

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

"GASOMETRIAS DURANTE EL EMBARAZO"

T E S I S

que para obtener el Título de
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
p r e s e n t a

ARACELI SAN MARTIN SANCHEZ

M-23547

México, D.F.

1980



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI ESPOSO

A MI HIJO

A MIS MAESTROS

C O N T E N I D O

INTRODUCCION	1
FISIOLOGIA RESPIRATORIA	3
EQUILIBRIO ACIDO BASE	10
MATERIAL Y METODO	27
RESULTADOS	29
DISCUSION	39
RESUMEN	44
CONCLUSIONES	46
BIBLIOGRAFIA	48

INTRODUCCION

Existen en la mujer embarazada cambios fisiológicos, pueden citarse los de tipo cardiovascular, pulmonar, hemodinámico, hematopoyético, hidroelectrolítico, ácido-base, etc., también se han observado en la función gastrointestinal así como psicológicos notables. Con el propósito de estudiar algunas de estas variaciones, se consideraron los cambios que sufre la mujer embarazada a nivel respiratorio y de equilibrio ácido-base, el objetivo es obtener por medio de la cuantificación de los gases arteriales los cambios en las presiones parciales de O_2 , CO_2 y pH en la sangre arterial, que se producen durante las diferentes etapas de la gestación de evolución normal, en pacientes derechohabientes que acuden al Centro Hospitalario "20 de Noviembre" I.S.S.S.T.E.

Se cuantificaron en sangre arterial además de pH, pCO_2 y pO_2 , el HCO_3^- , CO_2 total (CO_{2t}), exceso de base (EB) y saturación de O_2 (% $SatO_2$).

La necesidad de contar con valores de referencia que pueden ser utilizados como instrumentos de diagnóstico

para establecer alteraciones maternas durante la gestación, -
es otro de los objetivos del presente estudio.

1.- FISILOGIA RESPIRATORIA.

La respiración significa un medio de transporte del O_2 de la atmósfera a las células y transporte del CO_2 producido por las células a la atmósfera. (1)

La caja torácica es un espacio cerrado que contiene a los pulmones, el corazón y los grandes vasos. Por medio de los músculos respiratorios se logra la respiración por compresión o distensión de los pulmones lo que a su vez establece gradientes de presión entre la atmósfera y los alveolos.

La atmósfera de la tierra está constituida por moléculas de gas. Estas moléculas pesan y presionan sobre la superficie de la tierra con una fuerza que alcanza para sostener una columna de 760 mmHg a nivel del mar (Torricelli - 1643).

La presión de un gas no varía aunque cambien los dé más gases, o sea que la presión parcial está dada por la can tidad de moléculas de ese gas que hay en un espacio y no es influida por lo que puedan hacer las moléculas de otros ga--

ses.

En la atmósfera existe una mezcla de gases O_2 , CO_2 , N_2 y H_2O en forma de vapor, cada uno tiene su presión parcial de: $PO_2 = 159.1$, $pCO_2 = 0.3$, $pN_2 = 600.6$, $pH_2O = 0.0$ y una presión total de 760 mmHg a nivel del mar.

Los dos gases más importantes en la respiración son: O_2 y CO_2 , en la sangre se miden sus presiones parciales; para la altura de la Cd. de México (2240 m sobre el nivel del mar) en adultos sanos se tiene $O_2 = 70 \pm 5$ mmHg $CO_2 = 30-35$ mmHg (4), a nivel del mar $O_2 = 100$ mmHg, $CO_2 = 40$ mmHg (2).

Ventilación alveolar.- El factor más importante en todo el proceso de la ventilación pulmonar, es la frecuencia con que el aire alveolar se renueva por minuto.

Para conservar los niveles uniformes de pCO_2 y pO_2 en la sangre arterial, los pulmones por el fenómeno de la ventilación alveolar, se encargan de suministrar O_2 a los alveólos y extraer CO_2 producido por los tejidos y recogido por la sangre (1).

Desde el punto de vista de la respiración, los cambios notables que afectan a la mujer embarazada son los siguientes:

Anatómicos, congestión capilar del aparato respiratorio, cambios en la forma del tórax y la posición del diafragma; la nasofaringe, laringe, tráquea y bronquios se tornan tumefactos y enrojecidos frecuentemente, lo cual simula una inflamación de esa zona, a menudo en algunas mujeres a término aparecen cambios en la voz tornándose difícil la respiración nasal (3).

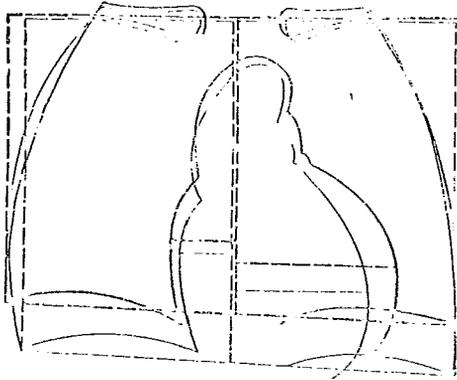
Como el útero se encuentra en crecimiento, esto hace que el diafragma se eleve, al mismo tiempo la caja torácica se expande a través del ensanchamiento de las costillas aumentando su diámetro transversal 2 cm. y su circunferencia 6 cm. (5).

Los músculos abdominales tienen un tono menor y son menos activos en el embarazo que en la mujer fuera de ésta situación (Takano 1957).

Radiográficamente se muestran trazos pulmonares aumentados que ocasionan una insuficiencia congestiva benigna.

Sistema cardiovascular.- Como el diafragma se eleva en forma progresiva durante el embarazo, el corazón se desplaza hacia la izquierda y arriba en tanto que al propio tiempo gira algo sobre su eje longitudinal en consecuencia la punta cardíaca se desplaza algo en sentido lateral desde su-

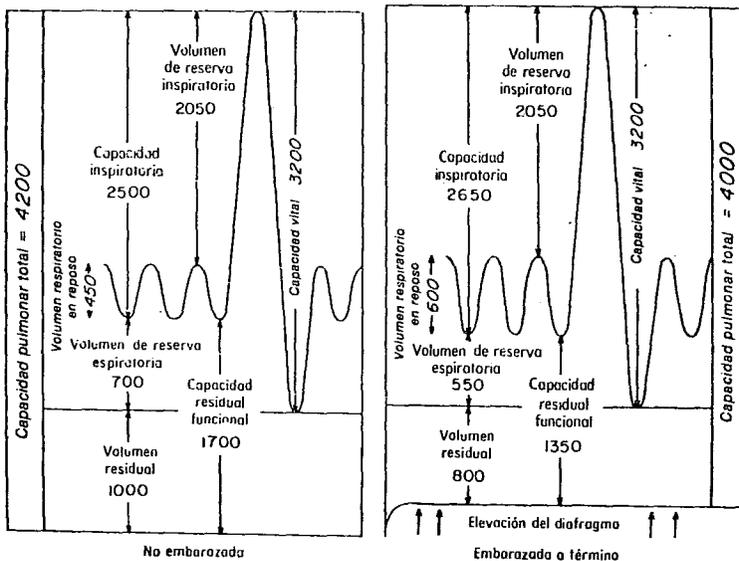
posición, en el estado grávido normal y se aprecia radiográficamente un aumento en el tamaño y la posición del útero la potencia de los músculos abdominales y las configuraciones - del abdomen y tórax (5).



Cambio en el perfil cardíaco ocurrido durante el embarazo. Las líneas delgadas muestran las relaciones entre - el tórax en la mujer no embarazada y las líneas gruesas muestran las condiciones existentes en el embarazo. Este diagrama está basado en telerradiografías y muestra los datos promedio en 33 mujeres. (De Kafien y Palugay, Arch. Gynaek 131: 347, 7).

La elevación del diafragma causa un descenso en la capacidad residual funcional (volumen de reserva espiratoria (volumen de aire que se emite en una espiración forzada después de haber espirado el volumen normal) y volumen residual (volumen de aire que queda en los pulmones después de una espiración forzada).

La capacidad vital (cantidad de aire que se emite en una respiración forzada después de una inspiración máxima) y la capacidad respiratoria máxima (cantidad máxima de aire que los pulmones pueden retener) no están alterados de manera significativa durante el embarazo. (3)



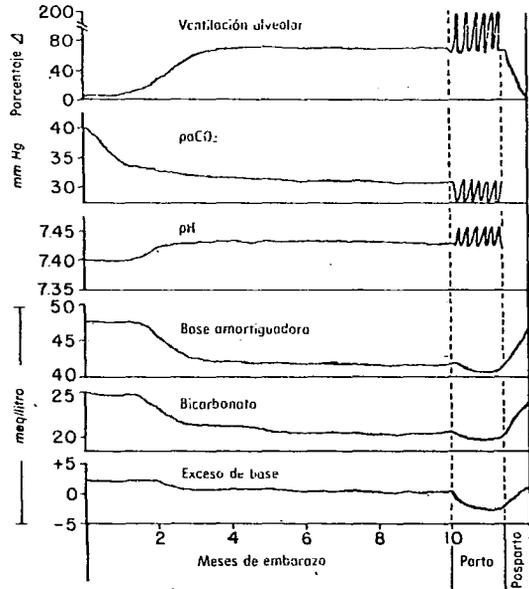
Volumenes y capacidades pulmonares en no embarazadas y en embarazadas a término (Según J. Bonica 1967: Principles and Practice of Obstetric Analgesia Anesthesia, Volumen 1, Filadelfia, F.A. Davis (3).

La ventilación aumenta de una manera importante durante el embarazo a término, la frecuencia respiratoria y el volumen de aire corriente (cantidad de aire respirado en una respiración espontánea) están aumentados en un 15% y 40%, el volumen minuto (cantidad de aire respirado por minuto) aumenta en un 50% de lo normal (3)

Todo ésto induce en el embarazo a un cierto grado de hiperventilación que repercute sobre los valores del equilibrio ácido-base.

Dado que el espacio muerto (el aire que llena las vías respiratorias en cada respiración) permanece normal en el embarazo a término, la ventilación alveolar aumenta un 70% de lo normal.

