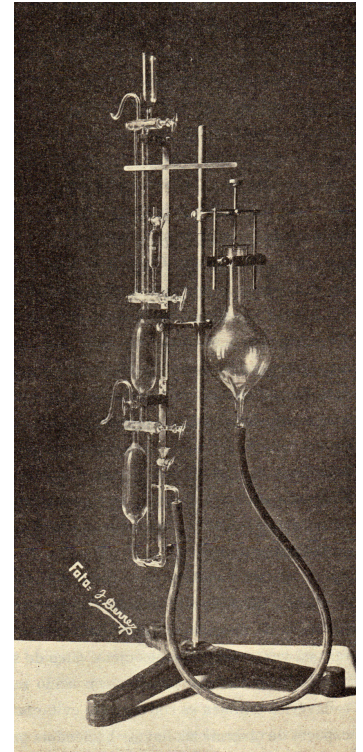


Investigación de los venenos gaseosos en sangre

Juan Peset Aleixandre, Aparato para el análisis de gases y especialmente para la investigación de los venenos gaseosos en la sangre, *La Crónica Médica*, 1928.



Juan Peset Aleixandre pertenecía a una dinastía de destacados médicos valencianos. Nació en Godella en 1886. Realizó estudios de medicina, derecho y química, lo que parece le predestinaba a ser profesor de medicina legal y toxicología. Completó sus estudios con una pensión de la Junta de Ampliación de Estudios en Alemania y Francia. Se formó, por ejemplo, en toxicología con Jules Orgier (-1913) y en medicina forense con Alphonse Bertillon (1853-1914), en París.

Obtuvo la cátedra de la disciplina, de Sevilla, en 1910. Dirigió también el Laboratorio bacteriológico de la ciudad. En 1916 se trasladó a Valencia para ocupar la misma cátedra en la Universidad, convirtiéndola al poco tiempo en uno de los principales centros de la materia del país. Trató de relanzar el Instituto Médico Valenciano y dirigió *La Crónica Médica*.

Entre 1932 y 1934 fue Rector de la Universitat de València. Llegó a ser un personaje muy popular en la ciudad. Encabezó la candidatura del Frente popular en las elecciones del 16 de febrero de 1936, en las que obtuvo un escaño de diputado de las Cortes. Durante la guerra civil fue hecho preso y fue ejecutado en Paterna el 24 de mayo de 1941.

El artículo que aquí se reproduce fue publicado en *La Crónica Médica*, el 15 de febrero de 1928. En él se refiere a un aparato que ideó para el análisis de gases y especialmente de venenos gaseosos en sangre

«El análisis de gases en general, y particularmente la investigación toxicológica de los gases venenosos que se practica en la sangre, exigen un material excesivamente costoso, tanto por la complicación y el número de los aparatos necesarios como por la cantidad de mercurio que precisa para trabajar cómodamente en una buena cuba hidrargironeumática (unos 130 kg.). Además, el análisis gasométrico exige un adiestramiento especial que no es frecuente se adquiera. Todo ello reunido da por resultado que tal rama del análisis no se lleve a la práctica en casi ningún laboratorio. No me parece aventurada esta afirmación, pues creo que, salvo rarísimas excepciones, el análisis de gases sólo es objeto de aplicaciones parcelarias limitadas a casos concretos. En lo que se refiere a la química toxicológica también cabe afirmar que en la mayoría de los centros se soslaya la investigación directa de los venenos gaseosos por iguales motivos.

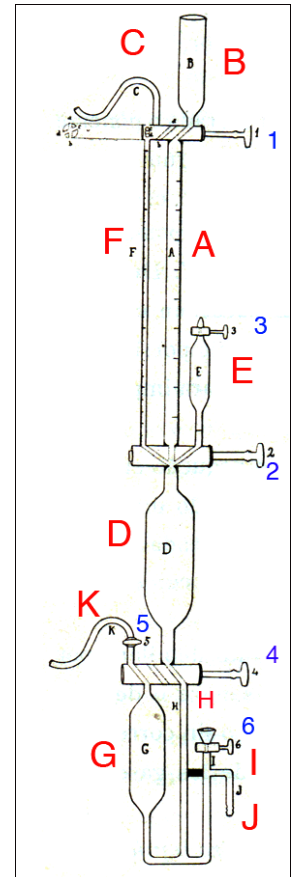
Tal estado de cosas justifica que hace muchos años me haya preocupado la solución de este problema, la cual habría de abarcar los medios asequibles para resolver sus principales aspectos parciales, que son: la extracción de los gases de la sangre o líquido que los contenga, la medición de su volumen y su tratamiento por reactivos, seguido de la separación de estos. Todo ello me parece posible con el aparato que paso a describir, cuya complicación y fragilidad relativas están justificadas por las grandes dificultades que pretende solventar. Su construcción, con arreglo a mis instrucciones, ha corrido a

