

# La oxigenoterapia

José Ayoze Sánchez Silva

 @AWHO61

**E**l oxígeno es un elemento químico que tiene una amplia aplicación práctica en la medicina y constituye uno de los elementos más importantes en la asistencia de los pacientes en emergencias. En este artículo repasaremos el uso del oxígeno y su evolución histórica, desde su descubrimiento hasta nuestros días.

## EL OXÍGENO EN LA HISTORIA ANTIGUA

Filón de Bizancio, que vivió entre el 280 y el 220 antes de Cristo, escribió un importante tratado titulado *Neumática* en el que describió, entre otros, un sencillo experimento sobre la combustión. Este experimento consistió en colocar una jarra de cristal sobre una vela encendida que a su vez estaba suspendida en un vaso con agua. Filón observó que a medida que se consumía la vela el nivel de agua subía por el cuello de la jarra. Su aproximación no era del todo incorrecta, pero la capacidad de la época para llegar a conclusiones más complejas, sin tener un mayor conocimiento acerca de la naturaleza de los gases, relegó el desarrollo de este experimento casi 2.000 años, hasta finales del siglo XVII con el experimento de Boyle. Robert Boyle descubrió en 1659 que el aire es necesario para la combustión, para ello ideó un experimento que consistía en meter una vela en una campana, similar a la de Filón de Bizancio, y calcular la cantidad de aire que se consumía. Observó que se consumía una catorceava parte de su volumen. Un colega suyo, el químico John Mayow en 1668 puso nombre a esta sustancia que se consumía llamándola *spiritus nitroaereus*. Colocó un ratón en vez de una vela, y este respiró hasta morir consumiendo la misma cantidad de aire, una catorceava parte.

La conclusión fue que combustión y respiración consumían la misma sustancia que había en el aire, el *nitroaereus*, y que ambos fenómenos estaban relacionados. Llegó a la conclusión de que la llama dentro del vaso no se apaga ahogada por el humo, sino que se apaga porque está privada de su alimentación aérea.

Tuvo que pasar algo más de un siglo para que, en 1772, el sueco Carl Wilhelm Scheele produjera oxígeno calentando óxido de mercurio. Scheele llamó a este gas «aire del fuego» porque incrementaba la combustión de otros materiales. Paralelamente, el clérigo británico Joseph Priestley elaboró un experimento más complejo en el que encerró a un ratón en una botella en la que había introducido previamente este gas. Era de esperar que el ratón muriera al cabo de unos pocos minutos, pero vivió mucho más tiempo del esperado; es más, el ratón se mostró mucho más activo que si hubiera estado respirando aire común. Priestley experimentó consigo mismo al respirar este gas, e indicó que la sensación del gas en sus pulmones no era diferente al aire normal pero sintió su pecho «particularmente ligero y desahogado un rato después». Priestley publicó sus hallazgos en 1775 bajo el título: *Experimentos y observaciones de diferentes tipos de aire*, donde conjetura que «con el tiempo, este aire puede convertirse en un artículo de lujo del que ahora solo hemos disfrutado dos ratones y yo». Priestley también cree que este nuevo aire puede ser «particularmente saludable para los pulmones en algunos casos de enfermedad».

Antoine Lavoisier, el renombrado químico francés, había entrado en contacto tanto con Priestley como con Scheele y hablaron de sus experimentos con este nuevo gas. Lavoisier

comenzó a pensar que estaban malinterpretando los resultados y llegó a la conclusión de que se encontraban ante un nuevo elemento químico. Mediante la experimentación, Lavoisier llegó a la conclusión de que el aire estaba compuesto por dos elementos gaseosos, el primero lo llamó «aire esencial», un elemento que era necesario para la respiración y la combustión, mientras que el otro elemento lo llamó «zote», que significa en griego «sin vida», que no servía para nada y que después se denominaría nitrógeno. En 1777, Lavoisier bautizaría este gas como oxígeno, de la unión de dos palabras griegas *oxys* que significa literalmente «punzante» y *genes* que se traduce como «productor».

Se tiene constancia de que en 1783 se aplica por primera vez el oxígeno como fármaco a un ser humano. El responsable de tal avance es el médico francés Caillens que lo usa con un paciente con tuberculosis del que dice que «se beneficia mucho de la administración diaria de oxígeno».

## LA INSTITUCIÓN NEUMÁTICA Y EL USO DEL OXÍGENO EN EL SIGLO XIX

El primer uso serio de los gases para beneficio de los pacientes viene de la mano de un excéntrico médico londinense llamado Thomas Beddoes que poseía un hospicio donde buscaba la cura de la tuberculosis a finales del siglo XVIII. La química de gases, o la química neumática, era una nueva rama de la investigación de la época que proporcionaba nuevos descubrimientos cada pocas semanas.

