



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES



CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

IMAGENOLOGIA DIAGNOSTICA Y TERAPEUTICA

UTILIDAD DEL ULTRASONIDO CONVENCIONAL Y DOPPLER DUPLEX
TRANSFONTANELAR EN EL DIAGNOSTICO DE LOS EVENTOS
HEMORRAGICOS E ISQUEMICOS NEONATALES: EXPERIENCIA EN EL
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO+

TESIS DE POSTGRADO PARA OBTENER EL
TITULO DE LA ESPECIALIDAD DE RADIOLOGIA

PRESENTADA POR:

DR. RODOLFO ZAVALETA ANTÚNEZ.

ASESORES:

DRA. E. PATRICIA SOTO TOLEDO

RADIOLOGÍA PEDIÁTRICA

DR. MIGUEL ÁNGEL YÁÑEZ MONEDA

MÉDICO RADIÓLOGO

AGUASCALIENTES, AGS. FEBRERO DEL 2010

DEDICATORIA
AUTORIZACION DE IMPRESIÓN DE TESIS



DRA ELVIA PATRICIA SOTO TOLEDO

Asesor de Tesis



DR MIGUEL ANGEL YAÑEZ MONEDA

Asesor de Tesis



DRA SARA EL ARBOLEYDA NAVA

Jefe del Servicio de Imagen
Profesor Titular



DR FELIPE DE JESUS FLORES PARKMAN SEVILLA

Jefe del Departamento de Enseñanza



DEDICATORIA

A Dios que me dio fuerza, voluntad y coraje para salir adelante de las adversidades

A Nadia que nunca dejo de creer en mí y por formar el soporte principal de nuestro hogar

A mi hijo que en todos estos años ha crecido lejos de mí

A mis padres por su amor y apoyo

A mis maestros por su amistad, consejo y entrega

A todos mis amigos por su apoyo

RESUMEN

INTRODUCCION

Antes de la aparición de los avances tecnológicos la exploración neurológica del neonato se basaba solo en las bases clínicas y el aspecto radiológico convencional sin poder determinar la causa de las alteraciones en forma precisa. Con el advenimiento de la sonografía convencional se percataron de la posibilidad diagnóstica que se presentaba ante sus ojos, desde la evaluación prenatal y posteriormente en el periodo postnatal encontrando un valioso método que les permitía observar las estructuras encefálicas

OBJETIVO

Determinar la utilidad del ultrasonido Doppler color y Doppler dúplex en el diagnóstico de la hemorragia de matriz germinal y encefalopatía hipóxico isquémica en pacientes prematuros. Determinar sensibilidad, especificidad, valores predictivos y razones de probabilidad del ultrasonido para el diagnóstico de hemorragia de matriz germinal y encefalopatía hipóxico isquémica. Diferenciar entre hemorragia de matriz germinal y encefalopatía hipóxico isquémica. Determinar la fisiopatología que desencadenó el proceso patológico mediante el uso de Doppler color y dúplex con medición de IR medidos en la arteria cerebral anterior, cerebral media (M2) y cerebral posterior. Determinar el grado de severidad de dichos padecimientos.

MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron todos los neonatos referidos de la unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN), SETIN y el servicio de urgencias con diagnóstico de prematuréz de los cuales 250 pacientes se catalogaron en el grupo de pacientes con sospecha de encefalopatía hipóxico isquémica y/o hemorragia de matriz germinal y 157 pacientes sin datos sugestivos de estas patologías a los cuales se les realizó ultrasonido cerebral en escala de grises y complementado con aplicación de Doppler color / dúplex.

RESULTADOS

Se observó que los pacientes con enfermedad hemorrágica correspondían al 46% de la población estudiada y que el 54% presentaban enfermedad isquémica. En los pacientes con enfermedad hemorrágica se observó que el grado II y III correspondían al 58%, grado I en el 37% y grado IV solo en el 5% de la población estudiada, de 560 pacientes evaluados 340 pacientes fueron catalogados como pacientes con riesgo y 220 pacientes fueron catalogados como sanos. Se observó que en 310 (91.1%) pacientes se confirma su estado patológico y en 30 (8.9%) pacientes fueron negativos; y del grupo de sanos 70 (31.81%) pacientes fueron positivos para enfermedad, en tanto que 150 (68.19%) se reportaron sanos. Se demostró que la sensibilidad y especificidad se incrementa con la aplicación de flujo color y Doppler dúplex en más de dos puntos con respecto al ultrasonido convencional

CONCLUSION

Por tanto en el análisis estadístico se identificó que la sensibilidad y el valor predictivo negativo se incrementan al usar Doppler color y Doppler dúplex en forma importante por lo que el ultrasonido transfontanelar es un método de diagnóstico confiable, sencillo, adaptable y económico en comparación con el resto de los métodos de diagnóstico

INDICE DE CONTENIDO

• CARTA DE ACEPTACION DE IMPRESIÓN DE TRABAJO	ii
• DEDICATORIA	iii
• RESUMEN	iv
• INDICE	vi
• INTRODUCCION	1
• MARCO TEORICO	2
1. ANTECEDENTE HISTORICO	2
2. ASPECTOS ANATOMICOS	4
3. PRINCIPALES USOS Y TECNICA EXPLORATORIA	7
3.1 PRINCIPALES USOS DEL US TRANSFONTANELAR	7
3.2 ORIENTACION POR FONTANELAS	8
➤ FONTANELA ANTERIOR	8
➤ FONTANELA POSTERIOR	9
➤ FONTANELA LATERAL	10
3.3 PROTOCOLO Y EXPLORACION POR PLANOS	11
4. UTILIDAD DEL ULTRASONIDO CONVENCIONAL Y DOPPLER DUPLEX TRANSFONTANELAR	12
4.1 HEMORRAGIA INTRACRANEAL	12
4.1.1 ETIOLOGIA	14
4.1.2 CLASIFICACIÓN DE BUNSTEIN/PAPPILE	
Y HALLAZGOS ECOGRAFICOS	15
HEMORRAGIA GRADO I	15
HEMORRAGIA GRADO II	16
HEMORRAGIA GRADO III	17
HEMORRAGIA GRADO IV	18
4.2 ENCEFALOPATIA HIPOXICO ISQUEMICA	20
5. ECOGRAFIA DOPPLER	22

• JUSTIFICACION	24
• PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
• HIPOTESIS	25
• OBJETIVOS	26
• OBJETIVOS ESPECIFICOS	26
• ESTUDIO	29
• MATERIAL Y METODOS	28
• CONCLUSION	33
• RECURSOS	35
• BIBLIOGRAFIA	36

INTRODUCCION

Antes de la aparición de los avances tecnológicos la exploración neurológica del neonato se basaba solo en las bases clínicas y el aspecto radiológico convencional sin poder determinar la causa de las alteraciones en forma precisa. Con el advenimiento de la sonografía convencional se percataron de la posibilidad diagnóstica que se presentaba ante sus ojos, desde la evaluación prenatal y posteriormente en el periodo postnatal encontrando un valioso método que les permitía observar las estructuras encefálicas. En la actualidad se han realizado diversos trabajos en el análisis ultrasonográfico del cerebro neonatal. El intercambio tanto de experiencias neuroecográficas como de la técnica de exploración entre los expertos han permitido grandes avances en aquello que puede ser observado por imagen, proporcionando a los clínicos la información necesaria para poder valorar, diagnosticar y tratar en forma adecuada a sus pacientes.

Durante los últimos 15 años, la mayor experiencia clínica, las mejoras tecnológicas y las técnicas disponibles en el Doppler han expandido las fronteras en la evaluación neurosonográfica neonatal tanto en los prematuros como en los recién nacidos a término e incluso a los lactantes con la fontanela abierta.

MARCO TEORICO

1.- ANTECEDENTE HISTORICO.

La Ultrasonografía (US) ha ayudado en el análisis de los contenidos intracraneales desde que Leksell, en 1956, utilizó el modo A, para definir la línea media del cerebro abriendo camino a mejores técnicas a finales de los años 70 en el análisis intracraneal y antes de la disponibilidad de la tomografía computarizada (TC).

La imagen de contacto en modo B fue utilizada por algunos médicos en la década de los años 70 para crear imágenes con escala de grises dentro de los contenidos intracraneales, mostrando además limitación a la utilidad de este modo por las diferencias de transductor y las dificultades técnicas.

En los años 80 con la disponibilidad de la imagen en tiempo real y la polarización de la abertura en línea media de tejidos blandos entre los huesos parietal y frontal . fontanela anterior . como una ventana acústica, fue que la neurosonografía comenzó a ser utilizada en forma extensiva en los neonatos permitiendo la imagen encefálica, debido a los transductores de alta frecuencia, dado que ellos tienen una excelente resolución próxima al campo. La neurosonografía utilizando imagen de tiempo real y la fontanela anterior como ventana acústica, pronto suplantó a la TC como el método inicial de evaluación cerebral del recién nacido, mostrando su utilidad con mayor eficacia en las unidades de cuidados intensivos ya que mientras las evaluaciones por TC, requerían valorar las condiciones clínicas y la necesidad de trasladar un paciente de alto riesgo (prematuro enfermo) de la unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN) a la sala de tomografía.

En 1979 se describió por primera vez el uso del Doppler para estudiar la morfología de la velocidad del flujo sanguíneo cerebral, cuando Badal y col. Estudiaron la arteria cerebral anterior a través de la fontanela anterior de recién nacidos normales y en niños con asfixia perinatal, hemorragia de matriz germinal y retraso del crecimiento.

Ahora en los tiempos en que la sonografía ha alcanzado parte del resplandor tecnológico, se han diseñado protocolos y técnicas para el mejor uso y evaluación de este método en los pacientes con anomalías intracraneales mostrando como anteriormente se había descrito un método rápido, económico y sin el uso de la radiación en pacientes neonatos evitando así la exposición a los rayos x (Concepto ALARA). Siendo entonces un método de primera instancia para la exploración intencionada de la patología intracraneal. El uso de la técnica Doppler nos ha permitido estudiar y entender la fisiología circulatoria y la patología que se muestra en relación a ella describiendo anteriormente las bases de los flujos e índices de resistencia que en la actualidad se han relacionado a procesos mórbidos de los cuales profundizaremos en este protocolo.

