

11237'

154



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
SUBDIVISIÓN DE ESPECIALIDADES MEDICAS

PETROLEOS MEXICANOS

DIRECCIÓN CORPORATIVA DE ADMINISTRACIÓN
SUBDIRECCIÓN DE SERVICIOS MEDICOS
GERENCIA DE REGULACIÓN Y DESARROLLO MEDICO
HOSPITAL CENTRAL SUR DE ALTA ESPECIALIDAD
HOSPITAL CENTRAL NORTE

**“¿ Es útil aún la calificación de Apgar?.
Una correlación entre la calificación
de Apgar y el PH de la arteria umbilical.”**

TESIS DE POSGRADO
QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA EN LA
ESPECIALIDAD DE PEDIATRÍA MEDICA

PRESENTA:

RAYMUNDO ISAIAS HERNÁNDEZ CHÁVEZ

TUTOR: DRA. ANA ELENA LIMON RÓJAS
ASESORES: DR. JORGE ESCORCIA DOMINGUEZ

Y
DR. FRANCISCO JAVIER ZAMORA GARCIA



PEMEX

MÉXICO D.F. FEBRERO 2002





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.

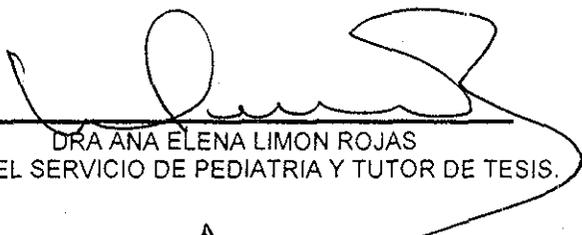
2

**ESTE TRABAJO DE TESIS FUE REALIZADO EN EL
SERVICIO DE PEDIATRIA, DEL HOSPITAL CENTRAL
NORTE DE PETROLEOS MEXICANOS, BAJO LA
DIRECCIÓN DE:
DRA. ANA ELENA LIMÓN ROJAS, TUTOR.
DR. JORGE ESCORCIA DOMINGUEZ
Y
DR. FRANCISCO JAVIER ZAMORA GARCIA,
ASESORES.**

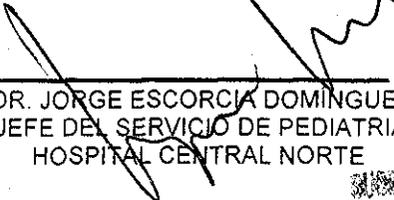



DR GUILLERMO HERNANDEZ MORALES
DIRECTOR DEL HOSPITAL CENTRAL SUR DE ALTA ESPECIALIDAD


DRA. JUDITH LOPEZ ZEPEDA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA


DRA ANA ELENA LIMON ROJAS
JEFA DEL SERVICIO DE PEDIATRIA Y TUTOR DE TESIS.


DR JESUS ARTURO CABALLERO HERMOSILLO
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN


DR. JORGE ESCORCIA DOMINGUEZ
JEFE DEL SERVICIO DE PEDIATRIA
HOSPITAL CENTRAL NORTE


DIVISION DE ESTUDIOS
FACULTAD DE MEDICINA
C. I. N. 2000



A Dios,
que nunca llora.

A mi Esposa,
el objetivo de mi vida.
¡ Te amo corazón !

A mis Padres,
por ustedes,
para ustedes y
de ustedes.

A mis Hermanos,
Rebeca, Jesús y Pilar
¡ estudien niños !
y no serán el esclavo de los tiranos

A mis Maestros.
Dra Ana Elena Limon , Dra. Olga Kuata, Dra. Aurora Meza,
Dr Jorge Escorcia, Dr. Rogelio A. Uribe,
Dr. Sergio Rodríguez, Dr. Oscar Alpuin.

Dr. Francisco J. Zamora
Gracias.

A mis compañeros:
Nany, Marcos, Oscar,
Rocely, Erika y Marisol.

INDICE.

I. Marco Teórico	7
II. Planteamiento del Problema	21
III. Objetivos	22
IV. Hipótesis	22
V. Metodología	23
VI. Resultados	25
VII. Tablas y Graficas	27
VIII. Discusión	39
IX. Conclusiones	40
X. Anexos	41
XI. Bibliografía	45

MARCO TEORICO

En 1952 la Dra Virginia Apgar desarrolló un sistema de calificación para evaluar las condiciones del neonato en el Hospital para la mujer de la ciudad de New York ¹

La Dra Apgar junto con un médico anesthesiólogo obstetra, destinaron esta calificación para evaluar el efecto de las maniobras obstétricas sobre la condición clínica del neonato inmediatamente después de nacer. Su sistema es simple y se basa en la suma de cinco números obtenidos 60 segundos después del nacimiento. Los números fueron determinados por la observación directa de cinco signos que los anesthesiólogos usaban de forma tradicional para monitorizar la condición de sus pacientes durante del cirugía (frecuencia cardiaca, esfuerzo respiratorio, irritabilidad, reflejo, tono muscular y coloración de los tegumentos). Cada uno de estos puede ser determinado fácilmente sin interferir en el cuidado del recién nacido ²

El sistema de calificación fue usado inicialmente por la Dra Apgar para determinar los efectos sobre el neonato de la presentación del producto, el tipo de parto, el tipo de anestesia usada y comparó los resultados en diferentes Hospitales. También demostró el valor de la calificación para estimar la probabilidad de supervivencia del recién nacido ³⁻⁴. Más tarde abogó por el uso de la calificación para evaluar la necesidad de reanimación en el neonato ⁵

Desde entonces cada niño que nace en un Hospital en cualquier parte del mundo es visto por primera vez a través de los ojos de Virginia Apgar ⁶

Una década después Drage et al en 1964 demostró una mejor y más fuerte relación entre una calificación adicional obtenida a los 5 minutos y la supervivencia del neonato.

Posterior a este reporte se decidió determinar dos calificaciones: una al minuto de vida y otra a los cinco minutos. Actualmente se acepta que la primera calificación evalúa las condiciones inmediatas del neonato y la segunda calificación es más adecuada para pronosticar la supervivencia del paciente ⁸

Recientemente Casey et al ⁸ han reportaron en el año 2001 un estudio retrospectivo de 10 años con 151 891 recién nacidos en la década de 1988 a 1998, encontrando que la calificación de Apgar menor o igual a 3 a los 5 minutos tiene un alto riesgo de mortalidad neonatal concordando con lo propuesto ya por Drage hace más de 30 años. Sin embargo haciendo una comparación entre el estudio de Drage y el de Casey una calificación de Apgar menor de 3 a los 5 minutos reflejaba en el primer estudio un compromiso severo del infante. En el estudio de Casey una calificación menor de 3 a los 5 minutos reflejó además del compromiso severo una pobre respuesta a la reanimación proporcionada por el dedicado equipo neonatal ²⁻⁸

Estas observaciones dieron como resultado el empleo de la calificación de Apgar para identificar la existencia de asfixia al momento de nacer ⁹

En algunos textos de neonatología se menciona que dependiendo de la calificación de Apgar se puede dar una apreciación del grado de asfixia perinatal que presenta el recién nacido. Así por ejemplo si un paciente tiene una calificación de 0 a 3 se consideran con una asfixia grave y si el Apgar es 4 a 6 una asfixia moderada.¹⁰⁻¹¹

Esto es un error. Varias condiciones tales como malformaciones congénitas, parto prematuro, administración de drogas a la madre pueden resultar en calificaciones bajas de Apgar sin reflejar necesariamente asfixia en el recién nacido.⁹ Algunos otros factores introducen modificaciones cuando se calcula el Apgar.

