

2 Enzimas d.d.t
3 Y. p. cao "

6/2.1 (04)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA "BERZELIUS"

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE BLOXIDO
DE CARBONO Y DE OXIGENO EN LA SANGRE VENOSA
DE ADULTOS NORMALES EN LA CIUDAD DE MEXICO**



T E S I S

Que para obtener el titulo de
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

Presenta

AMPARO HURTADO MANRIQUE

MEXICO
MCMLV



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

612.1(04)

81

Determinación del contenido de Bióxido de Carbono y de Oxígeno en la Sangre Venosa de Adultos Normales en la Cd. de México

Amparo Hurtado Manrique

1955

A M D G

A MIS QUERIDOS PADRES
CON ENTRAÑABLE AMOR FILIAL

*A LA PEKE CON EL CARIÑO
FRATERNAL QUE NOS UNE*

A MIS ABUELITOS Y TIOS

CON TODO AGRADECIMIENTO

Al Sr. Quím. Don Luis M. Verea, S.J.

A MIS MAESTROS,

A MIS COMPAÑEROS

*Al Sr. Dr. Salvador Zubirán, Director
del Hospital de Enfermedades de la
Nutrición con gratitud y respeto.*

*A la Srita. Q.F.B. Isabel A. Escobar B.
Y al Sr. Dr. José Laguna.
Por la dirección de este trabajo.*

S U M A R I O

Capítulo I.—INTRODUCCION

Capítulo II.—MATERIAL Y METODOS

Capítulo III.—RESULTADOS

Capítulo IV.—RESUMEN

Capítulo V.—BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I

INTRODUCCION

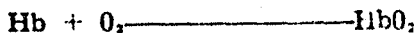
En la práctica médica cada vez se utilizan con más frecuencia los análisis de gases sanguíneos con fines diagnósticos; por lo tanto, es necesario conocer los valores normales para aceptar con certeza las anomalías de los casos particulares.

En esta situación se encuentran los datos referentes al contenido de bióxido de carbono y de oxígeno en la sangre venosa en las personas normales de la Ciudad de México. En efecto, la mayor parte de las referencias a las constantes normales están tomadas de la literatura mundial, en gran parte Europea y Norteamericana y por lo que se refiere a datos obtenidos en nuestro medio, sólo encontramos la tesis de Garmilla (1948), sobre los análisis practicados en 81 personas normales aclimatados en la altiplanicie, en quienes se midieron el contenido y la capacidad de bióxido de carbono, en la sangre arterial. Como de manera habitual, es sangre venosa la que se emplea para hacer estas determinaciones, consideramos conveniente escoger un grupo selecto de adultos jóvenes normales para hacer los análisis correspondientes.

Es conveniente, en esta Introducción definir conceptos y los principios relacionados con nuestras observaciones. Excelentes resúmenes de estos conceptos se encuentran en Hawk y colaboradores (1949) y (1954).

Transporte del oxígeno en la sangre.

El transporte del oxígeno en la sangre de los pulmones a los tejidos, se debe en gran parte a la capacidad de la hemoglobina para combinarse en forma reversible con el oxígeno;

