



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

IMAGENOLÓGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA

HOSPITAL MEDICA SUR

“Utilidad Clínica En La Evaluación De  
Venas Cerebrales Neonatales Por  
Ultrasonido Doppler”

TESIS DE POSGRADO

PRESENTA:

DR. RICARDO BECERRA ULLOA

ASESOR DE TESIS:

DR. LUIS FELIPE ALVA LÓPEZ

MEXICO D.F

AGOSTO 2013



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.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis maestros, que a lo largo de estos cuatro años me ofrecieron sus conocimientos. A mis compañeros residentes por las buenas experiencias; a Digna, Toño, Alex, Jorge y Daniela que empezaron conmigo en este camino que se tornó ligeramente más largo pero que a su lado fue totalmente gratificante y a Perla y Jorge por haber compartido largas jornadas que, sin duda, fueron más llevaderas con su apoyo.

A mis padres Virginia y Ricardo porque con su esfuerzo y dedicación me impulsaron para llegar a este momento a costa de sus sacrificios; a mi hermano Rigo por estar siempre conmigo, que aunque en la distancia están diariamente en mi pensamiento y me han permitido perder tantos momentos a su lado con el fin de lograr mis objetivos. No tengo palabras para decirles lo que significan todos ustedes en mi vida:

¡Gracias por todo!

Al Dr. Rojas, Adrián, Alva y Gómez por su enseñanza, dedicación y apoyo sin quien no hubiera podido ser posible mis convicciones.

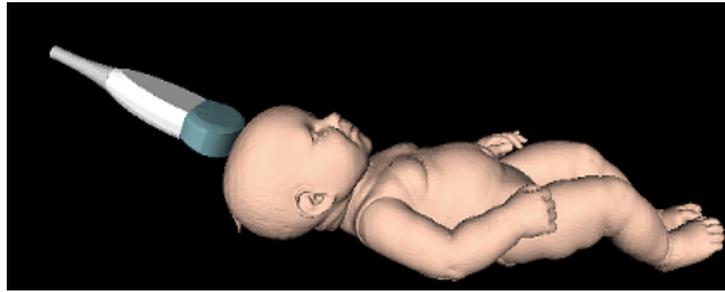
## INDICE

<b>Portada</b>	<b>1</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>2</b>
<b>Índice</b>	<b>3</b>
<b>Título</b>	<b>4</b>
<b>Introducción</b>	<b>5</b>
<b>Marco teórico</b>	<b>6</b>
<b>Anatomía del sistema venoso cerebral</b>	<b>8</b>
<b>Abordajes: fontanelas</b>	<b>26</b>
<b>Planteamiento del problema</b>	<b>30</b>
<b>Justificación</b>	<b>31</b>
<b>Objetivos</b>	<b>32</b>
<b>Material y Métodos</b>	<b>33</b>
<b>Resultados</b>	<b>36</b>
<b>Imágenes</b>	<b>41</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>45</b>
<b>Anexo</b>	<b>47</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>48</b>

Utilidad Clínica En La  
Evaluación De Venas  
Cerebrales Neonatales Por  
Ultrasonido Doppler

## INTRODUCCIÓN

Algunos estudios reportan que la evaluación ultrasonográfica Doppler del cerebro neonatal vía transfontanelar se ha utilizado desde el año 1989.



Las mejoras en la tecnología han hecho posible la evaluación vascular del encéfalo, es por eso que familiarizarse con el análisis del flujo sanguíneo cerebral característico en recién nacidos es fundamental para el médico radiólogo.

Los vasos sanguíneos tienen un patrón de flujo característico que se representa en las ondas espectrales del ultrasonido Doppler de dichos vasos. Las ondas espectrales reflejan el estado del órgano irrigado por el vaso analizado así como la repercusión de la onda de flujo en relación al corazón, por lo que de manera indirecta puede éste también ser evaluado.

