

Higienene

Tema:—Investigación del óxido de carbono (CO) en la sangre de personas que viven en medios hacinados en Quito.

Desarrollo

Antes de nada hemos creído necesario hacer un estudio por lo menos general acerca del gas CO, algo de la sintomatología que determina su intoxicación, para entonces recurrir a los medios de diagnóstico con los que contamos para determinar su presencia en la sangre, asunto que nos ocupa.

El óxido de carbono (CO) es un gas incoloro, inodoro, irreconocible a los órganos de los sentidos; su densidad es menor que la del aire, es de 0,967, razón por la que sube siempre a las partes superiores de donde se difunde rápidamente.

El CO tiene fuentes de producción innumerables: en primer lugar, tenemos la combustión incompleta del carbón y de las maderas en general, en los fogones y braceros, en el gas del alumbrado, en las explosiones en general, (motores de explosión, minas, etc.).

El CO arde con una llama azul para formar ácido carbónico; con frecuencia se distinguen estas llamas azules en ciertos períodos de la combustión del carbón. Inversamente, el ácido carbónico puede originar el CO cuando se encuentra en contacto con carbón incandescente, lo mismo que sucede también en las combustiones incompletas de las maderas, dominando ahí el CO.,.

Entre los gases del alumbrado tenemos dos: uno que proviene de la calcinación de la hulla en vasos cerrados que contienen del 1 al 2% de CO, y otro, el gas al agua que

pasa por carbón a flor de agua, que es muy rico en CO y contiene en una proporción del 6 al 8%.

En las explosiones de las minas, está sobre todo, en el grisú (metano) en donde una llama es basta para provocar la explosión y luego se forma el CO debido a la escasez de O que existe en esos lugares. De igual manera se produce CO en los disparos de proyectiles, a consecuencia de la explosión y lo mismo sucede en los motores de explosión, en la combustión del tabaco.

En los braceros, fogones, en los aparatos de calentamiento, sobre todo en otros lugares en donde se necesita abrigar artificialmente la habitación, puede producirse por el calentamiento de las chiméneas, lo mismo que en las estufas portátiles mucho más peligrosas ya que queman en recipiente cerrado y más con la propiedad que tiene el CO de atravesar ciertos metales cuando éstos están calentados al rojo.

Etiología de la intoxicación

La intoxicación criminal casi no existe entre nosotros y lo mismo sucede en todas partes.

Sin embargo, el suicidio es frecuente sobre todo en Europa en donde no hacen sino abrir la llave del gas del alumbrado, fuente inmensa de producción del CO, o encienden carbón y se echan a dormir a puerta cerrada.

La intoxicación accidental es la forma más frecuente, la que domina sobre todo por el empleo de las estufas y entre nosotros por el de los fogones y braceros, tomando en cuenta que el problema se agrava por el medio estrecho en el que viven y las pésimas condiciones de la habitación. En nuestro medio los fogones tienen condiciones ideales para la producción de CO y es que tienen la costumbre de secar la leña colocándola sobre el fogón y así fácilmente el anhídrido carbónico (CO₂), se transforma en CO, a todo lo que contribuyen habitación y el hecho de que muchas personas vivan en una misma habitación. Felizmente no se la observa mucho porque se necesita que el cuarto esté herméticamente cerrado, ya que de lo contrario, con lo difusible que es, basta un agujerito en la puerta para que la ventilación se verifique. Esto sucedería directamente en una habitación en

donde en ella misma está la fuente de producción del CO; pero hay ocasiones en que indirectamente el gas puede ir a las habitaciones vecinas a intoxicar accidentalmente a personas que ocupen dicho lugar.

Fuente de intoxicación accidental lo son también los incendios en donde antes que por las quemaduras, parece que los individuos mueren por intoxicación con el CO. En las explosiones de las minas también se reconoce la presencia de intoxicaciones accidentales, ya que además de ser una fuente la explosión, se ha podido también comprobar por la actitud especial típica en la que se encuentran los cadáveres. Otra fuente de intoxicación accidental es también el gas del alumbrado que se derrama por una llave abierta o por ruptura de alguno de los tubos principales que conducen el gas para el alumbrado.