2.- ASPECTOS ANATOMICOS

El aspecto anatómico del encéfalo y del cráneo es de importancia para la evaluación neurosonográfica. La anatomía del encéfalo se expresara en el segmento de aproximación sonográfica por fontanelas y por ahora nos preocuparemos del estudio del cráneo y las fontanelas como ventanas acústicas para el estudio neurosonográfico por lo que es importante definir los límites de cada sutura:



Fig. 1 Cráneo neonatal mostrando la localización de la fontanela anterior localizando las placas óseas de las gibas frontales y hendidura fontanelar formada por las suturas sagital y coronal

- La sutura sagital o sutura mayor.- Se extiende de la parte superior de los huesos propios de la nariz al ángulo superior de la escama del occipital y comprende una porción anterior mediofrontal (sutura metópica) (Fig. 3)
- Sutura fronto parietal o coronal.- Formada por los bordes anteriores del parietal y posterior del frontal respectivamente y que se cruza con la sutura metópica en la línea media (Fig. 3.)
- Sutura occipitoparietal o lamboidea.- Constituida por el borde posterior del parietal y el borde de la escama del occipital; se cruza en la línea media con el extremo posterior de la sutura sagital (Fig. 2.)
- Sutura temporoparietal .- Formada por la escama del temporal y el borde inferior del parietal (Fig. 2.)
- Sutura occipitotemporal.- Entre el borde lateral de la escama del occipital y el borde posterior de la porción mastoidea del temporal (Fig. 2.)
- Sutura lateral anterior.- Constituido por el ángulo antero inferior del parietal, por la parte inferior del borde posterior del frontal y por el ala mayor del esfenoides (Fig. 2)

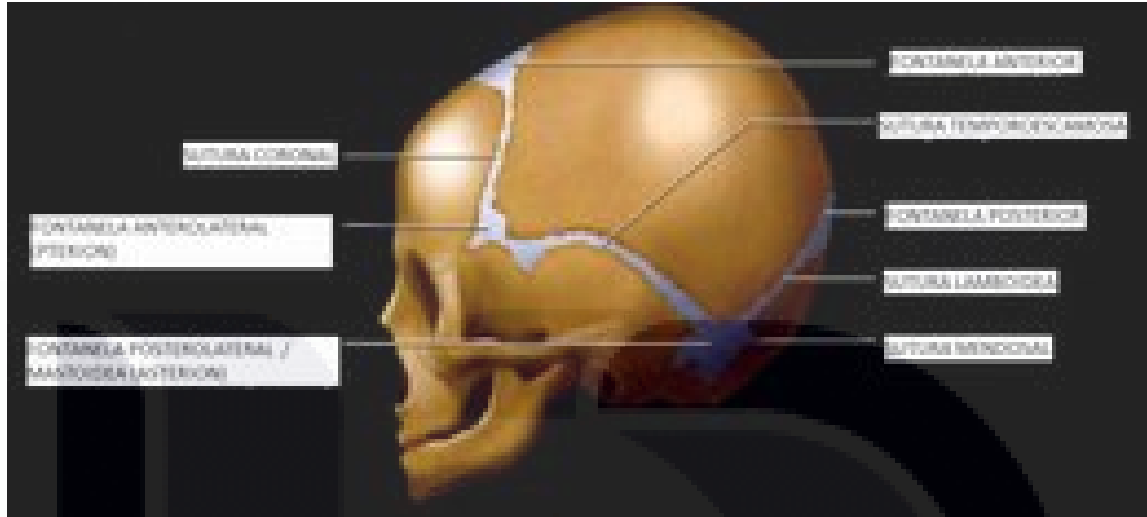


Fig. 2. Vista lateral del cráneo



Fig. 3. Vista anterior del cráneo

3.- PRINCIPALES USOS Y TECNICA EXPLORATORIA

3.1 - Principales usos del US transfontanelar

- “ Altamente sensible y específico en Hemorragia Intracraneal
- “ Altamente sensible en la encefalopatía hipóxico isquémico
- “ Valoración y seguimiento de hidrocefalia
- “ Leucomalacia periventricular (LMPV)
- “ Malformaciones del SNC
- “ Diagnóstico de infecciones y masas
- “ Uso de Doppler en Malformaciones vasculares
- “ Diagnostico de hematomas por Trauma
- “ Útil en la demostración de patología infratentorial

Durante el transcurso del tiempo se han ido mejorando las técnicas de evaluación sonográfica cerebral. Inicialmente el uso de la fontanela anterior era la única ventana acústica mediante la cual se realizaban las exploraciones, ahora la exploración a través de la fontanela posterior y la mastoidea nos permite complementar la exploración.

La metodología explica por principio el abordaje que se debe adoptar, utilizando un abordaje anterior, posterior o lateral. Fontanela Anterior (mayor ó bregmática); fontanela Posterior (menor ó lambda); laterales: Pterional y Asterional; ventanas quirúrgicas o áreas de craneotomía; y defectos óseos.

3.2.- ORIENTACION POR FONTANELAS

- **FONTANELA ANTERIOR (FA)** .- Se localiza en la unión de sutura coronal y sagital, es la más grande de todas. El 90% de los niños inicia el cierre de la FA alrededor del 7o. Mes, con un promedio de los 9-15 meses. Se utiliza principalmente para la valoración de la anatomía y patología supratentoriales, sin embargo la desventaja es que tiene limitada visión de las estructuras de fosa posterior. (Fig. 4)



Fig.4. a-b en la imagen superior se observa la exploración de la fontanela anterior mostrando la anatomía encefálica en los planos coronal y sagital (imágenes inferiores) respectivamente

➤ FONTANELA POSTERIOR

Se localiza en la unión de suturas lambdaidea y sagital, se fusiona a los 3 meses de edad. Permite adecuada visualización de los trígonos de los ventrículos laterales y cuernos occipitales, así como de los plexos coroides (Fig. 5), especialmente útil para demostrar patología infratentorial, hemorragia intraventricular o subaracnoidea. Muy útil para coágulos en base de ventrículos y poder determinar Dandy Walker.

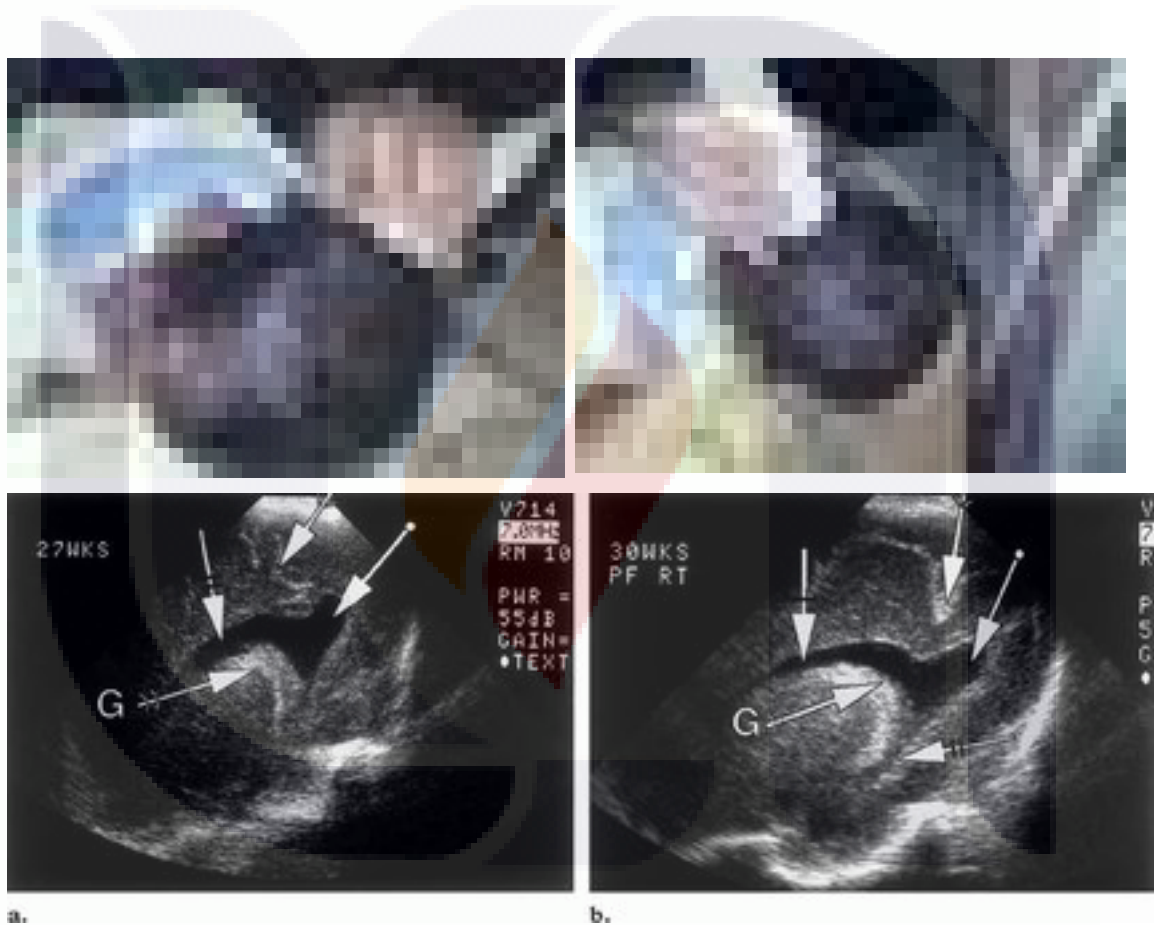


Fig.5. a-b se observan imágenes con la técnica exploratoria por la fontanela posterior permitiendo la visualización de los trígonos de los ventrículos laterales y cuernos occipitales

➤ FONTANELA LATERAL O MASTOIDEA

Se localiza en la unión de suturas occipital, lambdaidea y escamosa. Se fusiona a los 2 años de edad. También la porción escamosa del temporal es buena ventana acústica, mejora la visualización de tálamo, mesencéfalo, tercer y cuarto ventrículos, acueducto de Silvio, cisternas subaracnoideas, cerebelo y tentorio