Las variaciones que sufre el flujo sanguíneo cerebral producto de la adaptación al nacimiento no se reflejan en el índice de resistencia e índice de pulsatilidad valorados en las arterias cerebrales y estudios recientes indican que aún durante el primer mes de vida son de pobre valor y pueden ser fuente de errores comunes, especialmente en prematuros.

En el campo del US Doppler neonatal hay un notable avance en la investigación de los vasos Arteriales cerebrales, sin embargo la demostración del sistema Venoso no es suficiente; se ha buscado demostrar sus ramas y obtener un mapa espectral regional en los pequeños vasos, lo que debiera mejorar el diagnóstico de enfermedades cerebro/vasculares en el periodo neonatal y de manera indirecta reconoce alteraciones sistémicas, en especial la relacionadas a cavidades cardiacas derechas y pulmones.

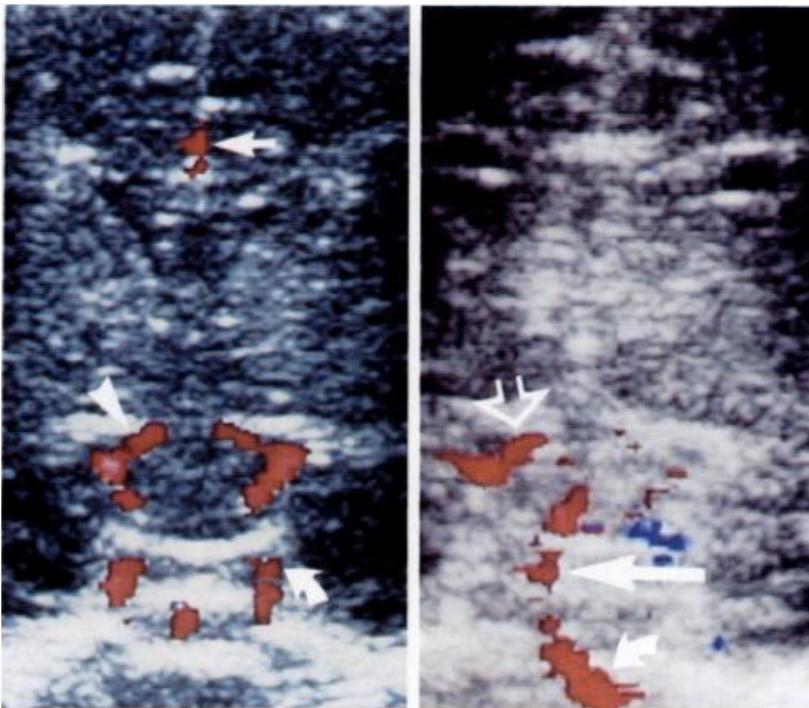
El reconocimiento de las anomalías en el análisis del sistema venoso cerebral implica conocer los parámetros de normalidad tanto cualitativos como cuantitativos del sistema.

## MARCO TEÓRICO

El sistema venoso neonatal por medio de ultrasonido se ha estudiado poco. En el año de 1989 hay artículos que mencionan que el análisis del sistema venoso intracraneal es difícil y poco fiable, pero tales deducciones derivan de algunas circunstancias, una de ellas es el desarrollo de la tecnología en esa etapa y por ende la falta de experiencia en la evaluación del sistema venoso, con escasa investigación en el mismo.

El desarrollo del sistema Doppler se debe al avance en el campo del ecocardiograma, debido a que podía demostrar la vasculatura del corazón, la evaluación de pseudoaneurismas y la perfusión del miocardio.