cargo de la casa Assenheim y Steeg, de Colonia, que ha sabido resolver las múltiples dificultades inherentes a su fabricación.

A fin de conseguir la máxima claridad, empezaré por una rápida descripción del adjunto esquema del aparato:

Éste se halla constituido por un tubo eudiométrico A, de unos 10 c. c. de cabida, que está dividido en medias décimas de centímetro cúbico. Por su parte superior puede quedar cerrado o ponerse en comunicación con el embudo B o con el tubo C, según la posición de la llave 1, de tres vías, de las cuales sólo las dos de la derecha pueden ponerse en comunicación con dicho tubo eudiométrico A. La parte inferior del mismo puede quedar cerrada o ponerse en comunicación con la ampolla D.

Dicha ampolla D tiene unos 100 c. c. de cabida, y su parte superior, según las posiciones de la llave 2, puede quedar cerrada, ponerse en comunicación de modo exclusivo con el tubo A, conforme se ha dicho, o simultáneamente con éste, con la ampolla E y con el tubo F. La ampolla E, de 10 c. c. limitados por una línea de enrase existente en su tubo inferior, además de esta eventual comunicación con la ampolla D, puede comunicar



con la atmósfera mediante la llave 3. El tubo F está dividido en milímetros lineales, y para facilitar su lectura cada cinco están marcados con trazo más ancho. Además de poder comunicar su extremidad inferior con la ampolla la D, la superior puede estar cerrada o ponerse en comunicación con la atmósfera mediante la tercera vía de la llave 1. Es de notar que el plano longitudinal de esta llave donde se encuentra aquella vía, forma un ángulo de unos 70° con el correspondiente a las otras dos, según puede verse en la sección frontal de la llave que figura en el esquema. Con ello se consigue que según la posición de la llave 1 pueda obtenerse el cierre de todo, la comunicación exclusiva del tubo A con el embudo B o con el tubo C, según queda dicho, y la comunicación única del tubo F con el exterior, hallándose cerrada la extremidad superior del tubo A.

La parte inferior de la ampolla D puede estar cerrada o ponerse en comunicación con el tubo H o con la ampolla G, según la posición de la llave 4. Dicha ampolla G, que tiene unos 50 c. c. de cabida, puede tener su extremidad superior cerrada o ponerse en comunicación con la citada ampolla D o con el tubo K. Debe notarse que cuando sucede esto último el tubo H queda en comunicación con la ampolla D (según está en el esquema), por lo cual, de ordinario, ha de permanecer cerrada la llave 5, para impedir la comunicación con el exterior.

Por fin, el tubo I lleva en su parte superior un pequeño embudo provisto de la llave 6, que permite mantenerlo cerrado o ponerlo en comunicación con el exterior. La rama J está destinada a unirse con el tubo de goma que pone el aparato en relación con el depósito de mercurio.

Para exponer la técnica de manejo del aparato detallaré por separado:

1.º La extracción de los gases de la sangre o de otro líquido.

Puede practicarse en los siguientes tiempos:

a) Se empieza por llenar el aparato totalmente de mercurio, con la única excepción del embudo B, es decir, de modo que lo estén los tubos C y K, inclusive, hasta sus extremos. Ello es fácil elevando el depósito de mercurio más arriba de la curva del tubo C y accionando las llaves como sigue: Se empieza por abrirlas todas de modo que permitan la comunicación a lo largo de todo el aparato. La 2 y 4 como están dibujadas en el esquema, la 1 permitiendo la comunicación del tubo F con el exterior y las restantes abiertas. La llave 6 se tiene abierta hasta que todo el aire del tubo I es reemplazado por el mercurio. Dicha llave no volverá a abrirse salvo en el caso de que en el transcurso de las operaciones, al accionar el mercurio, llegue éste a arrastrar algunas burbujas de aire que se acumularán en la parte superior del tubo I sin llegar a molestar en el resto del aparato. Cuando se quiera eliminarlas bastará elevar el depósito de mercurio y abrir momentáneamente dicha llave 6. La llave 5 se tiene abierta hasta que sale todo el aire del tubo K. Conseguido esto se da media vuelta a la llave 4 para que el mercurio pase por su vía central. Siguiendo la ascensión de éste, se cierra la llave 3 cuando es expulsado el aire