Se ha determinado que la mejor forma de calificar el Apgar es en la sala de partos y por un observador independiente. En varias ocasiones cuando se atiende a pacientes en malas condiciones o prematuros extremos el equipo pediátrico inicia la reanimación y se traslada lo más pronto posible a la Unidad de Cuidados Intensivos olvidando de escribir la calificación de Apgar. Esta se obtiene de forma posterior preguntando las condiciones del paciente lo que introduce inexactitudes a la calificación.²

Cattin et al.¹³ demostraron que ciertos componentes de la calificación de Apgar particularmente la irritabilidad, refleja el tono muscular y el esfuerzo respiratorio son afectados por la madurez del recién nacido mostrando que las calificaciones de Apgar son más bajas cuando el paciente tiene una menor edad gestacional.

De esta forma no es de extrañarnos que puede existir una pobre relación entre una calificación baja de Apgar y otros indicadores de asfixia perinatal – incluyendo anomalías de la frecuencia cardíaca fetal líquido amniótico teñido de meconio y acidosis al nacer – ya que el objetivo del Apgar no es determinar la existencia de asfixia perinatal²

En la actualidad la mayoría de los centros modernos de obstetricia cuentan con equipos de especialistas y subespecialistas que aplican los pasos de reanimación dictados por la *American Academy of Pediatrics* y la *American Heart Association*

Esta guía ha logrado unificar los criterios pasos y decisiones que se toman y realizan durante la reanimación de un recién Logrando de esta forma una mejor atención de los pacientes o bien iniciar rápidamente la reanimación avanzada en los pacientes graves Esto se refleja en un incremento de la calificación de Apgar posterior al haber entrenado al equipo médico y paramédico con esta guía¹⁴

La Academia menciona que en el esperar un minuto para tener la primera calificación y decidir la necesidad de reanimar a un paciente se pierde un tiempo valioso entre el nacimiento y el inicio de la atención en pacientes graves esta pérdida de tiempo ocasionando un mayor daño Para el Programa de Reanimación Neonatal es el tiempo de inicio de la respiración espontánea o bien la aparición de la primera respiración la pauta para decidir la necesidad de reanimar a un paciente sin embargo el programa Nacional de Reanimación contempla que el esfuerzo respiratorio es un

solo parámetro que se evalúa y que puede estar afectado por la administración de drogas en la madre considera entonces aun útil la calificación del Apgar para dar una valoración general del recién nacido y más importantemente la calificación informa sobre la eficacia de la reanimación neonatal ¹⁵

Estas observaciones han ocasionado más recientemente discusiones sobre la utilidad de la calificación de Apgar para la reanimación del recién nacido. Se ha sugerido que la calificación de Apgar es anticuada y su valor pronóstico ha sido disminuido de forma considerable al mejorar el manejo en la Unidad de Terapia Intensiva Neonatal ²

Estos comentarios en contra de la calificación de Apgar han obligado a la *American Academy of Pediatrics* junto con el *Comité de Práctica Obstétrica* y el *Colegio Americano de Ginecología y Obstetricia* a establecer los usos de dicha valoración ¹⁶

Se menciona lo siguiente: una calificación baja de Apgar al minuto no se correlaciona con el futuro del paciente. La calificación a los 5 minutos y en particular el cambio entre la primera y segunda calificación es útil para evaluar la eficacia de la reanimación neonatal. Sin embargo una calificación de 0 a 3 a los 5 minutos puede ser indicativa de hipoxia pero es un indicador limitado de la severidad del problema y se correlaciona de una manera muy pobre con el pronóstico a nivel neurológico. Una calificación de Apgar de 0 a 3 a los 5 minutos tiene solo un incremento del 0.3 al 1 % del riesgo de presentar daño neurológico en niños de término. Una calificación de

Apgar de 7 a 10 a los 5 minutos es considerado como normal; una calificación de 4 a 6 a los 5 minutos se clasifica como riesgo intermedio y en realidad no hay marcadores que indiquen un incremento en el riesgo de daño neurológico ¹⁶

La calificación de Apgar por sí sola no debe y no puede considerarse como evidencia de una substancial asfixia perinatal. Por lo tanto una calificación de Apgar bajo a los 5 minutos por sí sola no demuestra que el daño cerebral fue ocasionado por asfixia. El 75 % de los pacientes con parálisis cerebral tuvieron una calificación de Apgar normal al nacimiento. De hecho el único indicador de que existió asfixia perinatal es la presencia de parálisis cerebral ¹⁶

Myers y Adamsons ¹⁷ en 1981 determinaron que la lesión neurológica más grave en el recién nacido, es el resultado de una deprivación severa de oxígeno al producto antes del nacimiento y que la asfixia se presenta sólo en pocas ocasiones como resultado de condiciones propias del recién nacido

Pero ¿qué entendemos por asfixia perinatal?

La asfixia perinatal es una agresión al feto o al neonato que se caracteriza por una falla en el intercambio gaseoso. Las consecuencias son hipoxia, hipercarbía y acidosis metabólica o mixta, hipotensión arterial y lesión hística multisistémica ¹⁸

Sucede en alrededor de 1 a 1.5 % en la mayoría de los centros Hospitalarios. Se presenta en el 9% de los recién nacidos de menos de 36 semanas y en el 0.5% por arriba de las 36 semanas. Alrededor del 60 % de los recién nacidos con asfixia grave

muestran daño orgánico. Se ha concluido que la mayor parte de las lesiones cerebrales hipoxicoisquémicas se originan en el periodo preparto y solo el 10 % en el periodo posnatal ¹⁰

La asfixia es el resultado de una agresión hipoxicoisquémica al feto. Se ponen de manifiesto los reflejos de vasoconstricción selectiva con disminución del flujo sanguíneo a órganos no vitales como el intestino, brazo, riñones, músculo, piel y hueso. Aumenta el flujo sanguíneo a órganos como cerebro, miocardio y glándulas suprarrenales ¹⁰

Existen cinco mecanismos básicos para explicar la asfixia perinatal ¹⁰

- 1 Asfixia fetal por interrupción del flujo sanguíneo umbilical, como compresión del cordón
- 2 Por insuficiencia del intercambio a través de la placenta por separación de la misma por ejemplo en el desprendimiento placentario
- 3 Por perfusión inadecuada del lado materno de la placenta como en la hipotensión materna grave
- 4 Deterioro de la oxigenación materna (enfermedades cardiopulmonares anemia)
- 5 Asfixia neonatal por falta de insuflación pulmonar

Durante la asfixia grave ocurre una falta de energía que origina el agotamiento de compuestos intracelulares de fosfato de energía alta como el adenosintrifosfatos (ATP) debido al desacoplamiento de la fosforilación oxidativa y a la glucólisis anaerobia con acumulación de lactato y producción de acidosis metabólica

Las bombas de membrana que requieren energía consumen ATP para conservar los gradientes iónico de manera que sostengan las concentraciones intracelulares bajas de calcio y sodio. La insuficiencia de la bomba permite el ingreso de sodio y calcio seguido de la penetración osmótica de agua a las células. Lo que origina edema citotóxico por la activación de receptores de glutamato. Esto ocasiona la muerte neuronal temprana o inmediata.

