

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS



ESTADO BIOQUIMICO DEL FETO
EN EL MOMENTO DEL NACIMIENTO

T E S I S

Que para obtener el Título de
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P r e s e n t a

GUILLERMINA CHANES TOVAR

México, D. F.

1977



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.

CLAS Tesis 1977
ABO 14 - 1977
FECHA _____
PROC _____
9 _____



QUIMICA

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA:

PRESIDENTE	Q.F.B. RAMON GUEVARA ESTRADA
VOCAL	Q.F.B. ESTHER GUTIERREZ HIDALGO
SECRETARIO	Q.F.B. LUZ MA. HERNANDEZ BELTRAN
1er. SUPLENTE	Q.F.B. JOSEFINA PIEDRAS ROSS
2o. SUPLENTE	Q.F.B. LETICIA CARRASCO RIVERA

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL PRESENTE TRABAJO DE TESIS:

BIBLIOTECA CENTRAL DEL CENTRO MEDICO NACIONAL IMSS.
BIBLIOTECA DEL HOSPITAL DE GINECO/OBSTETRICIA No. 1 IMSS.
BIBLIOTECA DEL CENTRO HOSPITALARIO 20 DE NOVIEMBRE ISSSTE.
BIBLIOTECA DEL DEPARTAMENTO DE FISILOGIA DE LA FACULTAD
DE MEDICINA UNAM.

DIRECTORA DE TESIS:

Q.F.B. ESTHER GUTIERREZ HIDALGO.

SUSTENTANTE:

GUILLERMINA CHANES TOVAR.

A MIS PADRES, CON AMOR POR
HEBERME DADO LO MEJOR DE -
USTEDES MISMOS.

CON UN PROFUNDO CARIÑO A MIS
HERMANOS: DANIEL, BEATRIZ, -
LUCIA, Ma. EUGENIA, VICTOR Y
CLAUDIA.

A LA MAESTRA ESTHER GUTIERREZ
CON MI ADMIRACION A LA MUJER DE
CIENCIA Y UNA PROFUNDA ESTIMA -
CION POR LA AMIGA QUE ENCONTRE -
EN USTED.

CON ADMIRACION Y AFECTO AL MAESTRO
RAMON GUEVARA ESTRADA.

A MIS MAESTROS, AMIGOS Y COMPAÑEROS
POR TODO LO QUE DE USTEDES RECIBI.

I N D I C E

INTRODUCCION.....	1
GENERALIDADES.....	3
MATERIAL Y METODOS.....	19
RESULTADOS.....	25
CONCLUSIONES.....	47
COMENTARIOS.....	50
BIBLIOGRAFIA.....	52

I N T R O D U C C I O N .

La vida del ser humano comienza desde el momento de la concepción o sea 40 semanas, o nueve meses de gestación, antes de que se produzca el nacimiento del nuevo ser. Durante este período pueden suceder varios eventos favorables o desfavorables para el producto, especialmente durante el momento de su nacimiento, que es todo un proceso de mecanismos feto maternos a los cuales se les ha llamado "trabajo de parto".

La tecnología actual permite investigar si durante este período, el feto es sometido a distintos grados de hipoxia, lo que podría alterar su ritmo cardiaco y más tarde el Sistema Nervioso Central; al conjunto de dichos efectos se le ha llamado "sufrimiento fetal", si este se prolonga ocasiona daños irreversibles, por tal motivo a la luz de los conocimientos modernos es una preocupación universal el lograr manejar indicadores útiles para prever y evitar en lo posible los daños mencionados.

El propósito del presente trabajo de tesis, es el de llevar a cabo una investigación bibliográfica de los estudios publicados durante los diez últimos años y dar un resumen de este problema trascendente.

GENERALIDADES

La determinación del perfil del equilibrio ácido-base es importante ya que por medio de él se valora la condición del medio interno. Una pequeña desviación de la normalidad produce cambios notables en las reacciones químicas celulares, los cuales preceden a la aparición clara de los estados patológicos (1). Con objeto de ampliar el concepto anterior, se revisarán algunos términos empleados en el estudio del equilibrio ácido-base.

Según las definiciones de Bronsted-Lowry, aquella sustancia que es capaz de donar un protón (H^+) se le denomina ácido y la que es capaz de aceptarlo se le considera como una base. Una sustancia que se comporta como ácido o base dependiendo del medio en que se encuentre es una sustancia anfótera o amortiguadora, un ejemplo son las proteínas plasmáticas.

El símbolo que se utiliza para expresar la concentración de iones H^+ de una solución es el pH y matemá-

ticamente se expresa como: $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$, el valor numérico expresa el grado de acidez o alcalinidad de dicha solución, la neutralidad está representada por el número 7; valores menores que este, se refieren a una solución ácida y si son mayores alcalina.

La escala de pH esta comprendida entre 1 y 14 unidades.

Cuando una solución se opone a toda modificación en su concentración de iones H^+ , se trata de una solución reguladora, esta debe contener un componente ácido que reaccione con las bases, al mismo tiempo una base que reaccione con los ácidos. La capacidad reguladora de estas sustancias será igual al número de moles de ácido o base necesarias para modificar la acidez de un litro de solución en una unidad de pH (2).

Los procesos metabólicos del organismo dan por resultado la producción de cantidades relativamente grandes de ácidos tales como: ácido carbónico, láctico, hidroxibutírico, sulfúrico, etc., estos productos metabólicos tienen que ser eliminados, para lo cual

se lleva a cabo una amortiguación del medio. La eliminación se logra a través de las funciones combinadas de los sistemas amortiguadores de la sangre, la función respiratoria y la renal. (3).

Los sistemas amortiguadores de la sangre son:

- a).- Proteinato / protefna.
- b).- Oxihemoglobina / hemoglobina reducida ($\text{HbO}_2^- / \text{HHbO}_2$)
Este sistema amortigua principalmente el ácido carbónico producido durante los procesos metabólicos, (Fig. 1).
- c).- Difosfatos / monofosfatos ($\text{HPO}_4^- / \text{H}_2\text{PO}_4^-$).
- d).- Bicarbonato / ac. carbónico ($\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$). La eficacia de este sistema se basa en que el H_2CO_3 puede ser eliminado cuando se encuentra elevado o ser retenido cuando se encuentra disminuido. (4).

La función respiratoria regula el equilibrio ácido base al eliminar o retener el CO_2 del H_2CO_3 según

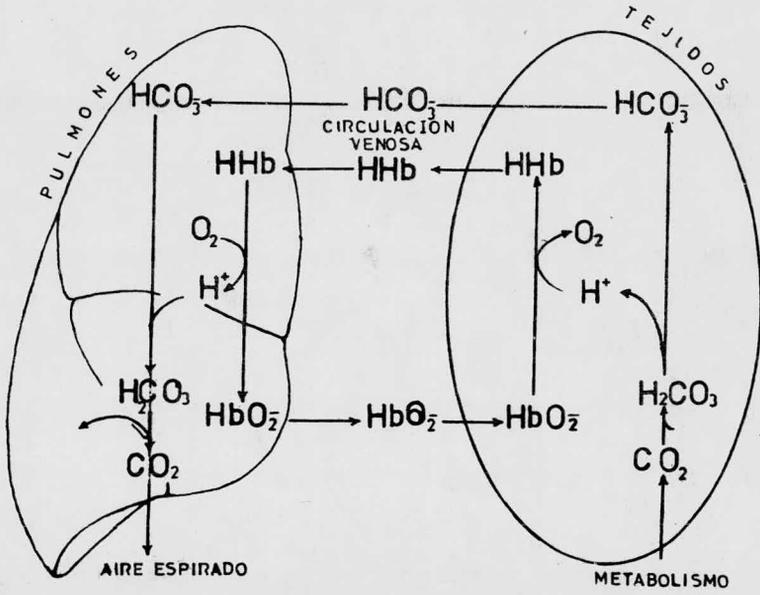


Fig. 1 Acción amortiguadora de la hemoglobina.

Fuente: Harper Harold A.: Manual de Química Fisiológica. Ed. El Manual Moderno, México Pag.

sea necesario; un incremento en la $p\text{CO}_2$ o en la concentración de iones H^+ de la sangre arterial, así como la caída del $p\text{CO}_2$ dentro de ciertos límites, estimulan los centros respiratorios. Los efectos de las variaciones de la química sanguínea sobre la ventilación están mediados por quimiorreceptores respiratorios, células receptoras en el bulbo raquídeo y en los cuerpos carotídeos y aórticos, sensibles a los cambios en la composición de la sangre, que inician impulsos que estimulan el centro respiratorio, (5) (Fig. 2).