Los cambios en los volúmenes pulmonares y la ventilación producen una disminución de CO_2 arterial-alveolar que es en promedio de 32 mmHg y aumento de la presión parcial de O_2 que es de 105 mmHg (3,6).



Ventilación alveolar pCO₂ , pH y cambios acidobásicos durante el embarazo, parto y posparto. (3).

II.- EQUILIBRIO ACIDO-BASE.

En los últimos años uno de los adelantos importantes ha sido la determinación de los gases sanguíneos en sangre arterial, por medio de la medición de pH, pCO_2 y concentración de bicarbonato, que sirven de apoyo para la interpretación clínica de la situación cardiopulmonar (2).

Entre los factores más importantes de la célula figura la actividad de los iones hidrógeno que afecta a todos los fenómenos físicos y bioquímicos.

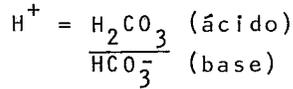
La concentración de hidrogeniones del líquido extracelular es de 0.0004 mEq/l.

Sorensen definió el pH como el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógeno, esta cantidad no tiene dimensiones y se mide en una escala de unidades de pH (7, 8).

Ecuación de Henderson-Hasselbalch.

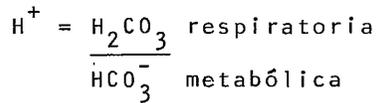
En 1908 Henderson definió la relación fundamental -

entre las partes ácido y base de un sistema amortiguador:



En el organismo el ácido carbónico es el donador de protones y el bicarbonato el aceptor de protones.

La concentración de ácido carbónico está bajo el control directo del aparato respiratorio, el CO_2 proveniente de los tejidos se excreta en parte a través de los pulmones, el bicarbonato está regulado por funciones metabólicas (reales) así cualquier relación ácido-base define una concentración particular de hidrogeniones (7).



Desde este punto de vista el pH está determinado por el pK del sistema (que corresponde el pH que del ácido está disociado en un 50%) por el logaritmo del cociente de la concentración de su base y su ácido.

Esta relación queda expresada en la ecuación de Henderson-Hasselbalch como sigue: $pH = pK + \log \frac{\text{(base)}}{\text{(ácido)}}$

En el caso del sistema $\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$ el $\text{pK} = 6.1$

A nivel del mar la relación promedio del HCO_3^- en sangre arterial y el H_2CO_3 es de 20/1

$$7.4 = 6.1 + \log \frac{20}{1.0} \quad (7,8)$$

Regulación ácido-base por amortiguadores sanguíneos.

Una sustancia se considera ácido cuando puede funcionar como donadora de protones y base cuando puede funcionar como aceptora de protones.

Un sistema amortiguador está formado por un ácido débil y la sal del mismo ácido. Cuando un ácido fuerte como el HCl se combina con la sal de bicarbonato de sodio, se forma un ácido débil poco disociado, quedando cloruro de sodio como sal neutra y ácido carbónico, la reacción se efectúa de la forma siguiente: $\text{HCl} + \text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{CO}_3$

Los sistemas amortiguadores del cuerpo son: el bicarbonato de sodio, hemoglobina, proteínas plasmáticas y fosfatos orgánicos e inorgánicos.

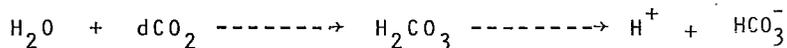
La proporción de los sistemas amortiguadores que se encuentra en forma de ácido o base varía según la concentración de hidrógeniones libres presentes en la solución (8,9).

Regulación respiratoria del balance ácido-básico.

Transporte del CO_2 de los tejidos a los pulmones. - El fenómeno se inicia con formación de CO_2 derivado del metabolismo celular el cual es transportado a la sangre venosa - debido a la diferencia del gradiente de presión en favor de los tejidos, así parte del CO_2 viaja en el plasma y parte se va a los eritrocitos (8).

Como el ácido carbónico es un ácido volátil está bajo el control del aparato pulmonar a través de la ventila---ción pulmonar.

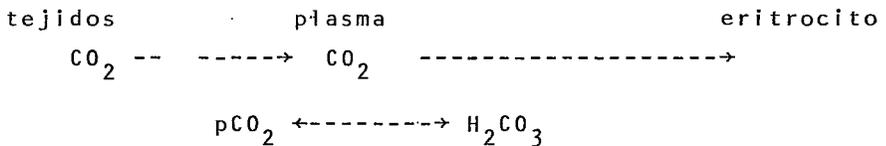
Cuando el CO_2 pasa al plasma se disuelve en agua - ($d\text{CO}_2$), se efectúa la siguiente reacción:



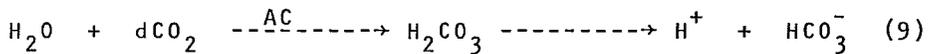
Esta reacción es muy lenta debido a que no existen enzimas en el plasma que catalicen la reacción, de modo que la relación entre la concentración de dióxido de carbono disuelto ($d\text{CO}_2$) y la concentración de ácido carbónico es de - 1000:1 más o menos, a temperatura corporal y presión saturada (TCPS) la concentración de la relación $d\text{CO}_2/\text{H}_2\text{CO}_3$ es de - 0.0301 $p\text{CO}_2 = (\text{H}_2\text{CO}_3)_p$, en otras palabras medir la $p\text{CO}_2$ en sangre equivale a medir la concentración plasmática de ácido -

carbónico (2).

La mayor parte del CO_2 (95%) entra al eritrocito y una pequeña cantidad queda disuelto en el plasma (5%); en esta forma el CO_2 es transportado por la sangre hasta los pulmones.



El eritrocito facilita el transporte de CO_2 en grandes cantidades. Existen dos sistemas amortiguadores: bicarbonato y hemoglobina que le permiten aceptar CO_2 con ninguna o poca variación en el pH, además los eritrocitos y las células de los túbulos renales tienen una enzima denominada anhidrasa carbónica (AC) que acelera la reacción siguiente:



El anhídrido carbónico se puede fijar de tres maneras:

1.- Una parte permanece en los eritrocitos como anhídrido carbónico disuelto.

2. Una pequeña parte del CO_2 se combina con la he-

moglobina para formar CO_2 carbamínico, en otras palabras el anhídrido carbónico reacciona con los grupos- NH_2 de la hemoglobina para formar compuestos carbamínicos según la ecuación:

$$\text{R-NH}_2 + \text{CO}_2 \text{-----} \rightarrow \text{R-NHCOO}^- + \text{H}^+$$

Cuando la oxihemoglobina (HbO_2) pierde su oxígeno, se une al CO_2 formándose carboxihemoglobina, el O_2 pasa al plasma y de ahí a los tejidos.

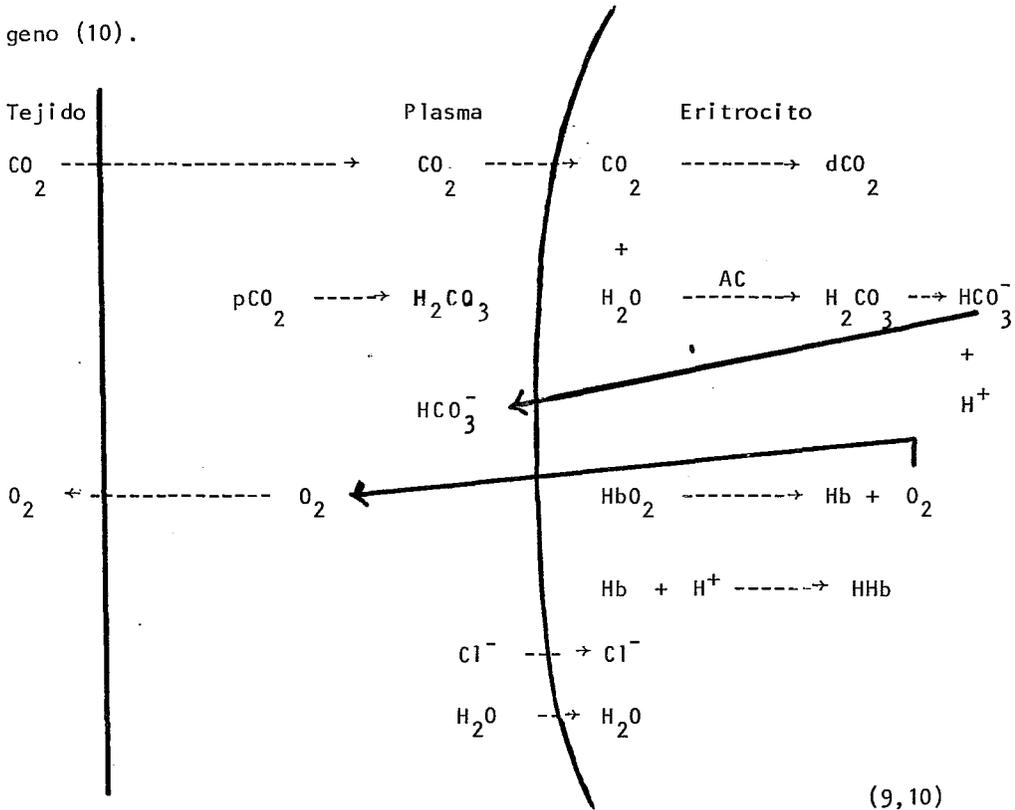
3.- El CO_2 se combina con el H_2O que en presencia de la anhidrasa carbónica se disocia el ión hidrógeno se fija a la hemoglobina (HHb) y parte del bicarbonato entra en el plasma.

La salida de un anión al plasma condiciona que otro anión entre al eritrocito para mantener la neutralidad eléctrica en su interior, como el ión cloruro Cl^- realiza este intercambio, al mismo se le conoce como desviación del cloruro (2,9).

También hay un paso moderado de agua al interior del eritrocito con la finalidad de conservar el equilibrio osmótico de la célula.

Los procesos inversos se realizan en los pulmones, cuando la sangre cede al anhídrido carbónico y capta el oxí-

geno (10).



Regulación renal del equilibrio ácido-básico.

La base principal de la sangre es el bicarbonato y éste va a estar aumentando o disminuido de acuerdo con las modificaciones del contenido de CO_2 que a su vez está regulado por el efecto del mecanismo renal.