de la ampolla E, y la vía izquierda de la llave 1 se comunica con el exterior cuando lo es el del tubo F. Por fin se hace comunicar el tubo A con el C hasta que se llena éste de mercurio y se llena de éste la vía de la llave 1, que une A con B. Entonces se cierra completamente dicha llave 1. A la llave 2 se le da media vuelta de modo que comunique exclusivamente A con D.

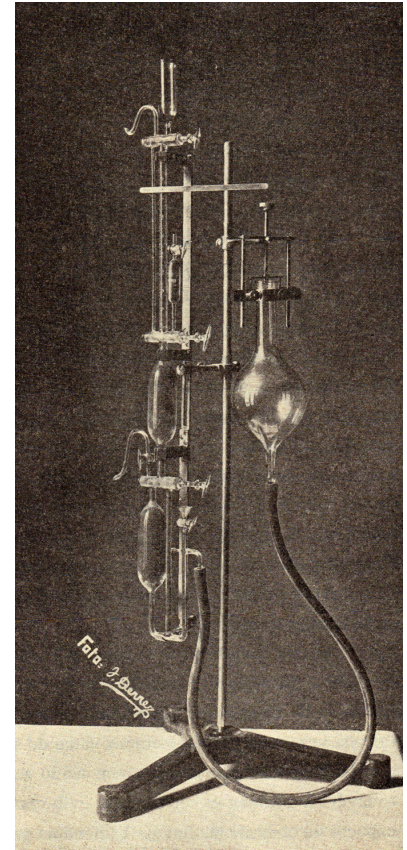
b) La sangre o líquido a analizar se va colocando en el embudo B y se hace pasar al tubo A y a la ampolla D bajando el depósito de mercurio y abriendo la comunicación con la llave 1, que se vuelve a cerrar una vez conseguido el objeto. Cuando se trata de sangre conviene acidular ésta previamente con ácido tartárico, y si es sangre cadavérica también es conveniente evitar la presencia de coágulos capaces de obstruir las llaves, haciéndola pasar a través de cualquier tamiz fino (puede servir un crisol de Gooch o una tela metálica de hierro galvanizado).

c) Se practica el vacío para provocar el desprendimiento de los gases contenidos en la sangre o líquido. Para ello se baja el depósito de mercurio de modo que se produzca lentamente el fenómeno. La probable formación de espuma no debe preocupar.

d) Se separa la sangre o líquido del gas y espuma producidos. Para ello se aumenta el vacío hasta conseguir que el gas obtenido ocupe la totalidad del tubo A y de la ampolla D, lo cual siempre es posible, y con ello la sangre o líquido pasará a la ampolla G. Para conseguir este vacío mediante el descenso exagerado del depósito de mercurio es práctico que éste sea manejado por un ayudante.

Media vuelta de la llave 4 permitirá conseguir la separación deseada y reponer la presión en D y en A por medio del mercurio que llega por H elevando lentamente el depósito. Con ello se rechaza el gas obtenido al tubo A al propio tiempo que se deshace la espuma, quedando un poco de sangre o líquido en la parte baja del mismo. Se procura que el gas quede en el tubo A y que esta sangre o líquido restante quede en D, aislando ambos mediante un cuarto de vuelta de la llave 2.

e) Como la extracción gaseosa sólo se consiguió incompletamente en el primer intento hay que repetir la operación. Para ello se hace pasar a D la sangre o líquido que se había dejado en G. Se consigue esto dando media vuelta a la llave 4, a fin de establecer la comunicación entre ellas, y haciendo varios movimientos de ascenso y descenso con el depósito para variar la presión del mercurio. Teniendo la sangre o líquido en D se hace de nuevo el vacío bajando dicho depósito y, obtenido el nuevo desprendimiento de gas, se repite la separación aumentando el volumen de éste disminuyendo la presión hasta que la sangre o líquido pase otra vez a G. Entonces se incomunica, volviendo a dar media vuelta a la llave 4,



cuya posición permite volver a reponer la presión en la ampolla D por medio del mercurio que llega por H al elevar el depósito del mismo. Abriendo la comunicación de D con A se reúnen ambas porciones gaseosas que se envían a A, aumentando la presión, y que pueden separarse de la poca sangre o líquido que aun reste, dejando estos en D y cerrando oportunamente la llave 2.