En la revista AJR (American Journal of Roentgenology) en 1989 aparece el primer artículo publicado respecto al sistema vascular intracraneal "Color Doppler imaging of intracranial vessels in the neonate" escrito por investigadores japoneses. Previamente ya existen reportes publicados de la utilidad del ultrasonido en la evaluación anatómica cerebral y principalmente con la evaluación del sangrado en el neonato. En el estudio



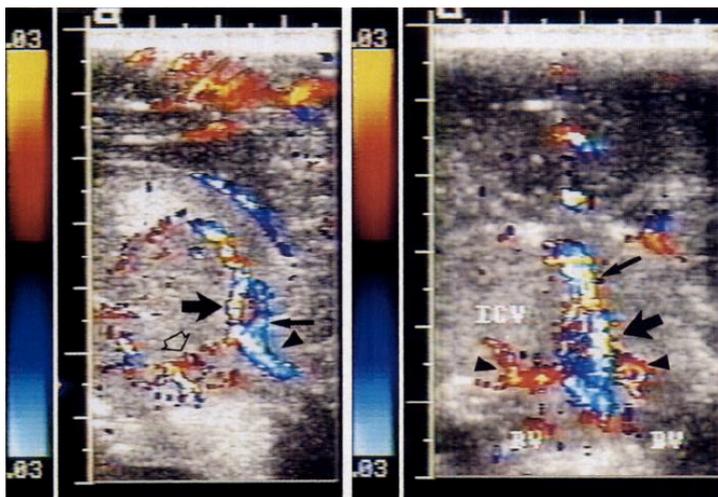
Ellos incluyeron 24 neonatos y es un estudio combinado en análisis arterial y venoso, su objetivo fue determinar la efectividad del Doppler color en demostrar los vasos intracraneales, patrones de flujo alterado y determinar el mejor abordaje en el

cráneo del neonato para la evaluación.

En la figura se muestran imágenes obtenidas de ese estudio, en ellas se identifica el Polígono de Willis, la arteria basilar y la arteria vertebral, sin embargo existe poca

saturación de la imagen que se refleja en poca definición del parénquima así como poca calidad en las imágenes mostradas, sin correcto llenado de los trayectos vasculares. Ellos concluyen que en la mayoría de sus pacientes se logran ver vasos de gran calibre y que es en extremo operador dependiente y que la obtención de imágenes adecuadas depende de manera importante de la experiencia del explorador y que el análisis del sistema venoso no puede ser realizado por lo que es limitado para el diagnóstico.

En el año de 1992 aparece el primer estudio publicado enfocado completamente al análisis del sistema venoso intracraneal en el neonato, fue elaborado por el Dr. George A. Taylor en el departamento de imagen y pediatría “ Russell H. Morgan” en el hospital Johns Hopkins. Su objetivo fue demostrar la efectividad del ultrasonido Doppler color en 6 venas intracraneales. Analizó 20 neonatos sanos y obtuvo valores que mas adelante compararemos con los obtenidos en el presente estudio.



Esta imagen fue obtenida por el Dr. Taylor en 1992, mostrando troncos venosos de gran calibre en este caso venas cerebrales internas, seno sagital inferior y vena de Galeno en la imagen de la izquierda, en la imagen de la derecha se muestran venas

basales drenando a las cerebrales internas y a su vez a la vena de Galeno. Es de notar la importante saturación al color de la imagen, con pobre diferenciación del parénquima subyacente, con escalas de color burdas y pérdida de campos de visión en la periferia de la imagen.

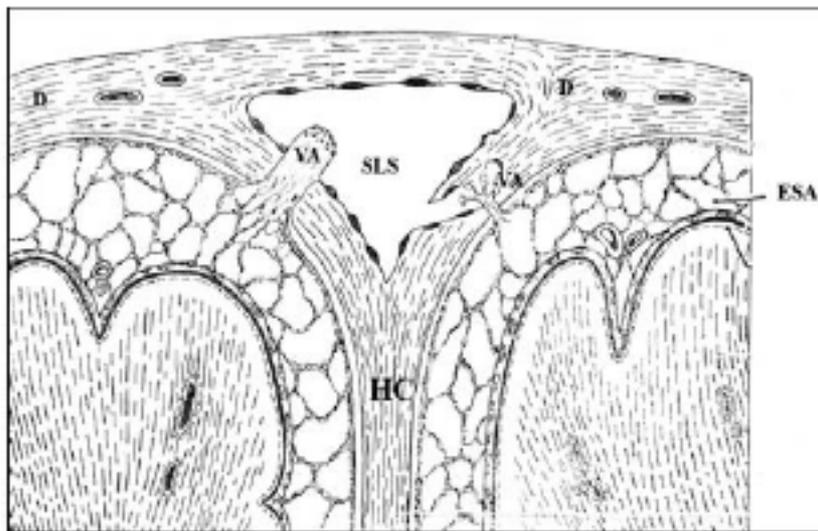
El Dr. Taylor concluye que las mejoras en la tecnología como la mejor sensibilidad al color y los transductores de alta frecuencia han mejorado el análisis venoso, como la identificación de venas subependimarias. Menciona que muy probablemente la razón de mencionar en el artículo de 1989 que es poco fiable el análisis venoso era por la instrumentación inadecuada. Discute además otros factores técnicos que serán discutidos más adelante en este trabajo.