El riñón necesita muchas horas para que influya de una manera considerable en el pH sanguíneo, a diferencia del pulmón que actúa con mayor rapidez.

En las células de los túbulos renales se efectúa este mecanismo con la penetración del CO_2 y por la influencia de la anhidrasa carbónica se combina con el agua para formar hidrogeniones y bicarbonato.

Los productos de reacción dependen de la pCO_2 presente en sangre (9).

Por medio de los reguladores urinarios como el fosfato, se excretan grandes cantidades de iones hidrógeno a nivel de los túbulos renales y en orina el pH baja hasta 4.5.

En el filtrado glomerular el 80% del fosfato es monohidrogenado HPO_4^- y en la orina es dihidrogenado H_2PO_4^- lo cual significa que el fosfato fija grandes cantidades de hidrogeniones con poca alteración en el pH. El amonio es otro de los reguladores urinarios (2).

El filtrado glomerular posee las mismas concentraciones de iones que en el plasma, los productos de bicarbonato e hidrogeniones se forman de la manera siguiente:

1.- Se excreta un ión hidrógeno que se combina con un ión bicarbonato proveniente de la orina para formar CO_2 y H_2O , el anhídrido carbónico se absorbe y pasa a la sangre, -

el agua se excreta por la orina.

2.- Cuando ya no hay ión bicarbonato en la orina, - el hidrogenión formado se fija a los fosfatos monohidrogenado, por cada ión hidrógeno que se excreta, un ión bicarbonato pasa a la sangre, así como un ión de sodio.

3.- En la eliminación de iones H^+ influye también - el ión amonio, el amoniaco se combina con el ión hidrógeno - para formar NH_4^+ y se excreta en forma de sales de amonio.

Por cada ión hidrógeno que se excreta en la orina - pasa un ión bicarbonato a la sangre, lo que representa la - principal función del riñón en el equilibrio ácido-base - (2,11).

Alteraciones del equilibrio ácido-base.

Se deben principalmente a dos tipos de alteraciones generales: respiratorias, por retención o eliminación de CO_2 y metabólicas, por eliminación de HCO_3^- , de ácidos o bases fijadas, así se producen estados de acidosis o alcalosis.

Acidosis: es un proceso anormal que cursa con aumento de la concentración de hidrogeniones en la sangre que pue

den alterar el pH de la misma.

Alcalosis: es un proceso anormal que cursa con disminución de la concentración de hidrogeniones o aumento de bicarbonato en la sangre y puede producir cambios en el pH.

Ambas situaciones pueden ser también respiratorias o metabólicas.

Acidosis respiratoria.- Se debe a la retención de CO_2 causada por una disminución de la ventilación alveolar o hipoventilación debida a una depresión del centro respiratorio o enfermedades pulmonares.

Hay aumento del ácido carbónico que desencadena el mecanismo de compensación renal con retención del bicarbonato (12).

Las causas más frecuentes de acidosis respiratoria probablemente sean las enfermedades pulmonares obstructivas crónicas, enfisema, bronquitis crónica, asma, por ingestión de medicamentos depresores o cualquier otro factor como cuerpo extraño o tumor que dificulte el recambio de gases entre sangre y aire alveolar (13).

Alcalosis respiratoria.- Es producida por pérdida-excesiva de CO_2 que puede ser causada por una hiperventilación. El aumento de la frecuencia y profundidad de la respiración reduce la pCO_2 , por consiguiente disminuye la concentración de H_2CO_3 . La relación de $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$ se eleva debido a que la concentración de hidrogeniones desciende, el pH se eleva también y el resultado es una alcalosis (14).

Con el aumento de pH la respuesta respiratoria reduce la frecuencia y profundidad de la respiración como mecanismo de compensación.

La respuesta renal se inicia con la retención de iones hidrógeno por las células del túbulo distal de la nefrona, hay mayor pérdida de sodio en forma de bicarbonato de sodio, también disminuye la formación de amonio y excreción de cloruros (11).

Las causas más comunes de alcalosis respiratoria son: crisis emocionales, dolor severo y encefalitis, la hiperventilación también puede producirse con medicamentos como salicilatos, que a su vez provocan una acidosis metabólica. Las hormonas como la adrenalina y progesterona producen hiperventilación, probablemente actuando sobre el sistema nervioso central (12).

Acidosis metabólica.- Principalmente se debe a la pérdida de HCO_3^- y otras bases conjugadas, aumento en la concentración de hidrogeniones. Aparece en la acidosis diabética en la cual se acumulan grandes cantidades de cetoácidos, insuficiencia renal crónica debido a disminución en la eliminación de hidrogeniones, producción excesiva de ácido láctico en la hipoxemia y estados de agonía, ingestión de alcohol metílico y salicilatos, ingestión de cloruro amónico (13).

Para compensar la acidemia aumenta la frecuencia respiratoria, así disminuye la presión parcial de CO_2 y la formación de ácido carbónico. La relación $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$ de 20:1 está reducida en estos casos ya que se ha empleado más bicarbonato para neutralizar el efecto ácido y el CO_2 se transporta en forma de H_2CO_3 (14).

El riñón trata de compensar la acidosis metabólica, reteniendo más bicarbonato y aumentando la formación de amoníaco para eliminar mayor cantidad de hidrogeniones.

Alcalosis metabólica.- Se debe a la pérdida de ácidos fijos, aumento de la concentración de HCO_3^- , administración de bicarbonato en exceso o una baja en las reservas de potasio.

La alcalosis metabólica eleva la relación $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$ y con ello sube el pH, las neuronas respiratorias disminuyen la profundidad de la respiración, ésta se vuelve superficial, así la concentración de pCO_2 aumenta y lleva a una acidosis respiratoria.

Los riñones tratan de compensar eliminando mayor cantidad de bicarbonato de sodio y fosfato de sodio, así la acidez titulable de la orina disminuye reteniéndose mayor cantidad de hidrogeniones, cloruro, ácido láctico y cuerpos cetónicos.

Las causas más frecuentes de alcalosis metabólica son: vómitos persistentes con pérdida de cloruros, aspiración gástrica, administración de corticosteroides (producen mayor eliminación de hidrogeniones y de potasio) (13,14).

Equilibrio ácido-base en el embarazo.

En el embarazo ocurre una alteración del equilibrio ácido-base importante ante todo por acción respiratoria a través de la ventilación materna (15).

Las investigaciones realizadas por Hasselbalch 1912, Plass y Oberst 1938, Loescke 1944, demostraron que la ventilación materna aumenta durante el embarazo. El aumento es -

del orden de 40% hacia el final de embarazo (16).

La hiperventilación durante el embarazo hace que el CO_2 sea eliminado de los pulmones más rápidamente, ocasionando una disminución del pCO_2 en las mujeres gestantes quienes desarrollan una alcalosis respiratoria si se comparan con los valores normales de las mujeres no embarazadas (17).

El pH está ligeramente aumentado con los valores de 7.42 a 7.48. En el último trimestre la pCO_2 alcanza un nivel medio de 30-32 mmHg, el HCO_3^- estándar de 21.2 mEq/l y el exceso de base (EB) de + 3.5 mEq/l (18).

La compensación renal se manifiesta mediante un aumento de la excreción de HCO_3^- con la finalidad de regular el pH sanguíneo, existiendo de este modo una acidosis metabólica compensada. De acuerdo con la mayoría de las publicaciones la compensación parece no ser completa por lo tanto el pH arterial se eleva durante el embarazo (19,20)

Wulf y Manzke (1964) consideran que la alcalosis se debe conceptualizar como apropiada o fisiológica para la madre y el feto, puesto que proporciona al organismo materno una situación favorable para sobrecargas adicionales de ácidos de origen metabólico durante el parto y facilita el intercambio placentario de O_2/CO_2 por el incremento de las diferencias -

de presión entre madre y feto (18).

Bouterline-Young H., Bouterline - Young E. (1956) demostraron que la pCO_2 disminuía a un valor medio de 30.9 mmHg - en el segundo trimestre del embarazo y persistía a este nivel hasta el parto, la media aritmética en mujeres no embarazadas era de 37.3 mmHg a nivel del mar (21).

En alturas elevadas la pCO_2 tiende a ser más baja, - a esto se suma el aumento de la ventilación en el embarazo.

Hellegers y Col. (1959), estudiaron a mujeres que vivían a una altura de 4500 m sobre el nivel del mar en el Perú encontraron una pCO_2 alveolar media de 22.9 mmHg en las embarazadas y de 27.9 mmHg en las no embarazadas (22).

La hiperventilación durante el embarazo no sólo disminuye la pCO_2 , sino que aumenta la pO_2 de 8-10 mmHg sobre su valor normal, así su valor promedio encontrado fué de 96.6 mmHg con límites de 80.8 a 106 mmHg (23).

La hiperventilación se observa también en el período menstrual puesto que disminuye la pCO_2 alveolar 1 mmHg durante la ovulación (37 mmHg) e inmediatamente antes de la menstruación (33 mmHg). Bouterline-Young demostraron que el promedio de la pCO_2 era de 36.3 mmHg. 15 días antes de la

menstruación y de 37.8 mmHg en otras épocas del ciclo menstrual (15).

La disminución de la $p\text{CO}_2$ puede hallarse inducida - por la progesterona puesto que la hiperventilación guarda co rrelación con el aumento de esta hormona.

En trabajos realizados por Doring Loescke y Ochwaldt (1950), demostraron que inyectando progesterona a varones, - se induce a una hiperventilación más tarde estos resultados- fueron confirmados por Goodland y Col. (1953) (15,20).

Las propiedades de la progesterona por lo cual esti mula la hiperventilación y su sitio de acción podrían explicar éste fenómeno. Se cree que ejerce efectos que alteran - el centro respiratorio, así favorece la transferencia de O_2 - y productos del metabolismo entre madre y feto (15).