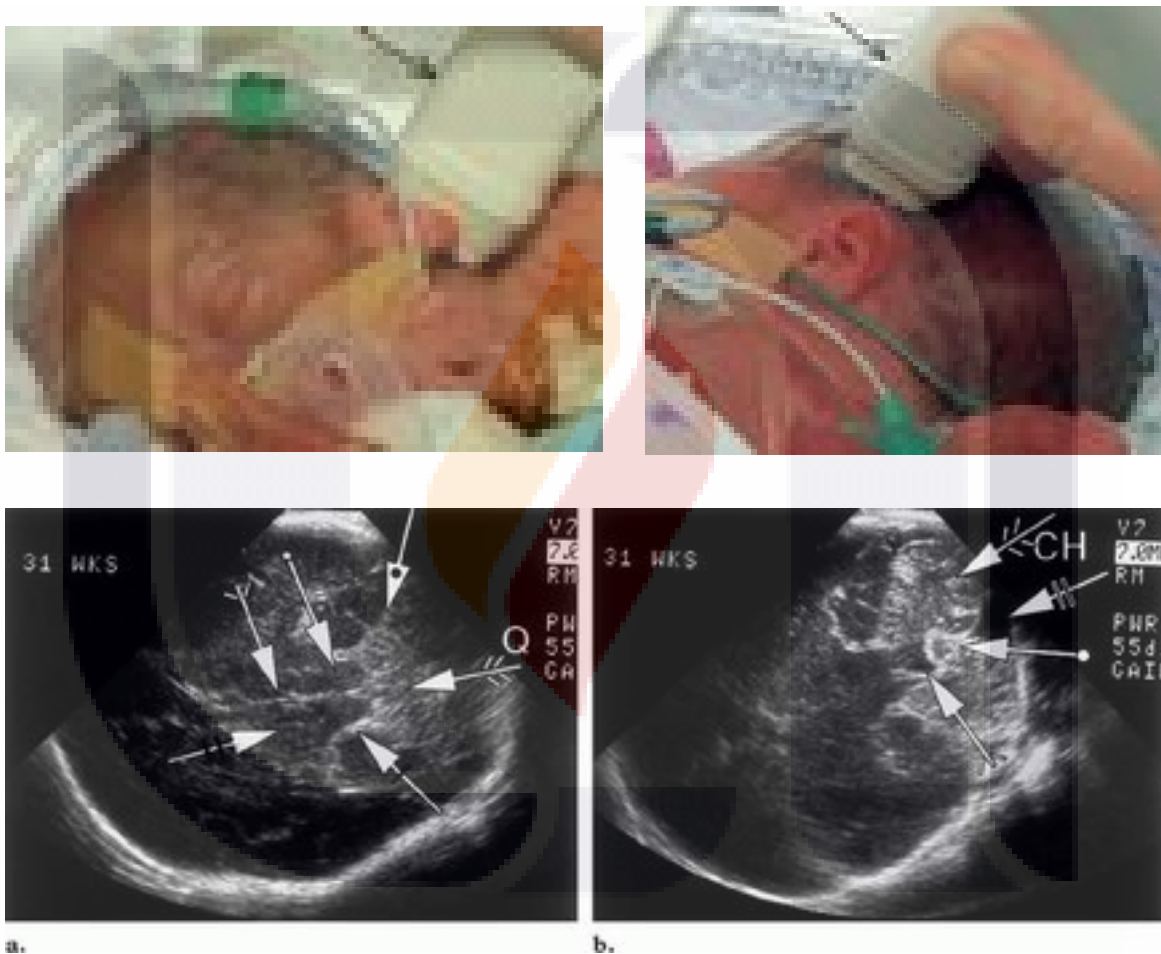


Fig.6. a-b Muestra la técnica exploratoria de la fontanela lateral permitiendo observar corte transversal a nivel de tallo y cerebelo con ecogenicidad normal y la presencia de cisterna magna amplia.(CH)

3.3.- PROTOCOLO Y EXPLORACION POR PLANOS

Se realizan rastreos en sagital y coronal por la fontanela anterior con imágenes cada 12 a 14 mm aproximadamente, manteniendo siempre la simetría. Por la fontanela occipital se evalúan las astas occipitales. En la exploración axial las medidas ventriculares son más exactas y se aplica el Doppler para la evaluación del polígono de Willis)

- ❖ SAGITAL -FONTANELA ANTERIOR
- “ LINEA MEDIA
- “ PARASAGITAL DERECHO
- “ PARASAGITAL IZQUIERDO

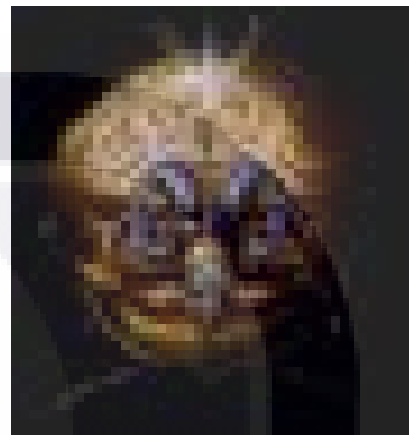
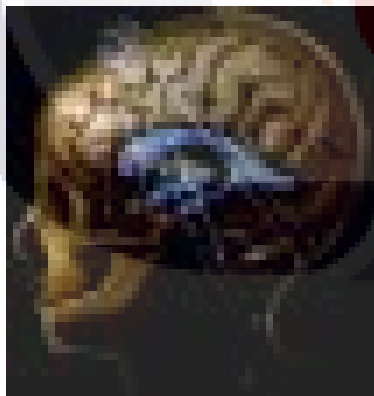


Fig. 7. Técnica de cortes sagitales representados en una vista coronal

- ❖ CORONAL . FONTANELA ANTERIOR



- “ ANTERIOR . ANTERIOR
- “ ANTERIOR . MEDIAL
- “ MEDIAL
- “ POSTERIOR . MEDIAL
- “ POSTERIOR . POSTERIOR

Fig. 8. Técnica de cortes coronales representados en una vista sagital

Con la aplicación de Doppler muestra ventajas significativas como una modalidad que nos permite evaluar la presencia de flujos tanto de líquido cefalorraquídeo, como los flujos vasculares, nos permite evidenciar las zonas de mayor concentración de fluido, así como nos permite medir cuantitativa y cualitativamente las estructuras vasculares, así pues con la utilización de flujo color, y Doppler dúplex nos permite realizar exploraciones complementarias y correlacionar la fisiopatología del paciente durante la exploración.

4.- UTILIDAD DEL ULTRASONIDO CONVENCIONAL Y DOPPLER DUPLEX TRANSFONTANELAR

En relación a este protocolo de estudio nos enfocaremos a la evaluación de la hemorragia intracraneal y de la encefalopatía hipóxico isquémica como dos patologías que se interrelacionan en niños prematuros.

4.1.- HEMORRAGIA INTRACRANEAL

La hemorragia intracraneal y la leucoencefalomalacia periventricular son las complicaciones del SNC más frecuentes de la prematuridad. La incidencia de hemorragia intracraneal en los niños prematuros con escaso peso al nacer es del 25 . 40%; siendo los principales factores de riesgo son una edad gestacional de menos de 32 semanas, peso al nacer menor a 1500grs o ambas. Estos hallazgos fueron notados por Papile y col. En 1978 en un estudio de 44 por 100 prematuros estudiados. Estas hemorragias pueden ser la causa de índices serios de morbilidad y mortalidad y estos diagnósticos pueden ser diagnosticados con la neurosonografía

La hemorragia espontánea intracraneal es un fenómeno común en el prematuro. En algunos casos estos niños pueden sufrir hemorragias subdural o subaracnoidea lo cual en cualquier evento es difícil de observar por ultrasonografía.

La hemorragia subependimaria y la hemorragia de la matriz germinal son el origen de los tipos más comunes en este grupo de edad.

La matriz germinal (MG) es un área de espongioblastos y neuroblastos que migran periféricamente para formar las neuronas de la corteza cerebral y los ganglios basales. Al principio de la gestación, la matriz germinal recubre la totalidad del sistema ventricular en una capa subependimaria. Hasta la semana 12 de vida fetal la MG puede ser encontrada por encima del núcleo caudado, en el techo del ventrículo lateral entero, extendiéndose del cuerpo anterior al inferior. Entre la semana 23 y 24 de gestación alcanza su mayor tamaño. Después de este momento retrocede, teniendo lugar la involución primero alrededor del tercer ventrículo y después alrededor de las astas temporal y occipital. Hacia la semana 32 solo se halla MG a lo largo de la superficie ventricular del núcleo caudado y en el borde con el tálamo, el techo caudado talámico. Cerca de la semana 36 de gestación la MG ha desaparecido casi por completo. El MG contiene un rico suplemento de vasos sanguíneos frágiles y de pared fina (venas y arteriolas alimentadas por la arteria de Heubner) con pequeño tejido conectivo de soporte.

Estos vasos son sensibles para incrementar la presión arterial, la cual puede ocurrir en cerebros de presión pasiva de neonatos prematuros, los cuales reciben flujo arterial cerebral preferencial en situaciones de hipercapnia, causada por hipoxia o isquemia, o aquellos que han tenido un incremento de la presión venosa, como resultado de falla miocárdica o neumotórax. El incremento de la presión en estos vasos frágiles, conlleva una ruptura vascular y por consiguiente una hemorragia. Esta hemorragia puede extenderse localmente o bien en la mayoría de las veces dentro del sistema ventricular o bien en la intersección caudotalámica sitio clásico de hallazgos sonográficos. De la forma que la hemorragia de la MG en niños prematuros tiene un origen primordialmente venoso.

4.1.1. ETIOLOGIA

Los principales factores de riesgo para la hemorragia intracraneal en los niños prematuros son en primer lugar la inestabilidad del sistema cardiovascular que puede conducir a fluctuaciones bruscas en la presión sanguínea sistémica, y en segundo término la ausencia de un mecanismo de autorregulación, que es responsable del mantenimiento de una tasa de flujo sanguíneo constante al cerebro. Consecuentemente, los episodios de hipertensión sistémica que generalmente son el resultado de isquemia, incrementan el flujo sanguíneo cerebral y la probabilidad de hemorragia de la MG. Los mecanismos de ventilación, la succión traqueal, el neumotórax, el ductus arterioso persistente y la inspiración de altos contenidos de oxígeno también aumentan el riesgo de sangrado por el aumento de la presión sanguínea sistémica y del flujo sanguíneo cerebral. Finalmente, la endeble naturaleza de la MG sitúa al niño inmaduro ante el riesgo de una hemorragia.

Los signos clínicos de la hemorragia intracraneal son variables e incluyen niveles de conciencia disminuidos, hipotonía, posturas anormales, crisis, apnea, coma y hematocrito bajo. Sin embargo al menos el 50% de la hemorragias son clínicamente silentes y solo detectadas por imagen.

La hemorragia generalmente tiene lugar en los tres primeros días de vida, ocurriendo alrededor del 50% en el primer día, el 25% en el segundo y el 15% del tercero al cuarto. La hemorragia importante es rara más allá de la primera semana de vida y cuando se presente en forma tardía se confina solamente en la matriz germinal en la región subependimaria

4.1.2.- CLASIFICACIÓN DE BUNSTEIN Y PAPILE Y SUS HALLAZGOS ECOGRAFICOS

La clasificación según Bunstein y Papile la divide en 4 rubros:

HEMORRAGIA GRADO I de la Matriz Germinal (MG) o Subependimaria.- En las imágenes coronales aparece como una masa moderada o altamente ecogénica ínfero lateral respecto al suelo del asta frontal y medial respecto a la cabeza del núcleo caudado. En secciones parasagitales la hemorragia se ve como un área de ecogenicidad aumentada anterior a la hendidura caudo . talámica. La ecogenicidad se atribuye a la formación de una malla de fibrina en el coagulo organizado. La lesión puede ser unilateral o bilateral. La hemorragia no tiene señal de flujo en la ecografía Doppler color, mientras que el plexo coroideo normal es una estructura altamente vascular. Finalmente el hematoma se reduce en tamaño y ecogenicidad, sufriendo licuefacción el coagulo en forma central resolviéndose completamente o formando un quiste subependimario los cuales son relativamente pequeños midiendo entre 3mm . 5mm de diámetro, que a su vez parecen ser poco significativos clínicamente y la mayoría desaparece en un año. Ocasionalmente, la hemorragia puede dejar detrás una fina cicatriz lineal ecogénica. Los ventrículos normalmente permanecen con un tamaño normal.