Los riñones tienen la capacidad de excretar cantidades variables de ácidos y bases, los pulmones tienen así mismo un papel importante en la regulación del pH sanguíneo y como consecuencia de la homeostasis. Los túbulos renales excretan iones hidrógeno a cambio de retener iones sodio y regulan el pH de la orina y el de la sangre.

Los ácidos producidos en el metabolismo son amortiguados por cationes (principalmente sodio) después se separan del plasma por medio de la filtración glomerular; los cationes son reabsorbidos por las célu-

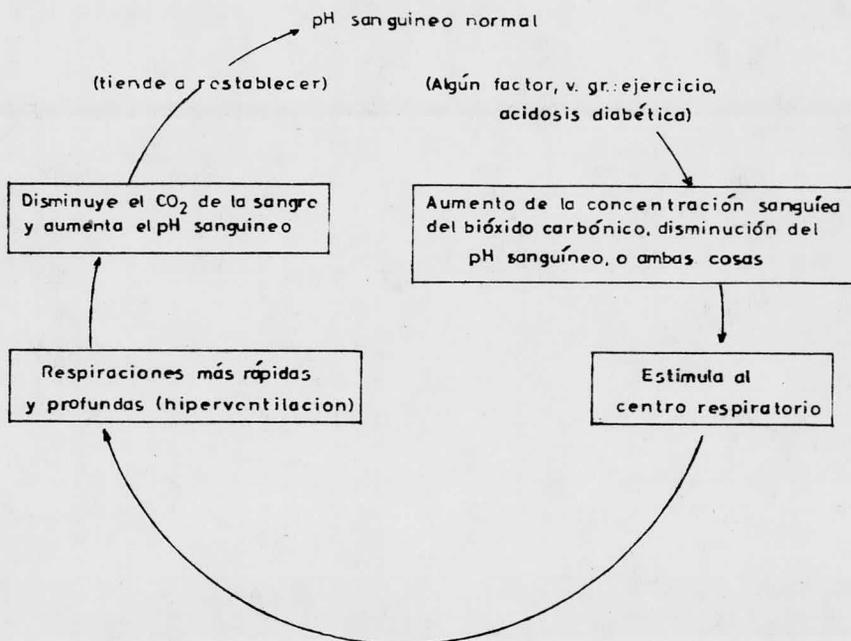


Fig. 2 Mecanismo respiratorio para regular el pH sanguíneo.

Fuente: Catherine Parquer Anthony: Anatomía y Fisiología. Ed. Interamericana, México. Pag - 517, 1967.

las de los túbulos renales y los hidrogeniones sobrantes se excretan en forma de productos amoniacaes.

La movilización de hidrogeniones para la secreción tubular se lleva a cabo por la ionización del ácido carbónico, que se forma a partir del CO_2 metabólico y el agua, reacción catalizada por la anhidrasa carbónica (Fig 3, 4).

Henderson y Hasselbalch idearon una ecuación para poder calcular el pH sanguíneo aplicado al sistema $\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$ por medio de esta ecuación puede representarse la situación bioquímica del medio interno en relación al equilibrio ácido-base.

Ecuación de Henderson-Hasselbalch

$$\text{pH} = \text{pK} + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{\text{H}_2\text{CO}_3}$$

El pH sanguíneo normal se considera con un valor promedio de 7.4; para obtener este valor es necesario que la relación $\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$ esté en una proporción 20/1. Cualquier aumento o disminución en la actividad del ion H^+ será compensado por los sistemas amortiguadores y por un ajuste en la reacción anterior. Cualquier varia-

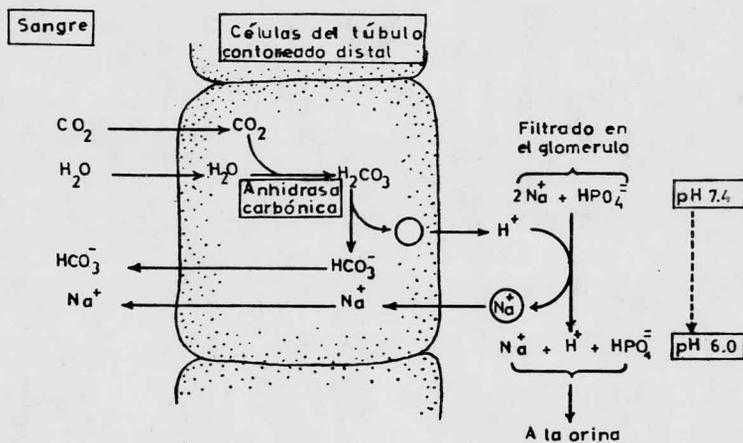


Fig. 3 Secreción de hidrogeniones en el túbulo distal.

Fuente: Harper Harold A.: Manual de Química Fisiológica. Ed. El manual Moderno, México
Pag. 440 1971.

ción de la proporción mencionada altera el equilibrio ácido-base en la dirección de acidemia o alcalemia.

Cuando el trastorno se manifiesta con la caída del pH, se dice que se trata de una acidosis, en cambio si este aumenta o sea si hay disminución de los iones H^+ , se trata de una alcalosis. Las alteraciones del equilibrio ácido-base pueden ser de origen metabólico o respiratorio. En las de tipo metabólico el factor causal primario del trastorno incluye la ganancia o pérdida de ácidos fijos o de bicarbonatos. Estos trastornos metabólicos pueden ser compensados o no, por medio de la respiración y excreción renal.

En los trastornos respiratorios el factor causal importante es el cambio de la ventilación alveolar. (3)

Para conocer la situación ácido-base de un paciente por medio de estudios de laboratorio se emplean las siguientes determinaciones:

pH, presión parcial de CO_2 (pCO_2), exceso de base (BE) (este suele informarse también como déficit de base BD) bicarbonato plasmático (HCO_3^-) base buffer (BB).

La presión con la cual contribuye el CO_2 a la presión total de los gases se designa como pCO_2 y se expresa en mm de Hg. El BE muestra la relación existente entre los aniones y la concentración de H^+ ; se le da un va-

lor de cero para un $\text{pH} = 7.4$ y una $\text{pCO}_2 = 40$ mm Hg. Valores negativos indican acidosis y los positivos alcalosis. El HCO_3^- plasmático representa iones en el plasma sanguíneo. La BB es igual a la suma de iones amortiguadores para combinarse con ácidos no volátiles. (6).

Hasta hace poco tiempo sólo se disponía de dos signos para la vigilancia clínica del estado del feto durante el parto: la auscultación del latido cardiaco fetal y la observación de aparición de meconio en el fluido amniótico. La frecuencia cardiaca fetal es la más utilizada en clínica obstétrica como medio para juzgar el estado fetal desde el punto de vista de sus funciones respiratorias; sin embargo no existe siempre una correspondencia real entre los datos aportados por estos signos y el estado del feto al nacer (7, 8). En el manejo de la fisiología del momento vital que nos ocupa se emplean varios términos, tales como período fetal el cual se considera a partir de la octava semana de la ovulación hasta un momento antes de que se lleve a cabo la primera respiración del recién nacido. En este período hay crecimiento y maduración de las estructuras formadas en el período embrionario.

La placenta es un conjunto de tejidos fetales y maternos que intervienen en el intercambio fisiológico entre la madre y el producto. Durante el período fetal desempeña el papel de aparato respiratorio y digestivo del feto; su función termina después del nacimiento con el momento llamado del alumbramiento o sea la salida de la placenta del claustro materno.

El tejido fetal placentario forma la placa corial que está formada por innumerables vellosidades, algunas están libres en su extremo, otras unidas a la placa basal que corresponde a la parte materna de la placenta. Entre ambas placas se halla la cámara hemática placentaria que contiene sangre. Por las vellosidades coriales llega sangre fetal cargada de CO_2 y pobre en O_2 , se establece un intercambio entre la sangre de la cámara hemática y la fetal obteniendo así oxígeno y deshechando CO_2 . La sangre materna llega a los tabiques que emergen de la placa corial, cede el oxígeno, las sustancias nutritivas de la sangre de la cámara hemática; se apropia del CO_2 y de todos los productos de deshecho del feto. (Fig. 4 y 5).

