

Instituto de Fisiología
Facultad de Medicina - Barcelona
(Prof. J. Jiménez Vargas)

Nuevo método de registro del espasmo bronquial experimental

Por J. Jiménez-Vargas (*)

(Recibido para publicar el día 1 de septiembre de 1951)

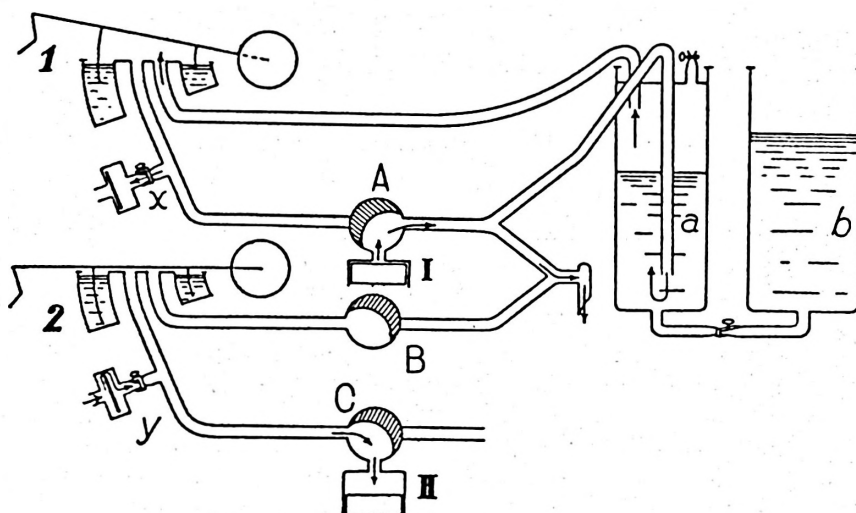
En investigaciones anteriores en perros (Jiménez-Vargas y Vidal Sivilla) (4) estudiábamos la sensibilidad del método de Konzett y Rössler (5), modificado por Emmeling (2), en la valoración del espasmo bronquial. Tanto este método como el de Halpern (3) resultaban insuficientes para nuestro objeto experimental, y ensayamos modificaciones para registrar el volumen de aire espirado a la vez que la resistencia a la insuflación (Vidal-Sivilla y Jiménez-Vargas) (6). Las variaciones de la gráfica obtenida eran proporcionales a las variaciones del volumen de aire espirado, pero la medida no era cuantitativa. Por otra parte, no siempre nos resultaba fácil obtener un registro exacto en los ensayos en perros. Y mucho menos trabajando con pequeño volumen y mayor frecuencia, como es necesario cuando se utilizan cobayas, porque en estas condiciones el vaciamiento de los espirómetros debe ser más rápido. En aquellas comunicaciones llegábamos a la conclusión de que los métodos de este tipo, si bien son útiles para valoraciones farmacológicas, carecen de precisión para investigar fenómenos fisiológicos en el animal normal. Por eso, con el objeto de disponer de un procedimiento más preciso para estudiar el espasmo bronquial en el cobaya, hemos montado el método que describimos a continuación.

(*) Con la colaboración del Dr. F. Ruz y las señoritas M. Espinosa y M.ª D. Jurado, en la parte experimental.

Método

En el esquema siguiente (fig. 1) representamos nuestro dispositivo, que permite medir separadamente el volumen de aire inspirado y el volumen de aire espirado, en respiración artificial con una bomba Starling de dos cilindros

La medida del aire inspirado es indirecta como en el método de Konzett y Rössler (5). El volumen de aire que entra en los pulmones en cada expulsión del émbolo I es proporcional a la presión de insuflación que viene medida por la altura de la columna de agua a . La altura de la columna de agua a se puede regular con facilidad variando el nivel del depósito b , (De Schaepdryer) (1). El volumen de aire que sale del cilindro se reparte entre los



(Figura 1)

pulmones y el espirómetro 1. La expulsión del cilindro se gradúa de tal manera que resulte un exceso sobre el volumen que puede pasar al pulmón a una presión determinada. La gráfica que registra del espirómetro 1 tiene un nivel constante mientras no varían las condiciones mecánicas del pulmón y fundamentalmente el calibre bronquial. Cuando se produce un estrechamiento bronquial, la amplitud de la gráfica aumenta; y este aumento de amplitud mide cuantitativamente la proporción en que disminuye el aire que pasa al pulmón en la inspiración artificial.