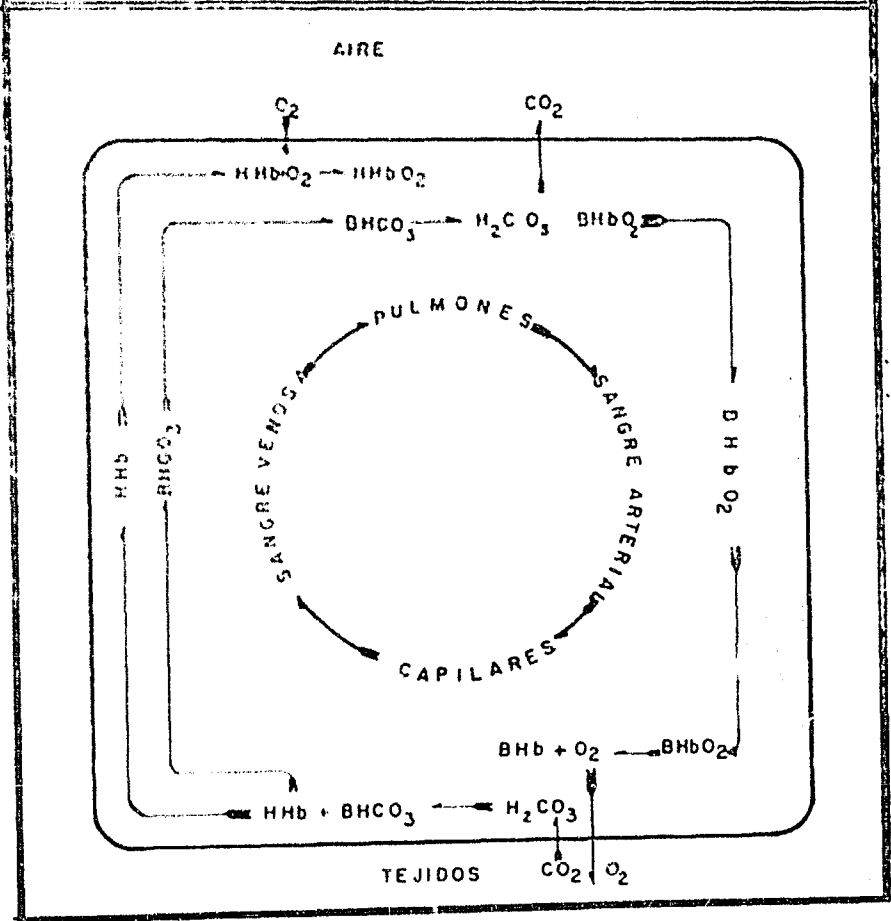


(Hb = hemoglobina reducida; HbO₂ = oxihemoglobina)

Esta combinación del oxígeno con la hemoglobina es en realidad muy laxa. La ecuación se inclina en uno u otro sentido más bien bajo la influencia de la tensión de oxígeno en el medio que rodea a la hemoglobina. A una tensión de 100 mm. de Hg o más, la hemoglobina está completamente saturada y bajo estas condiciones se combinan 1.34 ml de O₂ con cada gramo de hemoglobina, por lo tanto, el poder de transporte de oxígeno de la sangre (contenido de oxígeno) es en gran parte una función de la concentración de hemoglobina. En efecto, por simple solución física no se disuelven más de 0.393 ml de CO₂ por 100 ml de sangre.

Normalmente, en la sangre arterial, con tensiones de oxígeno vecinas a 100 mm. de Hg la hemoglobina está saturada en un 95 a 98%; cuando baja la tensión del oxígeno, la saturación de la hemoglobina declina de manera gradual. En los tejidos, donde la tensión de oxígeno es de cerca de 40 mm. de Hg, la oxihemoglobina se disocia y el oxígeno se hace disponible fácilmente para las células. En el curso de un simple paso de la sangre a través de los tejidos, el contenido de oxígeno de la sangre baja de unos 15 a unos 20 volúmenes por ciento. Esto proporciona una reserva considerable de sangre oxigenada en el caso de que se llevara a cabo una oxigenación inadecuada en el pulmón.

REPRESENTACION ESQUEMATICA DEL PAPEL DEL OXIGENO EN EL TRANSPORTE DEL CO₂ POR LA SANGRE



Transporte de CO₂ en la sangre.

El CO₂ que se produce en los tejidos se elimina por difusión en la sangre, donde la mayor parte (un 70% aproximadamente) se hidrata para formar ácido carbónico, combinándose el resto con las proteínas de la sangre (la hemoglobina incluso) o permaneciendo en solución física (10 por ciento). El ácido carbónico recién formado tiene que ser neutralizado inmediatamente para que la sangre no se acidifique más de lo compatible con la vida; en esta neutralización interviene en gran parte la hemoglobina.

Los demás productos metabólicos de carácter ácido se neutralizan tan pronto como se forman, encontrándose en la sangre y tejidos en forma de sales; la neutralización tiene lugar por reacción con iones como el HPO₄⁼⁼ en las células y en el HCO₃[—] en el plasma sanguíneo. Así pues, el ácido carbónico no sólo es un importante producto final de la oxidación de los tejidos, sino que desempeña una destacada función en la regulación de la neutralidad. La concentración de bicarbonato en la sangre es el índice más satisfactorio, considerado aisladamente, de la capacidad conjunta del organismo para neutralizar los productos metabólicos ácidos. La virtud peculiar del sistema ácido carbónico-bicarbonato para regular la neutralidad del organismo reside en la volatilidad del anhídrido carbónico y por lo tanto, en su eliminación rápida por los pulmones.

Función de los glóbulos rojos.

El suero separado de los glóbulos rojos, sólo tiene ligero efecto amortiguador y capacidad de transporte de CO₂ en comparación con el del suero en contacto con las células. La investigación ha demostrado que esto se debe a que prácticamente todas las reacciones relacionadas con el traspaso de CO₂ por la sangre, se realizan de manera primordial dentro de los propios glóbulos rojos y la intervención del suero sólo es secundaria. La función de los glóbulos rojos y del plasma en la recepción de CO₂ por la sangre se resume en el siguiente cuadro.