Se ha encontrado que la hiperventilación artificial de la madre no facilita el transporte de CO_2 desde el feto - hacia ella así la hiperventilación forzada al final del emba razo va acompañada de una $p\text{CO}_2$ alta en sangre fetal y de un alto grado de déficit de bases. (20)

Un grupo de investigadores ha informado que una mar cada hiperventilación alveolar ($p\text{CO}_2$ de 17 mmHg) causa una -

vasoconstricción útero-placentaria con disminución del flujo sanguíneo en esa región, lo que induce a hipoxia, acidosis fetal y depresión neonatal (24).

Durante el trabajo de parto sobre todo bajo la influencia de las contracciones uterinas, se desarrolla una acidosis metabólica materna, esta acidosis puede estar causada por la actividad muscular que se realiza durante el parto puesto que aumentan las cifras de ácido láctico y pirúvico en sangre, ocasionando que el bicarbonato, el contenido de bases y el pH disminuyan hasta el límite inferior de lo normal.

Esta situación acidótica de la madre durante el parto, influye sobre el equilibrio ácido-base fetal en la misma dirección sin que tenga consecuencias desfavorables para el feto (25).

MATERIAL Y METODO

Se estudiaron 80 mujeres embarazadas con edades comprendidas entre 18 y 35 años, sin alteraciones aparentes cardiovasculares o pulmonares, pacientes que asistieron con regularidad al servicio de consulta externa de ginecoobstetricia para su control.

Para la realización de este trabajo se tomó en consideración el número de gestas, edad, peso y la semana de gestación del embarazo.

Se obtuvieron muestras de sangre de la arteria radial de pacientes en condiciones normales. Las muestras se manejaron en condiciones anaerobias en jeringas de plástico-desechables que contenían 0.1 ml. de heparina para 3 ml de sangre, de inmediato se colocaron en hielo y a continuación se procesaron.

En cada muestra se determinó lo siguiente: pH, pCO_2 , pO_2 , HCO_3^- , CO_{2t} (CO_{2total}), EB(exceso de base) y % $SatO_2$.

El análisis de pH, PCO_2 , pO_2 se efectuó por medio de un microgasómetro de Instrumentation Laboratories Inc. Modelo IL-313, a $37^\circ C$ y mediante el nomograma de Siggaard-Andersen se calculó HCO_3^- , CO_{2total} y EB, de acuerdo a la curva de disociación de la oxihemoglobina se calculó $\%SatO_2$.

Las muestras obtenidas de sangre arterial materna se agruparon en cuadros que contiene los datos siguientes: - semanas de gestación (6-12), No. de casos en cada grupo por semana y por trimestre.

Los resultados se sometieron al análisis estadístico para determinar media aritmética (\bar{X}), desviación estándar con valores máximo y mínimo.

Con los datos obtenidos correspondientes de cada cuadro se trazó una gráfica poniendo en las abcisas las semanas de embarazo y grupos trimestrales y en las ordenadas los datos de pH, pCO_2 , pO_2 , HCO_3^- , CO_{2t} , EB, $\%SatO_2$.

RESULTADOS

En la tabla 1 que representa el pH se obtuvieron los valores siguientes: pH = 7.43 correspondiente a la semana 6-9 del embarazo, incrementandose hasta 7.49 en la semana 38-42. En los grupos trimestrales se observó una diferencia significativa de 7.43 en el 1º grupo, 7.44 en el 2º grupo y de 7.48 en el 3º grupo.

Con respecto a la pCO_2 (tabla 2) los valores fueron los siguientes: 28.04 mmHg en la semana 6-9 registrandose una disminución en las siguientes semanas hasta 21.3 mmHg en la semana 38-42, solamente se observó un incremento de 29.91 mmHg en la semana 18-21 y luego un decremento en las semanas consecutivas. Para los grupos trimestrales se registraron los siguientes valores: 28.02 mmHg en el 1º grupo, 27.61 mmHg en el 2º grupo y de 22.52 mmHg en el 3º grupo. Desde luego se registraron datos muy diferenciales entre el 2º y 3º grupo.

En la tabla 3 correspondiente a la pO_2 , los valores fueron en descenso iniciando en 78.86 mmHg para la semana 6-9 y de 68.56 mmHg en la semana 38-42; sin embargo hubo un

aumento de 73.11 mmHg en la semana 22-25. Con respecto a los grupos trimestrales los resultados fueron: 76.67 mmHg en el 1º grupo, 71.17 mmHg en el 2º grupo trimestral y de 70.05 mmHg en el 3º grupo.

Con referencia al HCO_3^- (tabla 4) los valores fueron de 18.18 mEq/l en la semana 6-9, después hubo un ligero aumento de 19.95 mEq/l en la semana 18-21 y luego disminuyó hasta 16.2 mEq/l en la semana 38-42. En los grupos trimestrales los valores obtenidos fueron de 18.35 mEq/l en el 1º grupo, 18.28 mEq/l en el 2º grupo, y de 16.78 mEq/l en el 3º grupo; el descenso fue más significativo en el último grupo.

Refiriendonos al $\text{CO}_{2\text{total}}$ (tabla 5) se observaron los siguientes valores medios de 19.06 mMol/l en la semana 6-9 disminuyendo progresivamente hasta 16.83 mMol/l en la semana 38-42, sin embargo en la semana 18-21 ascendió a 20.75 mMol/l para luego disminuir.

En los grupos trimestrales los datos fueron disminuyendo de 19.15 mMol/l en el 1º grupo, 19.06 mMol/l en el 2º grupo y de 17.44 mMol/l en el 3º grupo.

En el exceso de base (EB) (tabla 6), se obtuvieron valores positivos de la 6-9 semana a la 22-25 semana (de +.380

a $+0.722$ mEq/l) posteriormente fueron datos negativos de -0.407 mEq/l en la semana 38-42. Refiriendonos a los grupos trimestrales resultaron: $+0.428$ mEq/l en el 1º grupo, $+0.588$ mEq/l en el 2º grupo, y de -0.145 mEq/l en el 3º grupo, este último fue un dato negativo.

Con respecto a la saturación de la Hb por el O_2 (tabla 7), se registraron valores de 95.29% en la semana 6-9 - disminuyendo hasta 93.78% en la semana 38-42, se observó un ascenso y un descenso entre la semana 22-25 a la 26-29.

En los grupos trimestrales fueron de 94.85% en el 1º grupo, 93.88% en el 2º grupo y de 94.17% en el 3º grupo, - hubo un ligero aumento en éste último grupo trimestral.

Tabla No. 1

Resultados obtenidos de pH en sangre arterial durante el embarazo.

Semanas de Gestación	No. de casos	\bar{X}	Desviación Estándar	Límites	
				Máximo	Mínimo
6-9	5	7.43	.020	7.45	7.41
10-13	7	7.43	.036	7.46	7.39
14-17	5	7.43	.035	7.46	7.39
18-21	6	7.44	.042	7.48	7.40
22-25	9	7.43	.035	7.46	7.39
26-29	10	7.45	.042	7.49	7.40
30-33	7	7.47	.051	7.52	7.42
34-37	17	7.48	.041	7.52	7.43
38-42	14	7.49	.042	7.53	7.45
Trimestres					
1.- (6-14)	14	7.43	.027	7.46	7.40
2.- (15-28)	26	7.44	.039	7.48	7.40
3.- (29-42)	40	7.48	.042	7.52	7.44