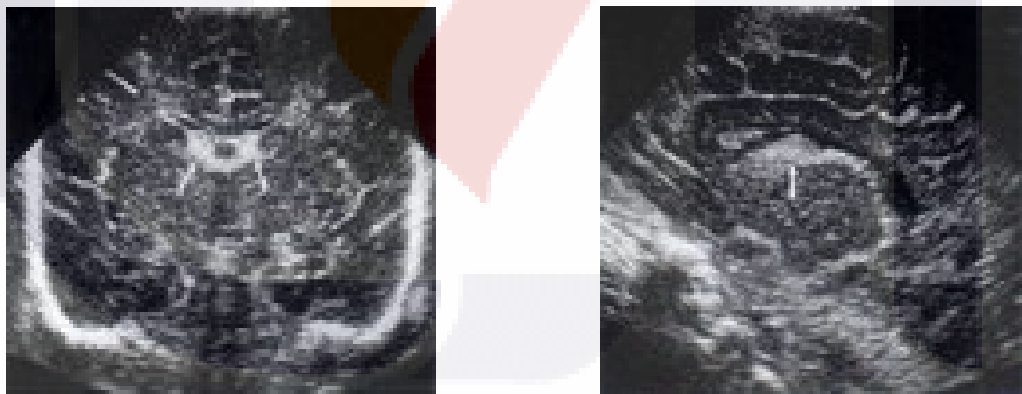


Fig. 9. a y b Se observa hemorragia puntiforme en la intersección caudotalámica en cortes coronal y sagital respectivamente

HEMORRAGIA GRADO II.- Esta se produce cuando la matriz germinal se rompe a través de la pared endodimaria, entrando en los ventrículos laterales. Aparece como material ecogénico que llena parte o todo el sistema ventricular no dilatado. El hallazgo de un área de ecogenicidad aumentada o un nivel líquido en la parte declive del ventrículo es una pista para el diagnóstico de sangre intraventricular siendo la ecografía por la vía posterior la mejor ventana para detectar la hemorragia intraventricular en casos dudosos. En algunos casos, el coágulo puede adherirse al plexo coroideo y no ser distinguible de él por lo cual la presencia de extensión del plexo coroideo trigonal en el asta occipital y el aumento e irregularidad del plexo coroideo son hallazgos que apoyan el hallazgo de sangre intraventricular y el coágulo adherente. La imagen Doppler puede ser útil en la diferenciación ya que el coágulo es avascular y el plexo coroides es altamente vascularizado. El coágulo reduce su tamaño y ecogenicidad a lo largo de semanas, el revestimiento subependimario del ventrículo habitualmente se vuelve ecogénico secundariamente a ventriculitis química que provoca una respuesta glial. La mayoría de las hemorragias catalogadas en este grado son auto limitadas y se resuelven sin secuelas. La dilatación ventricular de leve a moderada, como resultado de la obstrucción por un coágulo intraventricular, que obstruye el flujo de líquido cefalorraquídeo por encima de las convexidades o aracnoiditis basilar es una complicación ocasional.

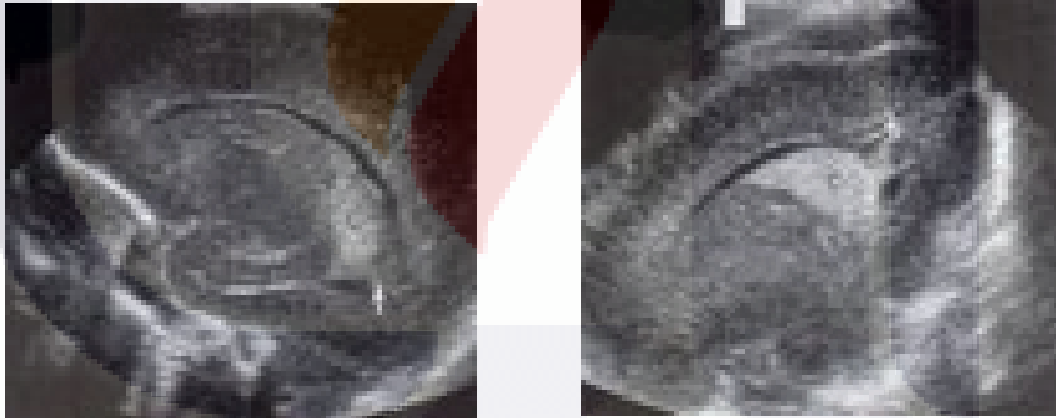


Fig. 10.(a)Hemorragia grado 2 con evaluación anterior;(b)Evaluación de posterior de hemorragia grado 2

HEMORRAGIA GRADO III.- La hemorragia grado 3 expande una o ambas cavidades ventriculares laterales. Debido a que los ventrículos están dilatados, es más fácil diagnosticar la hemorragia grado 3 mediante ecografía de lo que es diagnosticar la hemorragia grado 2. Con la hemorragia intraventricular severa, la sangre puede llenar completamente la cavidad ventricular, formando un molde del ventrículo. Un nivel de sangre . LCR puede ser visto en el asta occipital. El tercer y cuarto ventrículo así como el Cavum Septum pellucidum puede estar también distendido con sangre. Posteriormente en un término de 5 a 6 semanas dicha hemorragia se hace más pequeña y desaparece; según se retrae el coagulo puede producir una apariencia de %ventrículo dentro de ventrículo+, ecos difusos inferiores o un nivel de sangre . LCR. Si hay un incremento en la extensión de la ecogenicidad o una aparición repentina de la ecogenicidad en un ventrículo previamente anecogénico. La posibilidad de una infección debe ser considerada.

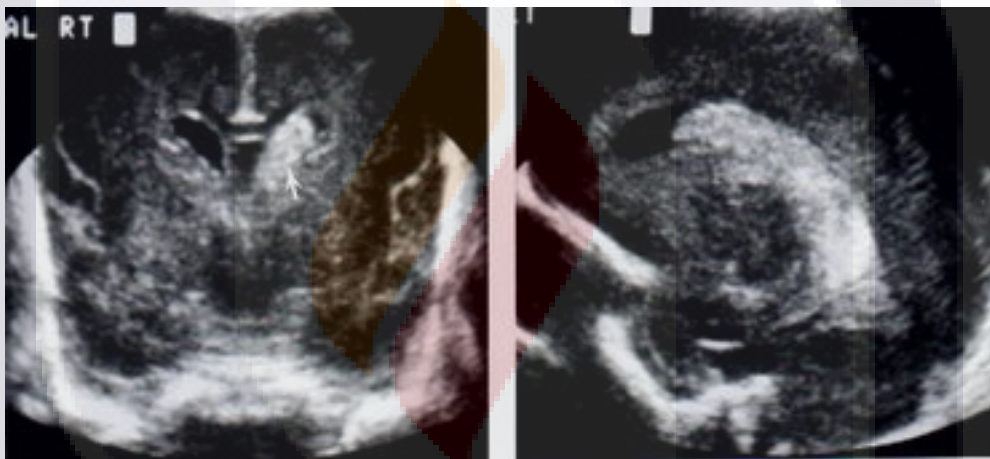


Fig. 11. Hemorragia grado 3 en corte coronal (izquierda) con irrupción ventricular; que se corrobora en el corte sagital (derecha) con extensión al cuerno occipital

Con el tiempo el coagulo se hace hipocogénico y puede resolverse por completo o persistir como septos o bandas lineales (Fig. 12). La hidrocefalia post-hemorrágica se desarrolla en más de los dos tercios de los pacientes con hemorragia intraventricular grado 3. La dilatación se detiene o resuelve espontáneamente en la mayoría de los pacientes (65 . 75%). En el resto de los pacientes se desarrolla una hidrocefalia de leve a moderada.

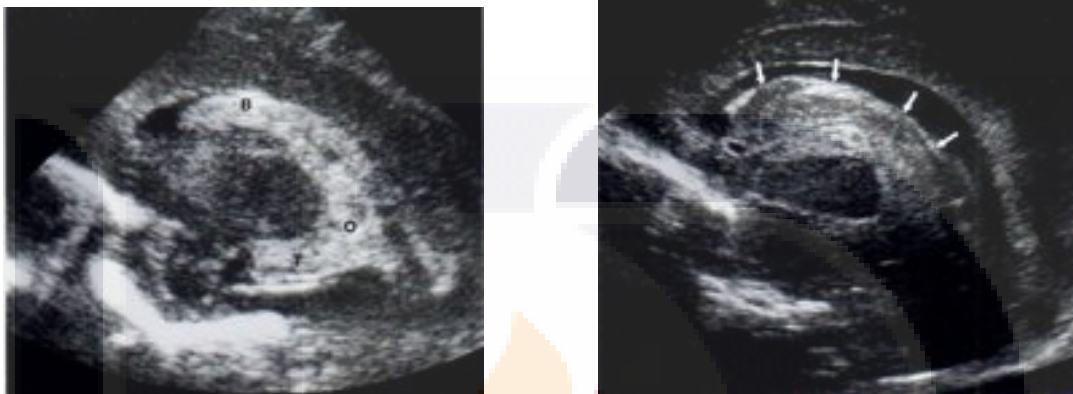


Fig.12. hemorragia grado3 con cambios en la ecogenicidad del coagulo por resolución del mismo

HEMORRAGIA GRADO IV.- En este grado se observa como un foco intensamente ecogénico con márgenes irregulares en el parénquima adyacente a uno o ambos ventrículos laterales. La interfaz entre hemorragia y la pared del ventrículo lateral esta frecuentemente enmascarada u oscurecida. El efecto de masa que produce desplazamiento de las estructuras de la línea media hacia el lado contra lateral no afectando puede estar presente en grandes hemorragias. Es frecuente observar hemorragia interventricular y dilatación ventricular, es más frecuente en los lóbulos frontales y parietales. Generalmente es unilateral y tiende a estar localizada en el mismo lado que la matriz germinal y la hemorragia intraventricular. Si existe hemorragia bilateral, la hemorragia parenquimatosa normalmente tiene lugar en el lado con mayor hemorragia ventricular.

Anteriormente se pensaba que la hemorragia del parénquima se relacionaba con la extensión de la hemorragia de la matriz germinal, sin embargo, tal y como se ha descrito la causa de la hemorragia parenquimatosa se piensa ahora que es un infarto venoso hemorrágico. Presumiblemente, el sangrado de la matriz germinal comprime las venas peri ventriculares, esto conduce a la trombosis, que es seguida por el infarto y la necrosis hemorrágica de la sustancia blanca periventricular.

El desplazamiento o la oclusión de las pequeñas venas terminales por la hemorragia de la matriz germinal puede verse con ecografía del flujo Doppler color.