Transporte de CO₂ en la sangre.

El CO₂, que se produce en los tejidos se elimina por difusión en la sangre, donde la mayor parte (un 70% aproximadamente) se hidrata para formar ácido carbónico, combinándose el resto con las proteínas de la sangre (la hemoglobina incluso) o permaneciendo en solución física (10 por ciento). El ácido carbónico recién formado tiene que ser neutralizado inmediatamente para que la sangre no se acidifique más de lo compatible con la vida; en esta neutralización interviene en gran parte la hemoglobina.

Los demás productos metabólicos de carácter ácido se neutralizan tan pronto como se forman, encontrándose en la sangre y tejidos en forma de sales; la neutralización tiene lugar por reacción con iones como el HPO₄⁼⁼ en las células y en el HCO₃[—] en el plasma sanguíneo. Así pues, el ácido carbónico no sólo es un importante producto final de la oxidación de los tejidos, sino que desempeña una destacada función en la regulación de la neutralidad. La concentración de bicarbonato en la sangre es el índice más satisfactorio, considerado aisladamente, de la capacidad conjunta del organismo para neutralizar los productos metabólicos ácidos. La virtud peculiar del sistema ácido carbónico-bicarbonato para regular la neutralidad del organismo reside en la volatilidad del anhídrido carbónico y por lo tanto, en su eliminación rápida por los pulmones.

Función de los glóbulos rojos.

El suero separado de los glóbulos rojos, sólo tiene ligero efecto amortiguador y capacidad de transporte de CO₂ en comparación con el del suero en contacto con las células. La investigación ha demostrado que esto se debe a que prácticamente todas las reacciones relacionadas con el traspaso de CO₂ por la sangre, se realizan de manera primordial dentro de los propios glóbulos rojos y la intervención del suero sólo es secundaria. La función de los glóbulos rojos y del plasma en la recepción de CO₂ por la sangre se resume en el siguiente cuadro.

Como se indica en este diagrama, el CO_2 producido por el metabolismo de los tejidos difunde como tal en el plasma. En este quecía una pequeña parte disuelta, siendo también posible que reaccione parcialmente con las proteínas plasmáticas (PrNH_2) para formar carbamato, quedando amortiguado el equivalente complementario del ácido formado por los amortiguadores del plasma (A^-) en la forma habitual. Sin embargo, la casi totalidad de CO_2 que entra (más del 90 por ciento) no permanece en el plasma, sino que difunde con rapidez a los glóbulos rojos atravesando sus paredes.

En los glóbulos rojos queda sometido a la influencia de la enzima "anhidrasa carbónica". Esta enzima existe en abundancia en los glóbulos rojos (y en algunos otros tejidos especializados, como el páncreas y la mucosa gástrica), pero falta en el plasma sanguíneo. Su función es la de actuar como un catalizador en la reacción siguiente;



A causa de su presencia en los glóbulos rojos, gran parte del CO_2 que entra se convierte en H_2CO_3 , el cual se disocia de manera inmediata dando iones H^+ y HCO_3^- . Una porción del CO_2 que entra (aproximadamente el 20 por ciento) escapa sin embargo a la hidratación, reaccionando con rapidez con la hemoglobina presente para formar carbamato; el efecto preciso de estas dos reacciones es, por lo tanto, la producción en el interior de los glóbulos de un exceso de iones H^+ y HCO_3^- , junto con la de una pequeña cantidad de iones carbamato. Las cantidades de iones así producidos alterarían en gran manera el pH normal y el equilibrio osmótico de los glóbulos si no fueran separados de algún modo.

Los iones H^+ se eliminan por los mecanismos de la relación isohídrica y la acción amortiguadora. Como ya se indicó que la cxihemoglobina (HBO_2), al pH de la sangre, es un ácido más enér-

Como se indica en este diagrama, el CO_2 producido por el metabolismo de los tejidos difunde como tal en el plasma. En este qued a una pequeña parte disuelta, siendo también posible que reaccione parcialmente con las proteínas plasmáticas (PrNH_2) para formar carbamato, quedando amortiguado el equivalente complementario del ácido formado por los amortiguadores del plasma (A^-) en la forma habitual. Sin embargo, la casi totalidad de CO_2 que entra (más del 90 por ciento) no permanece en el plasma, sino que difunde con rapidez a los glóbulos rojos atravesando sus paredes.