# ANATOMÍA DEL SISTEMA VENOSO CEREBRAL NORMAL

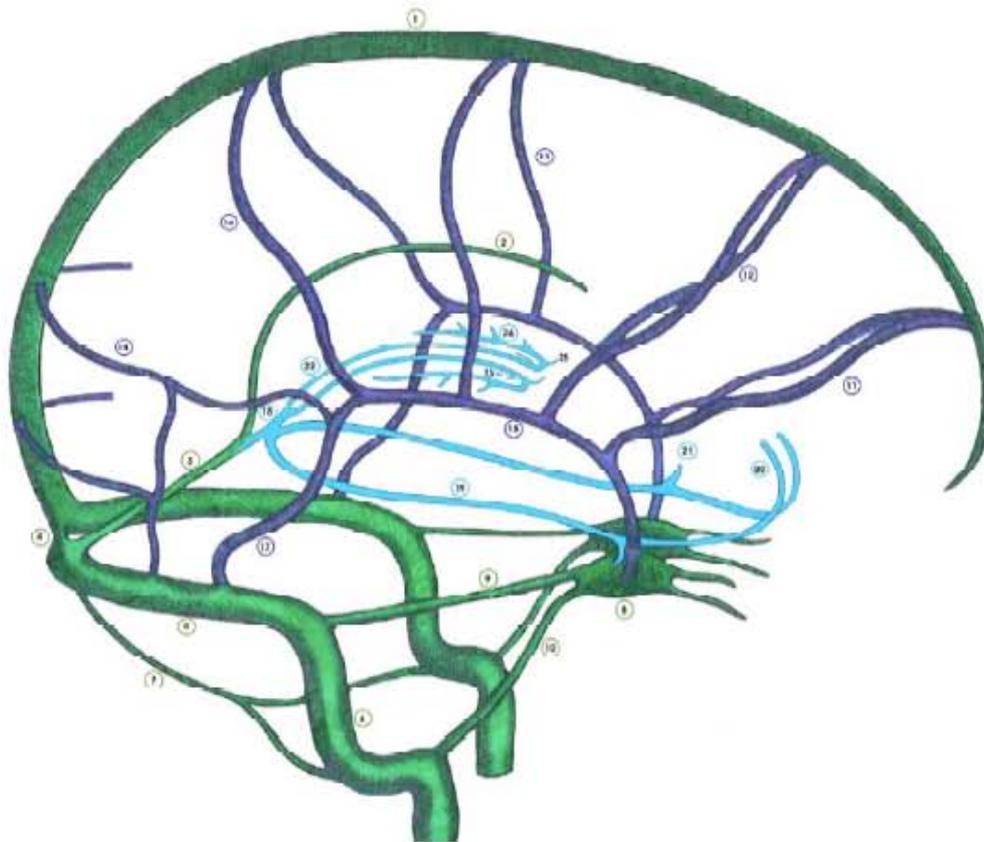
## INTRODUCCIÓN

Las meninges son las membranas que recubren y protegen al sistema nervioso. Forman pliegues, tabiques y definen espacios, como el epidural, por fuera de la duramadre, los senos venosos entre las dos capas de duramadre, el subaracnoideo y las cisternas, ubicadas entre la aracnoides y la piamadre.