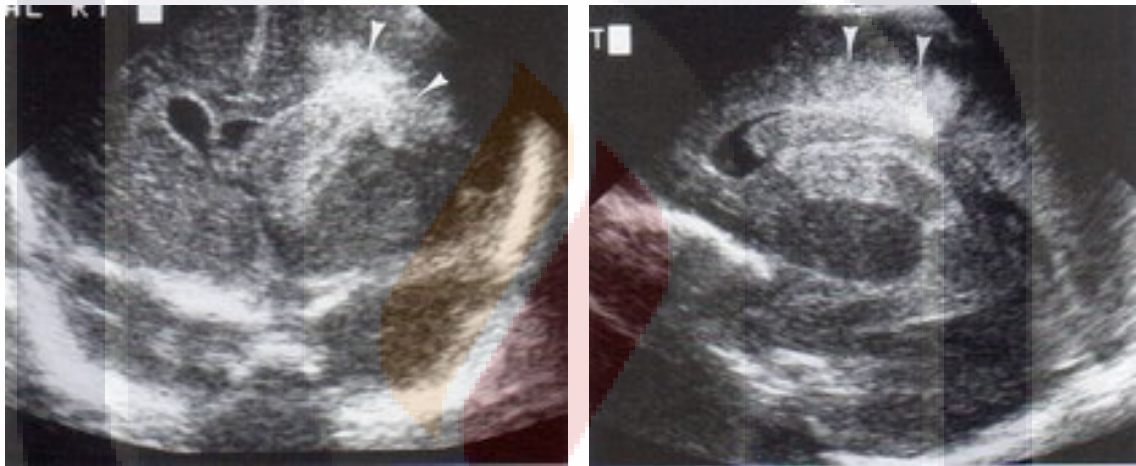


Fig. 13. Hemorragia grado 4 de tipo parenquimatosa con irrupción ventricular y aumento de la amplitud ventricular secundaria que se representan en los cortes coronales(derecha) y sagital(izquierdo) con aumento de la ecogenicidad.

4.2.- ENCEFALOPATIA HIPOXICO ISQUEMICA

LESION ISQUEMICA DIFUSA

La lesión hipóxico isquémica es una causa importante de mortalidad y morbilidad perinatal y neonatal. La hipoxia hace referencia a una oxigenación reducida de la sangre como resultado de una depresión respiratoria. La isquemia se define como una disminución en el flujo sanguíneo cerebral (FSC). El factor más importante de la lesión hipóxico isquémica neonatal es la asfixia, que puede ocurrir intra parto, peri parto o postparto. Los factores postparto que predisponen a la lesión isquémica incluyen: enfermedad cardíaca congénita, policitemia, traumatismo, meningitis y oxigenación mediante membrana extracorpórea (OMEC). En los niños prematuros que es el motivo de nuestro estudio la isquémica tiende a afectar a la sustancia blanca profunda de localización periventricular cercana. La leucomalacia periventricular es el hallazgo más común y a diferencia en el niño a término la afección es más cortical.

LEUCOMALACIA PERIVENTRICULAR

Esta es otra manifestación de la hipoxia en neonatos de bajo peso. La prematuridad y la hipoxia llevan a la hipotensión e hipo perfusión de la zona periventricular limítrofe, la zona crítica es la circulación ventrículo fugal y ventrículo petal del cerebro. Cuando el aporte sanguíneo a esta zona está disminuido, hay isquemia tisular y ventrículo malacia. Esto se ha demostrado patológicamente en autopsia, pero solo con imagen se demostró su prevalencia. Además de la lesión hipóxico isquémica inicial a esta porción del cerebro, las hemorragias secundarias son habituales y puede haber leucomalacia periventricular hemorrágica y no hemorrágica. Aun así la leucomalacia periventricular es un problema serio y persiste como una causa frecuente de parálisis cerebral infantil.

Los factores de riesgo para este padecimiento en el prematuro son los mismos que los que predisponen a la hemorragia intracerebral por lo cual se entiende que ambos padecimientos están relacionados.

La ausencia de autorregulación de la presión sanguínea cerebral, que produce cambios en la presión sanguínea sistémica para ser transmitidos directamente al lecho vascular cerebral y (b) la inmadurez del sistema cardiovascular que puede resultar en súbitos episodios hipertensivos o hipotensivos. De tal manera que con la hipotensión sistémica hay una caída de la perfusión cerebral que conduce a la isquemia, posteriormente al infarto y finalmente cuando tiene más tiempo de evolución la leucomalacia periventricular.

La manifestación ecográfica de la encefalopatía hipóxico isquémica se ve como un aumento de la ecogenicidad típicamente anexa a los ventrículos laterales tanto anterior como posterior. La localización posterior es más común. Según la severidad de la lesión y conforme mejora las condiciones del paciente, la ecogenicidad de la lesión disminuye y en casos leves desaparece completamente. En los casos más graves la ecogenicidad persiste y aparece la degeneración quística, pudiendo ser muy extensa. La ecogenicidad aumentada es casi siempre bilateral. Puede ser simétrica o asimétrica y puede estar limitada a la sustancia blanca

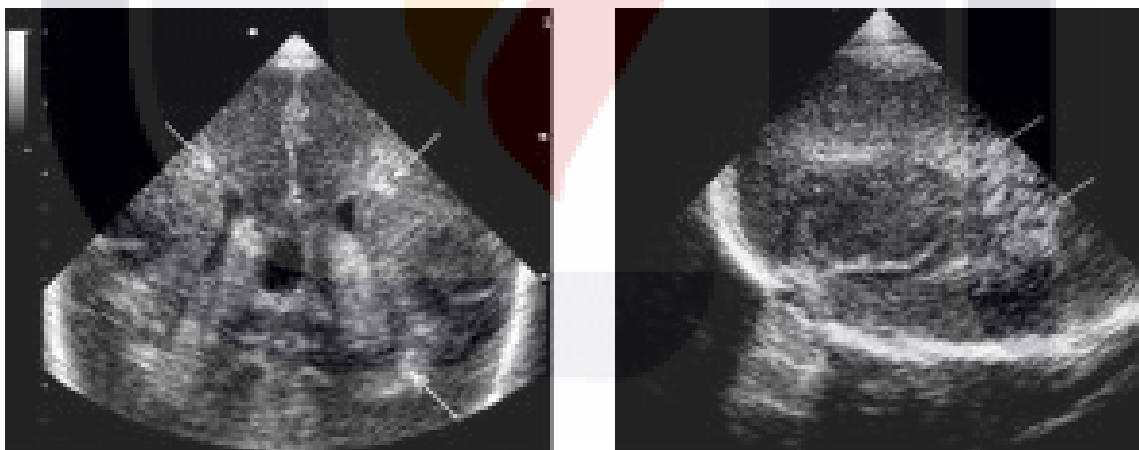


Fig. 14. Corte coronal caudal (derecha) con aumento de la ecogenicidad peri ventricular y que se hace evidente los cortes sagitales(izquierda)(flechas)

5.- ECOGRAFIA DOPPLER

Con grados leves de asfixia y edema acompañante la hemodinámica cerebral puede ser normal (Fig. 15). Con asfixia moderada a severa y prolongada, el IR comienza a alterarse. Inicialmente se produce un incremento de la velocidad de flujo diastólica con reducción del IR. El hallazgo de un IR bajo (<60) sin anomalías correspondientes en la escala de grises puede ser utilizado para predecir la presencia de lesiones hipóxico isquémicas. Alrededor del 80% de los niños con IR bajo desarrollan déficit neurológico severo. (Fig. 16)(Fig.17)

Según se desarrolla el edema cerebral difuso, aumenta la resistencia cerebro vascular y se produce un aumento del IR lo que condiciona aspectos hemorrágicos con pérdida del flujo diastólico anterior. La ausencia completa de flujo sanguíneo intracraneal es un signo de ausencia de función cortical y muerte cerebral. Las lesiones no hemorrágicas son comúnmente bilaterales y simétricas y sin efecto de masa mientras que en los procesos hemorrágicos severos como la hemorragia grado 4 tiende a ser unilateral y producen efecto de masa. Si tienen lugar hemorragias parenquimatosas bilaterales, suelen ser asimétricas. A pesar de saber que los procesos hemorrágicos tienen un origen venoso podemos demostrar con ecografía Doppler la diferencia que existe en los IR y los diferenciales pico sistólicos y pico diastólicos mostrando una disminución de estos en los casos de encefalopatía hipóxico isquémica y observando aumento de los valores en los casos hemorrágicos por lo que podemos predecir si el cuadro fue hemorrágico o isquémico o bien isquémico con transformación hemorrágica o hemorrágico con una lesión isquémica persistente

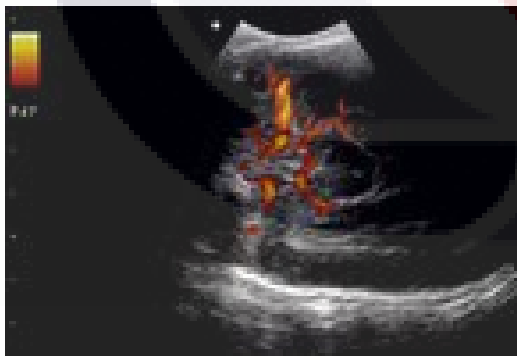


Fig. 15. Ecografía Doppler que demuestra el flujo arterial normal del polígono de Willis.