En los glóbulos rojos queda sometido a la influencia de la enzima "anhidrasa carbónica". Esta enzima existe en abundancia en los glóbulos rojos (y en algunos otros tejidos especializados, como el páncreas y la mucosa gástrica), pero falta en el plasma sanguíneo. Su función es la de actuar como un catalizador en la reacción siguiente;



A causa de su presencia en los glóbulos rojos, gran parte del CO_2 que entra se convierte en H_2CO_3 , el cual se disocia de manera inmediata dando iones H^+ y HCO_3^- . Una porción del CO_2 que entra (aproximadamente el 20 por ciento) escapa sin embargo a la hidratación, reaccionando con rapidez con la hemoglobina presente para formar carbamato; el efecto preciso de estas dos reacciones es, por lo tanto, la producción en el interior de los glóbulos de un exceso de iones H^+ y HCO_3^- , junto con la de una pequeña cantidad de iones carbamato. Las cantidades de iones así producidos alterarían en gran manera el pH normal y el equilibrio osmótico de los glóbulos si no fueran separados de algún modo.

Los iones H^+ se eliminan por los mecanismos de la relación isohidr ica y la acción amortiguadora. Como ya se indicó que la cxihemoglobina (HBO_2), al pH de la sangre, es un ácido más en r-

Para la determinación total de CO₂, la recolección de la sangre del paciente debe tomarse en completas condiciones anaeróbicas en prevención de toda pérdida o fijación de CO₂.

El CO₂, presente en el plasma como bicarbonato, ácido carbónico y CO₂ libre se determina después de ser liberados por la acción de un ácido, midiendo la presión a 760 mm. de Hg y 0°C.

El contenido normal de CO₂ en sangre venosa es naturalmente mayor que en la sangre arterial. El promedio normal de CO₂ venoso es de 63 volúmenes por ciento o 28.35 meq. por litro.

Se seleccionó el contenido de CO₂ en vista de que la llamada capacidad de CO₂ con manejo anaeróbico y a la temperatura del cuarto y equilibrio con aire alveolar es sólo un poco mayor, alrededor de tres volúmenes por ciento que el contenido de CO₂, siendo además el examen más lento y complicado. Esta discrepancia aparentemente se debe al equilibrio del plasma con CO₂ con la tensión del aire alveolar y a la temperatura del cuerpo que son distintas de las condiciones naturales.

La presión parcial de CO₂ a 20°C es de 1.6 más grande que a 38°C por lo tanto la capacidad es mayor y cambia el equilibrio de la siguiente ecuación a la derecha.



Si el aire alveolar del paciente es menor que 40 mm. el CO₂ también será deficiente. Cuando la sangre de estos pacientes está equilibrada con el aire alveolar de la técnica (4 mm. de Hg) la capacidad de CO₂ será mayor que el contenido de CO₂.

La determinación de contenido de CO₂ dá información sobre trastornos metabólicos con acidosis o alcalosis por la alteración de concentración de bicarbonato.

Deben conocerse los antecedentes e historia de los pacientes para sospechar si el balance ácido-básico es debido a factores metabólicos o respiratorios.

CAPITULO II

MATERIAL Y METODOS

Para la realización de este trabajo, se seleccionaron 50 personas adultas, 19 hombres y 31 mujeres entre 20 y 35 años de edad, cuyas historias clínicas y otras pruebas de laboratorio demostraron que eran personas sanas y podían considerarse normales.

De manera colateral se hicieron estudios de gases en 25 personas enfermas, con acidosis o alcalosis y fué medida.

Para estas determinaciones se utilizó el método manométrico de Van Slyke (1931) que se lleva a cabo en el aparato manométrico para análisis de gases ideado por Van Slyke y Neill; este aparato se basa en que en el vacío los gases son liberados químicamente, se extraen con vacío y se mide la presión parcial en el vacío parcial, sobre un manómetro de Hg calibrado en centímetros cúbicos.

Para transformar el volumen de este gas a 0°C, 760 mm. de presión es necesario multiplicarlo por el factor de temperatura, que no es otra cosa que la modificación que la densidad que el Hg experimenta al cambiar la temperatura. El uso de la ecuación final se facilita con el uso de los cuadros elaborados por el autor, que dan directamente los factores por los que debe multiplicarse la presión leída a una temperatura dada por el aparato a la que se realiza la determinación y en condiciones necesarias

para obtener el volumen del gas en por ciento o bien en miliequivalentes.

Método de obtención de la muestra.