En el momento en que empieza el paso de aire desde el cilindro I al pulmón, el espirómetro 1 debe estar cerrado y vacío. En nuestro método este espirómetro no comunica directamente con

la atmósfera; sólo comunica con la cavidad del cilindro I durante el descenso del émbolo. Mientras el émbolo está subiendo — expulsando aire al pulmón — la válvula A está en una posición que cierra el paso directo desde el cilindro I al espirómetro 1; pero el aire sobrante, que no puede penetrar en el pulmón, puede alcanzar el espirómetro 1 burbujeando a través de la columna de agua *a*. Cuando descende el émbolo del cilindro I, la cavidad del cilindro comunica a través de la válvula A con el espirómetro 1, y aspira al aire de esta cavidad, que automáticamente se vacía.

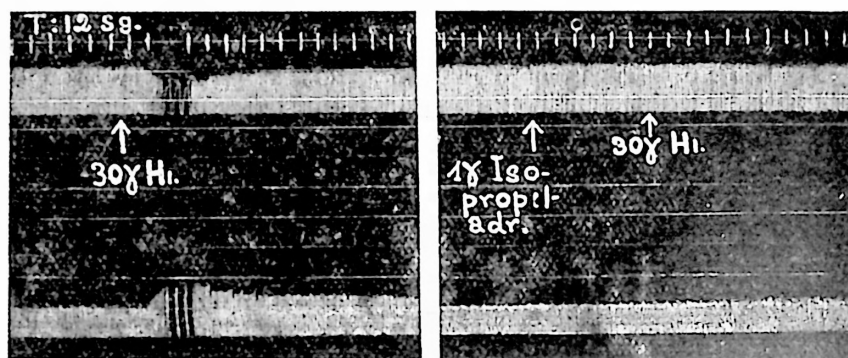
El volumen contenido en el espirómetro 1 al final de la inspiración siempre es menor que el volumen que aspira el cilindro; y por eso el cilindro debe comunicar con la atmósfera para que, una vez vaciado el espirómetro, continúe llenándose por otra vía. Esta última entrada de aire al cilindro lleva una válvula, *x*, que sólo se abre por la fuerza aspirante del émbolo. El diámetro del tubo que comunica esta válvula con el cilindro I es fácil de calibrar con una pinza, y así la aspiración se regula con seguridad, evitando un efecto de vacío que llegaría a actuar sobre el líquido del espirómetro y sobre el depósito *a*. Para evitar que este efecto actúe modificando el volumen de aire espirado, es útil colocar una válvula próxima a la tráquea, en la comunicación con el cilindro I, y que sólo se abra por la fuerza de insuflación.

El espirómetro 2, que mide el aire espirado, está vacío en el momento en que termina la subida del émbolo I, y queda incomunicado con el exterior en este mismo momento, a la vez que — a través de la válvula B — comunica libremente con la tráquea. Entonces la espiración espontánea del animal hace pasar aire al espirómetro 2. Después que ha terminado la espiración — al mismo tiempo que comienza a subir el émbolo I — el espirómetro 2 queda en comunicación con el cilindro II de la bomba; y, al bajar el émbolo de este cilindro, el espirómetro 2 se vacía. El volumen de aspiración del cilindro II se gradúa algo en exceso sobre lo que se necesita para vaciar el espirómetro 2. Por eso es necesaria una válvula de seguridad *y*. La comunicación de esta válvula con el cilindro se puede calibrar fácilmente para graduar la intensidad de la aspiración que actúa sobre el espirómetro 2. Así esta fuerza deja vacío el espirómetro antes de que empiece la espiración siguiente, pero sin que la presión en el espirómetro llegue a ser negativa.

Resultados

El objeto de este trabajo se limita a la comunicación del método. Por eso no creemos necesaria una exposición detallada de los efectos de sustancias capaces de provocar el espasmo bronquial, ni de la interpretación de gráficas de espasmo experimental en

diversas circunstancias fisiológicas. Todo esto constituirá el objeto de trabajos que tenemos en curso. La siguiente gráfica (fig. 2) es lo suficiente demostrativa de los registros obtenidos con el método. Corresponde a un cobaya anestesiado con uretano. El espasmo bronquial provocado por la inyección de 30 gammas de histamina se manifiesta en la reducción del volumen de aire que entra en el pulmón, paralela a la disminución del volumen de aire espi-



(Figura 2)

rado. Inyectamos después isopropiladrenalina*, que específicamente actúa impidiendo la constricción bronquial. Y a continuación se repite la misma dosis de histamina, que no tiene efecto ninguno.