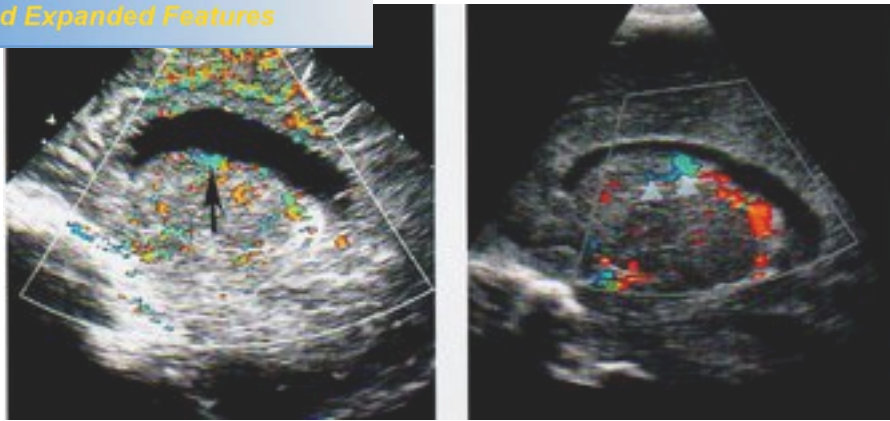


Fig.16. Ecografía Doppler que muestra la presencia de punto hemorrágico subependimario

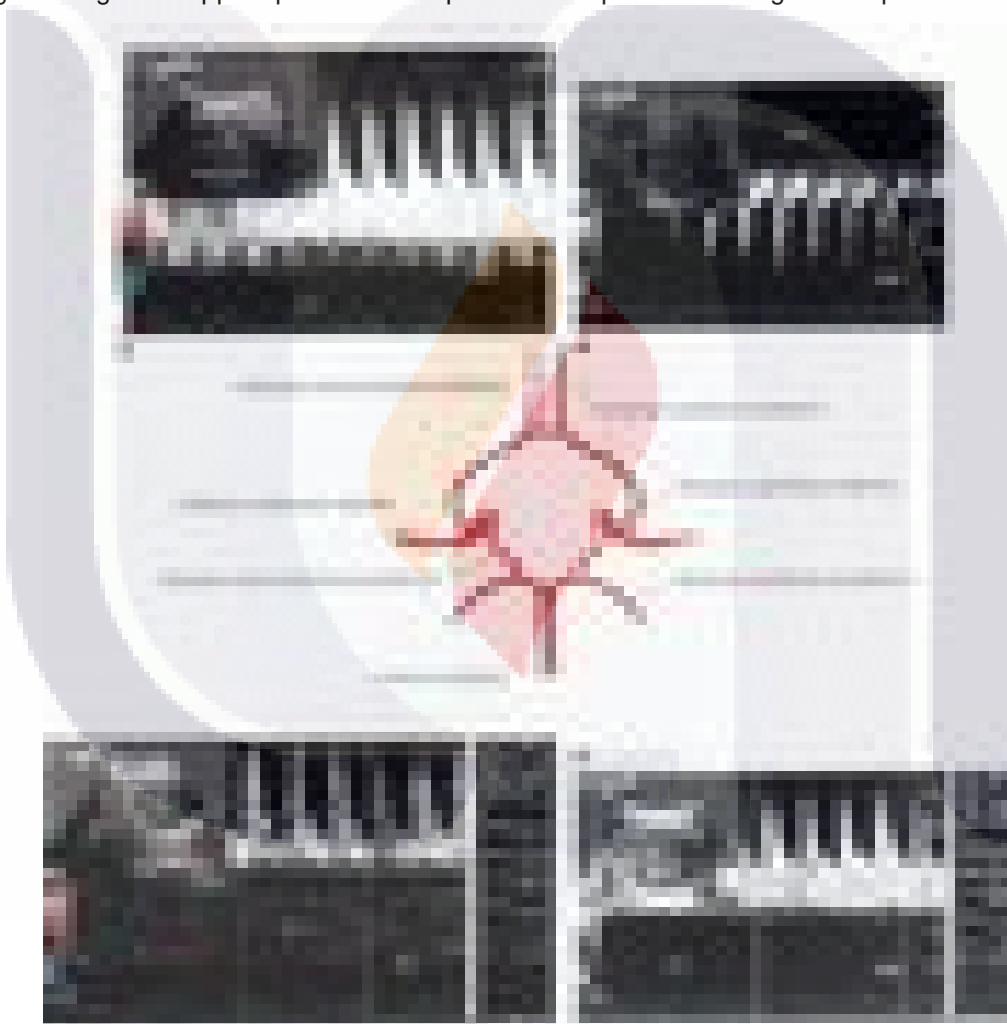


Fig.17. Patrón espectral de las arterias del polígono de Willis.

JUSTIFICACION

El estudio se basa en la teoría de flujo sanguíneo cerebral establecido en los mecanismos de regulación in útero y la autorregulación postparto que nos permiten entender el mecanismo por el cual se producen las hemorragias cerebrales y los procesos isquémicos así como los cambios observados esperados en las imágenes sonográfica. En el pasado los pacientes prematuros morían con facilidad sin poder demostrar las causas por las cuales sucedían dichos eventos, en muchas de las ocasiones los procesos pulmonares in útero y postparto ponían en evidencia la morbilidad y mortalidad de estos pacientes, sin embargo no se explicaban la mortalidad y secuelas posteriores de los pacientes en los cuales cursaban con cuadros neurológicos inexplicables.

En los pacientes con encefalopatía hipóxico isquémica los cambios sonográficos se observan como incremento de ecogenicidad peri ventricular y parenquimatosa como manifestación de la disminución del aporte sanguíneo en dicho parénquima, y la disminución de la glucosa y oxigenación vitales para el buen funcionamiento cerebral. En el caso de hemorragia la presencia de zonas hiperecóticas subependimarias sugiere la presencia de sangre en la matriz germinal y que se puede estadiar según Pappile en tres grados. Los cambios a la aplicación de flujo Doppler en la EHI se manifiesta como disminución del índice de resistencia (IR) así como del flujo pico sistólico con medición en la arteria cerebral anterior y en la cerebral media a consecuencias de la hipoglucemia, disminución de la Po₂ y la presencia de ácido glutámico que acompaña a este evento. En el evento hemorrágico encontramos incremento del IR y de la velocidad pico sistólica por arriba de los valores normales seguido de la disminución del IR y del flujo pico sistólico en días subsecuentes que sugiere la presencia de incremento de la presión intra arteriolar y venular condicionando hemorragia a nivel de los vasos lentículo estriados y que en la actualidad se sabe que esta hemorragia es de tipo venular y no de tipo arteriolar mostrando la imagen puntiforme hiperecótica subependimaria y clasificándola en los grados de Pappile.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

SABER CUAL ES LA UTILIDAD DEL ULTRASONIDO DOPPLER EN EL DIAGNOSTICO DE PROCESOS HEMORRAGICOS E ISQUEMICOS EN PACIENTES PREMATUROS EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

HIPOTESIS

EL ULTRASONIDO ES UTIL PARA LA DETECCION O DIAGNOSTICO DE PROCESOS HEMORRAGICOS E ISQUEMICOS EN PACIENTES PREMATUROS EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la utilidad del ultrasonido Doppler color y Doppler dúplex en el diagnóstico de la hemorragia de matriz germinal y encefalopatía hipóxico isquémica en pacientes prematuros

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar sensibilidad, especificidad, valores predictivos y razones de probabilidad del ultrasonido para el diagnóstico de hemorragia de matriz germinal y encefalopatía hipóxico isquémica.
2. Diferenciar entre hemorragia de matriz germinal y encefalopatía hipóxico isquémica.
3. Determinar la fisiopatología que desencadenó el proceso patológico mediante el uso de Doppler color y dúplex con medición de IR medidos en la arteria cerebral anterior, cerebral media (M2) y cerebral posterior.
4. Determinar el grado de severidad de dichos padecimientos.
5. La evaluación sonográfica convencional y las imágenes obtenidas por Doppler en la patología antes mencionada y las posibles secuelas que desencadenan con la finalidad de diagnosticar en forma oportuna y limitar el daño.

ESTUDIO

Se realizó un estudio observacional de casos y controles en forma prospectiva con exploraciones sonográficas en escala de grises y Doppler color / dúplex en la población neonatal de los servicios de urgencias, consulta externa y UCIN desde junio del 2007 a junio del 2009.

La muestra de casos es obtenida de un grupo de 627 pacientes prematuros con edad de hasta 34 semanas de gestación en los primeros días de vida hasta 6 meses de edad; los controles se obtienen de la misma población de riesgo en forma aleatoria.

Se incluyeron 407 pacientes, y se excluyeron 220 pacientes los cuales presentaban alteraciones morfológicas del encéfalo (malformaciones congénitas morfológicas y vasculares) y mayores de 34 semanas de gestación. En los pacientes incluidos se realizaron exploraciones en escala de grises y Doppler complementario en las primeras evaluaciones y en los controles únicamente se consideró la exploración Doppler con medición en las arterias cerebrales anteriores (A1) y cerebrales medias (M2) comparando el análisis espectral en todos ellos y realizando análisis de sensibilidad, especificidad, valor predictivo negativo, valor predictivo positivo de cada prueba diagnóstica general e independiente

MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron todos los neonatos referidos de la unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN), SETIN y el servicio de urgencias con diagnóstico de prematuréz de los cuales 340 pacientes se catalogaron en el grupo de pacientes con sospecha de encefalopatía hipóxico isquémica y/o hemorragia de matriz germinal y 220 pacientes sin datos sugestivos de estas patologías a los cuales se les realizó ultrasonido cerebral en escala de grises y complementado con aplicación de Doppler color / dúplex.

Se observó que los pacientes con enfermedad hemorrágica correspondía al 46% de la población estudiada y que el 54% presentaban enfermedad isquémica, sin embargo estos valores se clasificaron dependiente de la dominancia de enfermedad, ya que se encontró que algunos pacientes presentaron enfermedad mixta entendiendo que fisiopatológicamente cursan con datos de hipertensión endocraneana transitoria que condiciona hemorragia subependimaria y colapso transitorio arterial y arteriolar peri parto que condiciona encefalopatía hipóxico isquémico en sus diversos grados. En los pacientes con enfermedad hemorrágica se observó que el grado II y III correspondían al 58%, grado I en el 37% y grado IV solo en el 5% de la población estudiada

Se determinó la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo así como razón de verosimilitud del método empleado, encontrando que de los 560 pacientes evaluados 340 pacientes fueron catalogados como pacientes con riesgo y 220 pacientes fueron catalogados como sanos.

De los pacientes de riesgo se observó que en 310 (91.1%) pacientes se confirma su estado patológico y en 30 (8.9%) pacientes fueron negativos; y del grupo de sanos 70 (31.81%) pacientes fueron positivos para enfermedad, en tanto que 150 (68.19%) se reportaron sanos.