Puede ocurrir muerte neuronal tardía o apoptosis a la cual se añade la acción de los receptores de otro mediador neuronal que es el aspartato con ingreso de calcio a la célula que activa la generación de radicales libres. Esto deteriora la función mitocondrial y agota aun más las reservas de energía ocasionando de esta forma el daño y muerte celular.¹⁹

Diversos estudios han permitido demostrar que la medición de los gases sanguíneos en la arteria umbilical proveen la mejor valoración inmediata de las condiciones del recién nacido.²

Silverman et al ²⁰ realizaron mediciones de pH, pCO₂ y pO₂ de la arteria y vena umbilical y encontró que un desequilibrio en el estado bioquímico del paciente revela un compromiso del bienestar neurológico mucho antes de que éste sea evidente condicionando una calificación de Apgar más baja

Diversos estudios Han tratado de definir cual es el valor normal de gases sanguíneos en los vasos umbilicales Se han diseñado varios tipos de investigaciones en donde se aplicaron o no criterios de selección de rigidez variada

Wible et al ²¹ analizo los datos de 29 recién nacidos no aplico ningún criterio a excepción de mencionar una calificación de Apgar 'normal' El promedio del pH en la arteria umbilical fue de 7.24 sin mencionar la DS

Westgate et al ²² obtuvo mas de 2000 muestras de sangre umbilical y el 75 % de los espécimen fueron considerados validos No menciona sus criterios de inclusión solo contaban con un Apgar adecuado Encontró un promedio en el pH de 7.26 y la percentil 2.5 fue de 7.05 El promedio en el déficit de base fue de -2.4 y la percentil 97.5 de -9.7 mEq/L

Otros autores mencionan más criterios para definir un valor como normal De estos estudios Bretscher and Saling ²³ iniciaron con 1500 recién nacidos todos obtenidos por eutocia en presentación cefálica y catalogados clinicamente como

vigorous. Un total de 306 pacientes se considero que no curso con algun tipo de estrés (sospechándolo si presentaba un pH < de 7.20) La muestra del cordón umbilical fue analizada en 100 de estos pacientes pero no esta claro como los seleccionaron de los 306. El promedio del pH en la arteria umbilical es de 7.26 \pm 0.07 (DS)

Yeomans et al²⁴ selecciono para su análisis recién nacidos de embarazos de termino hijos de madres sin diabetes, preeclampsia, multiparidad, incompatibilidad a Rh u otra complicación. los criterios para excluir al recién nacido fueron retraso en su crecimiento, peso menor de 2500 grs., presencia de meconio, alteraciones significantes en la frecuencia cardiaca fetal. 146 productos fueron incluidos, no menciona el tamaño de la muestra del cual fueron electos estos pacientes. El promedio para el pH en la arteria umbilical fue de 7.28 \pm 0.05

Ruth y Raivio²⁵ estudiaron todos los nacimientos atendidos en su Unidad en un periodo de dos meses, durante el cual 982 infantes nacieron. Aplicaron ciertos criterios (ausencia de enfermedad crónica materna, ausencia de complicaciones durante el embarazo o el parto, ausencia de alteraciones neonatales y desarrollo psicomotor normal al año de edad), seleccionaron un total de 127 pacientes. De forma incidental estos pacientes tuvieron un Apgar a los 5 minutos de 9 o 10, pero este no fue un criterio de inclusión. Dividieron su estudio en dos grupos: 106 pacientes nacidos por

eutocia con un promedio del pH en la arteria umbilical de 7.29 ± 0.07 y los nacidos por cesárea electiva con un total de 21 y con un promedio del pH de 7.31 ± 0.03

Thorp et al²⁶ analizo los datos de 1924 pacientes productos de la primera gestación nacidos por eutocia en presentación cefálica, sin problemas de asfixia No hace mención del tamaño de su muestra Encontró un promedio del pH en la arteria umbilical de 7.24 ± 0.07

Riley y Jonson²⁷ seleccionaron un total de 3522 recién nacidos de término y pretermino atendidos en su unidad en un periodo de 2 meses obtenidos por parto vaginal Encontrando un promedio del pH en la arteria umbilical de 7.27 ± 0.07

En los estudios mencionados anteriormente encontramos un rango del pH en la arteria umbilical de 7.20 a 7.31 en los recién nacidos sin datos de asfixia perinatal

Goldenberg et al²⁸ realizó mediciones del pH en el cordón umbilical y mostró que recién nacido de término con calificaciones de Apgar mayores o iguales a 7 tenían un pH en sangre umbilical de 7.2 pero en los recién nacido prematuroz que mostraron por lo general calificaciones de Apgar menores tenían un pH de 7.25 o mayor mostrando de esta forma la influencia directa de la madurez del niño sobre su calificación de Apgar

En este momento se sospechó que esta discrepancia se debía a las maniobras aplicadas para reanimar al recién nacido pretérmino que por lo general recibían una resucitación más agresiva con intubación endotraqueal ¹²

Algunas otras investigaciones han tratado de relacionar la calificación del Apgar y el pH en la arteria umbilical Sykes et al ¹⁷ realizó un estudio prospectivo para mostrar esta relación Encontró que solo el 21 % de los infantes con un Apgar al minuto menor de 7 presentaban una acidosis grave, sin embargo el 73 % de los paciente con acidosis grave tenían un Apgar igual o mayor a 7

Gilstrap et al ²⁹ sugirió que los recién nacidos tiene un bajo riesgo de presentar complicaciones inmediatas resultantes de una asfixia perinatal a menos que el pH de la arteria umbilical sea < de 7 00 y su calificación de Apgar sea menor o igual de 3 al minuto y cinco minutos

Por último Helwig et al ¹⁸ realizaron un estudio retrospectivo con 15 000 recién nacidos con una calificación de Apgar igual o mayor de 7 a los cinco minutos determinaron el valor del pH PaCO₂ PaO₂ de la arteria umbilical y encontraron los siguientes resultados para el pH el valor más constante fue de 7 26 (percentil 2 5 =7 10) para la PaCO₂ es de 52 mmHg (percentil 97 5= 74) el déficit de base de -4 mEq (percentil 2 5 =-11) para la PaO₂ es de 17 mmHg (percentil 2 5 = 6) sus resultados concuerdan con los de otros autores y concluyen que el recién nacido vigoroso presenta una acidemia fisiológica mixta caracterizada por retención del PaCO₂ y déficit de base aumentado

Estas investigaciones no alcanzan a dar sin embargo respuesta sobre que valores pueden relacionarse con alteraciones neurológicas posteriores

Encontramos en la literatura algunos estudios apropiados que tratan de dar respuesta a esta pregunta Low et al ³⁰ halló que una acidosis metabólica con un valor de -20 mEq/L de déficit de base y un pH menor de 7.0 se relaciono con un déficit motor y cognoscitivo al año de edad en el 50 % de los pacientes estudiados

Goodwin et al ³¹ concluyo que un pH $<$ de 6.8 con una marcada hipercapnia (PCO₂ usualmente mayor de 100 mmHg) y una acidosis metabólica (déficit de base $<$ -15 meq/L) revela una mayor incidencia de muerte neonatal o bien de daño neurológico

Goldaber et al ³² define una acidemia fetal patológica si el pH es menor de 7.00 en la arteria umbilical. En su estudio se revisaron 3506 recién nacidos de termino con un pH umbilical menor de 7.20

Entre las presentes aseveraciones la *American Academy of Pediatrics* establece: Para considerar que un recién nacido cursa con una asfixia perinatal debe de cumplir con los siguientes criterios:

- ◆ Acidosis metabólica o mixta (un pH menor de 7.0) en una muestra de sangre de cordón umbilical.
- ◆ Una calificación de Apgar de 0 a 3 a los 5 minutos
- ◆ Manifestaciones neurológicas, por ejemplo convulsiones, coma o hipotonía
- ◆ Disfunción orgánica múltiple

En la ausencia de estas condiciones el daño cerebral no se puede explicar como consecuencia de asfixia o hipoxia perinatal ¹⁶

En cuanto a la técnica empleada para la toma de muestras sanguíneas para medición de gases encontramos los siguientes comentarios

Lievaart et al ³³ demostró que el pinzamiento del cordón umbilical es necesario para mantener el valor del pH la PaCO_2 y el déficit de base lo mas cerca posible del momento del nacimiento

Strickland et al ³⁴ demostró que hay un cambio mínimo e insignificante en el valor del pH de la arteria umbilical cuando el análisis se realizó incluso 120 minutos después de la toma de la muestra. Otras investigaciones mencionan que el congelamiento de la muestra no tiene efectos sobre el valor del pH sanguíneo ³⁵

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La calificación de Apgar es útil en la actualidad para valorar las condiciones al minuto de vida del recién nacido y es adecuado para medir la eficacia de la reanimación neonatal; pero no es útil para determinar la existencia de asfixia en el periodo perinatal

En nuestra unidad básicamente el protocolo de estudio para determinar si el paciente presenta asfixia perinatal se basa en la calificación de Apgar. Como hemos visto el Apgar no es indicativo de asfixia perinatal. Planteamos las siguientes preguntas:

¿ Los recién nacidos de término sanos con calificaciones de Apgar mayor o igual a 7 al minuto y 5 minutos de vida atendidos en el Hospital Central Norte de PEMEX, presentaran una acidemia respiratoria o mixta fisiológica al momento de nacer, como lo mencionan otras investigaciones?