El cordón umbilical se extiende desde la cicatriz umbilical hasta la superficie fetal de la placenta. Su exterior es blanco, opaco, húmedo, revestido por el amnios. Su

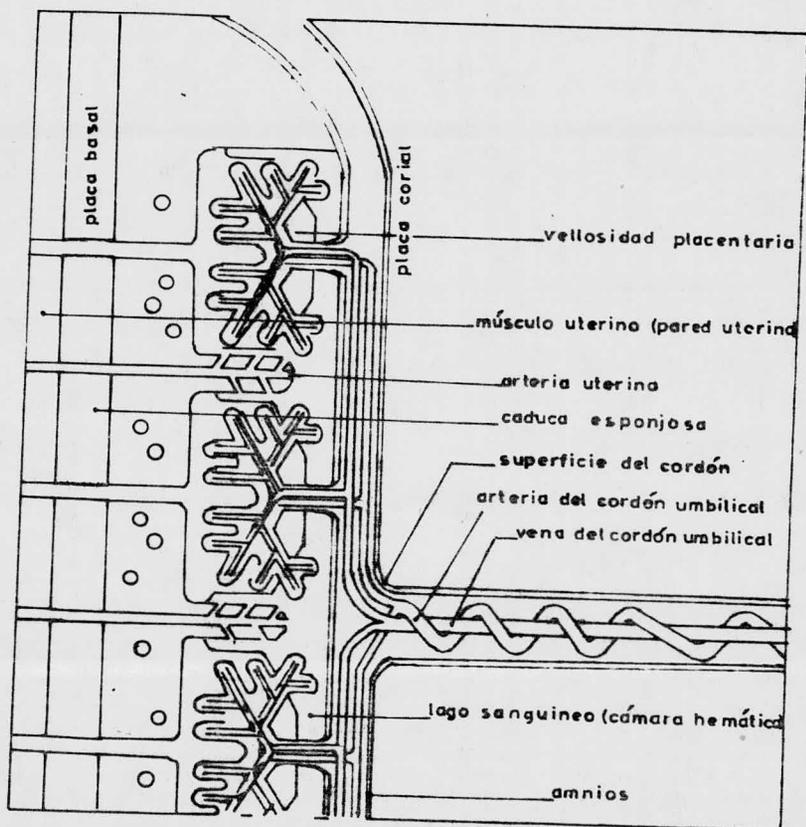


Fig. 4. Corte esquemático de la placenta.

Fuente: Dexeus José Ma.: El nacimiento de un niño. Ed. Salvat, Barcelona. Pag. 51

1973.

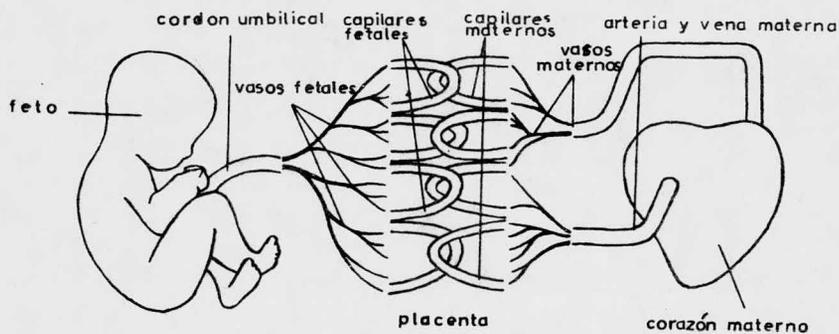


Fig. 5 Esquema de circulación entre la madre
y el feto.

Fuente: Dexeus José Ma.: El nacimiento de un
niño. Ed Salvat, Barcelona. Pag. 49, 1973.

diámetro es de 1 a 2.5 cm y una longitud promedio de 55 cm. Está constituido por una vena y dos arterias. Las arterias llevan la sangre fetal pobre en oxígeno y cargada de productos catabólicos del feto hacia la placenta. La vena aporta al feto sangre arterializada, rica en O₂ y nutrientes.

El medio en el que se desarrolla el feto es el líquido amniótico, en el se puede mover libremente, le protege contra posibles lesiones y le ayuda a mantener una temperatura uniforme. Su origen es complejo, pero proviene principalmente de los riñones fetales, epitelio amniótico, glándulas salivales y secreciones maternas. Por otra parte asegura la hidratación de los tejidos del feto, también impide que la membrana amniótica se adhiera al feto lo cual podría originar malformaciones.

La composición y volumen del líquido amniótico cambia a medida que progresa el embarazo; la primera mitad de este tiene casi esencialmente la misma composición del plasma materno, salvo la concentración de proteínas que es más baja, además está desprovisto de sustancias en forma de partículas grandes. Las fuerzas responsables de los cambios de volumen y composición de este líquido no se han comprendido muy bien hasta la fecha.

Los cambios en la osmolaridad indican que a medida que el embarazo avanza la orina fetal contribuye a formar parte importante en el volumen del líquido amniótico.

Con el objeto de poder valorar el estado fetal durante el trabajo de parto, Saling ha introducido en el campo de la clínica el microanálisis de muestras de sangre obtenidas del cuero cabelludo que permite conocer el estado bioquímico del feto durante el trabajo de parto. Esta técnica puede emplearse como medida profiláctica en embarazos de alto riesgo, cuando se sospecha de sufrimiento fetal pudiendo aplicar la terapia adecuada y así, evitar alteraciones que pueden llegar a ser irreversibles (9, 10).

Cualquier forma de sufrimiento fetal se manifiesta como hipoxia fetal, si esta es prolongada, el feto utiliza la vía anaeróbica del metabolismo para obtener sus requerimientos energéticos y como consecuencia la acumulación de ácidos fijos. La severidad y duración de la hipoxia se reflejan por cambios en el pH, pCO_2 , BE, ácido láctico y pirúvico. (7).

La medición del pH sanguíneo es utilizado como criterio de oxigenación, puesto que generalmente en los casos

de acidemia se encuentra baja la saturación de la Hb por el oxígeno. El pH tiene más valor en el feto que en el adulto ya que el intercambio gaseoso a través de la placenta sirve de sistema compensador (8). Para la buena marcha de los procesos metabólicos fetales es esencial mantener el pH dentro de los valores normales.

M A T E R I A L Y M E T O D O S

Se revisó la literatura publicada en el Index Medicus durante los años 1965-1976, bajo los epígrafes de: Equilibrio ácido-base fetal, homeostasis fetal y feto. De esta investigación bibliográfica se consiguieron 21 artículos, existen más referencias que aparecen en publicaciones las cuales no se reciben en México. De los artículos revisados se hicieron cuatro grupos de acuerdo a su objetivo:

- I.- Estudios realizados en líquido amniótico.
- II.- Determinaciones de equilibrio ácido-base en sangre capilar fetal y en cordón umbilical.
- III.- Efecto de la acidosis metabólica materna sobre el feto.
- IV.- Determinación de las propiedades amortiguadoras de la sangre fetal en comparación a la de adulto.

Las técnicas referidas empleadas para la toma de muestra fueron: en el líquido amniótico: amniocentesis, cateterización intraamniótica. Para los demás grupos se emplearon las técnicas de Saling y punción de cordón umbilical. La sangre del recién nacido se obtuvo por cateterización de arteria umbilical.

Las determinaciones del equilibrio ácido-base se hicieron por medio de las técnicas de Van Slike, microgasómetro de Natelson y microtécnica de Astrup.

Para llevar a cabo una amniocentesis se introduce una aguja raquídea de calibre 18 a 22 a través de la pared abdominal; el sitio de punción es el punto medio entre el ombligo y la sínfisis del lado en que se palpen los miembros.

La muestra se toma en condiciones anaeróbicas y se procesa inmediatamente (11).

La cateterización intraamniótica se lleva a cabo diez horas, aproximadamente, previas a la expulsión, las membranas amnióticas se rompen y se coloca un catéter intraamniótico por medio del cual se obtienen las muestras requeridas (12).