Sintomatología de la intoxicación

Distinguiremos antes las formas de intoxicación aguda, sobre aguda y la forma crónica.

Forma aguda. Esta evoluciona como las formas graves hacia el coma por medio de períodos que poco a poco le agravan, hasta que llegue al coma que es el período que precede a la muerte.

Los primeros síntomas cefalalgia intensa con gran constricción y latidos dolorosos de las sienas; poco después vértigos, zumbidos de oídos, alucinaciones visuales, llamas, relámpagos, dolor vivo retroesternal, etc.; más tarde náuseas y vómitos. El paciente con estos síntomas primeros, tiende a salir, a huir, pero resulta que al mismo tiempo vienen los trastornos motores con parálisis de los miembros inferiores y es un signo precoz, apenas quiere moverse se cae, se siente impotente, avanza sí a arrastrarse y por eso a muchos de estos intoxicados se los encuentra cerca de la puerta o de la ventana y en una actitud típica: agachados, con las rodillas al pecho dobladas y con la cara mirando al cielo. Es el primer período.

Poco tiempo después les viene un estado comatoso profundo que es el segundo período, y así en un caso de algún sobreviviente de éstos se les encuentra con un pulso débil, res-

pírcación lenta que parece que ni existiera, la mirada brillante. El cuerpo tiene manchas localizadas o generalizadas de un color carmín típicas. Este estado comatoso es el que generalmente conduce a la muerte y parece que es excepcional que vuelvan a la vida cuando han pasado 40 horas en éste estado.

Cuando se ha podido hacerles salir de este estado comatoso y ha habido sobrevivencia, entonces vienen los síntomas del tercer período, síntomas todos mentales que pueden llevarle has-ta el delirio, el mismo que puede presentarse ya desde el primer período y entonces habría que diferenciar estos intoxicados con los psicópatas. En este período se presentan síntomas de parálisis caprichosas en cualquier región del cuerpo especialmente en los miembros inferiores en el grupo de los músculos extensores (fenómenos paralíticos). Lo mismo se puede decir de las manifestaciones sensitivo-sensoriales; pueden haber erupciones cutáneas que casi reviste un aspecto escarlatíniforme, como también edemas ligeramente coloreados en rojo y dolorosos. Finalmente, pueden observarse congestiones viscerales, sobre todo pulmonares que son las que pueden matar al individuo en este período. En este estado, sí se examina la orina se encuentra glicosuria.

Forma sobreaguda. Cuando se respira CO en gran cantidad en el aire, la intoxicación puede desarrollarse bruscamente, con suma intensidad. Presentan entonces rápidamente vértigos, dolores de cabeza y pérdida del conocimiento, al tanto que otros sin prodromos sintomáticos de intoxicación, caen bruscamente con pérdida del conocimiento y pulso lento. En la autopsia se notan livideces cadavéricas en las partes visibles y de una manera rápida.

En esta intoxicación la sangre tiene un color rojizo claro. Cuando se abre el cadáver, se hace más marcado este color sobre todo en los músculos; resisten los cadáveres más a la putrefacción que cualquier otro fallecido con otro motivo. Por último se encuentran derrames serosos no propiamente tales, sino que tienen un color rosado. En algunos casos se observan hemorragias que pueden hacerse en el cerebro, pleura, pericardio, peritoneo, etc. A todo esto se asocian

Forma, crónica. Esta variedad de intoxicación oxícarbónica, que es la que más nos interesa por el momento, ha sido muy estudiada y a ello sumamos nuestro insignificante aporte.

Se presenta en toda persona que vive en esos ambientes confinados, fuentes de producción de CO; ahí están las planchadoras, cocineros, herreros, etc., tanto más interesante si se precisa su manera de vivir, la estrechez de sus habitaciones, el acumulo de personas en una misma habitación, la mala ventilación, etc.

Hay, pues, una forma crónica típica y otra accidental que acaso es la que se presenta entre nosotros.

Síntomas: son muy variados y más interesantes ya que pueden impregnar los centros nerviosos, el sistema muscular. Por tanto, podemos encontrar síntomas psíquicos, síntomas nerviosos y síntomas generales.