¿ Cual será el valor normal de los gases en sangre de la arteria umbilical en los recién nacidos de término sanos con Apgar mayor o igual a 7 atendidos en nuestra Unidad?

Los recién nacidos de término con Apgar menor de 7 al minuto y cinco minutos lo cual revela clínicamente un compromiso de su estado general ¿ tendrán una acidosis grave caracterizada por un pH menor de 7.0 en la arteria umbilical?

¿ Existe correlación entre el Apgar y el pH ?

OBJETIVOS.

Objetivo General.

- ◆ Determinar si existe relación entre la calificación de Apgar y el valor del pH en la arteria umbilical en el Recién nacido de término sano
- ◆ Determinar si existe relación entre la calificación de Apgar y el valor del pH en la arteria umbilical en el Recién nacido de término con datos de asfixia perinatal

Objetivo particular.

- ◆ Desarrollar las tablas que indiquen la media y desviaciones estandar para el valor del pH de la arteria umbilical en la población de recién nacidos de término sanos con Apgar mayor o igual a 7 al minuto y 5 minutos de vida atendidos en el Hospital Central Norte Pemex

HIPÓTESIS.

Hi.

La calificación de Apgar se correlaciona con el valor del pH de la arteria umbilical

Ho.

La calificación de Apgar no se correlaciona con el valor del pH de la arteria umbilical

OBJETIVOS.

Objetivo General.

- ◆ Determinar si existe relación entre la calificación de Apgar y el valor del pH en la arteria umbilical en el Recién nacido de término sano
- ◆ Determinar si existe relación entre la calificación de Apgar y el valor del pH en la arteria umbilical en el Recién nacido de término con datos de asfixia perinatal

Objetivo particular.

- ◆ Desarrollar las tablas que indiquen la media y desviaciones estandar para el valor del pH de la arteria umbilical en la población de recién nacidos de término sanos con Apgar mayor o igual a 7 al minuto y 5 minutos de vida atendidos en el Hospital Central Norte Pemex

HIPÓTESIS.

Hi.

La calificación de Apgar se correlaciona con el valor del pH de la arteria umbilical

Ho.

La calificación de Apgar no se correlaciona con el valor del pH de la arteria umbilical

METODOLOGÍA.

Para lograr los Objetivos de la investigación se diseñó un estudio prospectivo longitudinal descriptivo y observacional. En donde a todos los recién nacidos vivos atendidos en la Unidad Tocoquirúrgica del Hospital Central Norte en el periodo comprendido de agosto a octubre del año 2001 se les determinó una calificación de Apgar al minuto y a los cinco minutos de vida se les tomó una gasometría de la arteria umbilical y se interrogó una historia perinatal (anexo 1)

Se incluyeron en el estudio a todos los recién nacidos atendidos en el Hospital en el periodo mencionado y nuestros criterios de exclusión fueron:

- a) Prematurez con edad gestacional menor de 36.6 semanas, dado que estos pacientes por su inmadurez requerirán de forma inmediata apoyo avanzado para la reanimación y por lo tanto los puntos del Apgar no son valorables
- b) Recién nacidos con malformaciones mayores

La edad gestacional del producto se determinó por la clasificación de Ballard modificada que determina la madurez neuromuscular y física del neonato (anexo 2). De esta forma los recién nacidos se dividirán en los siguientes grupos. De acuerdo a la OMS: **grupo 1** edad gestacional de entre 37 y 42 semanas recién nacido de término; el **grupo 2** más de 42 semanas de gestación recién nacido posttérmino

De acuerdo a la calificación de Apgar (anexo 3) se clasificarán en tres categorías a saber: **categoría A** recién nacido con calificación de Apgar igual o mayor a 7 al

minuto y a los 5 minutos **categoría B** recién nacidos con calificación de Apgar mayor de 7 a los 5 minutos pero menor o igual de 6 al minuto de vida **categoría C** recién nacidos con ambas calificaciones al minuto y cinco minutos de vida de 6 o menos

El Apgar fue determinado por solo tres observadores que unificaron sus criterios para calificar los cuales fueron los residentes de Tercer año encargados de cada Guardia realizada en el Hospital. La calificación de Apgar se dio durante la reanimación del recién nacido en la sala de partos

La gasometría de la arteria umbilical fue tomada por el personal médico en la sala de partos sin exceder el tiempo de 10 minutos entre el nacimiento y la toma de la muestra. Se utilizó una jeringa de 1 ml previamente heparinizada en sus paredes con heparina de 1000 UI/ml por cada muestra. La sangre se tomó de un asa del cordón umbilical que se encontraba pinzada por sus extremos. De forma anaerobia se puncionó la arteria umbilical identificada por su morfología posteriormente las muestras fueron almacenadas en hielo y procesadas en un gasómetro de la compañía IL modelo EVL compac 3 sin exceder de más de 20 minutos entre el nacimiento y la medición de los gases sanguíneos

Los resultados se recopilaron en una hoja de datos para su análisis estadístico

RESULTADOS

Se atendieron un total de 62 recién nacidos vivos. De estos recién nacido tres fueron excluidos del presente estudio al presentar malformaciones congénitas y 9 pacientes por ser prematuroz. De tal forma que el estudio se realizo en 50 pacientes. (tabla 1)

El 42 % fueron hombres y el 58 % mujeres (graf 1) el 63 % nació por parto eutocico y el restante 37 % por cesárea (graf 2). Los datos demográficos maternos y fetales se resumen en la tabla 2

De los 50 recién nacidos de termino incluidos en el estudio solamente un pacientes se ubico en la categoría B y otro en la categoría C el resto presento Apgar al minuto y a los cinco minutos igual o mayor de 7 y se agruparon en la categoría A (tabla y grafica No 3)

El promedio y la DS para cada valor gasométrico encontrado fueron los siguientes (el promedio se señala en negritas y la +-DS en paréntesis).

En los pacientes de termino con calificación de Apgar igual o mayor a 7 los valores gasométricos encontrados fueron: para el pH **7.25** (+-0.07); para la PaCO₂ **48.9** (+-9.16); para la PaO₂ **17.03** (+-5.73) y para el HCO₃ **20.90** (+-3.35) (Graficas 4 5 6 y 7).

Incidentalmente realizamos las mediciones y determinamos el promedio y la DS de los valores gasométricos para los recién nacidos pretermino (en total 9 pacientes) con calificación de Apgar igual o mayor de 7 al minuto y 5 minutos de vida hallando los siguientes resultados : el pH mostró un promedio de 7.27 (+-0 10); para la PaCO₂, 49.31 (+-8 10); para la PaO₂, 22.25 (+-7 51) y para el HCO₃ 20.90 (+-2 94) (graficas 4,5,6 y 7)

Observamos que el valor medio del pH en los pacientes con calificación de Apgar de 8 al minuto de vida es de 7 26, con un valor mínimo de 7 12 y máximo de 7 42. En el caso de los pacientes que tuvieron una calificación de Apgar de 7 al minuto la media para el pH fue de 7 23, con un valor máximo de 7 36 y mínimo de 7 13 (grafica 8),

La relación entre el pH y el Apgar a los 5 minutos se observa en la grafica 9, se encuentra un valor mínimo de 7 12 y máximo de 7 42

De forma anecdótica mencionamos que los dos pacientes (uno de termino y otro de pretermino) que presentaron una calificación de Apgar de 3 al minuto de vida presentaron un pH en la arteria umbilical de 7 05 y 7 01 con un EB de -16 2 -14 2 y PaCO₂ de 77 8 79 1 respectivamente

Tablas

y

Graficas.