Para llevar a cabo la técnica de Saling la paciente se coloca en posición de litotomía, el médico examina la vagina bajo condiciones de asepsia, el cuello uterino se localiza con el dedo índice y el endoscopio se guía con la palma de la mano por el canal cervical, si las membranas están intactas se rompen y el endoscopio se coloca contra la parte que presenta el feto. El cuero

cabelludo se rocía con cloruro de etileno con el objeto de producir vasodilatación y por ende arterialización de la zona que se presenta. Una pequeña incisión se hace con el bisturfí especial, el cual produce una abertura de no más de 2 mm, la sangre que brota se coloca en tubo capilares de polietileno o de vidrio heparinizados. Las muestras deben procesarse inmediatamente (13).

Las leyes de Boyle y Charles para gases ideales son en las que se basa la medición manométrica y volumétrica del análisis de gases en sangre. Van Slyke y sus colaboradores a principios de la década 1900-1910 contribuyeron a las mejoras hechas en la medición directa de gases en sangre.

El fundamento de la medición de la reserva alcalina para medir la concentración de HCO_3^- en el plasma a temperatura ambiente cuando este se encuentra saturado de CO_2 a la misma tensión que el aire alveolar de un sujeto normal.

El CO_2 y otros gases del plasma son liberados por medio del ácido láctico en condiciones de vacío parcial. La medida se hace a la presión atmosférica y temperatura ambiente. Al calcular el resultado se restan los valores correspondientes al CO_2 disuelto y otros gases (H_2 , O_2) el resultado obtenido representa el CO_2 en forma de HCO_3^- .

$$X = \frac{P}{760} (100.8 - 0.25T) (V+0 .002T - 0.136)$$

$$X = \text{Cm}^3 \text{ CO}_2 \text{ en } 100 \text{ cm}^3 \text{ de } \text{HCO}_3^-$$

V = volumen del gas medido en la cámara de
reacción

T = temperatura ambiente

B = presión atmosférica

El microgasómetro de Natelson para la determinación del contenido de CO_2 en sangre es un ejemplo de una técnica manométrica, en la cual se mide la presión del gas a volumen constante y temperatura constante. En la pipeta unida al microgasómetro se introduce una muestra recogida en condiciones anaeróbicas, seguida por ácido láctico, un reactivo antiespumante y agua desionizada. El ácido láctico libera CO_2 del HCO_3^- y H_2CO_3 , el reactivo antiespumante impide la formación de espuma; el agua lava la muestra y los reactivos. La muestra y los reactivos están separados por una gota de mercurio, se introduce agua en la cámara de reacción con ayuda de mercurio el cual al mismo tiempo impide la introducción de aire. La cámara de reacción se cierra con la llave y se hace vacío. De este modo se produce transferencia del gas CO_2 físicamente disuelto en la fase líquida, al vacío por encima del líquido. Se agita durante un minuto para asegurar la liberación completa del gas, se sube el nivel del líquido a una posición

predeterminada y se mide manométricamente la presión del gas (que ahora está comprimido a un volumen fijo) La introducción de un álcali, como NaOH, en la cámara de absorción causará resorción selectiva del gas CO_2 , con lo cual queda el gas residual (P_2). La diferencia entre $P_1 - P_2$ representa la cantidad de CO_2 presente.

El manómetro del microgasómetro de Natelson está calibrado en mm de Hg. La cifra obtenida a partir de la diferencia de presiones necesita corregirse en relación a la temperatura y convertirse en mm/l. El factor de conversión se proporciona con el instrumento (14).

La microtécnica de Astrup para la determinación de pCO_2 , carbonatos, base buffer y exceso de base está basada en las observaciones hechas, encontrando que existe una relación lineal entre el logaritmo de las presiones parciales de CO_2 y los valores de pH de una muestra de sangre. Para efectuar ésta técnica se equilibran dos muestras de sangre de la misma persona con muestras diferentes de $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ (una alta y otra baja), se toma el pH de estas muestras, y el de una tercera muestra, los resultados se grafican en el nomograma de Siggard Andersen y en él se obtiene el valor de pCO_2 de la muestra y los demás valores (15).

La construcción del Nomograma de Siggard Andersen se basa en la relación aproximadamente lineal entre el pH y la presión de bióxido de carbono como lo demostró Peter en 1923. El papel semilogarítmico sobre el cual se construye presenta en las abscisas las unidades de pH en proporción lineal (6.8 a 7.8); en las ordenadas y escala logarítmica las cifras de $p\text{CO}_2$ en mm de Hg (10 a 150). La línea de bicarbonato estandar se extiende entre ellas a nivel de los 40 mm de Hg. La curva parabólica superior corresponde a la base buffer (16).

R E S U L T A D O S

De los 21 artículos se hicieron cuatro grupos de acuerdo con el principal objetivo de cada uno de ellos. El grupo número 1 quedó constituido por tres artículos en los cuales se determinó el equilibrio ácido-base en líquido amniótico y se relacionó con el estado del feto. La finalidad de estos estudios fue poder diagnosticar la presencia de sufrimiento fetal.

GRUPO No. 1

a).- Surányi y cols. en 1965 (12) estudiaron el líquido amniótico de 22 pacientes, obtenido por cateterización intraamniótica, determinándose el pH por la microtécnica de Astrup y como valores de referencia utilizaron los obtenidos en sangre capilar fetal y de cordón umbilical; sus resultados fueron los siguientes:

	pH
Líquido amniótico	6.8 - 7.15
Sangre capilar fetal	7.1 - 7.25
Sangre de vena umbilical	7.11
Sangre de arteria umbilical	7.02

- b).- Corson y cols. en 1963 (11) estudiaron el líquido amniótico de 41 pacientes, obtenido por medio de amniocentesis, se les determinó el pH con un potenciómetro. Sus valores de referencia fueron la frecuencia cardiaca y la puntuación de Apgar a los cinco minutos posteriores a la expulsión. Los valores de pH que se observaron en el líquido amniótico de fetos normales a término están comprendidos entre 6.96 y 7.20.
- c).- Symonds y cols. en 1971 (17) estudiaron en líquido amniótico de 104 pacientes obtenido por medio de cateterización, a los cuales se les determinó el equilibrio ácido-base por la microtécnica de Astrup. Los resultados obtenidos fueron comparados con los de sangre capilar fetal y los de cordón umbilical, además con los de la madre; las muestras se tomaron durante el trabajo de parto y en el momento de la expulsión, los resultados fueron los siguientes:

DURANTE EL TRABAJO DE PARTO.

	Liq. Amn.	C.C.	Madre
pH	7.07	7.308	7.406
SE	± 0.01	± 0.0054	± 0.004
HCO_3^- st.mEq/l	14.5	19.97	21.17
SE	± 0.25	± 0.21	± 0.144
pCO_2 mm Hg	54.6	41.7	35.11
SE	± 1.25	± 0.75	± 0.439

DURANTE LA EXPULSION

	Liq. Amn.	Madre	A. U.	V. U.
pH	7.06	7.351	7.209	7.304
SE	± 0.02	± 0.005	± 0.008	± 0.007
HCO_3^- st mEq/l	14.1	18.81	17.55	19.29
SE	± 0.45	± 0.185	± 0.23	± 0.26
pCO_2 mm Hg	54.5	31.99	51.3	39.7
SE	± 3.33	± 0.568	± 1.08	± 0.78

El grupo número II constituido por doce artículos en los cuales se determinó el equilibrio ácido-base en sangre

capilar fetal y de cordón umbilical, la finalidad de ello fué conocer el estado del feto y por este medio poder diagnosticar el sufrimiento fetal.

Grupo No. 11

a).- Quilligan y col en 1965 (18) estudiaron la sangre del cordón umbilical de 19 casos que presentaron taquicardia, a los cuales se les determinó el equilibrio ácido-base por la microtécnica de Astrup.