Entre los psíquicos tenemos esa indolencia para el trabajo, la indecisión y la rápida fatiga intelectual, a veces debilidad muy acentuada de la memoria.

Entre los síntomas nerviosos tenemos cefalalgias, jaquecas, vértigos, astenia, insomnio, neuralgias, algunos trastornos sensoriales.

En cuanto a los síntomas generales entre los que se cita ya el dolor de cabeza, éstos desaparecen para volver a reaparecer con crisis de jaquecas.

Después tenemos el síntoma más importante que domina el cuadro, cual es la anemia: individuos pálidos, adelgazados, mucosas un tanto decoloradas, tendencia al síncope; si se hace un examen globular, está disminuida. También podemos encontrar albuminurias, glícosurias alimenticias, convulsiones, ataques epilépticos, delirio, etc.

Uno de los rasgos que más nos sirve para el diagnóstico es la variabilidad de los síntomas, que no se los ha podido englobar en un cuadro clásico ya que hay una especial reacción individual, unos resisten más que otros, etc.

Los trastornos se disipan rápidamente, muchas veces por la noche, para reaparecer al siguiente día.

Patogenia. La acción tóxica del CO ha sido conocida desde muy antiguo, hasta que Claudio Bernard explicó su mecanismo. El CO tiene una afinidad muy marcada por la hemoglobina de la sangre y entonces, fijándose, puede dar no

ya la oxihemoglobina normal, sino la caorboxihemoglobina que es la que nos hemos propuesto investigarla y entonces la carboxihemoglobina se vuelve imposible para desempeñar el entretenimiento del organismo.

Dosis tóxicas. Parece que generalmente una atmósfera que contiene el 5 % de CO es fulminantemente mortal; una atmósfera que contiene del medio al 1 % de CO es mortal; y parece que no puede respirar sin peligro mucho tiempo en una atmósfera que contenga el 1 por mil de dicho gas. Lo que sí parece es en general que toda atmósfera por mínima cantidad de CO que contenga, puede producir sí no la intoxicación aguda, por lo menos originaría síntomas pasajeros o la intoxicación crónica, de manera que una atmósfera que tuviese más del 6 % o sería peligrosa, más allá de la que se vuelve tóxica y aún mortal.

Los animales tienen su diferencia con el hombre y así los animales son más sensibles al CO, como el perro por ejemplo, en tanto que otros resisten más, como los conejos.

Lo que si sucede es que en las personas que mueren intoxicadas, no es necesario que toda su hemoglobina esté transformada en carboxihemoglobina, sino que es basta que en la sangre haya el cuarto ($\frac{1}{4}$) de su cantidad transformada, para que entonces ya se interumpa la función de la hematosís y venga la muerte.

Ahora, el CO que se absorbe, ¿qué se hace en el organismo? Sí representamos por HbO la oxihemoglobina, ésta en contacto con el CO, formaría la HbCO o carboxihemoglobina, según la siguiente reacción:



pero hay eliminación de O; mas, admitiéndose que ésta es una reacción reversible, es decir, que puede verificarse en cualquiera de los dos sentidos, el O que se desprende puede volver a fijarse con eliminación de CO y entonces esto nos explicaría por qué el CO puede desprenderse en las intoxicaciones crónicas con desaparición de los síntomas; por tanto, el CO en el organismo sí la víctima en los intoxicados puede respirar aire, el O en el contenido desaloja poco a poco el CO de la sangre, lo que no sucedería en el cadáver en el que la carboxihemoglobina es estable, la reacción ya no

es reversible y entonces tres meses después de muerto se puede encontrar el CO de la carboxihemoglobina en la

Diagnóstico

El diagnóstico se funda en el reconocimiento del CO en la sangre. La sangre a simple vista difiere de la normal por su color que generalmente varía del rojo cereza claro al violeta, última coloración ésta que se le observa principalmente en la espuma.

