

Y como texto para la parte práctica se recomienda más especialmente:

F. FISCHER. — Prácticas de Electroquímica (Traducción de C. Lana Sarraute) Casa editorial ESTUDIO, Barcelona, 1915.

Pero también puede consultarse con fruto.

M. C. MARIE. — Manuel de Manipulations d'Electrochimie, Dunot et Pinat, Paris, 1906.

Fuera de las obras especiales, se puede estudiar electroquímica en todos los buenos tratados de Química Física.

Montevideo, 3 de Marzo de 1917.

LA SECRETARÍA.

# Manchas de Sangre

(Continuación)

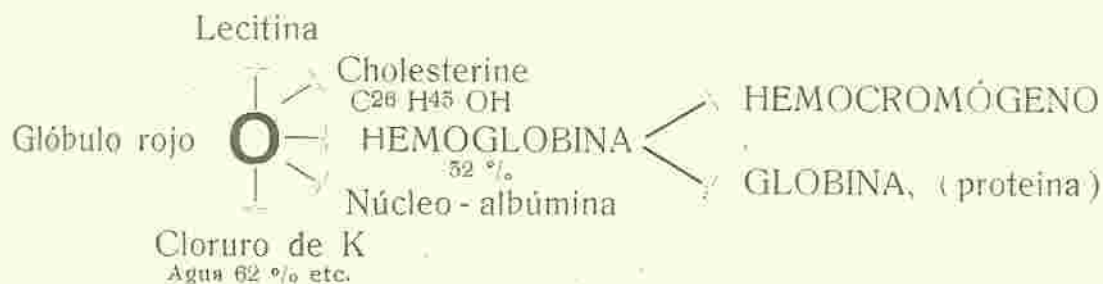
## Método Espectroscópico

### Hemoglobina y sus combinaciones

Bajo la faz de investigación química podríamos tratar la acción que ejercen los gases tóxicos sobre la sangre y sus efectos sobre la economía.

Sabemos que la hemoglobina no solamente se combina con los gases o cuerpos gaseosos necesarios a la respiración y la vida (oxígeno, ácido carbónico) formando con ellos combinaciones fácilmente disociables, sino que esta materia colorante posee además la aptitud de fijar los gases tóxicos que pueden encontrarse accidentalmente en el aire respirado (CO) (H<sup>2</sup>S) (CN. H) y formar con ellos combinaciones estables que por esa misma afinidad molecular arrastran a la muerte del sugeto.

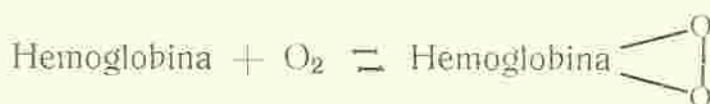
La composición del glóbulo rojo nos hará comprender mejor:



Ahora bien; se está de acuerdo, en que es el núcleo ferruginoso el de la afinidad con todos los gases, salvo el  $CO^2$  que se fija sobre la parte proteica (Globina).

Con el O forma dos combinaciones:

Una fisiológica llamada oxihemoglobina fácilmente dissociable y contenida en la sangre arterial. La absorción del O por la hemoglobina, en disolución, es proporcional a la tensión parcial, es decir que aumenta con la masa de O; esta absorción no se detiene sino cuando una molécula de hemoglobina es saturada por una de O, esta reacción reversible se representa:



Disociación que se produce desde que la presión del O disminuye (acción del vacío) o que la temperatura aumenta o que se somete a la acción de un reductor.

La oxihemoglobina es de un rojo escarlata y se le representa por la fórmula:



La otra combinación del O con la hemoglobina, es la patológica y se denomina methemoglobina menos fácilmente dissociable y contenida en la sangre, después de una intoxicación por los nitritos - nitratos - cloratos - permanganatos - anilina - antifébrina - pirogallo - el ferricianuro de potasio etc. se forma a expensas del oxidante y la oxihemoglobina, fijando O.

La methemoglobina es de un color pardo chocolate y está representada por la fórmula:

$\text{Hgb} \begin{matrix} \nearrow \text{O} \\ \longleftarrow \\ \longleftarrow \end{matrix}$  que difiere de la oxi hemo globina en que no se forma por la acción directa del oxígeno y que ella no es disociable.

Con el ácido carbónico la hemoglobina forma también una combinación que se denomina Carbo hemoglobina.

Prepárase fácilmente haciendo barbotar en la sangre arterial una corriente de gaz  $\text{CO}^2$

Es de un color violacio y está contenido en la sangre venosa.

Es fácilmente disociable.

La combinación con el CO, por el cual la hemoglobina tiene una afinidad bien pronunciada, mucho más que con el  $\text{O}_2$ , es importante. Ella es 200 veces más estable que la Oxihemoglobina y lleva el nombre de Carboxihemoglobina.