Tabla 1: Hoja de recolección de datos.

NO.	SEXO	PARTO	PESO EN GRs	EDAD GESTACIONAL EN SEMANAS	PH	PACO2	PAO2	HCO3	APGAR AL 1'	APGAR AL LOS 5'
1.	f	C	3910	38.2	7.23	53.2	11.5	21.8	8	9
2.	f	p	2690	38.0	7.26	42.3	22.5	18.8	8	9
3.	m	p	3270	38.3	7.17	48.0	15.9	17.2	7	9
4.	m	C	3280	38.5	7.32	42.9	12.6	21.6	8	9
5.	f	p	2780	38.4	7.23	56.5	12.9	23.2	8	9
6.	f	p	3200	38.0	7.23	43.1	22.9	17.9	8	9
7.	f	c	2440	38.0	7.21	51.6	15.4	20.6	7	8
8.	f	p	2990	41.2	7.22	40.2	13.2	16.4	8	9
9.	m	p	3110	39.0	7.26	50.2	12.7	22.2	8	9
10.	f	p	3470	38.6	7.15	58.1	14.8	20.0	8	9
11.	m	p	3380	41.0	7.12	59.2	9.2	19.2	8	9
12.	f	c	3680	37.5	7.28	47.4	19.3	22.2	8	9
13.	f	p	3260	38.0	7.31	37.2	15.4	18.4	8	9
14.	f	c	3020	38.0	7.23	52.6	7.9	21.6	8	9
15.	f	c	2880	38.2	7.20	40.3	18.6	15.7	8	9
16.	m	p	2490	37.0	7.34	37.3	17.1	20.0	7	9
17.	m	p	3120	38.0	7.25	40.2	20.3	17.3	8	9
18.	f	p	2760	38.2	7.24	49.7	21.4	21.0	8	9
19.	f	c	3450	38.3	7.29	53.3	7.1	25.1	8	9
20.	m	c	3780	39.2	7.26	47.6	30.2	21.0	8	9
21.	m	p	2900	38.3	7.18	53.1	17.3	19.6	8	9
22.	f	c	2780	37.4	7.25	54.6	18.2	23.4	8	9
23.	f	p	3120	38.2	7.39	32.5	16.8	19.4	8	9
24.	f	p	3180	39.1	7.28	55.9	17.1	26.0	8	9
25.	m	p	3230	38.4	7.37	34.1	17.1	19.4	8	9
26.	f	c	3290	39.2	7.40	31.6	25.9	19.5	8	9
27.	m	c	3590	39.0	7.37	57.0	17.4	25.8	8	9
28.	m	p	3130	38.5	7.13	68.7	13.0	22.5	8	9
29.	f	p	2980	38.1	7.28	56.0	13.9	26.3	8	9
30.	m	p	2330	38.0	7.20	61.8	4.9	23.8	7	9
31.	f	c	3120	39.3	7.22	58.0	12.5	23.5	8	9
32.	f	p	3110	39.2	7.13	66.6	11.8	21.9	8	9
33.	m	p	3300	38.0	7.19	61.8	13.4	23.3	7	9
34.	f	p	3160	39.2	7.31	49.2	19.7	24.3	8	9
35.	f	p	3410	38.2	7.16	64.3	12.5	22.3	8	9
36.	m	c	2850	38.1	7.27	49.1	18.9	22.4	8	9
37.	m	p	3010	37.6	7.33	41.4	16.8	21.5	8	9
38.	f	p	3690	38.3	7.27	46.9	17.7	21.1	8	9
39.	f	p	3650	39.2	7.16	63.2	8.3	22.4	8	9
40.	m	c	3810	39.0	7.34	38.5	26.9	20.5	8	9
41.	f	p	3260	39.1	7.25	48.2	17.4	20.8	8	9
42.	f	c	3710	38.0	7.35	46.1	24.9	25.1	8	9
43.	f	p	3380	38.2	7.29	42.6	16.4	20.2	8	9
44.	m	p	3770	39.3	7.27	37.4	26.2	10.7	7	9
45.	m	p	3450	38.2	7.30	52.9	17.6	25.7	8	9
46.	f	p	2990	38.0	7.23	49.6	16.4	26.2	7	9
47.	m	p	3570	40.0	7.16	49.5	12.0	17.2	8	9
48.	m	p	3820	39.3	7.18	53.7	14.5	19.4	8	9
49.	m	c	3030	37.0	7.05	77.8	10.0	21.3	3	5
50.	f	p	3340	38.1	7.28	42.7	16.5	20.2	6	9

f= femenino; m= masculino; p= parto; c= cesarea

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 2, características maternas y fetales.

Maternas		
	edad (en años)	32 +- 5"
No de gestas	I	14 (23%)
	II	25 (42%)
	>II	20 (35%)
Edad Gestacional (semanas)		
	37-42	50 (85%)
	28-36	9 (15%)
Recién nacido		
	Peso del recién nacido grs	3139 +- 455
	Sexo	
	masculino	25 (42%)
	femenino	34 (58%)
Indicaciones para realizar Cesárea		
	DCP*	4 (19%)
	iterativa	4 (18%)
	Presentación pelvica	3 (13%)
	Estado no asegurable del feto	3 (13%)
	Placenta previa	2 (9%)
	Ruptura prematura de membranas	2 (9%)
	Gemelar	1 (4.5%)
	Sufrimiento fetal	1 (4.5%)
	Preclapsia	1 (4.5%)
Complicaciones durante el parto		
	Líquido teñido de meconio	8 (13%)
	Circular al cuello	2 (3.3%)
	Distocia de hombros	1 (1.6%)

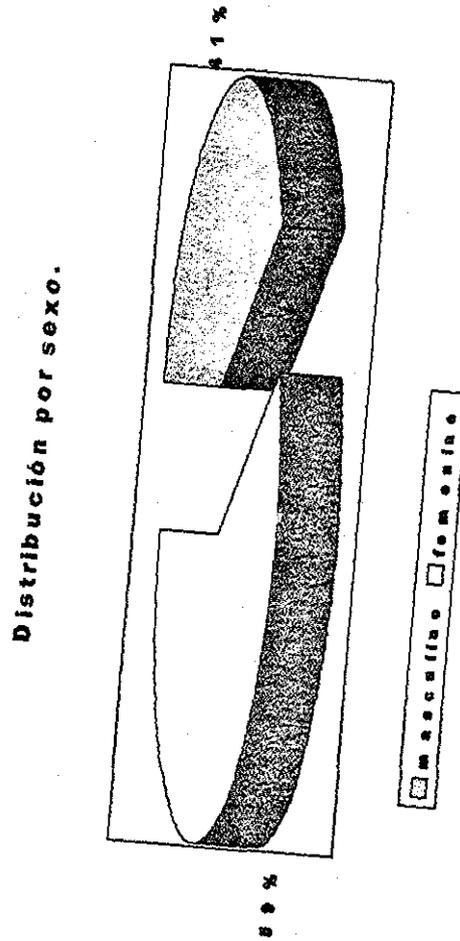
Tabla 3. Distribución de los pacientes por grupo y categoría.