Se le reconoce también por el examen espectroscópico: la sangre normal o sea aquella que contiene oxihemoglobina, suficientemente diluida, presenta dos bandas de absorción en el amarillo y verde del espectro; estas rayas están situadas en las rayas D y E de Franenhofer, o sea, del 500 al 600 (en magnitud de onda) en el aparato de Zeiss (Jena) que más nos ha servido en el laboratorio. Por la acción de sustancias reductoras, como por ejemplo el sulfuro de amonio, la oxihemoglobina se reduce, da la hemoglobina y entonces en el lugar donde antes existían las dos bandas de la oxihemoglobina, aparece una sola banda más ancha y más débil, desapareciendo por consiguiente el intervalo claro que antes existía entre las dos.

La sangre oxícarbonada da también dos bandas de absorción muy parecidas a las de la oxihemoglobina, pero que no corresponden a sus respectivos lugares en la escala, de modo que se desplazan algo hacia el color violeta, a la vez que la sombra en la raya E aumenta de ancho en mínima cantidad. Al revés de lo que pasa con la oxihemoglobina, la carboxihemoglobina no sufre alteración alguna, persiste su sombra al ser tratada por agentes reductores (presenta sus mismas bandas después de ser tratadas por el sulfuro de amonio).

Así se comprende que mediante esta reacción sea posible diferenciar la oxihemoglobina de la carboxihemoglobina; pero como después de una intoxicación por el CO la sangre continúa teniendo oxihemoglobina, se observan los fenómenos descritos, es decir, que sucedería algo análogo a lo que pasa en la intoxicación crónica por el CO, y entonces, después de añadir el sulfuro de amonio, queda permanente el espectro de

i a carboxihemoglobina, pero entre sus dos bandas que se ven todavía claramente separadas, se percibe una sombra que pertenece al espectro de la hemoglobina.

Técnica, del examen espectroscópico: para el examen espectroscopio se prepara una dilución de sangre mezclando de uno y uno y medio partes de sangre por 100 de agua y pudiendo diluirla más hasta el 1 por 300; nosotros la hemos diluido al 1 " o, más o menos. Luego para la reducción se añaden a esta solución algunas gotas de sulfuro de amonio; se mezcla bien y se echan unas 4 o 6 gotas más de sulfuro de amonio a fin de que el líquido quede recubierto de una capa que lo aísla del aire lo más posible; es de advertir que antes hemos examinado siempre la sangre mucho antes de reducirla y hemos encontrado el espectro clásico de la oxihemoglobina. Entonces al cabo de seis u ocho minutos de estar con el reductor, empieza la reducción. También se puede emplear como reductor de la oxihemoglobina una solución de ácido tartárico y sulfuro ferroso, a la que se ha añadido un exceso de amoníaco; nosotros hemos empleado únicamente el sulfuro de amonio, debido a la facilidad de su manejo y porque se lo encuentra más a mano en el laboratorio.

Pues bien, empleando espectroscopios como el de bolsillo muy manual y que nos ha servido como de referencia, y luego el aparato fabricado por la casa Zeíss de Jena que tiene la ventaja de dar dos espectros a la vez, superpuestos, que nos sirve enormemente para la comparación, hemos podido obtener los espectros clásicos de la hemoglobina, oxihemoglobina y carboxihemoglobina. (Esta última — HbCO— hemos tenido que obtenerla artificialmente en el laboratorio burbujan- do gran cantidad de CO en la dilución de sangre, y es la que nos ha servido de testigo en los exámenes y la que nos ha prestado ayuda inmensa en las observaciones y en la comparación de los espectros.

Entonces la solución de la sangre a examinar se le coloca en vasos de paredes planas, en tubos de ensayo de calibre conocido para cada aparato o hasta en simples tubos de ensayo de laboratorio y son los que se prestan perfectamente bien para uso en el aparato que hemos manejado.