Discusión

El método descrito tiene indudables ventajas sobre los demás métodos de fundamento análogo. La medida del volumen de aire en los espirómetros es cuantitativa, porque bajan siempre al nivel 0 con seguridad, y la presión es la atmosférica. Es innegable que puede tener causas de error, pero más fáciles de subsanar que en los indicados dispositivos, anteriormente empleados por nosotros.

Hemos ensayado el método empleando espirómetros, del tipo de los que representamos en el esquema, con agua o parafina. Este modo de proceder tiene causas de error porque la aspiración del cilindro se transmite al líquido, que experimenta grandes oscilaciones, y la gráfica puede resultar incorrecta. Para evitarlo se pueden emplear espirómetros de fuelle con deslizamiento en un plano horizontal, lo que da una gráfica más exacta y que no se influye por la aspiración de la bomba. Pero este tipo de espiróme-

(*) ALEUDRINA que nos ha facilitado la Casa C. H. Boehringer Sohn de Ingelheim am Rhein.

tros resulta incómodo de adaptar para el registro vertical en la gráfica. En los espirómetros de campana es posible evitar también las oscilaciones del líquido empleando mercurio, aunque así resulta más difícil equilibrar los contrapesos. Esta dificultad es importante, sobre todo en el que registra el aire espirado, porque si no se equilibra con exactitud puede ocurrir que en cuanto cesa de actuar la aspiración de la bomba la campana tiende a elevarse, lo que da lugar a una presión subatmosférica en la cavidad; y la retracción elástica del pulmón ya no se realiza en condiciones fisiológicas. En consecuencia, la sensibilidad disminuye porque esta presión negativa puede actuar cuando el diámetro bronquial es normal con igual eficacia que cuando se ha producido un cierto estrechamiento.

Empleando los dos registros simultáneos — aire espirado y resistencia a la insuflación — la sensibilidad del método indudablemente es mayor que cuando se mide sólo la resistencia a la insuflación. Esto ya lo habíamos comprobado en nuestras anteriores investigaciones (4) y (6), pero con el vaciamiento automático de los espirómetros de registro la gráfica es además cuantitativa y permite una comparación más exacta de las dos gráficas. Y esto último es importante sobre todo al estudiar el efecto de dosis débiles de sustancias bronquioconstrictoras, porque puede ocurrir que la reducción del diámetro bronquial afecte menos a la entrada que a la salida del aire; y es posible entonces que la disminución de aire espirado sea más marcada que el aumento de la resistencia a la insuflación. Sin embargo, como aun con el registro de las dos curvas no tenemos datos suficientes para la interpretación exacta de los fenómenos que influyen en el efecto que consideramos como espasmo bronquial, es necesario completar los datos con las gráficas que nos indican el estado de la circulación pulmonar, según comprobamos anteriormente (6).

Resumen

Se describe un nuevo método de estudio del espasmo bronquial experimental empleando una bomba de respiración artificial con dos cilindros. El registro se hace por medio de dos espirómetros. En uno de estos espirómetros se registra en cada movimiento respiratorio el volumen de aire que excede sobre el que puede entrar en el pulmón a una determinada presión de insuflación. En el otro espirómetro se mide el volumen de aire de la espiración espontánea del animal. Se aprovecha la aspiración de los cilindros para el vaciamiento automático de los dos espirómetros. El método tiene la ventaja sobre otros análogos de que los espirómetros vuelven rápidamente al cero y la medida de volumen es cuantitativa y más exacta.

Summary

A description is given of a new method of studying the bronchial spasm

with artificial respiration. There are registered simultaneously the expired air and the resistance to artificial respiration in two expirometers which are emptied automatically by two cylinders of a respiration pump.

Bibliografía

- (1) DE SCHAEPRUYVER, A., *Arch. int. pharmacodyn.*, **82**, 207, 1950.
- (2) EMMELING, N., KAHLSON, G, y WICKSELL, F., *Acta Physiol. Scand.*, **2**, 123, 1941.
- (3) HALPERN, B. N., *Arch. int. pharmacodyn.*, **68**, 339, 1942.
- (4) JIMÉNEZ-VARGAS, J. y VIDAL-SIVILLA, S., *R. esp. Fistol.*, **4**, 143, 1948.
- (5) KONZETT, H. y RÖSSLER, R., *Arch. exp. Path., Pharm.* **195**, 71, 1940.
- (6) VIDAL-SIVILLA, S., y JIMÉNEZ-VARGAS, J., *R. esp. Fisiol.*, **4**, 307, 1948.