Con el objeto de aprovechar la precisión que ofrecen los aparatos manométricos es esencial que las muestras se recojan y midan con exactitud.

Se toman 5 cc. de sangre directamente de la vena sin compresión (para evitar éxtasis venosa) con una jeringa engrasada con lujol y con 0.3cc. de solución de Heparina (anticoagulante) y una gota de mercurio para poder agitar la sangre sin sacarla de la jeringa y sin que penetre el aire en ésta.

Método.

El método que se utilizó en el presente trabajo está basado en el de Van Slyke para la dosificación de gases en la sangre.

Esta técnica está basada en la acción que tiene un ácido débil como es el ácido láctico sobre la sangre, para la liberación de los gases (CO_2 , O_2 y N_2) y que se ayuda esta reacción con una solución de saponina que actúa como hemolizante, y una solución de ferricianuro de potasio que transforma la oxihemoglobina en hemoglobina reducida y se desprende por lo tanto O_2 . La presión ejercida por el desprendimiento de éstos gases se marca en la escala del manómetro y se hace la primera lectura (P1).

Se trata después esta mezcla de gases con una solución de NaOH que es un absorbente del CO_2 existente, y esta nueva presión (P2) que se lee en la escala manométrica lógicamente será menor a la anterior.

Así mismo añadimos la solución absorbente de O_2 que contiene una mezcla de sales de antraquinona B sulfonato de sodio e hidrosulfito de sodio, disueltos en una solución de KOH N; este reactivo fija el O_2 de los gases liberados de la sangre y se hace una tercera lectura de esta nueva presión a la que llamaremos (P3).

La diferencia aritmética existente entre las lecturas manométricas, multiplicada por el factor de temperatura a la que se efectuó la determinación nos dá directamente el porciento de CO_2 y de O_2 .

Cálculos.

1ª lectura manométrica (P1) menos 2ª lectura manométrica (P2) "A"

2ª lectura manométrica (P2) menos 3ª lectura manométrica (P3) "B"

"A" multiplicado por el factor de temperatura de CO_2 dá el % de CO_2 .

"B" multiplicado por el factor de temperatura de O_2 dá el % de O_2 .

Algunas de las cifras estadísticas de comparación se consiguen en la tabla I y II, donde se muestran los resultados del promedio aritmético, desviación tipo y error tipo y el coeficiente de variación.

Estos valores se calcularon con las siguientes fórmulas:

I.—Promedio Aritmético.

$$\bar{x} = \frac{\sum X}{N}$$

de donde \bar{x} == Promedio aritmético

$\sum x$ == Suma de los valores encontrados

N == Número de casos.

II.—Desviación tipo.

$$\Delta p = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

De donde Δp = Desviación tipo
 X = Valores encontrados.

III.—Error tipo.

$$E = \frac{\Delta p}{\sqrt{N}}$$

IV.—Coeficiente de Variación.

$$V = \frac{\Delta p}{x} \times 100$$

CAPITULO III

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en los 50 casos normales agrupados del menor al mayor en función del contenido de CO₂ son los siguientes:

Caso N°	Sexo	Contenido de CO ₂	Contenido de O ₂
1.—	F	52.0	15.0
2.—	M	52.5	14.0
3.—	F	53.0	12.5
4.—	F	53.5	14.0
5.—	M	53.5	14.5
6.—	F	53.5	15.5
7.—	F	54.0	15.5
8.—	M	54.0	12.5
9.—	M	54.0	13.0
10.—	M	54.0	13.5
11.—	M	54.0	16.0
12.—	M	54.5	14.5
13.—	M	54.5	15.0
14.—	M	54.5	15.0
15.—	F	54.5	13.5
16.—	F	54.5	13.0
17.—	F	54.5	14.0

Caso N°	Sexo	Contenido de CO ₂	Contenido de O ₂
18.—	F	55.0	14.0
19.—	F	55.0	14.5
20.—	F	55.0	13.5
21.—	F	55.0	14.5
22.—	M	55.0	14.0
23.—	M	55.0	14.0
24.—	M	55.5	14.0
25.—	M	55.5	13.5
26.—	F	55.5	16.0
27.—	F	55.5	15.5
28.—	F	55.5	16.0
29.—	M	55.5	15.0
30.—	F	55.5	15.5
31.—	F	55.5	14.0
32.—	F	56.0	13.0
33.—	F	56.0	12.5
34.—	F	56.0	14.5
35.—	M	56.0	14.5
36.—	F	56.0	13.5
37.—	F	56.0	14.5
38.—	M	56.0	15.0
39.—	M	56.0	14.0
40.—	M	56.0	15.0
41.—	F	56.5	15.5
42.—	F	56.5	13.0
43.—	M	56.5	14.5
44.—	M	56.5	14.5
45.—	F	56.5	13.5
46.—	F	56.5	13.5
47.—	F	57.0	16.5
48.—	F	57.0	16.5
49.—	F	57.5	15.5
50.—	M	58.0	13.5