Así se podrá comprender nuestro trabajo de investigación cuyos resultados se verán en las observaciones que a continuación siguen:

Nombre	Edad	Profesión	Oxihem.	Carboxih.	Hemgl.
R. N.	23 años	Cocinera	-	-	+
R. M. S.....	40 »		+	—	+
L. G.	16 »		+	—	+
T.	. 25 »		+	—	+
M. G.	32 »•		+	—	+
M. E. S.....	31 »		+	—	+
J. R.....	22 »		+	—	+
V. G.	. 51 »		+	—	+
L. M. P.....	35 »		+	—	+
T. A.....	. 24 »		+	—	+
R. L.....	. 35 »		+	—	+
M. L. P.....	23 »	» -f		—	+
L. N.....	. 20 »		+	—	+
C. L.....	18 »		+	—	+
M. R.	38 »		+	—	+
C. H.....	. 50 »		+	—	+
P. V.....	. 15 »		+	—	+
N. J.....	. 40 »		+	-	+
M. Ch.....	16 »		+	—	+
L. Q.....	. 33 »		+	-	+
M. Q.....	25 »	» +		—	+
E. F.....	. 29 »		+	—	+
E. A.....	23 »		+	—	+
M. M.....	20 »		+	—	+
R. M ^a . T.....	19 »		+	—	+
I. P.	31 »		+	—	+
M. T.....	.. 34 »	» +		—	+
L. T.....	20 »		+	-	+
M. A.....	25 »		+	—	+
R. H.....	.. 30 »		+	—	+
L. P.....	.. 37 »		+	—	+
M. A.N.....	.. 39 »		+	—	+
H. P. N.....	20 »		+	—	+
A. E.....	.. 50 »	» ' +		—	+
L. Ch.	45 »		+	—	+
L. M.....	.. 57 »	■ » +		—	+
M. T. Q.	21 »		+	-	+
H. B.	.. 34 »		+	-	+
L. T.....	16 »		+	-	+
V. J.	21 »		+	-	+

Nombre	Edad	Profesión Oxihem. Carboxih. Hemgl.
S. L.	37 »	Cocinera - - — -f-
P. N.	38 »	» -j- — -j-
R. L.	23 »	» -j- — -j-
E. A.	49 »	» -j- — -j-
N. M.	20 »	» -f +

Como se ve, todos los resultados en la investigación del óxido de carbono bajo la forma de carboxihemoglobina, han sido negativos. Los espectros correspondientes a la oxihemoglobina han sido típicos y constantes. Los espectros que de la hemoglobina reducida se obtuvieron, fueron también siempre nítidos y correspondieron a la misma banda de absorción siempre.

Este examen espectroscópico de la sangre, es el que lo hemos elegido para nuestras investigaciones, por ser el más sencillo y el que pudo darnos mucha luz sobre todo en tratándose de casos sospechosos y en donde no hemos podido encontrar mínimas cantidades de óxido de carbono bajo la forma de carboxihemoglobina, mínimas cantidades éstas que son ya perceptibles al examen espectroscópico.

Esto viene del CO de carbono en la sangre, se lo puede también reconocer por medio de reacciones químicas, pues hay diferentes reactivos químicos que se comportan con la oxihemoglobina de un modo muy distinto que con la hemoglobina oxícarbonada. Casi todos los exámenes químicos se fundan tan sólo en el cambio de coloración que toma la sangre con ciertos reactivos y ahí están la sosa, el acetato de plomo, el ferrocianuro de potasio, el cloruro paladioso.

Conclusiones

1.º La carboxihemoglobina no se la encuentra en la sangre de las personas que viven en lugares hacinados, valiéndose del examen espectroscópico.

2.º Toda persona que sale del medio hacinado, por poco que respire al aire libre, desaloja la mínima cantidad de CO que puede tener en la sangre bajo la forma de carboxihemoglobina.

3. ° Junto a la observación verificada, podemos añadir el hecho de que la reducción de la oxihemoglobina por el sulfuro de amonio, fué clásica y constante dándonos siempre su espectro nítido.

Insinuamos

a) Investigación del CO en el aire de lugares hacinados (habitaciones de planchadoras, en las cocinas y muy especialmente en los lugares que funcionan como herrerías).

b) Junto a esta investigación del CO en estos mismos medios, averigüense los síntomas de la intoxicación crónica (los ya descritos anteriormente), pudiendo encargarse de ello las mismas personas que investigan el CO en el aire de dichos medios.

c) Verifíquense las reacciones químicas de investigación de la carboxihemoglobina en la sangre de personas que viven en medios hacinados, a fin de unificar sus resultados con el obtenido por nosotros.