GRAFICA No. I

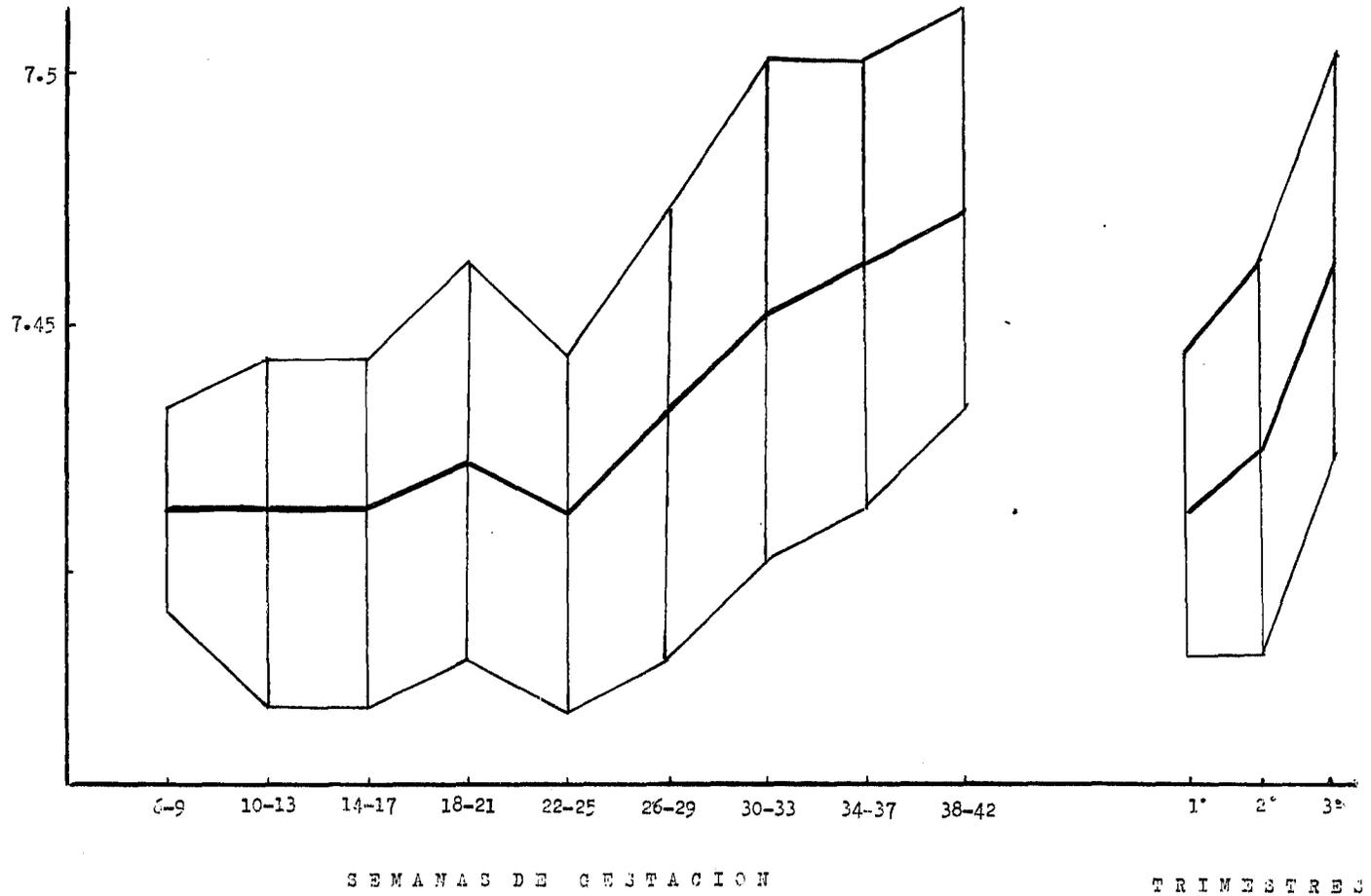


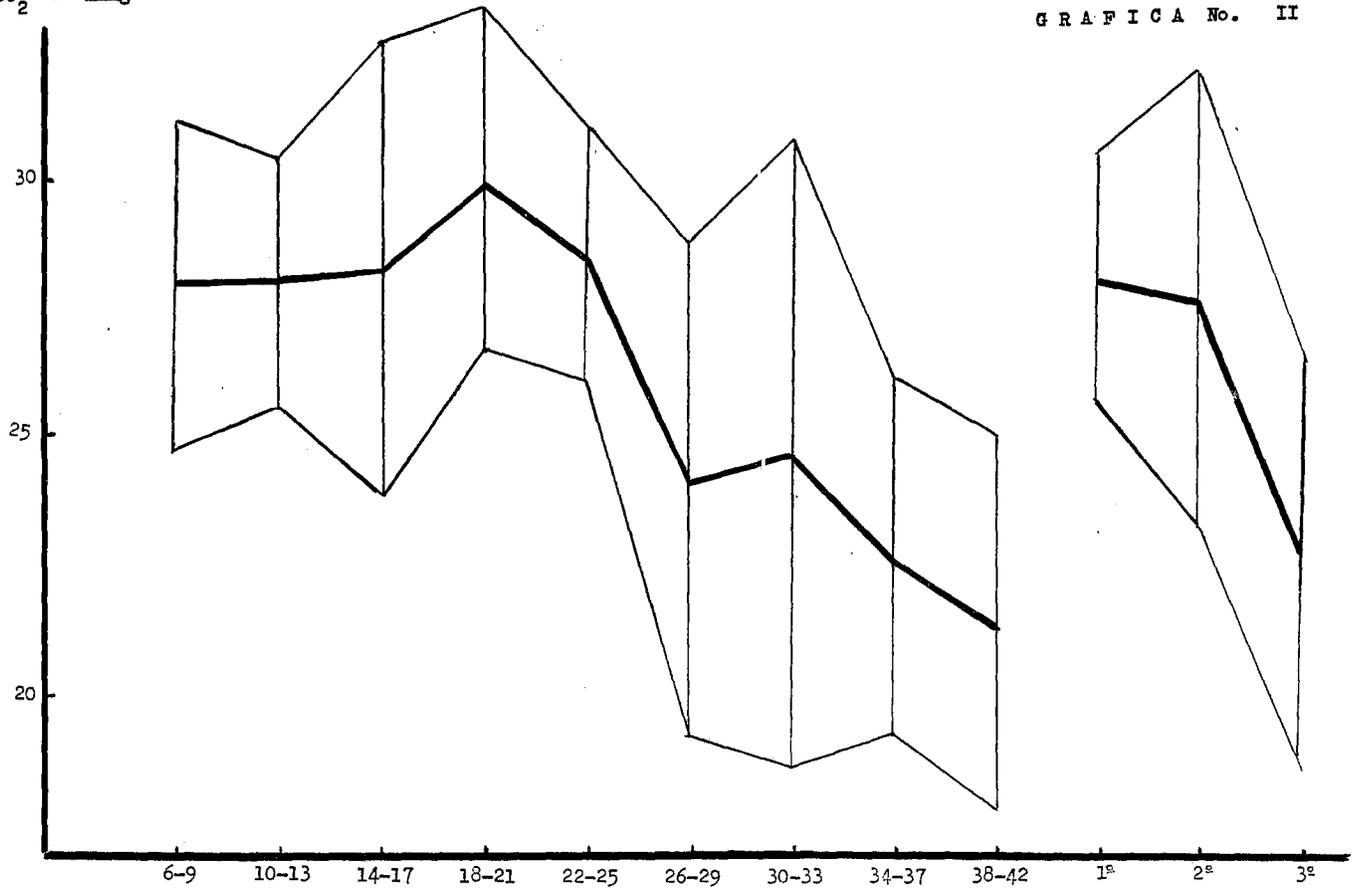
Tabla No. 2

Resultados obtenidos de pCO_2 en sangre arterial durante el embarazo.

Semanas de Gestación	No. de casos	\bar{X} mmHg	Desviación Estándar	Máximo	Límites	
					-	Mínimo
6-9	5	28.04	3.20	31.24	-	24.83
10-13	7	27.98	2.39	30.37	-	25.59
14-17	5	28.24	4.40	32.64	-	23.84
18-21	6	29.91	3.34	33.25	-	26.57
22-25	9	28.54	2.51	31.05	-	26.03
26-29	10	24.11	4.68	28.79	-	19.43
30-33	7	24.65	6.13	30.78	-	18.52
34-37	17	22.68	3.43	26.11	-	19.25
38-42	14	21.30	3.62	24.92	-	17.68
Trimestres						
1.- (6-14)	14	28.02	2.41	30.43	-	25.61
2.- (15-28)	26	27.61	4.41	32.02	-	23.20
3.- (29-42)	40	22.52	4.04	26.56	-	18.48

pCO₂ = mmHg

GRAFICA No. II



SEMANAS DE GESTACION

TRIMESTRES

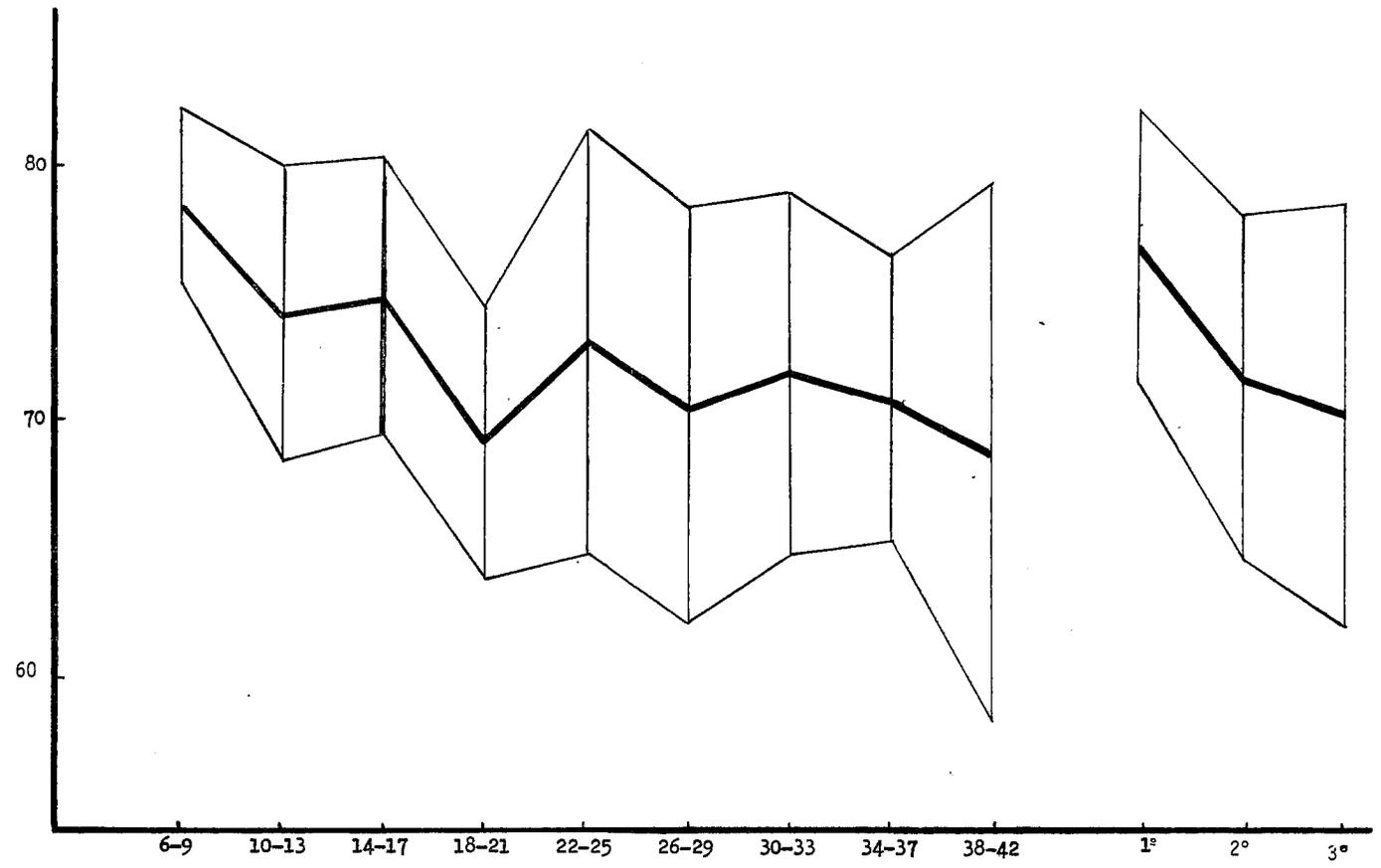
Tabla No. 3

Resultados obtenidos de pO_2 en sangre arterial durante el embarazo.