	Categoría A	Categoría B	Categoría C
Grupo 1	48 n	01 n	01 n
Grupo 2	00 n	00 n	00 n
Total	48 n	01 n	01 n

n= Número de pacientes

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

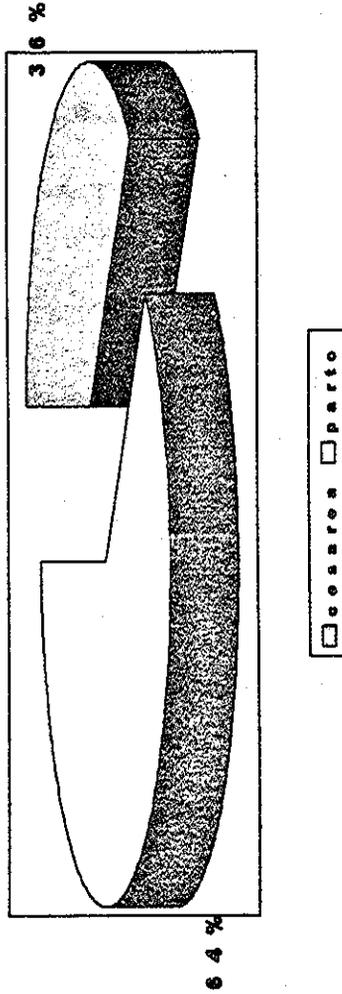
Grafica 1, Distribución por sexos.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

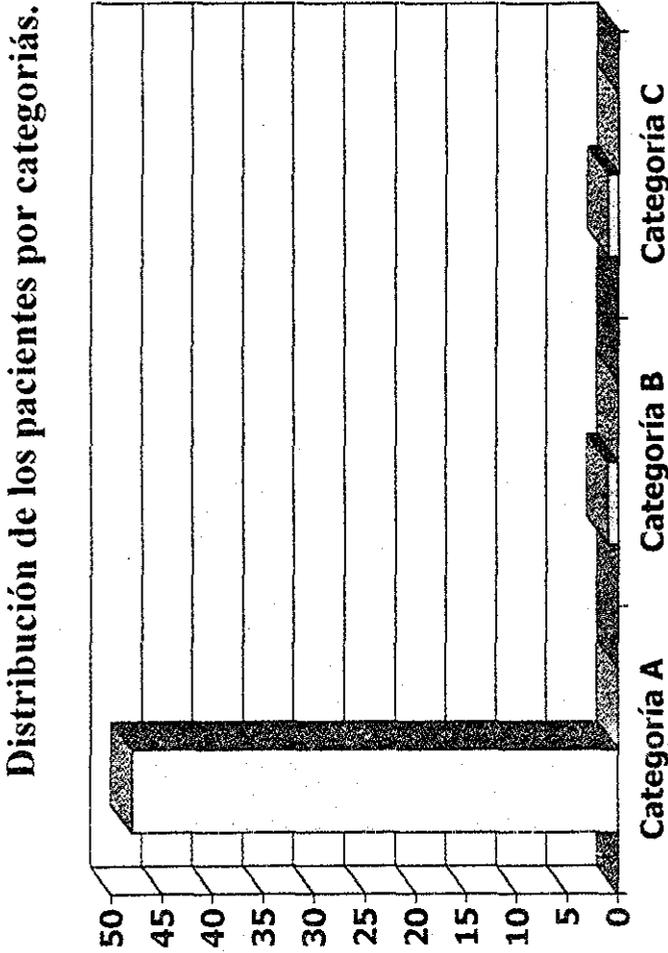
Grafica 2. Distribución por el tipo de nacimiento.

Distribución por el tipo de nacimiento.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

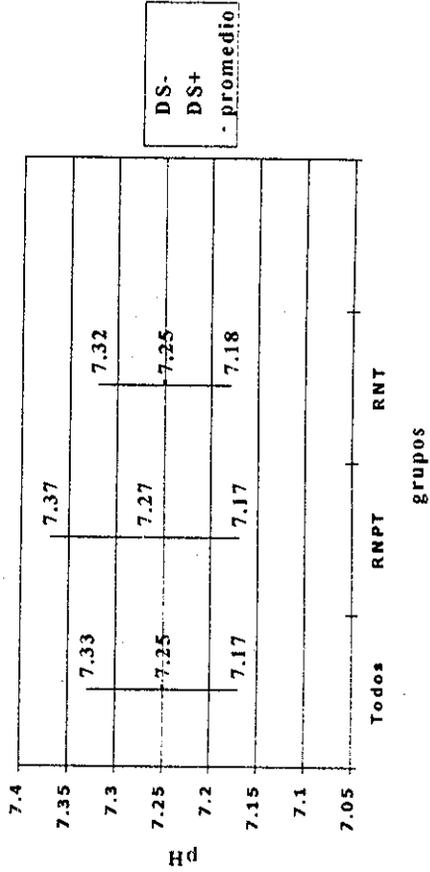
Grafica 3. Distribución por grupos



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Grafica 4. promedio y DS del pH

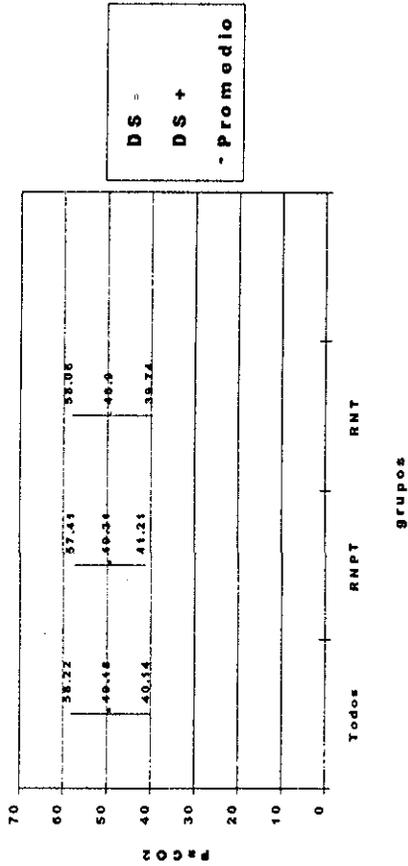
Promedio del pH en la arteria umbilical.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Grafica 5. promedio y DS de la PaCO₂

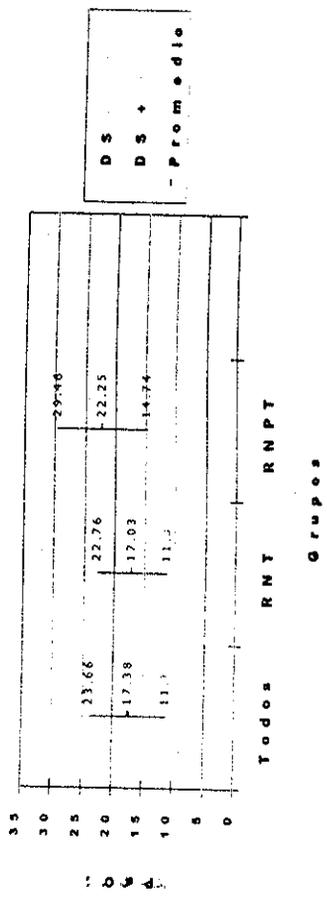
Promedio de la PaCO₂ en la arteria umbilical



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Grafica 6. promedio y DS de la PaO₂

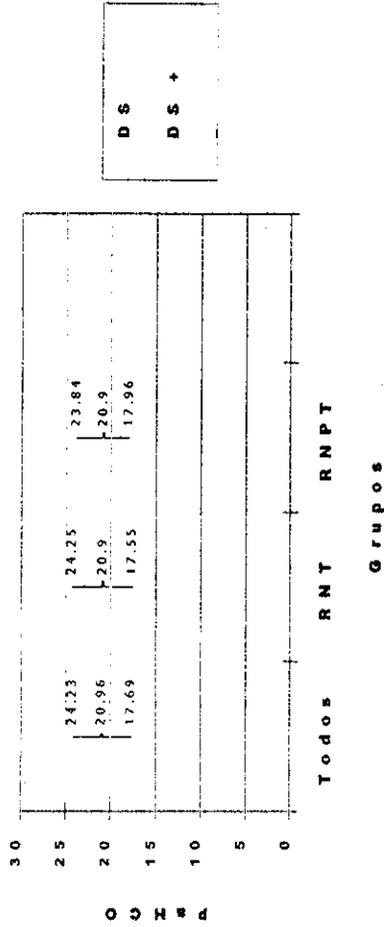
Promedio de la PaO₂ en la arteria umbilical.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Grafica 7. promedio y DS del HCO_3