Pocas extracciones parciales como ésta últimamente descrita bastan para obtener la separación de los gases que se persigue. Terminada la última, se hace pasar el resto de la sangre o líquido que quede en D a G, mediante el vacío y media vuelta de la llave 4. Sólo como excepción convendrá limpiar interiormente las paredes del aparato con un poco de agua hervida, que se manejará en la forma descrita mas adelante al tratar del empleo de los reactivos.

2º Medida de volúmenes gaseosos con o sin corrección de presión y de temperatura.

Obtenido un gas puede medirse su volumen sin mas que reponer la presión elevando el depósito de mercurio después de abierta la llave 4 en la forma señalada en el esquema. La altura deseable de aquel se fija fácilmente mediante la regla horizontal que se ve en la fotografía del aparato, y que puede deslizarse a lo largo del tubo A. Debe ser tal que con ella se compruebe que están en línea recta los niveles del mercurio en los tubos A y F y en el depósito. Para afinar el nivel éste puede accionarse mediante el tornillo micrométrico que se ve en la parte superior de su soporte. Por el volumen medido se calculará el normal, según la presión y la temperatura acusadas por los aparatos del laboratorio.

Ahora bien, en el análisis gasométrico, más que los volúmenes absolutos, lo que interesa corrientemente son los volúmenes relativos. Esto es, medido un gas (por ejemplo el extraído de la sangre), saber el volumen que resta del mismo, después de sometido a determinada operación (por ejemplo a la acción absorbente de un reactivo). Para que ambas medidas sean comparables entre sí no precisa conocer su valor absoluto y si sólo saber que las condiciones de presión y de temperatura en que se realizan sus lecturas son equivalentes.

Con el fin de comprobar tal extremo el aparato lleva la ampolla E y el tubo F. Estando el gas en el tubo A se pone la llave 2 en la posición señalada en el esquema y se dejan abiertos el extremo superior del tubo F y la llave 3. Se modifica a la altura del depósito de mercurio hasta que éste llegue a la línea de enrase que lleva la ampolla E en su parte inferior, se cierra la llave 3 y se anota la altura en milímetros alcanzada por el mercurio en el tubo F. Inmediatamente se practica la medida del gas problema poniendo en línea recta los niveles del mercurio en los tubos A y F y en el depósito. Con esto se sabe que las condiciones de presión y temperatura en que ha sido realizada la lectura son tales que el volumen del aire encerrado en la ampolla E es el marcado por la citada línea de enrase. Cuando se tenga que hacer la nueva lectura del gas restante, después de las operaciones que se estimen oportunas, todo queda reducido a realizarla, habiendo puesto aquel previamente en condiciones de presión y de temperatura equivalentes a las de la primera lectura, lo cual equivale a decir que habrán de ser capaces de hacer ocupar al aire que quedó encerrado en la ampolla E un volumen igual al que

anteriormente ocupaba (1). Para ello, teniendo elevado el depósito de mercurio, se pone la llave 2 en la posición marcada en el esquema y se baja o sube dicho depósito hasta que el aire contenido en la ampolla E ocupe el volumen de antes, o sea hasta la línea de enrase. En estas condiciones se leen los milímetros que marca el mercurio en el tubo F estando abierto su extremo superior. Si hay alguna diferencia de presión o de temperatura exteriores entre el momento de la primera medida y el actual, habrá sido compensada por una diferencia en este nivel, fácilmente determinable por la existente entre la cifra actual y la hallada cuando la primera medida. Tal diferencia de nivel de mercurio, en más o en menos, con relación a la exterior habrá que conseguirla al hacer la medida del gas-problema, para lo cual se empezará por obtener en línea recta el nivel del mercurio en los tubos A y F en el depósito, comprobándose, como antes, con la regla. Se lee la altura milimétrica del mercurio en el tubo F y entonces se nivela aquél en este tubo tantos milímetros por encima o por debajo de aquella altura como fueran los correspondientes a la diferencia anteriormente determinada con vista al volumen del aire de E. La lectura del gas-problema entonces practicada lo será en condiciones equivalentes a las de la primera. El gran peso del pie del aparato y un tope que lleva su soporte garantizan la conservación de una posición única del primero, que es precisa durante las diferentes lecturas.

