas condiciones de pausa sintomológica, y sobre todo después de una prueba broncodilatadora, deberemos achacarlo a la broncopatía o al enfisema preexistente, y del grado de sensibilidad a la acetilcolina deduciremos la importancia relativa de su asma.*

Quizás deberá completarse el estudio con una gasometría arterial o un catterismo de la pulmonar para conocer el grado de insuficiencia respiratoria, si es que la hay, y la posible coexistencia de un cor pulmonale crónico o pronosticar la evolución hacia el mismo.

### 3.º EL ASMA CONFIRMADO.

Corresponde este grupo de enfermos al asma cuya existencia no plantea ninguna duda. En ellos cabe distinguir dos grandes grupos.

a) *El paciente se halla libre de síntomas en el momento de la exploración.* El orden del examen funcional pulmonar será, además del espirograma simple y determinación del volumen residual, una prueba broncodilatadora, y en una segunda sesión, practicar el test de la acetilcolina y o de sobrecarga de alérgenos. Si la espirografía simple indicaba ya un grave déficit funcional, se prescindirá de estos últimos métodos exploratorios y se complementará el estudio con una gasometría arterial.

b) *El paciente presenta una evidente fenomenología asmática en el momento de la exploración.*—En estos casos sólo estará autorizada la práctica de una prueba broncodilatadora y esperar una época de pausa sintomática y revertirlo así al caso anterior para proceder a su exploración completa.

### III. CONCLUSIONES

1.ª Que el examen funcional pulmonar resulta de gran importancia en el asma.

2.ª Que sus *objetivos* son de índole:

- a) diagnóstica,
- b) pronóstica,
- c) terapéutica.

3.ª Que el examen funcional pulmonar en el asmático dispone de unos *métodos muy simples* al alcance de casi todos los médicos que por esta enfermedad se interesen: una buena anamnesis, una exploración física completa, una radioscopia dinámica y un espirograma simple, comprendiendo la determinación de los volúmenes y capacidades corrientemente usados, pero fijándose de una manera especial en el comportamiento del V. E. M. S.

4.ª Estos métodos simples pueden completarse fácilmente con una *prueba broncodilatadora* y con un «*test de la acetilcolina*» que nos dará idea de la reversibilidad del proceso y del grado de alergia pulmonar de la intensidad del asma del segundo.

5.ª Que el volumen residual suele estar siempre aumentado en el asma y, lo que es más importante, no sólo en los períodos de crisis, sino también en las intercrisis.

6.ª Que la moderna fisiopatología pulmonar nos brinda, además, otros excelentes procedimientos, ya más complicados, sólo al alcance de laboratorios especializados, pero que tiene, a no dudar, un evidente interés en el asma: gasometría arterial, cateterismo cardíaco, mecánica ventilatoria, etc., etc.

7.ª Que la metódica de una exploración funcional pulmonar en el asma no puede standardizarse previamente, sino que requerirá un planeamiento distinto para cada uso.

## COLOQUIO

PRESIDENTE:

DOCTOR MARTI LLEONART, ¿PUEDE DECIRNOS QUE SIGNIFICADO TIENEN LAS MELLADURAS DE LOS PARAMETROS VENTILATORIOS, CONCRETAMENTE EN EL V. E. M. S.?

DOCTOR MARTI LLEONART:

Es bastante frecuente su hallazgo, careciendo de significado patológico especial. Corresponden a colapsos de las paredes de los bronquios de pequeño calibre y, por ende, de poca estructura cartilaginosa, debidos a la brusquedad de la presión espiratoria. Si el V. E. M. S. se realiza con lo que los franceses llaman «souplesse», palabra difícil de traducir y algo incomprensible para el enfermo, las muescas desaparecen.