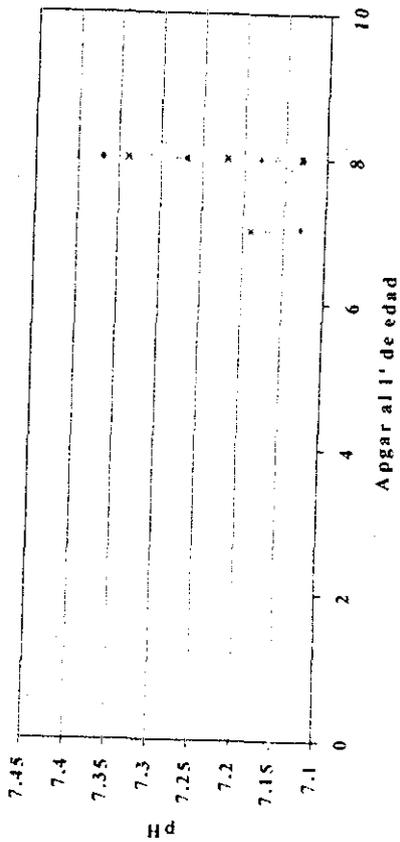
Promedio del la PaHCO_3 en la arteria umbilical



PaHCO_3

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

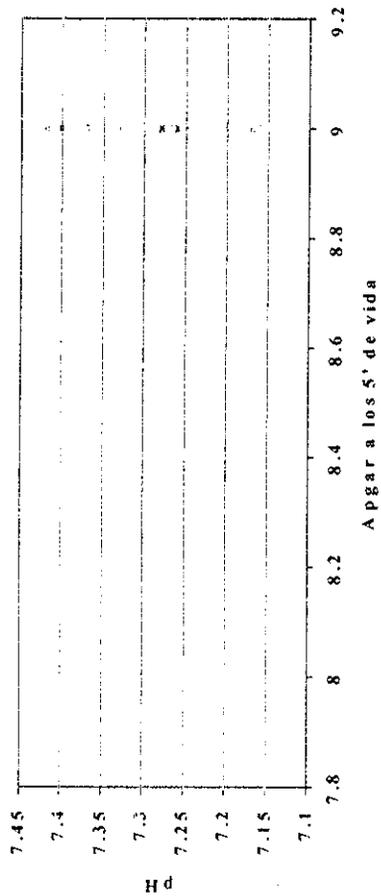
Relación Entre El pH Y El Apgar Al 1' de Vida.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Grafico 9.

Relación Entre El pH Y El Apgar a Los 5 ' De Vida



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DISCUSIÓN.

En el presente estudio observamos que la mayor muestra de pacientes fueron los recién nacidos de término, sanos con calificación de Apgar al minuto y 5 minutos igual o mayor de 7. Estos es, niños vigorosos con llanto enérgico, adecuada coloración y Frecuencia cardíaca adecuada al momento de nacer. En ellos no observamos complicaciones maternas u obstétricas, solo la existencia de líquido teñido de meconio en un 13 % de los nacimientos. Este grupo mostró un promedio para el valor del pH en la arteria umbilical de 7.25 con la contribución de dos componentes: una acidemia respiratoria moderada (PaCO_2 48.90 mmHg) y de una acidemia metabólica también moderada (EB -6.2 mEq/L). los límites para estos valores pH, PaCO_2 y EB de acuerdo a la DS en nuestro trabajo fue de 7.18, 58.06 y de -8.5 , respectivamente.

Estos resultados son relativamente similares a los encontrados por otros autores en varios tipos de estudios, en donde aplicaron diferentes criterios de inclusión.

Observamos por otro lado que en los 48 pacientes estudiados la calificación de Apgar se correlaciono adecuadamente con un valor esperado para el pH de acuerdo con lo que se mencionaba en la literatura y en el caso de nuestros dos pacientes con un Apgar menor o igual a 3 al minuto de vida mostraron una acidosis mixta con déficit de base y una importante hipercarbia.

ESTA TESIS NO SALI
DE LA BIBLIOTECA

Un factor que sospechábamos podía modificar los resultados era la concentración de gases a nivel de la Ciudad de México, sabemos que la PaCO_2 y la PaO_2 sufren modificaciones, sin embargo no deberíamos encontrar diferencia en el pH, dado que este es un valor calculado y su relación con la PaCO_2 se conserva. La mayoría de los estudios mencionados anteriormente, fueron realizados a nivel del mar. Tal es el caso de lo reportado por Helwing et al 18, que realizó un estudio retrospectivo, en recién nacidos de término con Apgar mayor o igual de 7 al minuto y 5 minutos de vida, en la Universidad de San Francisco. Encontró un valor promedio para el pH de 7.26, con un valor mínimo de 7.1, para la PaCO_2 un promedio de 52 mmHg con un valor máximo de 74 mmHg y en la PaO_2 de 17 mmHg con un valor mínimo de 6 mmHg. Observamos que estos resultados son similares a los nuestros.

Tanto el *American College of Obstetricians and Gynecologists* y la *American Academy of Pediatrics* han concluido que la calificación de Apgar tiene un pobre valor predictivo para determinar secuelas neurológicas en los pacientes.

Hay que reconocer que múltiples factores introducen calificaciones de Apgar bajas como es la edad gestacional, el uso de drogas en la madre, el tipo de anestesia empleado y la apreciación de la persona que califica el Apgar. Observando una pobre relación entre la existencia de asfixia y la calificación de Apgar.

Por tal motivo, múltiples investigadores han recomendado el empleo de medición de gases sanguíneos en la arteria umbilical para tener una valoración más objetiva del estado bioquímico del paciente.

Pero como definir un valor como normal o ideal. Como se menciono anteriormente existe una gran variedad de estudios en la literatura que han aplicado diferentes tipos de criterios y metodologías para responder a esta pregunta, sus resultados son variados el promedio del valor del pH varia de 7.20 a 7.32 en las diferentes investigaciones.

Se define entonces como una acidemia cuando el recién nacido presenta un pH menor de 7.20²⁹ Y se ha demostrado los pacientes con un pH menor de 7.1, tiene un mayor riesgo de presentar un daño neurológico³¹

Sykes et al¹⁷ encontró que el 73 % de los pacientes que presentaron una acidosis severa al momento de nacer (pH en la arteria umbilical menor o igual a 7.10 y déficit de base menor o igual a -13 mEq/L) tenían un Apgar al minuto mayor o igual a 7 y el 86% un Apgar mayor o igual a 7 a los 5 minutos, demostrando de esta forma una pobre relación entre estos dos valores

En nuestro estudio todos los pacientes con Apgar mayor o igual a 7 al minuto y 5 minutos de vida, tuvieron un pH arriba de 7.1 y un déficit de base mayor de -11.5 mEq/L, difiriendo de lo mencionado por Sykes

Esto se puede deber a que nuestra muestra es más homogénea, se trato de pacientes de termino sanos y vigoroso que no presentaron complicaciones perinatales, además fueron atendidos por médicos residentes en pediatría, todos capacitados con el Curso de reanimación neonatal de la *American Academy of Pediatrics*, y por otro lado en la planeación del estudio se unificaron los criterios para calificar el Apgar, logrando de esta forma una disminución en las diferencias al aplicar esta calificación.

Los resultados actualmente presentados y el hecho de que nuestros dos pacientes que presentaron un Apgar menor o igual a 3 al minuto de vida tuvieron un pH menor de 7.1 nos hacen sospechar que la calificación de Apgar se correlaciona de una forma adecuada con el estado bioquímico del paciente y obligara el diseño de estudios metodológicos a largo plazo para determinar de forma más precisa la relación entre una acidosis grave, la calificación de Apgar y el desarrollo de secuelas neurológicas en pacientes atendidos en nuestra institución. Esperamos que esta investigación sirva de base para diseñar y fomentar trabajos sobre este tema

CONCLUSIONES.

- A. Los valores gasométricos encontrados en la arteria umbilical, inmediatamente después del nacimiento fueron los siguientes: para el pH 7.25 (+-0.07); para la PaCO₂ 48.9 (+-9.16); para la PaO₂, 17.03 (+-5.73) y para el HCO₃, 20.90 (+-3.35). Estos resultados concuerdan con lo reportado por otros autores, en diferentes tipos de estudios.