Es operación tan fácil y rápida de hacer como lenta de exponer, que evita todo cálculo de corrección de presión y de temperatura.

3.º Tratamiento de los gases por los reactivos.

El caso mas interesante, por lo frecuente, se refiere al tratamiento de un gas por un reactivo líquido. Puesto en contacto aquél con éste el problema técnico estriba en obtener la separación de ambos. Hace veinte años estudié las dificultades de tal operación, y entonces propuse como solución más sencilla y económica del empleo de unas probetas de llave con tubo largo (2), que merecieron la aprobación de mi maestro en estos asuntos, el doctor Julio Ogier, y que constituyen aun el medio actualmente usado por mi antiguo compañero y amigo el doctor Kohn Abrest, sucesor de aquél en la dirección del Laboratorio de Toxicología de Paris (3).

Para resolver este problema en el aparato que describe, sin necesidad de la cuba de mercurio que precisa para el uso de las probetas citadas, me valgo de la maniobra ya dicha y análoga a la que se realiza con el aparato de Van Slyke para la determinación de la reserva alcalina de la sangre. Estando el gas en el tubo A se pone el reactivo en el embudo B, y, ya bajo el depósito de mercurio, se comunican aquellos mediante la llave 1, que se cierra completamente en cuanto penetra el reactivo en el tubo A. Para facilitar el contacto entre aquél y el gas el soporte del aparato permite que éste bascule, quedando horizontal y pudiendo así imprimirle un movimiento de vaivén. Se vuelve el aparato a la posición aproximadamente en que se trabaja (el soporte lleva un pequeño tope para garantizar la constancia de su posición vertical). Pasado el tiempo que se juzga necesario se pone la ampolla D en comunicación

con el tubo A y con la ampolla G, y bajando el depósito de mercurio se procura que el gas ocupe el tubo A y la ampolla D y el reactivo pase a la ampolla G, en cuyo momento se da media vuelta a la llave 4, reponiendo entonces la presión del mercurio por el tubo H. Como se ve, es la misma maniobra empleada para separar la sangre o líquido-problema de sus gases desprendidos.

Puede interesar aquí el lavado que ya se citó, con agua hervida, para extraer los restos de un reactivo. En tal caso aquella se manejará como cualquiera de estos, asegurándose de que no se lleva gases disueltos repitiendo la extracción.

Si interesa regenerar parte del gas disuelto por un reactivo puede recogerse éste por el tubo K, aproximando una probeta de gases llena de mercurio, invertida sobre una capsulita que contenga este metal, elevando el depósito de mercurio y abriendo la llave 5. De modo análogo puede vaciarse la ampolla G cuantas veces molesten los líquidos que a ella van a parar.

Si el gas contenido en la probeta A precisa tratarlo con un reactivo sólido o someterlo a otra operación, puede sacarse de modo análogo por el tubo C. Si conviene devolverlo al aparato se coloca en una probeta de gases provista de llave, en cuyo tubo se adapta otro de goma, todo previamente lleno de mercurio, según se acostumbra a practicar en casos semejantes. Dicho tubo de goma se ajusta al tubo C y se abre su comunicación con el tubo A después de haber bajado el depósito de mercurio.

Las llaves se limpian con cloroformo, y secas se embadurnan con la grasa "Ramsay", la casa E. Leybold.

Notas

- (1) En el eudiómetro de Doyère se conserva un volumen gaseoso que se iguala añadiendo agua caliente y fría de una a otra lectura.
- (2) J. Peset. Nueva probeta para el análisis de gases. *Anales de la Facultad de Medicina de Zaragoza*, 1908.
- (3) J. Ogier y E. Kohn-Abres. *Traité de Chimie Toxicologique*. Paris, 1924, T.I. p. 11.