Caso N°	Sexo	Contenido de CO ₂	Contenido de O ₂
18.—	F	55.0	14.0
19.—	F	55.0	14.5
20.—	F	55.0	13.5
21.—	F	55.0	14.5
22.—	M	55.0	14.0
23.—	M	55.0	14.0
24.—	M	55.5	14.0
25.—	M	55.5	13.5
26.—	F	55.5	16.0
27.—	F	55.5	15.5
28.—	F	55.5	16.0
29.—	M	55.5	15.0
30.—	F	55.5	15.5
31.—	F	55.5	14.0
32.—	F	56.0	13.0
33.—	F	56.0	12.5
34.—	F	56.0	14.5
35.—	M	56.0	14.5
36.—	F	56.0	13.5
37.—	F	56.0	14.5
38.—	M	56.0	15.0
39.—	M	56.0	14.0
40.—	M	56.0	15.0
41.—	F	56.5	15.5
42.—	F	56.5	13.0
43.—	M	56.5	14.5
44.—	M	56.5	14.5
45.—	F	56.5	13.5
46.—	F	56.5	13.5
47.—	F	57.0	16.5
48.—	F	57.0	16.5
49.—	F	57.5	15.5
50.—	M	58.0	13.5

CAPITULO IV

CONCLUSIONES

Los valores del contenido de CO_2 , dosificado en sangre total, en personas adultas aclimatadas a nuestro medio y determinadas con la técnica empleada, varían entre 52.0 y 58.0 volúmenes por ciento con un promedio de 55.2 volúmenes por ciento, y con una desviación estandar de 1.27. Estas cifras, comparadas con los valores encontrados por Cullen y Robinson (1923) que oscilan entre 61.2 y 52.0 volúmenes por ciento con un promedio de 57.4 y una desviación estandar de 2.8; y los trabajos de Gibbs y colaboradores (1942) cuyas cifras son entre 51.0 y 57.7 y un promedio de 54.8 y con una desviación estandar de 1.6.

El análisis de estos resultados permite concluir que las cifras de contenido de CO_2 son iguales en la Ciudad de México que en otras partes del mundo; esto implica que la aclimatación a la altura está lograda en toda su extensión y por lo tanto las cifras encontradas son fisiológicas. Estos resultados llaman la atención en vista de que Garmilla (1948) encontró en sangre arterial cifras entre 36 y 46 volúmenes por ciento, valores inferiores a los equivalentes de sangre arterial comunicados por otros autores. Él atribuye estas cifras inferiores a la hiperventilación causada por la altura, es posible que en el circuito sanguíneo esa baja de CO_2 en la sangre arterial sea compensada totalmente a nivel de los capilares con la aportación del CO_2 endógeno de manera que la sangre venosa los valores se unifiquen. Sería deseable tener valores comparativos entre la reserva alcalina (capacidad de CO_2)

completa de la sangre arterial y de la venosa en nuestro medio, lo cual daría más luz sobre el tipo de proceso de adaptación del que se dispone en las personas que habitan en alturas elevadas.

Por otra parte, los valores encontrados en hombres y mujeres no difieren entre sí de manera importante (tablas I y II) de modo que es posible utilizar las cifras globales como las normales aplicables a la población de adultos en general.