Por tanto se concluyo que el grupo problema lo conforman 380 pacientes con enfermedad y solo 180 sin enfermedad, lo que corresponde a una sensibilidad del método en la evaluación en escala de grises del 91% con una especificidad del 68%, valor predictivo positivo de 81% y valor predictivo negativo de 83%. La razón de verosimilitud positiva se reporto de 2.8 en tanto que la razón de verosimilitud negativa es de 0.13. (tabla1)

Resultado de evaluación sonográfica transfontanelar en escala de grises	Verdadero diagnostico		
	HIV / EHI	SANO	TOTAL
ANORMAL	310 (91.1%) _{VP}	70 (31.81%) _{FP}	380
NORMAL	30 (8.9%) _{FN}	150 (68.19%) _{VN}	180
TOTAL	340	220	560

Sensibilidad $(VP/VP+FN)$ 91%

(Tabla 1)

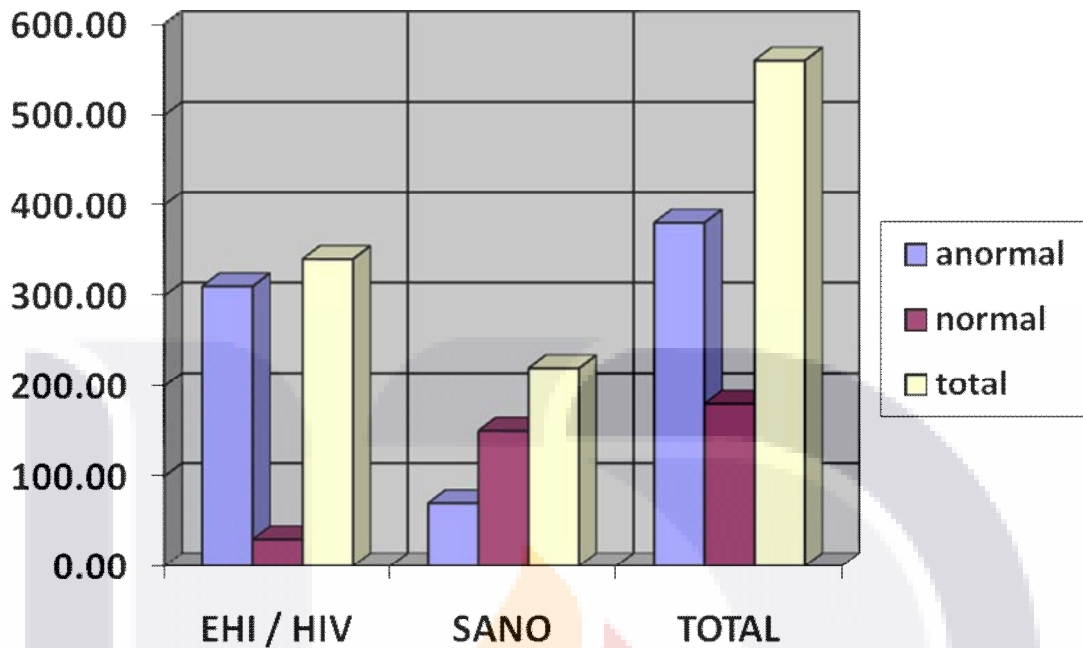
Especificidad $(VN/VN+FP)$ 68%

Razón de verosimilitud + 2.8

Valor predictivo + $(VP/VP+FP)$ 81%

Valor predictivo . $(VN/FN+VN)$ 83%

Razón de verosimilitud - 0.13



En el estudio se observó que un total de 175 pacientes presentaron hemorragia subependimaria (HSE) contra 205 pacientes que presentaron encefalopatía hipóxica isquémica (EHI). (tabla2).

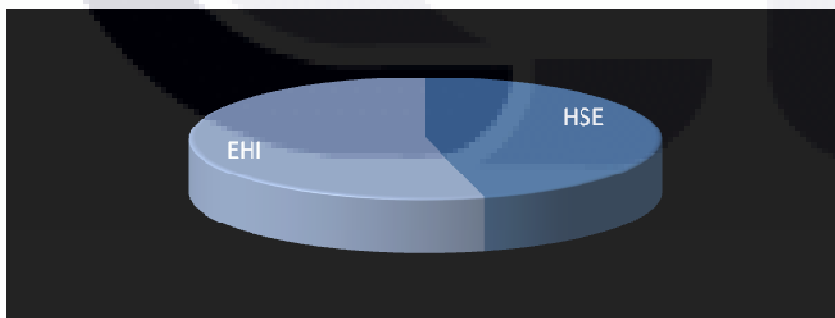


Tabla 2. Muestra la proporción de encefalopatía hipóxica isquémica (EHI) y hemorragia subependimaria (HSE) en la población estudiada

Del grupo con HSE los cambios en que se observaron a la aplicación de Doppler mostró que 166 pacientes tenían saturación de flujo que correlacionaban con el proceso hemorrágico, 9 de ellos mostraba parámetros asociados a la EHI. En tanto que de los 205 pacientes con evento hipóxico 191 mostraron saturación de flujo anormal, 14 de ellos el patrón de saturación era de aspecto normal (tabla3).

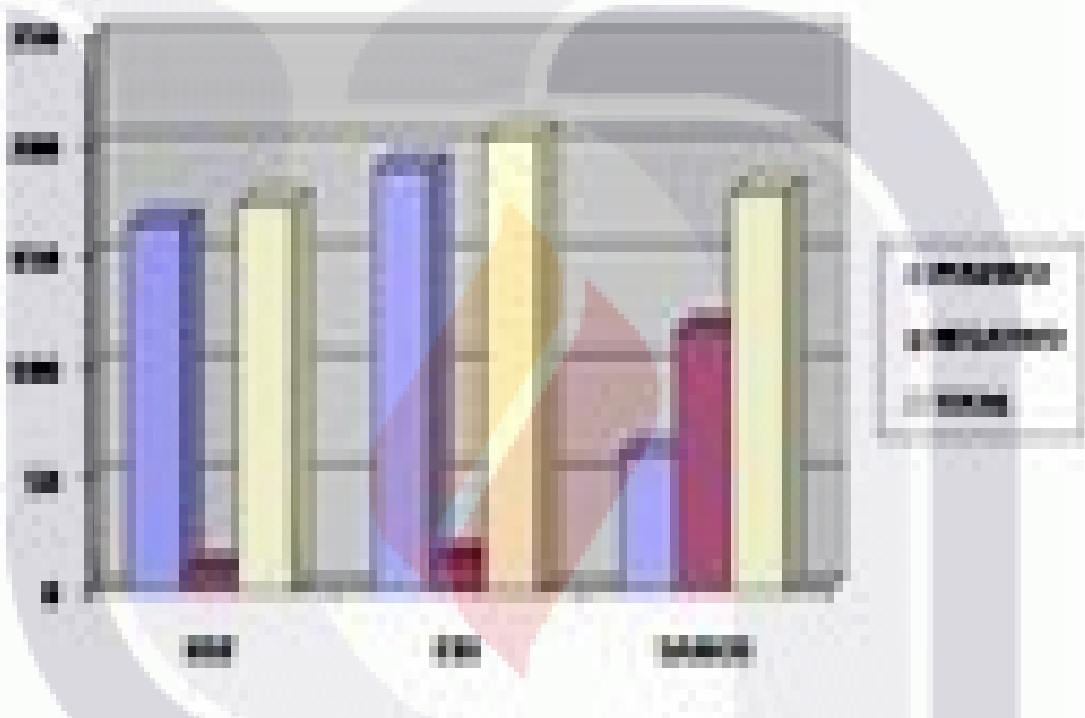


Tabla 3.

Haciendo comparativa con los patrones espectrales demostró que de los 175 pacientes con HSE 174 mostraron espectros anormales contra uno que mostro patrón espectral normal y para EHI 201 mostraron patrones espectrales anormales contra 4 pacientes con patrones espectrales normales (tabla 4).

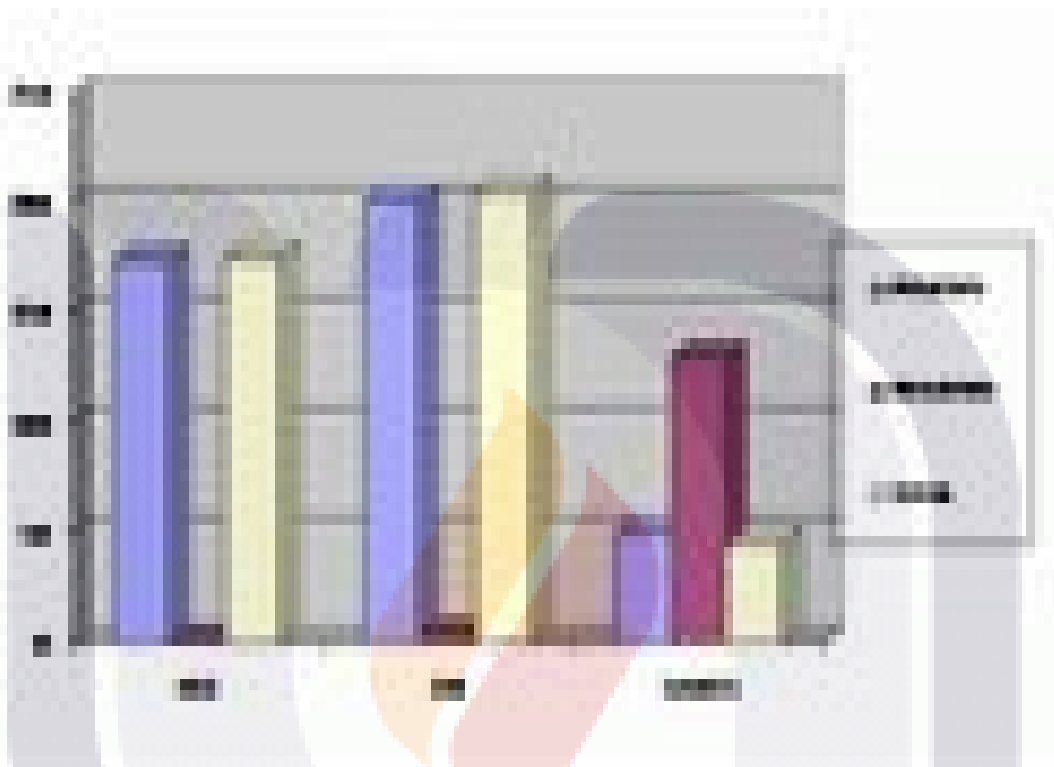
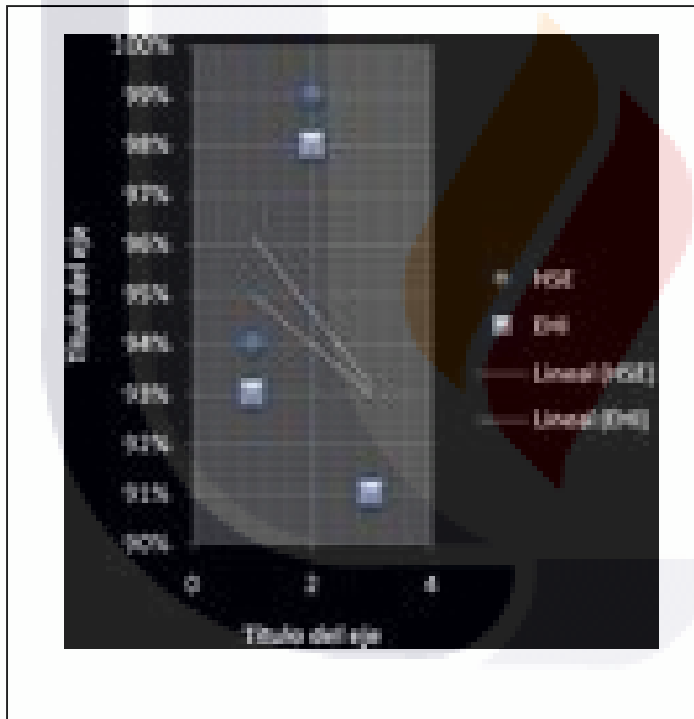


Tabla 4

Se demostró que los pacientes sanos mostraron patrones de saturación de flujo y espectral similares de alguna de las dos enfermedades pero sin presentar imágenes en escala de grises que sugirieran estos , desconociéndose las causas que desencadenaron dichos patrones de flujo y espectro, de tal forma se puso mayor atención a sus evaluaciones previas, descartándose enfermedad en forma categórica, concluyendo que los cambios de flujo y espectrales fueron incidentales, tiempo dependientes o relacionados de estrés postparto.