Los senos son espacios venosos que drenan la sangre del cerebro y los huesos del cráneo; se ubican entre dos capas de duramadre y están recubiertos por endotelio, que es continuación del que tapiza a las venas. En su interior contienen numerosas trabéculas irregulares de tejido fibroso y carecen válvulas, su forma suele ser triangular o irregularmente cilíndrica y las paredes son inextensibles y resisten al colapso, la sangre circula desde un seno a otro por diferencias de presiones.



**Esquema de un seno venoso. D. Duramadre, HC. Hoz del cerebro, VA. Vellosidad aracnoidal, SLS. Seno longitudinal superior, ESA. Espacio subaracnoideo.**



<p><b>SENOS VENOSOS DURALES (VERDE)</b></p> <p><b>Mediales</b>            Seno sagital superior (1)            Seno sagital inferior (2)            Seno recto (3)            Confluencia de los senos (4)</p> <p><b>Posteroinferiores</b>            Seno transverso (5)            Seno sigmoideo (6)            Seno occipital (7)</p>	<p>Seno marginal            Seno petroso superior (9)            Seno petroso inferior (10)            Plexo basilar</p> <p><b>Anteroinferiores</b>            Seno cavernoso (8)                Seno intercavenoso anterior                Seno intercavenoso posterior            Seno esfenoparietal</p>
<p><b>VENAS SUPERFICIALES DEL CEREBRO (AZUL)</b></p> <p><b>Venas cerebrales superiores</b>            Venas preforntales (11)            Venas frontales (12)            Venas parietales (13)            Venas temporales            Venas occipitales (14)</p> <p><b>Vena cerebral media superficial (15)</b></p> <p><b>Venas cerebrales inferiores</b>            Vena del uncus            Venas orbitarias            Venas temporales</p> <p><b>Venas anastomóticas</b>            Vena anastomótica superior (16)            Vena anastomótica inferior (17)</p>	<p><b>VENAS PROFUNDAS DEL CEREBRO (CELESTE)</b></p> <p><b>Vena cerebral magna (18)</b>  <b>Vena basal (19)</b>            Venas cerebrales anteriores (20)            Vena cerebral media profunda (21)                Venas insulares            Venas tálamo-estriadas inferiores            Vena del giro olfatorio            Vena ventricular inferior            Vena coroidea inferior            Venas pedunculares</p> <p><b>Venas internas del cerebro (22)</b>            Vena coroidea superior (23)            Vena tálamo-estriada superior (24)            Venas del septum pellucidum (25)            Venas del ventrículo lateral            Vena posterior del cuerpo calloso</p>

Algunos senos venosos están situados en las prolongaciones de la duramadre y otros sobre la pared ósea craneal, donde forman unos pequeños surcos.

Se presentaron diversas clasificaciones: senos pares e impares, que brinda una orientación pedagógica; senos posterosuperiores y anteroinferiores, con una orientación anatómica-funcional; senos mediales, posteroinferiores y anteroinferiores, con un sentido pedagógico, anatómico y funcional.

### GRUPO MEDIAL

#### SENO SAGITAL SUPERIOR:

Es un seno impar y medio, que discurre a lo largo del borde superior de la hoz del cerebro. Posee una forma triangular de base superior a la sección coronal y se extiende desde el foramen ciego hasta la confluencia de los senos. Su calibre inicial es de 1 a 2 milímetros, va en aumento en sentido posterior, hasta llegar a medir aproximadamente 1 centímetro en su parte final. En su interior se encuentran numerosas bandas fibrosas que cruzan la parte inferior del seno, proyecciones de las granulaciones aracnoideas y pequeñas aberturas hacia las lagunas laterales.