Semanas de Gestación	No. de casos	\bar{X} mmHg	Desviación Estándar	Máximo	Límites	
					Mínimo	
6-9	5	78.86	3.31	82.17		75.55
10-13	7	74.05	5.88	79.93		68.17
14-17	5	74.90	5.45	80.35		69.45
18-21	6	69.06	5.39	74.45		63.67
22-25	9	73.11	8.44	81.55		64.67
26-29	10	70.14	8.24	78.38		61.90
30-33	7	71.87	7.13	79.00		64.74
34-37	17	70.71	5.54	76.25		65.11
38-42	14	68.56	10.72	79.28		57.84
Trimestres						
1.- (6-14)	14	76.67	5.28	81.95		71.39
2.- (15-28)	26	71.17	6.82	77.99		64.35
3.- (29-42)	40	70.05	8.14	78.19		61.91

GRAFICA No. III

$pO_2 = \text{mmHg}$



SEMANAS DE GESTACION

TRIMESTRES

Tabla No. 4

Resultados obtenidos de HCO_3^- plasmático en sangre arterial - durante el embarazo.

Semanas de Gestación	No. de casos	\bar{X} mEq/l	Desviación Estándar	Límites	
				Máximo	Mínimo
6-9	5	18.18	2.05	20.23	16.15
10-13	7	18.48	2.80	21.28	15.68
14-17	5	18.28	1.98	20.26	16.30
18-21	6	19.95	2.63	22.58	17.32
22-25	9	18.53	1.90	20.43	16.63
26-29	10	16.60	2.70	19.30	13.90
30-33	7	17.42	3.21	20.63	14.21
34-37	17	17.03	3.39	20.42	13.64
38-42	14	16.20	3.06	19.26	13.14
Trimestres					
1.- (6-14)	14	18.35	2.31	20.66	16.04
2.- (15-28)	26	18.28	2.70	20.98	15.58
3.- (29-42)	40	16.78	3.11	19.89	13.67

$\text{HCO}_3^- = \text{mEq/l}$

GRÁFICA No. IV

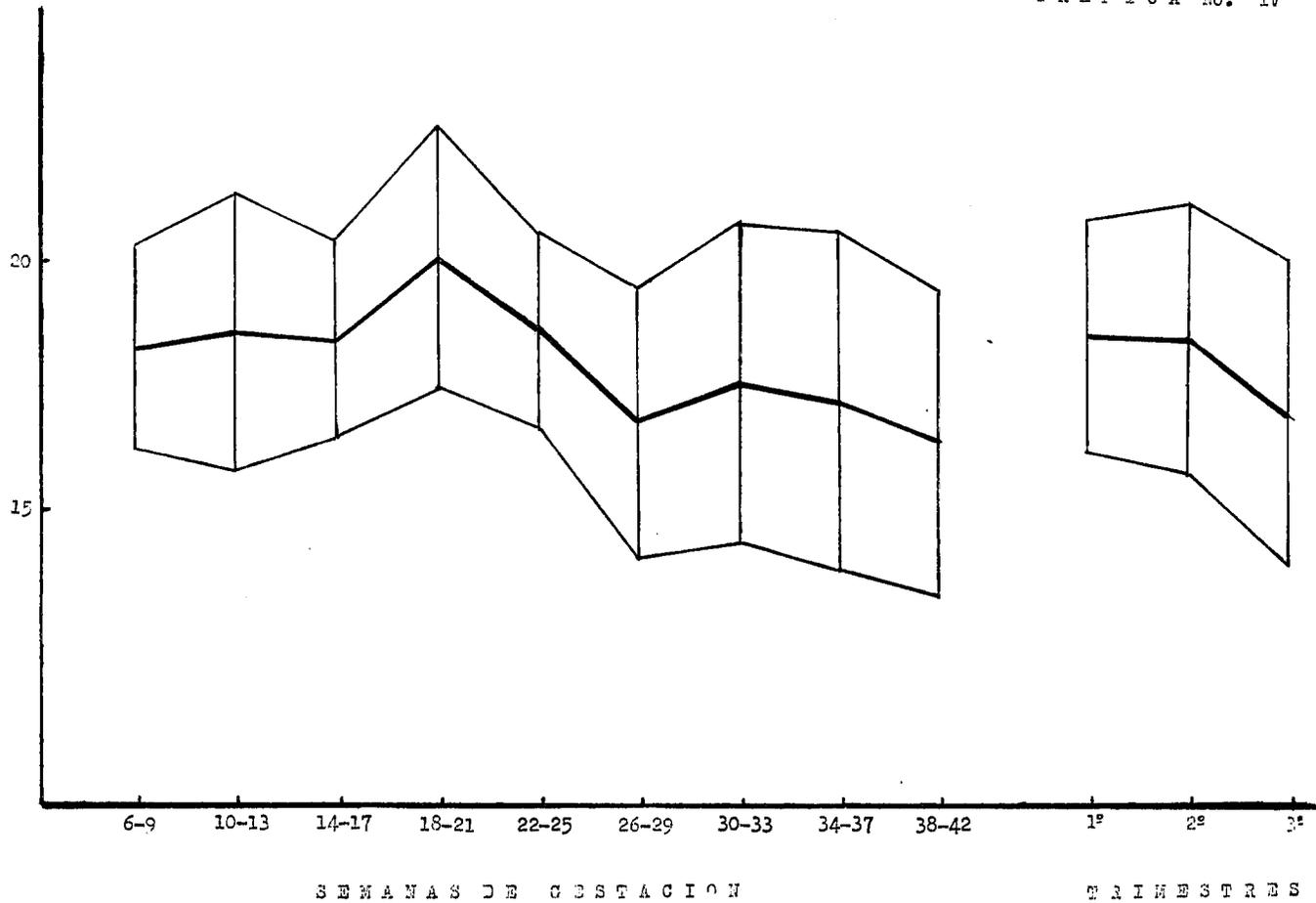


Tabla No. 5

Resultados obtenidos del CO_2 total en sangre arterial durante el embarazo.

Semanas de Gestación	No. de casos	\bar{X} mMol/l	Desviación Estándar	Máximo	Límites	
					Mínimo	
6-9	5	19.06	2.15	21.21	-	16.91
10-13	7	19.34	2.85	22.19	-	16.49
14-17	5	19.16	1.99	21.15	-	17.17
18-21	6	20.75	2.73	23.48	-	18.02
22-25	9	19.35	1.93	21.28	-	17.42
26-29	10	17.28	2.76	20.04	-	14.52
30-33	7	18.21	3.39	21.60	-	14.82
34-37	17	17.69	3.46	21.15	-	14.23
38-42	14	16.83	3.12	19.95	-	13.71

Trimestres

1.- (6-14)	14	19.15	2.28	21.43	-	16.87
2.- (15-28)	26	19.06	2.77	21.83	-	16.29
3.- (29-42)	40	17.44	3.19	20.63	-	14.25

CO₂ total = mMol/l

GRAFICA No. V

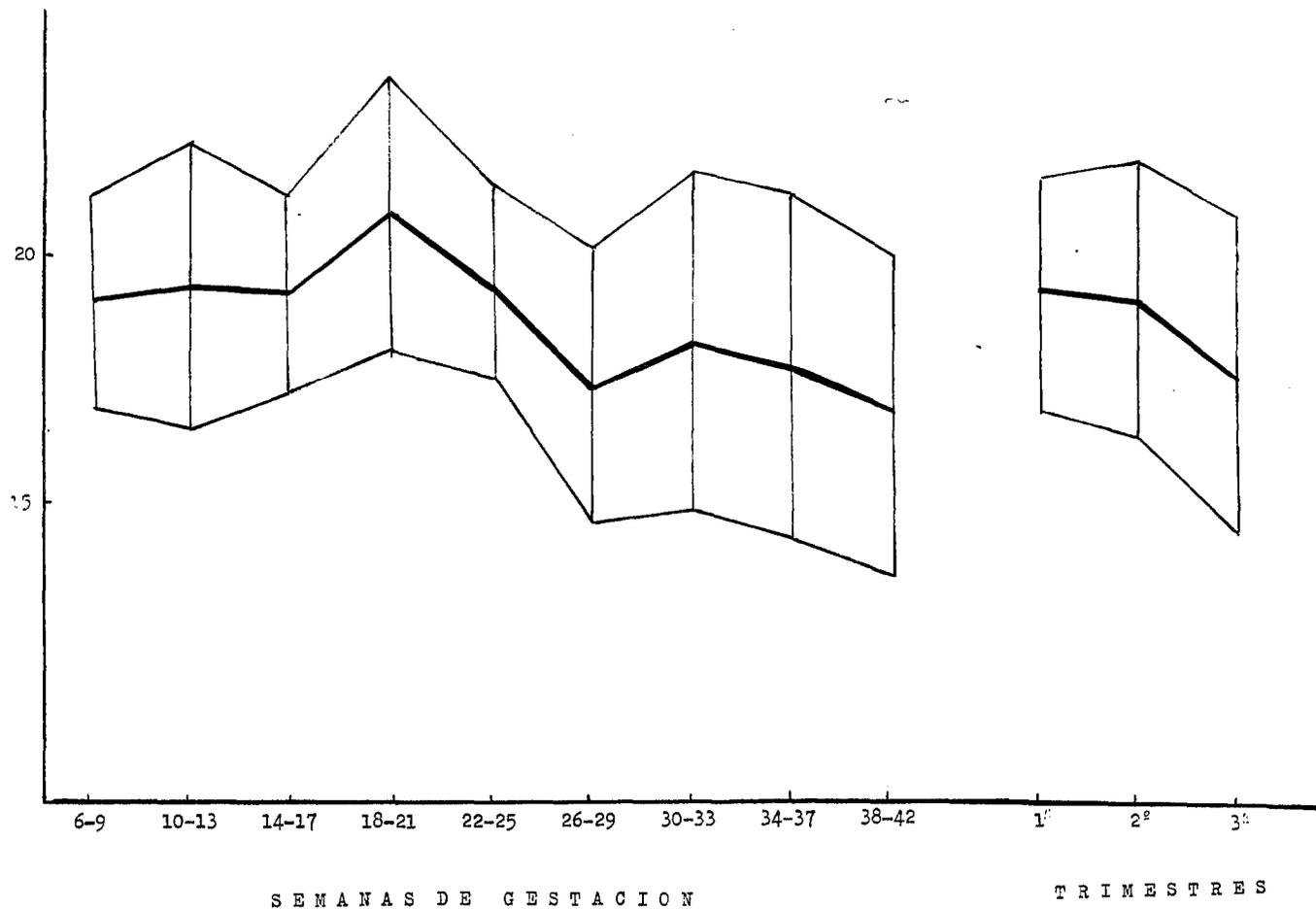


Tabla No. 6

Resultados obtenidos de Exceso de Base en sangre arterial durante el embarazo.