Los resultados fueron los siguientes:

	EUCARDIA		TAQUICARDIA	
	A.U.	V.U.	A.U.	V.U.
PO ₂ mm Hg	18.6	30.9	17.7	32.2
SE	+ ₋ 5.0	+ 8.3	+ ₋ 6.5	+ ₋ 6.5
pCO ₂ mm Hg	51.3	41.7	56.5	41.9
SE	+ 9.2	+ 10.1	+ 11.6	+ ₋ 7.6
pH	7.29	7.35	7.29	7.35
piruvato mg/100	0.86	0.55	0.85	0.46
SE	+ ₋ 0.27	+ 0.15	+ 0.14	+ ₋ 0.59
Lactato mg/100	24.5	17.9	35.4	24.6
SE	+ ₋ 6.8	+ 3.5	+ 6.8	+ ₋ 11.5

b).- Hicky en 1966 (19) estudió la sangre capilar fetal y la arterial materna de 30 mujeres y sus productos. La sangre fetal fue obtenida por la técnica de Saling, todas las muestras se procesaron por la microtécnica de Astrup obteniéndose los siguientes resultados:

La correlación del Deficit de Base entre el feto y la madre (r): antes del parto $r = 0.67$ mEq/l

después del parto $r = 0.709$ mEq/l

c).- Beard y cols en 1967 (13) estudiaron la sangre capilar fetal de 250 fetos obtenida por la técnica de Saling, a las que se les determinó el equilibrio ácido-base por la microtécnica de Astrup, como referencia se tomó la puntuación de Apgar a los dos minutos después de la expulsión. Los pacientes fueron clasificados de acuerdo a los resultados obtenidos en cuatro grupos:

Grupo "A" Estos fetos se tomaron como grupo control por presentar signos clínicos normales.

Grupo "B" fetos que mostraron un pH normal pero presentaron una puntuación de Apgar menor de siete.

Grupo "X" fetos con un pH anormal y una puntuación de Apgar mayor de siete.

Grupo "Y" fetos con un pH anormal y una puntuación de Apgar menor de siete.

GRUPO	"A"	"B"	"X"	"Y"
pH	7.28	7.264	7.111	7.169
SE	+ 0.004	+ 0.013	+ 0.013	+ 0.008
pCO ₂ mm Hg	40.0	43.0	55.0	51.0
SE	+ 0.8	+ 2.4	+ 1.8	+ 1.5
BD mEq/l	6.5	8.3	12.9	10.6
SE	+ 0.3	+ 0.6	+ 0.7	+ 0.5
BD m-f mEq/l	2.3	3.6	7.8	3.2
SE	+ 0.2	+ 0.6	+ 0.7	+ 0.7

d).- Neumayer y cols. en 1968 (20) estudiaron la sangre capilar de 35 fetos obtenida por la técnica de Saling a la que se le determinó el equilibrio ácido-base por la microtécnica de Astrup. Los pacientes presentaron signos de sufrimiento fetal.

El criterio para llevar a cabo una operación cesárea fué:

pH menor de 7.2

pCO₂ 50-70 mm Hg

HCO₃⁻ menor de 16 mEq/l.

D.B - menor de 10 mEq/l.

e).- Zilianti y cols en 1969 (21) estudiaron la sangre arterial umbilical de 111 fetos a los cuales se les determinó el pH con el propósito de conocer su estado bioquímico. Los resultados se compararon con la puntuación de Apgar a los cinco minutos de vida del recién nacido, los cuales se presentan a continuación:

No. de casos	pH	P. de Apgar	% de Predicción.
73	< 7.2	< 7	92
38	> 7.2	> 7	47

f).- Hon y su grupo de colaboradores en 1969-1971, publicaron una serie de artículos en los cuales estudiaron 194 mujeres embarazadas y a sus productos. A las muestras de sangre obtenidas se les determinó el equilibrio ácido-base por medio de la microtécnica de Astrup, los resultados obtenidos fueron discutidos de la siguiente manera:

A.- La medición del pH relacionado con la frecuencia cardiaca fetal y las contracciones uterinas.

El caudal sanguíneo por el espacio intervelloso esta en relación inversa de la presión intrauterina. Al impedir el flujo sanguíneo por el espacio intervelloso, las contracciones uterinas dificultan el intercambio feto-materno y causan disminución pasajera de la cantidad de oxígeno disponible para el producto.

Los cambios en la frecuencia cardiaca fetal durante las contracciones uterinas se denominan desaceleraciones y aceleraciones, a diferencia de Bradicardia y Taquicardia que significan cambios en la línea basal de la frecuencia cardiaca que duran más de 10 minutos.

Se han encontrado tres clases fundamentales de desaceleraciones, dependiendo de la forma de la curva y de la cronología en relación con la contracción uterina.

Los cuadros de desaceleración temprana (CC, compresión cefálica) comienzan simultáneamente con la contracción uterina y vuelven a cifras basales al terminar la misma, lo cual inscribe un trazo uniforme en campana. Se considera que este trazo de desaceleración guarda relación con la compresión de la cabeza fetal, en la cual el aumento de la presión intracraneal produce desaceleración cardiaca por mediación de los nervios vagos.

Las desaceleraciones Tardías (insuficiencia utero placentarias IUP) tienen forma de onda semejante a las -- desaceleraciones tempranas, pero difieren mucho en el tiempo en relación a la contracción uterina. Comien-- zan después de iniciarse la contracción.

En las desaceleraciones tempranas y tardías, la fre--- cuencia cardiaca suele permanecer en límites normales. La desaceleración variable no sigue ningún patrón en la formación de las ondas ni en el comienzo de la desacele ración, durante la contracción uterina.

En la des~~aceleración~~ tardía se encontró que el pH se en contraba en niveles más bajos de 7.20 unidades. Esto es debido probablemente a una compresión del cordón umbilical cuando la depresión es de corto tiempo, pero -- cuando dura mucho tiempo (una hora) se debe a una insu- ficiencia utero placental.

Cuando se presentan patrones de desaceleración varia- ble puede ser debido a compresión del cordón umbilical. Antes de que se presente la desaceleración en la FCF - el pH = 7.28, 20 seg. después de esta el pH = 7.23. Se observó que durante la expulsión el pH = 7.19.

FCF Latidos/min	C.U. mm Hg	pH
135	20	7.23
75	50	7.23

B) Comparación de la medición del pH con la puntuación de Apgar. (22).

P. Apgar	pH	Error a 1 min.	Error a 5 min.
1-6	<7.20	20.1%	4.8%
7-10	>7.20	57.7	79.0

C) Comparación de la diferencia feto-madre del pH y DB con la puntuación de Apgar. (23).

pH f-m	P. Apgar	Error a 1 min	Error a 5 min.
0.26	1-6	22.8%	5.6%
0.26	7-10	37.5	56.2%

DB f-m	P. Apgar	Error a 1 min	Error a 5 min. .
3.0 mEq/l	1-6	30.3%	8.6%
3.0 mEq/l	7-10	86.3%	93.1%

g).- Simonson y col en 1970 (24) estudiaron la sangre capilar en 159 fetos a los cuales se les determinó el equilibrio ácido-base por la microtécnica de Astrup, sus resultados son los siguientes: En el grupo control integrado por 50 pacientes cuyo embarazo y parto transcurrieron normalmente se observó que el pH está en relación con la puntuación de Apgar a los cinco minutos de la expulsión.

En 69 casos se presentó sufrimiento fetal; 16 de estos presentaron una acidosis importante. En 8 se estudió el equilibrio ácido-base completo y sólo en tres se diagnosticó acidosis metabólica no compensada.

36 pacientes mostraron toxemia durante el embarazo y sólo en cinco productos se observó acidosis progresiva.

En siete pacientes se presentó anemia (6.5-9 g/100 ml de Hb y 17-28.5 de Ht), no se observó sufrimiento fetal en ninguno de los productos.