Toma nacimiento aún con pequeñas cantidades de CO en el aire respirado. Así que una cantidad de 0.05 % de gaz (5 vol: de CO en 10.000 vol: de aire) bastan ya para efectuar una lenta intoxicación, que se pronuncia más si llega a los límites de 1 % que se vuelve entonces mortal.

Este efecto mortal se explica en parte por detención progresiva de los cambios respiratorios entre los tejidos; formándose esta combinación (CO hemoglobina) por su misma estabilidad el corpúsculo rojo se encuentra imposibilitado de aportar  $\text{O}_2$  ni transportar el  $\text{CO}^2$

La CO hemoglobina es de un rojo escarlata y es irreductible.

Pues bien, pasando ahora a la espectroscopia de la sangre, veremos que c/u de esas combinaciones tiene su espectro de absorción correspondiente y que forma un carácter de identidad para su reconocimiento; pero antes vamos a detallar someramente algo de espectros y de su producción.

Los espectros pueden ser de dos clases: de emisión y de absorción, — a su vez el espectro de emisión se subdivide en dos ya sean continuos (que contienen un número infinito de radiaciones) o discontinuos (un número limitado).

El tipo de espectro continuo es el espectro solar; cuando se le observa en un espectroscopio se ve que comienza en el rojo y termina en el violeta, pasando de trecho en trecho por todos los colores intermedios. Lo que la vista percibe en el campo del espectro es lo que se denomina espectro luminoso.

No obstante el espectro emite otras radiaciones pues si lo recibimos sobre una placa fotográfica se constata la reducción de la sal de plata, hasta más allá del violeta, y es lo que se llama ultra violeta o espectro químico o actínico en donde se manifiesta el maximum de acción química.

Por otra parte si se toma la temperatura del espectro notaremos un maximum de calor más allá del rojo, en el llamado infra rojo o espectro calorífico.

De lo que se deduce, que el espectro se compone de 5 clases de radiaciones y que nosotros no apreciamos por el espectroscopio más que el luminoso.

Ahora bien; en esa parte del espectro solar se notan una serie de rayas negras, llamadas rayas de Fraunhofer y designadas con las letras del alfabeto.

Más adelante diremos a que son debidas.

Todos los sólidos y líquidos incandescentes dan un espectro continuo.

Si se toma, al contrario, un gaz o un vapor incandescente, la luz emitida no contiene sino un número limitado de radiaciones y el espectro en lugar de ser continuo es una sucesión de rayas brillantes, características de la sustancia en vapor. Para observarlo basta colocar delante del espectroscopio una llama incolora (mechero Bunsen) e introducir en ella el cuerpo a examinar. Si es volátil se vaporiza, la llama se colora y en el campo del espectro se ven las rayas correspondientes a las radiaciones que el cuerpo emite. Si se anota la posición que guardan con respecto al micrómetro las rayas observadas, se podrá en una mezcla desconocida de sales, encontrando rayas colocadas en tal o cual posición denotar la presencia de tal o cual cuerpo.

### **Espectros de absorción**

Si se produce un espectro continuo con la ayuda de un cuerpo sólido o líquido incandescente, (un mechero de gaz que quema partículas de carbón) y se interpone en el trayecto del haz entrando en el espectros-

copio un cuerpo transparente, sucede amenudo que ciertas radiaciones son absorbidas y desaparecen en el espectro de antemano continuo.

En particular, los gases gozan de esta propiedad de absorber las radiaciones que son capaces de emitir.

Así el vapor de sodio incandescente, dá igualmente una doble raya amarilla cuando se observa su espectro de emisión.

Ahora bien; si se observa un cuerpo luminoso dando un espectro continuo y se interpone entre él y el espectro vapor de sodio a temperatura más baja, se absorben las radiaciones correspondientes al sodio y en su lugar aparecen rayas negras (rayas con menos intensidad lumínica). Este es el mecanismo de las rayas Fraunhofer. El núcleo sólido y líquido incandescente del sol, dá un espectro continuo pero ciertas radiaciones son absorbidas por los gases que rodean a este núcleo o a la atmósfera terrestre y entonces resultan las rayas negras ocupando sobre el micrómetro el mismo lugar que las rayas brillantes, emitidas por los mismos vapores incandescentes, dando un espectro de emisión.

El estudio de la absorción por los líquidos o los sólidos transparentes tiene una gran aplicación y es bajo esa faz que se estudia la espectroscopia de la sangre.

Habiendo detallado ya el núcleo de la hemoglobina y sus combinaciones y por otra parte, la constitución de los espectros, pasaremos al estudio de la espectroscopia de la mancha de sangre en sus distintas faces.