- B. En nuestra investigación podemos aceptar como normal un pH en la arteria umbilical de hasta 7.10.

- C. El usar los dos métodos la calificación de Apgar y la toma de gasometría de los vasos umbilicales aporta una mejor visión del estado bioquímico, fisiológico y orgánico del paciente.

Anexos.

ANEXO 1.

Historia Perinatal.

**Nombre del Recién nacido.
ficha:**

Nombre de la madre:

Edad materna.

Grupo sanguíneo:

Numero de gestas:

Enfermedades Crónicas:

Complicaciones durante el embarazo:

Fecha y Hora del nacimiento:

Peso:

sexo:

Tipo de nacimiento:

Edad Gestacional por Ballard:

Apgar:

Complicaciones durante el nacimiento:

Neuromuscular Maturity

	-1	0	1	2	3	4	5
Posture							
Square Window (wrist)							
Arm Recoil							
Popliteal Angle							
Scarf Sign							
Heel to Ear							

43

Physical Maturity

Skin	sticky friable transparent	gelatinous red, translucent	smooth pink, visible veins	superficial peeling &/or rash, few veins	cracking pale areas, rare veins	parchment deep cracking, no vessels	leathery cracked wrinkled
Lanugo	none	sparse	abundant	thinning	bald areas	mostly bald	
Plantar Surface	heel-toe 40-50mm: -1 <40mm: -2	>50mm no crease	faint red marks	anterior transverse crease only	creases ant 2/3	creases over entire sole	
Breast	imperceptible	barely perceptible	flat areola no bud	stippled areola 1-2mm bud	raised areola 3-4mm bud	full areola 5-10mm bud	
Eye/Ear	lids fused loosely: -1 tightly: -2	lids open pinna flat stays folded	sl. curved pinna; soft slow recoil	well-curved pinna; soft but ready recoil	formed & firm instant recoil	thick cartilage ear stiff	
Genitals male	scrotum flat, smooth	scrotum empty faint rugae	testes in upper canal rare rugae	testes descending few rugae	testes down good rugae	testes pendulous deep rugae	
Genitals female	clitoris prominent labia flat	prominent clitoris small labia minora	prominent clitoris enlarging minora	majora & minora equally prominent	majora large minora small	majora cover clitoris & minora	

Maturity Rating

score	weeks
-10	20
-5	22
0	24
5	26
10	28
15	30
20	32
25	34
30	36
35	38
40	40
45	42
50	44

Expanded New Ballard Score includes extremely premature infants and has been refined to improve accuracy in more mature infants. (From E Khoury JC Wedig K et al: New Ballard Score expanded to include extremely premature infants J Pediatr 119:417-423, 1991.)

ANEXO 2

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANEXO 3.

Sistema de calificación de Apgar.

Signo a evaluar	0 Puntos	1 punto < de 100	2 puntos. > de 100
Frecuencia Cardíaca	0		
Esfuerzo respiratorio	Apnea	Respiración Irregular, superficial o boqueos	llanto vigoroso
Coloración	Pálido o cianótico	acrocianosis	rosado
Tono muscular	ausente	débil, tono pasivo.	movimientos activos
Irritabilidad Refleja.	ausente	muecas	tose o estornuda

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFÍA.

- 1 Apgar V A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant, Presentado en el 27th Annual Congres of Anesthetists Septiembre 1952
- 2 Lu-Ann Papile The apgar Score in the 21st Century N Engl J Med, 2001 ; 344 (7): 519-20
- 3 Apgar V A proposal for a new method of evaluación of de newborn infant Curr Res Anesth Analg. 1953; 32: 260-7
- 4 Apgar V Further observations on the newborn scoring system. Am J Dis, Child 1962; 104: 419-28
- 5 Apgar V Evaluation of de newborn infant, second report. JAMA 1958; 168: 1985-8
- 6 Skolnick Apgar quartet plays perinatologist's intrumentes JAMA 1996; 276: 1939-40
- 7 Drege et al. The Apgar score as an index of neonatal mortality. Obstet Gynecol 1964; 24: 222-30
- 8 Casey The continuing value of the apgar score for the assessment of newborn infants The New England J Med 2001; 344 (7): 467-71
- 9 Gilstrap Second stage fetal heart rate abnormalities an type of neonatal acidemia Obstet Gynecol 1987; 70: 191-5
- 10 Rodriguez Bonito Manual de Neonatología MacGraw-Hill México 2001. p415-423
- 11 Ballard R. Taeusch H Avery's Diseases of thr Newborn 7a edición. Saunders EE UU p319-333
- 12 Is the Apgar Score outmoded?. Lancet 1989; 1: 591-2
- 13 Catlin et al. The Apgar score revisited: influence of gestacional ege The J of Pediatrics 1986; 109: 865-68

- 14 Patel Effect of a statewide neonatal resuscitation training program on apgar scores among High-risk neonates in illinois Pediatrics 2001; 107(4):648-55
- 15 Manual para el curso de reanimación neonatal de la American Academy of Pediatrics. 1996
- 16 Committee on fetus and Newborn Use and abuse of the apgar score Pediatrics 1996; 98(1): 141-42
- 17 Sikes Do apgar scores indicate asphyxia? Lancet 1982; 1: 494-96
- 18 Helwig et al Umbilical cord blood acid-base state: What is normal? Am J Obstet Gynecol 1996; 17(6): 1807-14
- 19 Fanaroff et al Neonatal-Perinatal Medicine 6ta ed, Mosby, EE UU 1997
- 20 Silverman Apgar score: is it enough? Obstet Gynecol 1985; 66: 331-36
- 21 Wible JL et al The clinical use of umbilical cord acid-base determinations in perinatal surveillance and management. Clinicas de Perinatologia 1982;9:387-97
- 22 Westgate et al Umbilical cord blood gas analysis at delivery: a time for quality data. Br J Obstet Gynaecol 1994;101:1054-63
- 23 Bretscher et al pH values in the human fetus during labor Am J Obstet Gynecol 1967;97:906-11
- 24 Yeomans et al Umbilical cord pH, PaCO₂, and bicarbonate following uncomplicated term vaginal deliveries. Am J Obstet Gynecol 1989;161:600-5
- 25 Ruth et al, Perinatal brain damage: predictive value of metabolic and the Apgar score. BMJ 1988;297:24-27
- 26 Thorp JA, et al Routine umbilical cord blood gas determinations. Am J Obstet Gynecol 1989;161:600-5
- 27 Riley et al, Collectin and analyzing cord blood gases Clin Obstet Gynecol 1993;36:13-23
- 28 Goldenberg Apgar score and umbilical arteria pH in preterm newborn infants Am J Obstet Gynecol 1984; 149: 651-54

- 29 Gilstrap et al Diagnosis of birth asphyxia on the basis of fetal pH, Apgar score, and newborn cerebral dysfunction Am J Obstet Gynecol 1989; 161:825-30.
- 30 Low JA et al Factors associated with motor and cognitive deficits in children after intrapartum fetal hypoxia. Am J Obstet Gynecol 1984;148:553-9
- 31 Goodwin et al Asphyxial complications in the term newborn, with several umbilical acidemia Am J Obstet Gynecol 1992; 167:1506-12
- 32 Goldaber KG et al Pathologic fetal acidemia. Obstet Gynecol 1991;78: 1103-08
- 33 Lievaart M, et al. Acid-base equilibrium in umbilical cord blood and time of clamping Obstet Gynecol 1984; 63: 44-7
- 34 Strickland et al. Umbilical pH and pCO₂: effect of interval from delivery to determination Am J Obstet Gynecol 1984; 148: 191-3
- 35 Nhan et al Umbilical blood gas analysis I. Effect of storage of samples on outcome Int J Gynaecol Obstet 1980; 17; 479-81