CONCLUSION

Por tanto en el análisis estadístico se identificó que la sensibilidad y el valor predictivo negativo se incrementan al usar Doppler color y Doppler dúplex en forma significativa dando un valor predictivo negativo del 84 % a la aplicación de flujo color en pacientes con HSE y de hasta el 97% usando Doppler dúplex. El valor predictivo negativo en el caso de EIH fue del 83% a la aplicación de flujo color y del 95% en el análisis espectral (tabla5 y 6). Por lo que el ultrasonido transfontanelar es un método de diagnostico confiable, sencillo, adaptable y económico en comparación con el resto de los métodos de diagnostico



- 1.- DOPPLER COLOR
- 2.- DOPPLER DUPLEX
- 3.- ESCALA DE GRISES

Tabla 5.- Comparativo de sensibilidad en las tres metodologías.

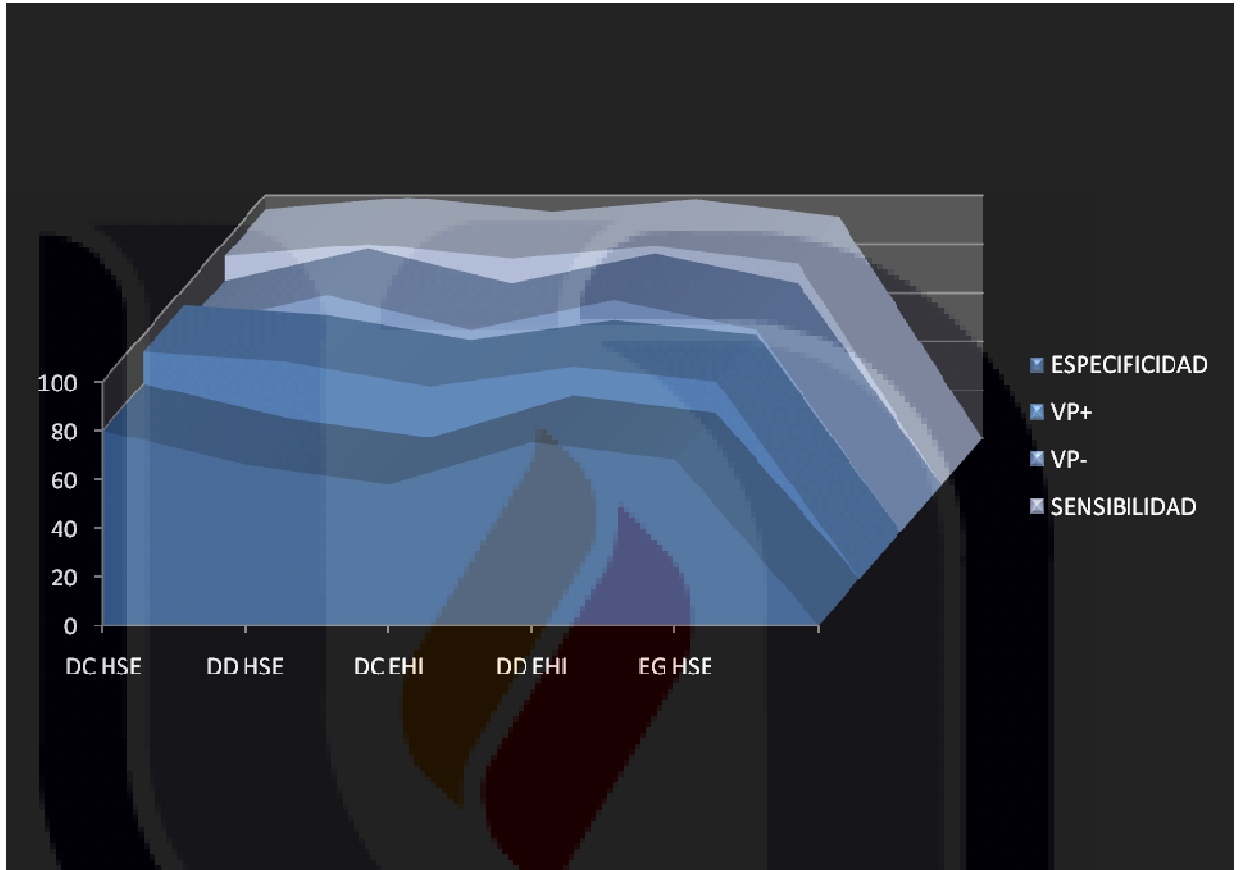


Tabla 6

RECURSOS

1.- HUMANOS

- AUTOR DE LA TESIS
- ASESORES RADIOLOGOS
- MEDICOS INVESTIGADORES

2.- MATERIALES

- ULTRASONIDO DE ALTA RESOLUCION CON TRANSDUCTORES SECTORIAL Y LINEAL DE 5, 7.5 Y 10 Mhz
- EXPEDIENTES DE ARCHIVO
- PAPEL DE IMPRESIÓN A COLOR Y BLANCO Y NEGRO
- PAPELERIA DE OFICINA (COMPUTADORA, IMPRESORA, HOJAS DE PAPEL)
- SOLICITUD DE ESTUDIO NEUROSONOGRAFICO CON ASPECTOS CLINICOS JUSTIFICANTES DEL ESTUDIO
- CAMARA FOTOGRAFICA
- INTERNET

3.- RECURSOS FINANCIEROS

- NO REQUIERE FINANCIAMIENTO EXTERNO

4.- FISICOS

- AREA DE RADIOLOGIA E IMAGEN CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO. UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATALES, URGENCIAS Y AREA DE CONSULTA EXTERNA.

BIBLIOGRAFIA

- A New View of the Neonatal Brain: Clinical Utility of Supplemental Neurologic US Imaging Windows
Donald N. Di Salvo, MD.
RadioGraphics 2001; 21:943. 955
- Cerebral Infarction in Sickle Cell Disease: Transcranial Doppler US versus Neurologic Examination
Marilyn J. Siegel, MD. Gary D. Luker, MD. Tracy A. Glauser, MD. Michael R. DeBaun, MD
Radiology 1995; 197:191-194
- Duplex Pulsed Doppler US versus Intracranial Pressure In the Neonate: Clinical and Experimental Studies
Joanna J. Seibert, MD. Timothy C. McCowan, MD. William M. Chaddock, MD James R. Adamez, MD. Charles M. Glasier, MD. Susan L. Williamson, MD Bonnie J. Taylor, MD. Richard E. Leithiser, Jr, MD. James R. McConnell, MD. Cynthia A. Stansell, MD. Alyson B. Rodgers, BSRT, RDMS. Sandra L. Corbitt, RDMS
- ECOGRAFIA FETAL Y PEDIATRICA casos- syllabus. Harris L. Cohen; MD y Carlos J, Sivit; MD
Ecografia pediátrica: sección A. capítulos 27-29; 151-174 y capitulo 32;185-189
- ECOGRAFIA PEDIATRICA. Marilyn J. Siegel. MD
Capitulo 3: 41 . 82
- Impaired Cerebrovascular Autoregulation after Hypoxic-Ischemic Injury in Extremely Low-Birth-Weight Neonates: Detection with Power and Pulsed Wave Doppler US
Francis G. Blankenberg, MD. Yu-Nyu Loh, MD Alexander M. Norbash, MD Judith A. Craychee, MD Daniel M. Spielman, Brenda L. Person, RDMS C. Angela Berg, RDMS, RDCS Dieter R. Enzmann, MD.
Radiology 1997; 205:563-568
- Neonatal Intracranial Ischemia and Hemorrhage: Diagnosis with US, CT, and MR Imaging
Francis C. Blankenberg, MD. Alexander M. Norbash, MD. Barton Lane, MD David K. Stevenson, MD. Paige M. Bracci, MSc Dieter R. Enzmann, MD
Radiology 1996; 199:253-259
- Neonatal Hypoxic- Ischemic Encephalopathy: Multimodality Imaging Findings. *Christine P. Chao, MD Christopher G. Zaleski, MD Alice C. Patton, MD.*
RadioGraphics 2006; 26:S159. S172
- NEUROECOGRAFIA PRENATAL Y NEONATAL. Ilan E. Timor-Trisch, MD., Ana Monteagudo, MD., Harris L. Cohen, MD.
Capitulo 14: 387-402
- Posterior Fontanelle Sonography: An Acoustic Window into the Neonatal Brain
Flavia Correa, Goya Enríquez, José Rosselló, Javier Lucaya, Joaquim Piqueras, Celestino Aso, Elida Vázquez, Arantxa Ortega, and Alfredo Gallart.
AJNR Am J Neuroradiol 25:1274. 1282, August 2004
- RADIOLOGIA EN EL NIÑO Y RECIEN NACIDO. Leonard E. Swischuk. MD
Volumen II

Capitulo 7: 1042 . 1054

- Real-Time Ultrasonography of Neonatal Intraventricular Hemorrhage and Comparison with Computed Tomography
Edward G. Grant, M.D. Frederick T. Boils, M.D., Dieter Schellinger, M.D., David C. McCullough, M.D., Kolinjavadi N. Sivasubramanlan, M.D., and Yolande Smith, M.D.
Radiology 139:687-691, June 1981
- ULTRASONIDO NEONATAL CEREBRAL. Janet M. Rennie
Capitulo 4: 56 . 70
Capitulo 5: 71 -106
Capitulo 7: 123 . 154
Capitulo 11:196 . 209
- Ultrasonic Evaluation of Neonatal Intracranial Hemorrhage and Its Complications
Eric E. Sauerbrel, M.D., Margaret Digney, RTNM, Philip B. Harrison, M.D., and Peter L. Cooperberg, M.D. Radiology 139:677-685, June 1981
- Use of Power Doppler in Pediatric Neurosonography: A Pictorial Essay
Joanna J. Seibert, MD Ramesh Avva, MD Theodore N Hronas, MD Raman Mocharla, MD, PhD Theodora Vanderzalm, MD Katie Cox, BSRT David Kinder, BSRT Bud Lidzy, BSRT Karen L. Knight, BSRT
RadioGraphics 1998; 18:879-890
- Use of Power Doppler in Pediatric Neurosonography: A Pictorial Essay
Joanna J. Seibert, MD. Ramesh Avva, MD. Theodore N Hronas, MD. Raman Mocharla, MD, PhD. Theodora Vanderzalm, MD Katie Cox, BSRT. David Kinder, BSRT. Bud Lidzy, BSRT Karen L. Knight, BSRT
RadioGraphics 1998; 18:879-890
- US Anatomy of the Posterior Fossa in Children: Correlation with Brain
David K. Yousefzadeh, M.D. Thomas P. Naidich, M.D.
Radiology 1985; 156:353-361