De ocho pacientes que presentaron sensibilización al Rh sólo en un caso de ellos se observó acidosis fetal.

h.- Thiery y cols en 1971 (25) con el objeto de establecer los valores normales estudiaron sangre de cordón umbilical de 174 fetos cuya gestación y trabajo de parto transcurrieron normalmente; de - terminaron el equilibrio ácido-base por la microtécnica de Astrup. Los cálculos promedio obtenidos fueron los siguientes:

		SE	SD
pH_a	7.311	± 0.007	0.056
BE_a mEq/l	-6.61	± 0.37	2.96
L/P_a	+16.70	± 0.45	5.85
pH_v	7.342	± 0.005	0.048
BE_v mEq/l	-5.92	± 0.31	2.48
L/P_v	+18.27	± 0.45	5.87
XL_{a-v}	- 0.09	± 0.05	0.70
XL_{f-m}	+ 0.16	± 0.12	1.24

Se observó que el valor medio de lactato (XL) es inversamente proporcional al número de partos de la madre. La diferencia de lactato entre el feto y la madre (XL_{f-m}) es mayor en las primíparas. La relación L/P en hijos de primíparas es más alto que en multíparas.

i).- Lee en 1972 (27) estudió la sangre capilar en 307 fetos que presentaron sufrimiento fetal, determinándoles el equilibrio ácido-base. Los resultados obtenidos en este estudio fueron los siguientes:

	pH	pCO ₂ mm Hg	HCO ₃ ⁻ st mEq/l	BD mEq/l	BD mEq/l
Normal	7.30	47.5	20.6	4.6	44.6
S. S.	+ 0.04 ±	5.9 ±	1.8	± 2.5 ±	2.6
Taquicardia	7.24	51.8	17.4	9.5	41.5
S.E.	+ 0.07 ±	11.2 ±	3.5	± 4.9 ±	9.8
Bradycardia	7.24	48.0	18.0	8.1	40.9
S. E.	+0.07 ±	6.4 ±	3.2 ±	± 4.6 ±	5.2
Ap. de Meconio	7.28	49.9	20.5	4.7	44.3
S. E.	± 0.05 ±	10.2 ±	2.2 ±	± 3.1 ±	4.1
Ap. de Meconio y FCF anormal.	7.26	50.5	19.6	5.8	42.8
S. E.	± 0.05 ±	0.05±	6.9 ±	± 2.3 ±	± 3.1

j.- Root y col en 1973 (28) estudiaron en 56 casos clínicamente normales, a los que se les determinó el equilibrio ácido-base, además se obtuvo la diferencia de pH entre la madre y el feto ($\text{pH}_{\text{m-f}}$) obteniendo los siguientes resultados:

	$\text{pH}_{\text{m-f}}$
Normal	0.15
Prepatológico	0.15 -0.19
Patológico	mayor de 0.20

Estos valores se compararon con los informados en Lund Suecia por Jacobson encontrándose los siguientes:

- I.- $\text{pH}_{\text{m-f}}$ normal es más alto en Edmonton que en Lund
- II.- El pCO_2 es similar en ambos lugares.
- III.- El BE es más alto en Lund que en Edmonton Canadá.

El grupo número III quedó constituido por tres artículos en los cuales se estudió los efectos que tiene la acidosis metabólica materna sobre el feto y como este se defiende de tal efecto. Los autores indujeron la acidosis metabólica por medio de inyección intravenosa de solución de NH_4Cl . Los experimentos se llevaron a cabo previamente en animales.

GRUPO No. III

a.- Blechner y cols en 1967 (28) estudiaron a 15 pacientes a las cuales se les indujo acidosis metabólica con la aplicación de una solución de NH_4Cl por vía intravenosa, se les determinó el equilibrio ácido-base a ellas y a sus productos, siendo los resultados los siguientes:

MADRE	pH	HCO_3^- mEq/l	pCO_2 mm Hg
Control	7.36	18.9	35.3
In. Lenta	7.36	18.3	33.6
In. Rápida	7.33	19.1	37.0
V.U.			
Control	7.31	21.3	45.0
In. Lenta	7.27	19.6	42.6
In. Rápida	7.27	22.2	49.9
A.U.			
Control	7.29	22.4	49.0
In. Lenta	7.23	20.5	47.1

b.- Blechner en 1970 repitió el experimento anterior, las muestras fueron procesadas por la técnica de Van Slike.

Los valores obtenidos fueron los siguientes:

FETO

	pH	HCO_3^- mEq/l	pCO_2 mm Hg
Control	7.35	38.6	21.8
In Lenta	7.30	38.6	22.6
In Rápida	7.26	46.7	21.3

MADRE	pH	HCO_3^- mEq/l	pCO_2 mm Hg
Control	7.4	38.3	20.6
In. Lenta	7.35	29.3	18.8
In. Rápida	7.28	29.2	13.3

c.- Blecher y cols en 1970 (30) estudiaron en 50 mujeres embarazadas y sus fetos el efecto que tiene la acidosis metabólica en la saturación de oxígeno, los valores obtenidos fueron comparados con el contenido de oxígeno, ácido láctico y pirúvico de la sangre materna, fetal y la del recién nacido. Los resultados fueron los siguientes:

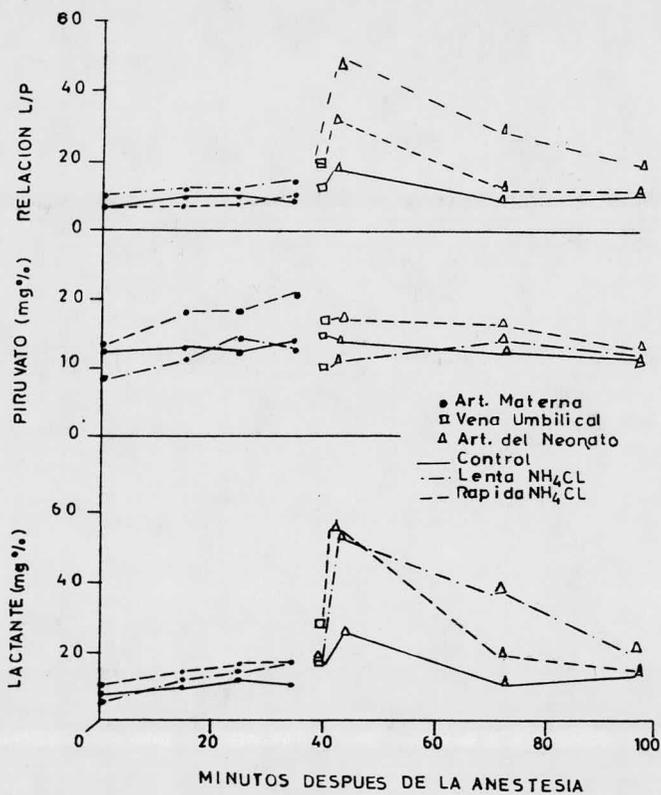


Fig. 6 Niveles de Lactato, Piruvato y la relación L/P en sangre materna, fetal y de recién nacido, - bajo condiciones de acidosis metabólica materna.

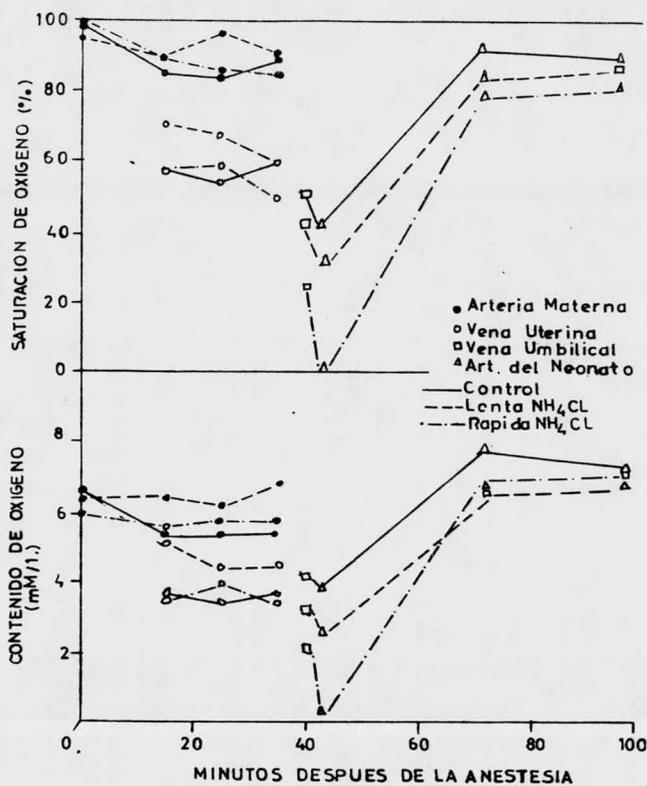


Fig. 7 Saturación de oxígeno y contenido de oxígeno en arteria materna, vena uterina, vena umbilical y arteria del recién nacido.