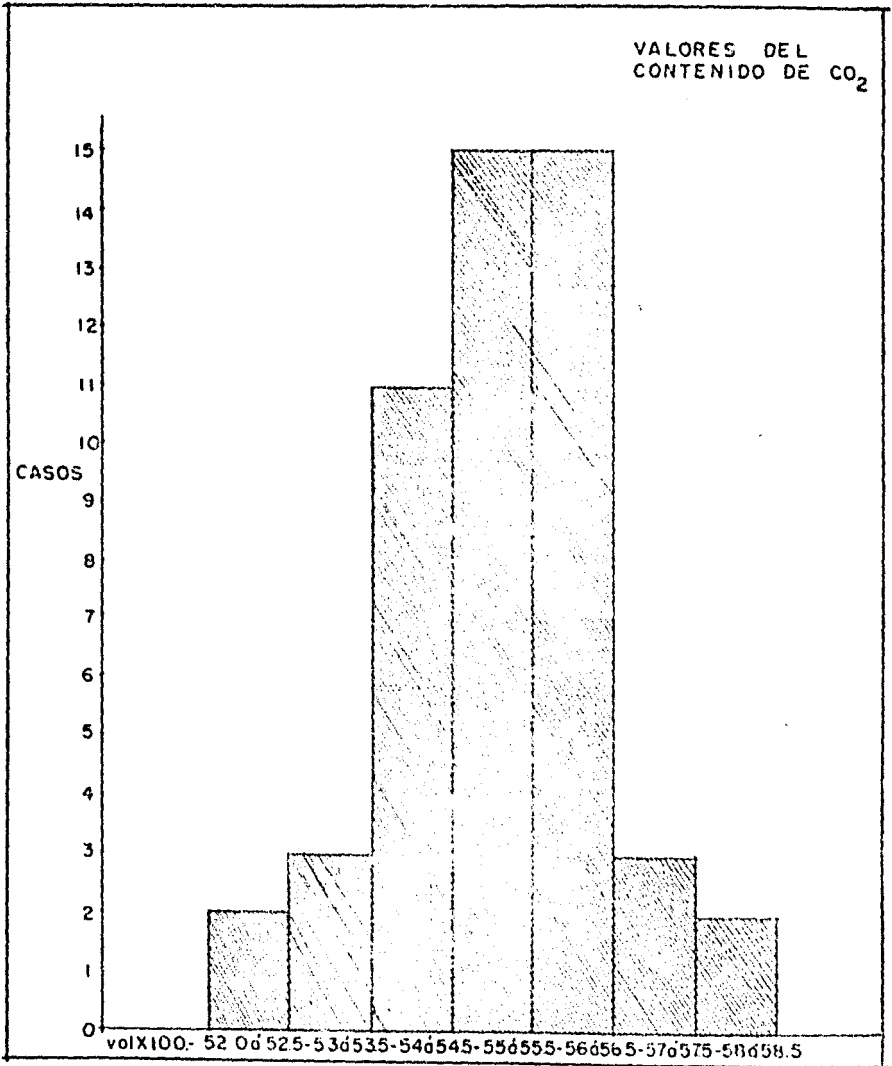
Para los valores de contenido de O₂ dosificado en la misma sangre total, en las mismas personas y en condiciones climatológicas las cifras encontradas oscilan entre 12.5 y 16.5 volúmenes por ciento, con un promedio de 14.3 y una desviación tipo de 1.16. Estos resultados no difieren de modo marcado con las cifras encontradas en otros países y ciudades. Así Hawk (1949) comunicó valores de 10 a 18 volúmenes por ciento; Sunderman de 11.0 a 16.0 volúmenes por ciento y Gibbs y colaboradores (1942) de 11.0 a 16.1 volúmenes por ciento con una media de 12.6 y desviación tipo de 1.3. Es claro por lo tanto que el hecho de estar colocados nuestros sujetos de observación a la altura de la Ciudad de México no modificó las cifras de contenido de oxígeno venoso. Por los trabajos de Garmilla, se sabía que la capacidad de oxígeno no estaba modificada en los habitantes de la altiplanicie. Con éstos que ahora presentamos, también es de aceptarse que el contenido de oxígeno en la circulación venosa no está modificando con respecto a los habitantes de lugares más bajos con respecto al nivel del mar.

completa de la sangre arterial y de la venosa en nuestro medio, lo cual daría más luz sobre el tipo de proceso de adaptación del que se dispone en las personas que habitan en alturas elevadas.

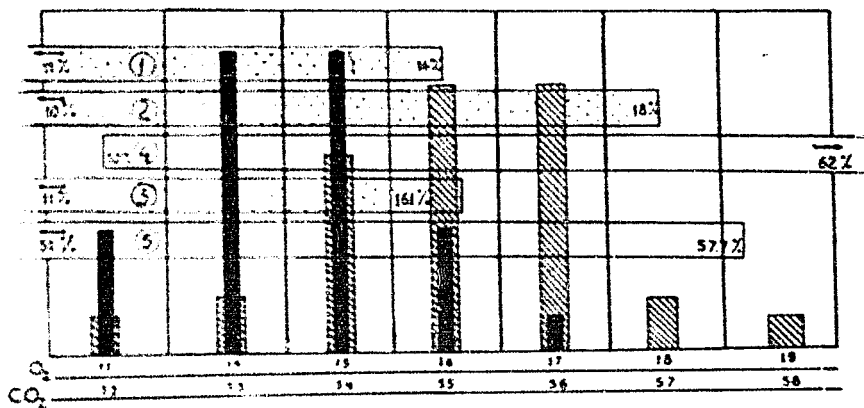
Por otra parte, los valores encontrados en hombres y mujeres no difieren entre sí de manera importante (tablas I y II) de modo que es posible utilizar las cifras globales como las normales aplicables a la población de adultos en general.