En 1793 Beddoes decide comenzar a investigar el oxígeno con el que había



Máscara Haldane múltiple.

entrado en contacto a través de Lavoisier. Escribió abundantemente sobre las bondades del tratamiento con oxígeno en muchos campos, desde la tuberculosis a las úlceras en la piel. En marzo de 1799, y en vista de sus éxitos con pacientes con problemas respiratorios, Beddoes decide ampliar su clínica y darla a conocer al público como la Institución Neumática. Uno de los grandes avances de la institución fue llegar a disponer de dispositivos que permitían ajustar la concentración de oxígeno respirado por los pacientes. La dosificación tenía una serie de ajustes muy curiosos, como por ejemplo esta receta: «una pinta de aire de oxígeno en una bolsa de aire común», lo que conseguiría aproximadamente una concentración de entre el 23% y el 28% de oxígeno. Muchos de los inventos desarrollados en esta institución siguen hoy aún entre nosotros; desarrollos tales como primitivas mascarillas para la administración de oxígeno a concentración variable, tubos corrugados no colapsables o métodos para la producción en masa de gases medicinales.

Después del cierre de la Institución Neumática, se extendió el uso del oxígeno a lo largo del siglo XIX. Magufos de toda índole comenzaron a vender inhalaciones de oxígeno a todo el que pagaba por ello; la mayoría de las veces se trataba de óxido nítrico diluido y teñido con carbonato férrico o clorato de potasio para darle una apariencia más misteriosa.

## LA OXIGENOTERAPIA MODERNA

Durante todo el siglo XIX y la primera parte del XX, la oxigenoterapia fue

utilizada de forma puntual, y se administró al paciente en contadas ocasiones, no más de dos o tres veces al día y a concentraciones bajas. Con la llegada de la Primera Guerra Mundial y de las armas químicas al escenario bélico, los médicos se encontraron de pronto con una gran cantidad de soldados con insuficiencia respiratoria en el campo de batalla. John Scott Haldane fue un médico que trabajó intensamente para explicar la fisiología del oxígeno. Investigó intensamente la fisiología de la respiración pulmonar y celular, y descubrió que el impulso respiratorio estaba regulado por la concentración de  $\text{CO}_2$  en la sangre, y llegó a desarrollar métodos analíticos precisos para los gases arteriales. A principios del siglo XX, Haldane entró en Oxford y comenzó a estudiar los efectos de los cambios de altitud y de la presión barométrica en la respiración. Desarrolló una teoría que explicaba la hipoxia por falta de oxígeno y de hemoglobina, y por déficit circulatorio; también describió cómo pasa el oxígeno del alveolo a la sangre del capilar pulmonar. Hoy en día, Haldane es considerado el padre de la fisiología de la respiración.

En la Primera Guerra Mundial los alemanes introdujeron el cloro como la primera arma química; Haldane investigó intensamente el uso de oxígeno en largos periodos de tiempo, y llegó a desarrollar un dispositivo de oxigenoterapia portátil, que podía transportarse al campo de batalla por un solo hombre. El objetivo de este equipo, conocido como máscara Haldane, era comenzar el tratamiento con oxigenoterapia lo antes posible, justo

después de la exposición del soldado al arma química. El equipo Haldane consistía en un cilindro presurizado de oxígeno, un regulador de presión y una bolsa de reservorio que se conectaba a la máscara del paciente mediante un tubo corrugado. Como la administración mantenida en el tiempo era aún muy novedosa, en muchos hospitales solo se administraba en intervalos de cinco minutos de oxígeno por hora, práctica que era perseguida por Haldane porque generaba hipoxia en los soldados. La pauta era «mantener el oxígeno durante el periodo en el que persistieran los síntomas de hipoxia». Otra arma química, el fosgeno causaba un intenso edema agudo de pulmón horas después de la exposición, por lo que, en ocasiones, las máscaras se llenaban de espuma proveniente de los pulmones. En el campo de batalla se improvisó una versión abierta de la máscara de Haldane, como una versión primitiva de las actuales gafas nasales. La máscara de Haldane también se usó como tratamiento para los soldados con neumonía y *shock* hemorrágico.

El acto final de la historia del uso del oxígeno medicinal viene de la mano de Earl JM Campbell, el inventor de la mascarilla de efecto Venturi. Su trabajo se centró en desarrollar nuevos tratamientos para los pacientes que retienen  $\text{CO}_2$ . Campbell fue uno de los que lucharon a favor de la administración constante de oxígeno en los años 60 del siglo pasado frente a los que defendían la administración intermitente; su argumento fue que usar este tipo de administración con pacientes hipóxicos «es igual que rescatar a un hombre que se ahoga y luego empujarlo de nuevo bajo el agua». Campbell utilizó el efecto Venturi porque le permitía diluir el oxígeno puro que llegaba desde la botella de  $\text{O}_2$  con el aire ambiente dentro de la máscara a una proporción ajustable. Las primeras máscaras desarrolladas por Campbell permitían concentraciones del 24%, 27% y 35% de oxígeno. Mejoras posteriores permitieron introducir más rangos de concentración. La mascarilla Venturi sigue usándose hoy en día como un producto barato y de fácil uso.