Semanas de Gestación	No. de casos	\bar{X} mEq/l	Desviación Estándar	Máximo	Límites	
					Máximo	Mínimo
6-9	5	.380	2.06	2.44	-	-1.68
10-13	7	.585	3.08	3.66	-	-2.49
14-17	5	.420	1.60	2.02	-	-1.18
18-21	6	2.016	2.67	4.68	-	-0.65
22-25	9	.722	2.10	2.82	-	-1.37
26-29	10	-.620	2.55	1.93	-	-3.17
30-33	7	.257	2.70	2.95	-	-2.44
34-37	17	-.011	3.35	3.33	-	-3.36
38-42	14	-.407	3.19	2.78	-	-3.59
Trimestres						
1.- (6-14)	14	.428	2.40	2.82	-	-1.97
2.- (15-28)	26	.588	2.56	3.14	-	-1.97
3.- (29-42)	40	-.145	3.06	2.91	-	-3.20

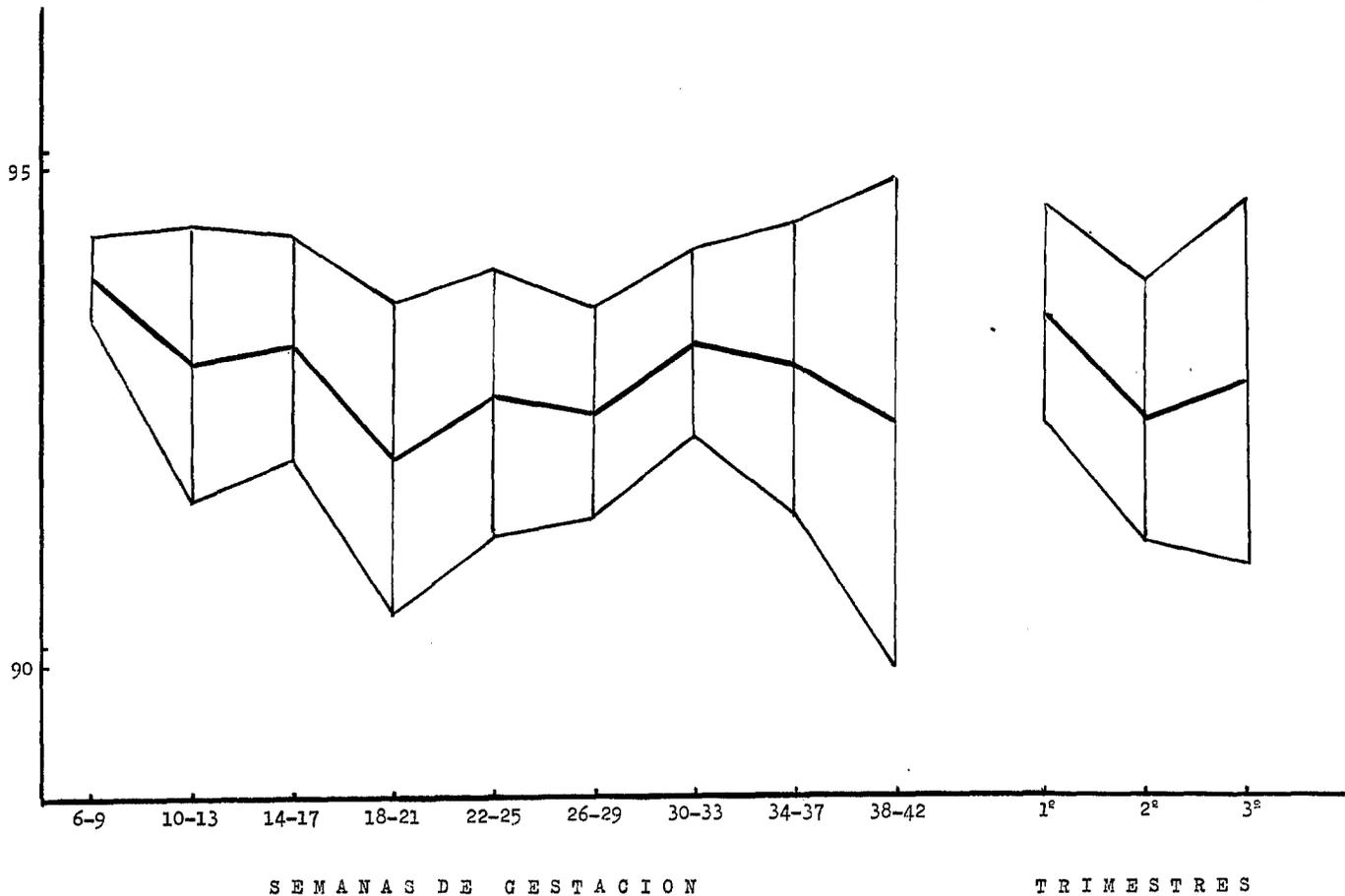
Tabla No. 7

Resultados obtenidos de Saturación de O_2 en sangre arterial durante el embarazo.

Semanas de Gestación	No. de casos	\bar{X} %	Desviación Estándar	Máximo	Límites	
						Mínimo
6-9	5	95.29	.441	95.73		94.84
10-13	7	94.40	1.405	95.80		92.99
14-17	5	94.58	1.118	95.69		93.46
18-21	6	93.43	1.598	95.02		91.83
22-25	9	94.06	1.405	95.46		92.65
26-29	10	93.89	1.601	94.95		92.82
30-33	7	94.61	.952	95.56		93.65
34-37	17	94.37	1.468	95.83		92.90
38-42	14	93.78	2.480	96.26		91.30
Trimestres						
1.- (6-14)	14	94.85	1.112	95.96		93.73
2.- (15-28)	26	93.88	1.329	95.20		93.73
3.- (29-42)	40	94.17	1.869	96.03		92.30

SATURACION DE O₂ = %

GRAFICA No. VII



DISCUSION

Se tomaron muestras de sangre arterial (radial) y se manejaron sin contaminación aérea se procesaron en un microgasómetro obteniéndose los datos pH, pCO_2 , pO_2 , y por cálculo HCO_3^- , CO_{2total} , EB y %Sat O_2 .

Los resultados obtenidos se sometieron al análisis estadístico con ellos se elaboraron tablas y se graficaron, obteniéndose los siguientes resultados: pH= 7.43-7.49, pCO_2 = 28.04-21.3 mmHg, pO_2 = 78.86-69.56 mmHg, HCO_3^- =18.18-16.20 mEq/l, CO_{2total} =19.06-16.83 mMol/l, EB= + .380- (-).407 mEq/l y %Sat O_2 = 95.29-93.78%.

En los valores de pH se observó un aumento progresivo conforme fué evolucionando el embarazo, (tabla 1) en los grupos trimestrales hubo un cambio mayor entre el 2º y 3º grupo.

Con respecto a la pCO_2 (tabla 2), se obtuvo un descenso de valores registrándose un aumento en la semana 18-21 y luego disminuyó; en los grupos trimestrales hubo un descenu

so más diferencial entre el 2º y 3º grupo.

Estos cambios con aumento en el pH (alcalemia) y descenso en la $p\text{CO}_2$ (hipocapnia) se explica puesto que la madre efectúa cambios pulmonares importantes, ya que el producto entre el 2º y 3º trimestre del embarazo alcanza un mayor volumen en el útero, es por eso que la gestante efectúa cambios que alteran la mecánica respiratoria lo que repercute en su equilibrio ácido base, y así se presenta una alcalosis respiratoria tomando en consideración los valores de referencia (4).

En el HCO_3^- plasmático se obtuvieron valores que disminuyeron, en los grupos trimestrales se observó un descenso más diferencial sobre todo entre el 2º y 3º trimestre. Es posible que esta disminución se deba a que la madre trata de compensar la alcalosis respiratoria disminuyendo al bicarbonato y eliminándolo por vía renal en combinación con el sodio para producir una acidosis metabólica compensada.

En el $\text{CO}_{2\text{total}}$ se observaron valores en descenso (tabla 5), en los grupos trimestrales hubo una diferencia en descenso muy significativa entre el 2º y 3º trimestre; como el $\text{CO}_{2\text{total}}$ expresa la cantidad de HCO_3^- más el ácido carbónico, éste tiende a ser un poco más alto que el HCO_3^- .

En el exceso de base (EB) (tabla 6), se obtuvieron valores positivos hasta la semana 22-25; después descendió y se obtuvieron valores negativos, con respecto a los grupos trimestrales observamos valores positivos en el 1º y 2º trimestre y valores negativos en el último trimestre aunque no se encontraron resultados fuera de los límites normales considerados de -3.0 a +3.0 mEq/l.

El exceso de base es un dato importante ya que refleja el estado metabólico del equilibrio ácido-base calculado por el pH, la pCO_2 y hemoglobina estos cambios en el exceso de base se relaciona posiblemente cuando el organismo trata de compensar la alcalosis respiratoria presente, entonces las bases excedentes en sangre son eliminadas por riñón y así se retiene mayor cantidad de ácido, se piensa que por eso el exceso de base se encuentra en valores negativos en la última etapa del período gestacional y así trata de compensar con una acidosis metabólica (mencionado anteriormente).

En la tabla 3 referente a la pO_2 los valores obtenidos fueron en descenso, en los grupos trimestrales se observó un mayor descenso del 1º al 2º grupo y en el 3º grupo el descenso no fue tan significativo como en los anteriores.

En la saturación de la Hb por el O_2 (tabla 7), sus valores fueron disminuyendo, observándose un ascenso y luego un descenso entre las semanas 22-25 a la 26-29, en los grupos trimestrales se observó un descenso y luego un ascenso de valores.