Para los valores de contenido de O_2 dosificado en la misma sangre total, en las mismas personas y en condiciones climatológicas las cifras encontradas oscilan entre 12.5 y 16.5 volúmenes por ciento, con un promedio de 14.3 y una desviación tipo de 1.16. Estos resultados no difieren de modo marcado con las cifras encontradas en otros países y ciudades. Así Hawk (1949) comunicó valores de 10 a 18 volúmenes por ciento; Sunderman de 11.0 a 16.0 volúmenes por ciento y Gibbs y colaboradores (1942) de 11.0 a 16.1 volúmenes por ciento con una media de 12.6 y desviación tipo de 1.3. Es claro por lo tanto que el hecho de estar colocados nuestros sujetos de observación a la altura de la Ciudad de México no modificó las cifras de contenido de oxígeno venoso. Por los trabajos de Garmilla, se sabía que la capacidad de oxígeno no estaba modificada en los habitantes de la altiplanicie. Con éstos que ahora presentamos, también es de aceptarse que el contenido de oxígeno en la circulación venosa no está modificando con respecto a los habitantes de lugares más bajos con respecto al nivel del mar.

GRAFICA No. 2



**GRAFICA COMPARATIVA CON LOS RESULTADOS
OBTENIDOS POR OTROS AUTORES**



① Sunderman
 ② Hawk (1949)
 ③ Gibbs (1942)

④ Cullen y Robinson (1923)
 ⑤ Gibbs (1942)

O₂
 CO₂

} Valores obtenidos en la práctica

CAPITULO V

RESUMEN

Se hicieron estudios del contenido de bióxido de carbono y de oxígeno en la sangre venosa de 50 adultos jóvenes que residían en la Ciudad de México; 29 de ellos de sexo femenino y 21 hombres.

Se encontraron valores de bióxido de carbono y oxígeno semejantes a los referidos como normales en la literatura mundial; 52.0 a 58.0 de CO₂ por ciento con promedio de 55.2 ± 1.27 ; y 12.5 a 16.5 volúmenes por ciento de oxígeno con promedio de 14.3 ± 1.16 . No se encontraron variaciones significativas entre hombres y mujeres.

BIBLIOGRAFIA

PETERS and VAN SLYKE.

"Quantitative clinical Chemistry — Interpretations" Vol I Baltimore, Williams and Wilkins Co; 1931 - 1932.

PETERS and VAN SLYKE.

"Quantitative Clinical Chemistry — Methods" Vol II, Baltimore, Williams and Wilkins Co; 1931 - 1932.

GARMILLA

"Determinación del contenido y capacidad de Oxígeno y Bióxido de Carbono, y saturación de Oxígeno en la sangre arterial de sujetos normales en la Ciudad de México". TESIS Esc. Nac. de Ciencias Químicas U.N.A.M.

CULLEN, G.E. Y ROBINSON H. W.

J. Biol Chem (1923) 57:533.

GIBBS, E.L. LENOX W.G.

Nims, L.F. y Gibbs, F.A.: (1942) J. Biol. Chem. 144 - 325.

HAWK, P.B. OSER, B.L. Y SUMMERSON, W.H.:

"Química Fisiológica Práctica", traducción de la XII Ed. inglesa. Editorial Interamericana, Méx.

SUNDERMAN, F.W. Y BOERNER, F. (1950).

"Normal Values in Clinical Medicine". W.B. Saunders Co. Philadelphia & London, pp. 187 Fissberg et c.

LEONIDAS CORONA.

"Tratado Normal Patológico de la Sangre", IV Edición.

J. A. KOLMER.

"Diagnóstico Clínico por los Análisis de Laboratorio". Traducido de la I Edición por A. Folch y P.L. Editorial Interamericana, 1949.

VAN SLIKE.

"The Carbon Dioxide Carriers of the blood" *Physiol Rev.* 1, 141 (1921).

SENDROY.

J. Biol. Chem.; 91: 307 (1931).

W. M. KELSEY and L.B. LEINBACH.

"Use of serum pH in clinical medicine". *South M.J.* 42: 1067-1071
Dic. 1949.