Este exámen es un medio muy rápido de reconocimiento, pues su espectro de absorción es muy característico.

La técnica a seguir es la siguiente: se empieza por macerar la mancha de sangre en agua destilada y luego se filtra esta solución en un tubo de ensayo, o mejor en una cuva a caras paralelas, en donde puede observarse, bajo sus dos caras, según sea más o menos concentrada la solución sanguínea.

La concentración más apropiada para distinguir netamente el espectro es la del 1 % y bajo un espesor de 1 cm.

Ahora bien; si se examina una sangre arterial, se observa un espectro constituido por dos rayas o bandas de absorción, situada una en el amarillo y la otra en el verde, entre las rayas D y E de Fraunhofer. Estas dos bandas dejan entre sí un espacio lumínico que se esfuma hasta confundirse las dos bandas, si se aumenta la concentración de la solución.

Luego, siempre que veamos dos bandas de absorción en esta posición diremos, que se trata del espectro de la oxihemoglobina.

Stockes en 1864, señalaba el hecho de la reductibilidad de la oxihemoglobina por los agentes reductores, tal como el sulfuro de amonio, el hidrosulfito de sodio, etc., y la formación del espectro de la hemoglobina compuesto de una banda única y que ocupa el lugar de las otras dos de la oxihemoglobina.

Este espectro se denominó por tal, *Banda de Stockes* o sea el de la oxihemoglobina reducida.

Actualmente se prepara un reductor muy bueno que es el tartrato ferroso amoniaco (*Reactivo de Stockes*) compuesto de la vigésima parte de los pesos moleculares del ácido tartrico y el sulfato ferroso disueltos en 100 c.c. de agua destilada y alcalinizados por el amoníaco.

El espectro de la sangre oxicarbonada es igual al de la oxihemoglobina. Se diferencia en que está colocado un poco hacia la derecha del espectro.

Pero donde se hace latente la diferencia, es en la aplicación del reductor, pues la carboxihemoglobina como dijimos es una combinación muy estable y por tal irreductible y colocada en presencia del reductor no sufre alteración, sus bandas permanecen inalterables y no se produce la banda de Stockes. De aquí la diferencia esencial con la oxihemoglobina.

En un examen médico legal, este carácter tiene una importancia capital, pues dilucida bien claramente los casos de intoxicación por el CO.

La producción de la carboxihemoglobina se efectúa en el laboratorio, haciendo barbotar una corriente de CO producida por la acción del  $\text{SO}^4 \text{H}^2$  sobre el ácido oxálico o ya por la introducción de una corriente de gaz de alumbrado.

---

La metemoglobina (oxihemoglobina patológica) tiene un espectro muy característico. Es reductible y ofrece una primera banda muy neta en el rojo, una segunda apenas visible en la proximidad de la raya D y una tercera que, comenzando en el medio del espacio comprendido entre D y E se extiende hasta F y cuya mitad derecha es más intensa que su mitad izquierda. Para prepararla instantáneamente se agita sangre fresca de vaca y se agregan a 0.2 c.c. de esta 10 c.c. de agua y 0.5 c.c. de solución fresca de  $\text{K}^6 \text{Fe}^2 \text{Cy}^{12}$  al 10 %.

Otro espectro que ofrece interés es el de la hematina en solución alcalina, que presenta una banda única de absorción situada casi a caballo de la raya D.

Se hace visible facilmente, llevando a la ebullición la siguiente mezcla: 0.25 c. c. de sangre fresca con 10 c. c. de agua y adicionada de 10 gotas de solución de Na OH al 20 %.

La hematina reducida o *hemocromógeno* está en relación íntima con la hematina en solución alcalina. Toma nacimiento en un medio alcalino exento de oxígeno. Su espectro está constituido por dos bandas de absorción, una de las cuales está situada entre D y E y la otra, menos aparente que la anterior, está sobre la raya E.

Se le obtiene diluyendo 2 o 3 gotas de sangre fresca con 10 c. c. de agua y agregando 5 gotas de Na OH al 20 %.

Luego de haberla llevado a la ebullición, se le agrega unas gotas de  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ .

Este es el espectro que tendremos ocasión de ver con el micro-espectroscopio y sobre manchas de sangre antiguas.

En presencia de tejidos manchados, se extraen unas fibrillas de tejidos que se depositan sobre un porta objeto; se imbiben con unas gotas de KOH al 20 % y luego se le echa una gota de  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ . Después de haber pasado al *flambaje* la preparación se enfoca con el microscopio y luego se retira el ocular para dar lugar al micro espectroscopio. Se ve en el campo un hermoso espectro del hemocromógeno mucho más sensible y visible que el de la oxihemoglobina en las mismas condiciones.

FARMACÉUTICO HÉCTOR FONTANA.

---

---