Con los datos anteriores y en combinación con el pH que se encuentra aumentado o en alcalemia (disminución de H^+) y una pCO_2 disminuida o hipocapnia se observa que la curva de disociación de la HbO_2 está desviada hacia la izquierda ocasionando que la Hb tenga mayor afinidad por el O_2 y pueda repercutir en una hipoxia tisular, o sea que el O_2 se libere más difícilmente a los tejidos aunque presente una pO_2 normal; en cierta forma afectaría al feto al haber menor cantidad de O_2 disponible, esto puede suceder si la pCO_2 se encuentra muy disminuida y además en una alcalosis.

Se piensa que la disminución de la pCO_2 puede deberse a una hiperventilación materna como respuesta a las necesidades metabólicas, además influir en los efectos de ansiedad y nerviosismo durante el proceso de la toma de muestra que se presentaron en algunas mujeres estudiadas.

En cuanto a las limitaciones de este estudio podemos decir que no se efectuaron estudios de gases arteriales en mujeres no embarazadas, en mujeres durante el trabajo de-

parto ya que no fue posible seguir el estudio longitudinalmente puesto que algunas de ellas no se atendieron en el mismo lugar y otras asistieron con irregularidad a la consulta.

Es útil conocer el equilibrio ácido base de la madre durante el período gestacional ya que esto ayuda a entender las condiciones en que se encuentra tanto la madre como el feto.

RESUMEN

Los fenomenos del embarazo, el trabajo de parto y -expulsión del producto producen cambios notables, principal--mente fisiológicos que afectan la respiración, circulación, --equilibrio ácidobase ,electrolitos y función gastrointesti--nal.

Se llevó una revisión de la literatura sobre el te--ma de lo que se deduce que en la madre se presenta una hiper--ventilación y ésta va en aumento en el pH y disminución de -la pCO_2 produciéndose alcalosis respiratoria leve si se com--para con las mujeres no embarazadas. La pO_2 aumenta su va--lor con respecto al normal. Hormonalmente se ha informado -que existe influencia en la ventilación al ejercer efectos -sobre el centro respiratorio produciendose una hiperventila--ción.

La madre durante el trabajo de parto presenta una -acidosis metabólica debido al esfuerzo y la actividad muscu--lar que realiza, ésto repercute sobre el feto sin consecuen--cias desfavorables.

En el presente estudio se determinaron gases arteriales a 80 mujeres embarazadas en diferentes etapas de la gestación de 6 a 42 semanas de embarazo, edad de 18 a 35 años, número de gestaciones de 1 a 6, cursando un embarazo sin problemas cardiovasculares y respiratorios aparentes. Los resultados se sometieron al estudio estadístico obteniendo valores medios agrupados por semanas de embarazo y grupos trimestrales mostrados en las tablas de 1 a 7.

CONCLUSIONES

De nuestros resultados concluimos que el pH tiende a una alcalosis progresiva durante el embarazo en combinación con la disminución de la $p\text{CO}_2$.

En el HCO_3^- plasmático se observó una disminución al igual que en el $\text{CO}_{2\text{total}}$; en el exceso de base se mantuvo dentro de los límites normales.

Con respecto a la $p\text{O}_2$ descendió ligeramente sin que se presentara hipoxemia en ningún caso y en el % SatO_2 inicialmente fue en descenso y después en ascenso aunque los datos estuvieron siempre favorables para las condiciones ventilatorias de madre y feto.

De nuestro datos con los informados en otros estudios estuvieron acordes aunque existieron pequeñas diferencias tales como: $p\text{CO}_2 = 30-32$ mmHg, $\text{pH} = 7.42-7.48$ y $p\text{O}_2 = 80-106$ mmHg; en el presente estudio fue: $p\text{CO}_2 = 28.04 - 21.3$ mmHg, $\text{pH} = 7.43-7.49$ y $p\text{O}_2 = 78.86-69.5$ mmHg, como observamos hubo diferencias en la $p\text{CO}_2$ y $p\text{O}_2$ ya que nuestros valores fueron menores y el pH sí tiene una mejor relación comparada

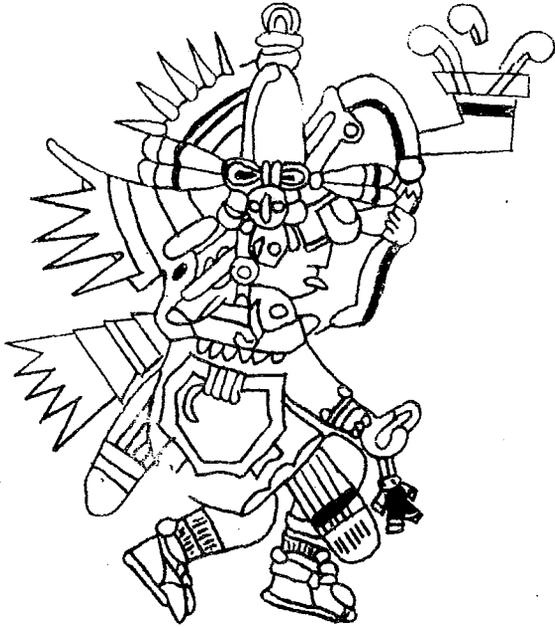
con otros estudios, hay que hacer hincapie que estos trabajos no se efectuaron a la misma altura sobre el nivel del mar; por lo tanto las pacientes embarazadas presentaron una alcalosis respiratoria conforme fue evolucionando el embarazo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Guyton A.C. : Tratado de fisiología Médica. 4º Ed. Ed.- Interamericana. 488,507,525, 1971.
- 2.- Shapiro B. : Manejo Clínico de gases sanguíneos. Ed. - Panamericana S.A. 1, 6: 19-27, 59-67, 1977.
- 3.- Bonica J. J. : Consideraciones Básicas. Clínicas en Obs tetricia y Ginecología. 2: 469-473, 1975
- 4.- Lupi H.E., Vargas J., Salinas L.; La hipertensión arterial pulmonar en los trastornos de la difusión del O_2 .- Arch. Inst. Cardiol. 48: 1-2, 1978.
- 5.- Williams L., Hellman, Pritchard J.A. : Obstetricia, fisiología materna en el embarazo. 3º Sección. Ed. Salvat S.A. 214 - 238, 1975.
- 6.- Burwell C.S., Metcalfe J. : Adaptaciones de la respiración materna Ed. Interamericana S.A. 24-28, 1960.
- 7.- Sanford T. I., Davidsohn J.B., Henry: Diagnóstico clínico por el laboratorio. Ed. Salvat, 12: 638-640, 1972.
- 8.- Comroe J.H. : Fisiología de la respiración, 2º Ed. Ed. - Interamericana S.A. 16: 8-14, 198-208, 1976.
- 9.- Davenport W.H.: El ABC de la química ácido base. Elementos fisiológicos y químicos de los gases en sangre. 7º - Ed. Universitaria de Buenos Aires, 23-58, 1973.

- 10.- Farreras C., Rozman : Medicina Interna. Tomo 1, 8^ª ED. Marin 628-631, 1974.
- 11.- Bland J.H. : Metabolismo del agua y los electrolitos - en la clínica. 1^ª Ed. Ed. Interamericana. 8 : 174-186, 1975.
- 12.- Villazón Sahagún A., Guevara Alcina M., Sierra Unzueta A. : Equilibrio ácido base. 3^ª Ed. Compañía Editorial S.A. 3: 101-107, 1975.
- 13.- Siegel P.P.: Enfoque fisiológico del equilibrio ácido-base. Med. Clin. N. Amer. 863-879, 1973.
- 14.- Burke Shirley R. : Líquidos corporales. Composición y fisiopatología. 1^ª Ed. Ed. Interamericana. 7,8 : 54-63, 68-77, 1973.
- 15.- Hytten F. E., I. Leitch: Fisiología del embarazo. Ed. Toray S.A. 3: 100-117, 1967.
- 16.- Cuggell D. W., Frank N. R., Goensler E. A., Badger T.-L. : Pulmonary function in pregnancy. I serial observations in normal women. Amer. Rev. Tuberc. 67 : 568, - 1963.
- 17.- Seviet M. : Temas actuales de ginecología y obstetricia. Enfermedades pulmonares del aparato respiratorio., 2 : 287, 1977.
- 18.- Miles J. Novy., Edwards M.J. : Respiratory problems in pregnancy Amer. J. Obst. & Gynec. No. 7, 99: 1024-1045, 1967.

- 19.- L. Stanley James : Maternal Hiperventilation during labor. *Anesthesiology*, 28 : 5, 1967.
- 20.- E. E. Phillipp., Barnes J., Newton M.: Metabolismo ácido base en la madre y su efecto sobre el feto. Sección III. Ed. Científico Médica. 12:398-408, 1972.
- 21.- Bouterline-Young H., Bouterline-Young E. : Alveolar carbondioxide levels in pregnant, parturient and lactating subjects. *J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp.* 63, 509, 1956.
- 22.- Hellegers A., Metcalfe J., Huckabee W., Meschia G., Prystowsky H., Barrow D. : The alveolar pCO_2 and pO_2 in pregnant and non pregnant women at altitude. *J. Clin. Invest.*, 38, 1010, 1959.
- 23.- Blechner Jack., J.R. Cotter., V.G. Stenger., G. M. Hinkley., H. Frystowsky Oxygen, carbon dioxide and hydrogen ion concentrations in arterial blood during pregnancy. *Amer. Journal & Gyneco.*, No. 1, 100 :1-6, 1968.
- 24.- M Scarpelli E. : Fisiología pulmonar del feto recién nacido y niño. Ph. D. Lea & Feberger, Philadelphia., 80, 1975.
- 25.- Botella Lluviá - Clavero: Cambios generales del organismo materno durante la gestación. Ed. Científico Médica Núñez., XVI : 269-285, 1974.



Impreso en los Talleres de EDITORIAL QUETZALCOATL, S. A.
Medicina # 37-locales 1 y 2 (entrada por paseo de las facultades)
Frente a la Facultad de Medicina de C. U. México 20, D. F.
Teléfonos: 548-61-80 y 548-58-56