	A.M.	V.U.	V.U.	A.U.
Control				
pCO ₂	32.2	35.8	45.0	49.0
pO ₂	56.0	32.0	29.0	17.0
pH	7.37	7.36	7.31	7.29
In. Lenta (1.6 mEq/l)				
pO ₂	66.0	34.0	25.0	16.0
pCO ₂	29.4	33.6	42.4	47.1
pH	7.33	7.31	7.29	7.26
BE	- 7.5		- 6.0	
In. Rápida (5.7 mEq/l)				
pO ₂	58	29.0	17.0	4.0
pCO ₂	27.9	33.6	49.9	65.4
pH	7.27	7.27	7.27	7.17
BE	- 12.0		-6.0	

El grupo número IV estudia el valor amortiguador respiratorio (β') que es la capacidad de la hemoglobina (sistema no carbónico) de amortiguar un cambio de pH cuando hay una variación en la pCO₂. Este valor se calcula por la medición del pH de sangre completamente oxigenada in

vitro después de la equilibración con una $p\text{CO}_2$ conocida; usando el diagrama de Davenport fue posible graficamente determinar la pendiente que es igual a $\beta' = \text{HCO}_3^- / \Delta \text{pH}$.

Además se estudia el valor amortiguador metabólico (λ) que es la capacidad que tiene el sistema amortiguador de bicarbonatos y el no carbónico para amortiguar un cambio de pH cuando hay una adición de base o ácido y la $p\text{CO}_2$ permanece constante. Este valor fué encontrado por titulación in vitro de sangre total saturada con cantidades conocidas de base y determinando el pH a una $p\text{CO}_2$ constante. La curva de titulación se dibuja y su pendiente, es igual a $\lambda = \Delta \text{H}^+ / \Delta \text{pH}$

Cuando el CO_2 de la sangre se eleva y el pH de la sangre baja, aumenta la combinación del CO_2 con la hemoglobina, esto provoca que la afinidad de la Hb por el O_2 disminuya, a este fenómeno se le conoce como efecto BOHR.

Matemáticamente el efecto Bohr $= \Delta \text{H}^+ / \Delta \text{O}_2$ a un pH determinado, establece la relación de los H^+ y O_2 enlazados a la Hb.

Grupo IV

a.- Arczynca y cols. en 1973 (31) estudiaron en sangre de cordón umbilical de 10 fetos y de 9 adultos las propiedades amortiguadoras y el efecto Bohr de la sangre total, comparándolos entre sí. Los valores obtenidos fueron los siguientes:
Sangre Fetal:

	pCO ₂		mm Hg
	30	40	60
β mEq HCO ₃ ⁻ /l.pH	28.30	28.30	28.30
	± 2.23	± 2.23	± 2.23
λ mEq ΔH ⁺ /l . pH	55.00	61.25	71.25
	± 1.75	± 1.41	± 3.21
$\Delta H^+ / \Delta O_2$ mEq/mM	0.33	0.365	0.401
	± 0.027	± 0.028	± 0.032
BE mEq/litro	- 8.80	- 8.80	- 8.80
	± 0.55	± 0.55	± 0.55
Hb g/100 ml	17.52	17.52	17.52
	± 0.71	± 0.71	± 0.71
Consumo de O ₂ mM/l	9.25	9.25	9.25
	± 0.30	± 0.30	± 0.30

SANGRE DE ADULTO:	mm Hg		
	30	40	60
β mEq HCO_3^- /l. pH	23.66 ± 0.80	23.66 ± 0.80	23.66 ± 0.80
λ mEq H^+ /l. pH	61.94 ± 2.76	65.83 ± 2.47	71.94 ± 2.87
$\Delta \text{H}^+ / \Delta \text{O}_2$ mEq/mM	0.391 ± 0.029	0.414 ± 0.29	0.445 ± 0.032
BE mEq/litro	-9.37 ± 0.52	-9.37 ± 0.52	-9.37 ± 0.52
Hb g/100 ml	15.82 ± 0.27	15.82 ± 0.27	15.82 ± 0.27
Consumo de O_2 mM/l	8.18 ± 0.23	8.18 ± 0.23	8.18 ± 0.23

b.- Arczynca y cols. en 1973 (32) estudiaron en sangre de cordón umbilical de 10 fetos y de 9 adultos las propiedades amortiguadoras de la sangre total en el rango alcalino, para lo cual la sangre fue alcalinizada con solución isotónica de NaCO_3 en cantidad suficiente para obtener un BE de 0 mEq/litro y 10 mEq/litro. Las propiedades amortiguadoras fueron determinadas a pCO_2 de 30, 40, 60, mm Hg. Los resultados fueron los siguientes:

FETO

$p\text{CO}_2$ mm Hg	BE mEq/l	Hb g/100ml	$p\text{H}_{\text{Ox}}$	$p\text{Hox-red}$	λ	$- \text{H}^+ / \text{O}_2$
30	- 0.46	15.69	7.484	0.048	78.00	0.447
	+ 10.13	14.88	7.630	0.028	96.75	0.36
40	- 0.46	15.69	7.401	0.047	79.00	0.469
	+ 10.13	14.88	7.53	0.31	97.50	0.395
60	- 0.46	15.69	7.284	0.046	87.75	0.505
	+ 10.13	14.88	7.399	0.034	10 3.75	0.467

ADULTO

30	- 3.40	16.31	7.404	0.047	68.20	0.354
	+ 10.04	16.31	7.627	0.022	78.66	0.205
40	- 3.40	16.35	7.347	0.045	70.03	0.350
	+ 10.04	16.31	7.535	0.022	84.88	0.227
60	- 3.40	16.31	7.234	0.043	75.13	0.357
	+ 10.04	16.31	7.406	0.022	101.55	0.273

C O N C L U S I O N E S

GRUPO No. I.- El líquido amniótico es el medio en el cual se desarrolla el feto, por lo cual varios autores (11, 12 17) pensaron que se podía utilizar como muestra para llevar a cabo estudios de equilibrio ácido-base con el objeto de determinar si existía o no sufrimiento fetal. En los estudios realizados por Corson y cols. en 1968 no se demostró correlación entre el pH del líquido amniótico y la asfixia fetal, en cambio Simonds y cols. en 1971 encontraron que el feto ejerce influencia sobre la pCO_2 del líquido amniótico y por lo tanto en casos de asfixia intrauterina la pCO_2 del líquido se encuentra baja. Se encontró también que el HCO_3^- del fluido amniótico está relacionado con el de la sangre fetal, por lo que se sugiere que existe paso libre de HCO_3^- entre ambos para mantener su equilibrio.

GRUPO No. II.- En trece artículos escritos por autores de los continentes Americano, Europeo y Asiático se llevaron a cabo estudios en sangre capilar fetal y de cordón umbilical tratando de buscar una relación entre el estado bioquímico representado por el equilibrio ácido-base y el funcionamiento cardiaco fetal.

En los resultados obtenidos en los estudios mencionados se

contró que cuando el pH fetal no corresponde a la apariencia física del recién nacido, esta puede deberse al trauma que se sufre el niño durante la expulsión (13,21) o a que la acidosis se encuentra compensada, por lo que se aconseja llevar a cabo la determinación completa del equilibrio ácido-base para conocer la situación en que se encuentra realmente el feto (24).

Se recomienda la determinación del equilibrio ácido-base efectuarla cuando se presentan signos de sufrimiento fetal como FCF menor de 120 latidos o mayor de 160 latidos por minuto, también en casos de embarazo de alto riesgo tales como en mujeres hipertensas, diabéticas, toxémicas, etc.

Otro valor útil para predecir el estado que presentará el recién nacido es la determinación de la diferencia materno fetal del pH y del déficit de base (pH_{m-f} , BD_{m-f}). Se ha observado que pequeñas diferencias corresponden a un producto vigoroso; y grandes pueden ser debidas a problemas de origen materno o fetal (23, 28).

La determinación del ácido láctico y pirúvico sirve como referencia del nivel de oxigenación que tiene el feto.

Los valores del equilibrio ácido-base en diferentes ciudades presentan algunas diferencias las cuales se atribuyen a las diferentes altitudes, medio ambiente (humedad), además de los distintos manejos obstétricos empleados en cada población, por esto se recomienda que se lleven a cabo estudios para establecer los valores normales propios.

GRUPO No. III.- En los estudios llevados a cabo por Blechner y cols. (28, 29, 30) se trata de conocer los efectos que produce la acidosis metabólica materna sobre el feto y observar los mecanismos de defensa utilizados por esto. Se encontró que los valores de HCO_3^- maternos y fetales son independientes entre sí, de lo que se deduce que la placenta es impermeable a los iones HCO_3^- e H^+ , por lo tanto la acidosis metabólica materna no va siempre acompañada de la acidosis metabólica fetal. En caso de acidosis respiratoria materna ésta se refleja en el feto puesto que el CO_2 difunde libremente a través de la placenta. De acuerdo con lo anterior se estableció que la homeostasis ácido-base fetal es regulada parcialmente por la placenta.

C O M E N T A R I O S.

A través del tiempo las técnicas para el diagnóstico de sufrimiento fetal han evolucionado notoriamente, desde que en 1818 Mayor describió los tonos cardiacos fetales técnica de rutina que se ha venido utilizando para valorar las funciones respiratorias del producto. En 1962 Saling introdujo una técnica mediante la cual se puede obtener muestra de sangre del feto, de esta manera se puede valorar su estado bioquímico. Esta valoración se lleva a cabo durante el trabajo de parto y si se descubren alteraciones fisiológicas, se pueden tomar medidas adecuadas tales como: efectuar una operación cesárea, apresurar el trabajo de parto por medio de sustancias químicas, utilizar forceps o dejar que el nacimiento ocurra espontáneamente.

La utilización de la técnica de Saling ha permitido reducir el porcentaje de mortalidad perinatal y evitar trastornos neurológicos irreversibles.

A lo largo de la revisión bibliográfica se observó que cada localidad presenta valores normales diferentes, esto se puede atribuir a que cada ciudad tiene diferente presión atmosférica lo cual influye en la presión de los gases. Estas diferencias también pueden ser debidas al

uso de anestésicos durante el trabajo de parto ya que cada localidad tiene sus técnicas obstétricas propias por lo tanto cada comunidad debe determinar sus propios valores normales o de referencia.

Además se observó que para hacer un diagnóstico acertado es necesario llevar a cabo el estudio del "Equilibrio ácido-base" completo, además de la determinación de ácido láctico y pirúvico, determinaciones que ayudan a complementar el diagnóstico, ya que por este medio puede determinarse la severidad de la hipoxia.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Parker Antony Catherine: Anatomía y Fisiología.
Ed. Interamericana México Septima Ed. 513-521.
- 2.- Ayres Gilbert H.: Analisis Químico Cuantitativo.
Ed. Harper & Row Publishers Inc. Madrid Primera
Ed. 39, 74, 89. 1970.
- 3.- Siegel Paul D.: The Physiologic Approach to Acid
Base Balance. Medical Clinics of North America.
Vol. 57 No. 4 1973.
- 4.- Harper Harold A.: Manual de Química Fisiológica.
Ed. El Manual Moderno S.A. México Tercera Ed.
235-242, 438-442. 1971.
- 5.- Ganong William F.: Manual de Fisiología Médica.
Ed. El Manual Moderno. México Cuarta Ed.
59-63. 1967.
- 6.- El Equilibrio Acido-Base en el feto y el recién
nacido. Monografías de Gineco Obstetricia IMSS.

- 7.- Altirriba j. Esteban: Sufrimiento Fetal en el parto. "Equilibrio Acido-Base" España Primera Ed. 59-68 1967.
- 8.- Hon Edward H. and Khazin Aida F.: Biochemical Studies of the Fetus. I.- The Fetal pH-measuring System. Obstet. Gynec. N.Y. 33:2, 219-236. 1969
- 9.- Hellman Louis M. y Pritchard Jack A.: Williams Obstetricia Ed. Salvat Editores México Primera Ed. 1973.
- 10.- Dexeus Santiago, Carrera José Ma., Fernandez-Cid Alonso: El Nacimiento de un Niño. Ed. Salvat Editores Barcelona Primera Ed. 1974.
- 11.- Corson Stephen, Bolognose Ronald J.: Amniotic Fluid pH as an Indicator of Fetal Asphixia. Obstetrics and Gynecology 31:3 397-402. 1966.
- 12.- Surányi s., Mihaldy G., Komaromy B.: New Method of Estimating Foetal Acid-Base Balance During Delivery. The Lancet April 2, 144-745. 1966.
- 13.- Beard R. W., Morris E.D., Clayton S.G.: pH of Foetal Capillary Blood as an Indicator the Condition of the Foetus. J. Obstet. Gynec. Brit. Commonwealth. Vol. 74 812-822. 1967.

- 14.- Tietz Norbert W.: Química Clínica Moderna. Ed. Interamericana México Primera Ed. 648-658. 1972.
- 15.- Manual de Procedimientos de Laboratorio Clínico. IMSS. 1970.
- 16.- Mireles V. Mario, Mira A. Ma. Luisa: Clasificación Cualitativa y Cuantitativa de los trastornos del "Equilibrio Acido-Base" en la ciudad de México. Revista Médica Vol IX : 2. 1970.
- 17.- Symonds E. Malcolm, Williams Stephanie S., Cellier Kevyn M.: Maternal and Fetal Influences on The Acid Base Balance of Human Amniotic Fluid. Obstetrics and Gynecology Vol. 37:5 742-749 1971.
- 18.- Quilligan E.J., Katigbak E.B.: Correlation of Fetal - Heart Rate and Acid-Base Balance at Birth. III.- Tachycardia. Am. J. Obst. & Gynec. Vol. 25:3 371-375. 1965
- 19.- Von. E. J. Hical: Die Saurebasen-Korrelation im

- Mutterlichen und Fetalen Blut von der Geburt.
Geburstsh Fravenheilk 26:837, 40. 1966.
- 20.- Von E. Neumayer, K. H Stark, K. H. Zunker and
H.D. Herre: Zur Intranatalen Überwachung des -
fetalen Saure-Basen-Stoffwechsels bei patholo-
gischen Gerbertsverlaufen durch Mikroblutanaly-
sen. Zentralblatt fur Gynakologie 21:725-729.
1970.
- 21.- Zilianti Mario, Aller Juan, Aguero Mario.: Equi-
librio Acido-Base Fetal en el Trabajo de Parto.
Obst. Gin. Venezuela 29:411-416. 1969.
- 22.- Hon Edward H. and Khazin Aida F.: Biochemical
Studies of the Fetus. "Fetal pH and Apgar Score.
Obstet Gynec N. Y. Vol 33:237-255. 1969.
- 23.- Khazin Aida F. and Hon Edward H.: Biochemical Stu-
dies of the Fetus. "Fetal Maternal pH and Base
Deficit Difference Versus Apgar Scores. Biol.
Neonate 18: 225-242. 1971

- 24.- Simonson E.D., Schoen A., Boyd J. R.: Experiences in Assessing Fetal Acid-Base State. State. Amer. J. Obstet. Gynec Vol. 107 No. 5 754-761. 1970.
- 25.- Thiery M. Derom R., Serreyn R.: The Biochemical Normality of Human Fetus at Birth. Biol. Neonate 18:203-211. 1971.
- 26.- Rooth G., McBride R., Ivy B.J.: Fetal and Maternal pH measurements. Acta Obstet Scand. 52: 47-60 1973.
- 27.- Lee K. H.: Foetal Acid-Base Status in Clinical Distress and High Risk Cases. Postgraduate Medical Journal 48:91-94. 1972.
- 28.- Blechener Jack N., Stenger Vicent G., Eitzman Donald V. and Prystowsky Harry.: Effects of Maternal Metabolic Acidosis on the Human Fetus and Newborn Infant. Am. J. Obst. & Gynec. Vol. 99 No. 1 46-54. 1967.
- 29.- Blechner Jack N.: Fetal Acid-Base Homeostasis. Clin. Obstet. Ginecol. 13:621-637. 1967.

- 30.- Blechner Jack N., Stenger Vicent G., Eitzman Donald V. and Prystowsky Harry.: Oxygenation of The Human Fetus and Newborn Infant During Maternal Metabolic Acidosis. Amer. J. Obstet. Gynec. Vol 108 No. 1 47-55. 1970.
- 31.- Arczynska Wanda, Prod'Hom L.S.: The Buffer Values and The Bohr Effect of Human Fetal and Adult Wlote Blood in Vitro in an Acid Range. Pediat. Res. 7:126-131. 1973
- 32.- Arczynska Wanda, Prod'Hom L. S.: A Further Study of the Metabolic Buffer Value and Bohr Effect in Human Fetal Wlote Blood. Pediat. Res. 7:996 1000, 1973.