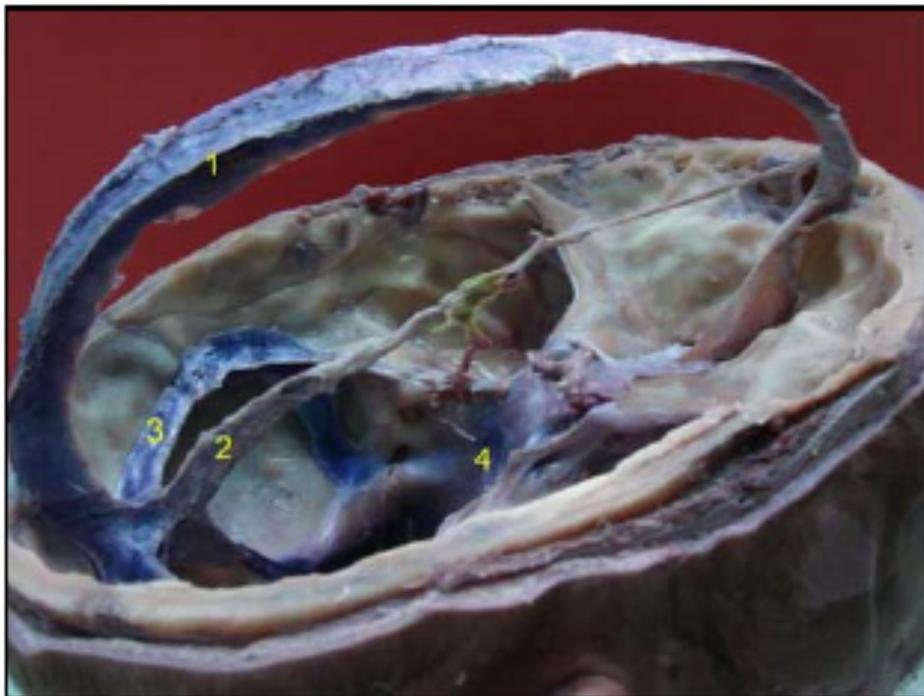
Las Lagunas Laterales son espacios venosos de la duramadre, generalmente situados a lo largo del seno sagital superior. Suelen encontrarse 3 lagunas a cada lado y prevalecen en la región frontal posterior y parietal.

Las granulaciones aracnoideas no son excluyentes de este seno, también es posible encontrarlas en la proximidad de los senos transversos, cavernosos, petroso superior, recto y esfenoparietal.

Afluentes: Recibe a las venas del foramen ciego, del extremo anterior de la hoz del cerebro, las venas cerebrales superiores, anastomótica superior [de Trolard], las meníngicas medias, diploicas y a la vena emisaria del agujero parietal.

Las venas que desembocan en la parte anterior del seno lo hacen en la misma dirección que el flujo sanguíneo, en cambio, las que abocan en la parte posterior, lo hacen en sentido contrario (contracorriente).

Desembocadura: El seno sagital superior, al igual que todos los senos venosos del grupo medial, desemboca en el mismo punto denominado Confluencia de los Senos [Prensa de Herófilo o Tórcula], ubicado junto a la protuberancia occipital interna. En pocas ocasiones esta confluencia es simétrica, habitualmente el seno sagital superior desemboca en el seno transversal derecho y el seno sagital inferior desemboca en el seno transversal izquierdo.



**Preparación Cadavérica. Vista posterosuperior.** Se aprecia el agujero magno (1), los senos sagital superior (2), sagital inferior (3), transversos (4) y plexo venoso basilar (5).

## SENO SAGITAL INFERIOR

Es un seno medio, impar y delgado. Nace en la mitad posterior de la hoz del cerebro y discurre por el borde inferior; su calibre aumenta de adelante hacia atrás, terminando en el seno recto, al que contribuye a formar.

Afluentes: Recibe las venas de la hoz del cerebro y algunas de la superficie interna del cerebro.

Desembocadura: Se une a la vena cerebral magna [de Galeno] y juntos forman el seno recto.



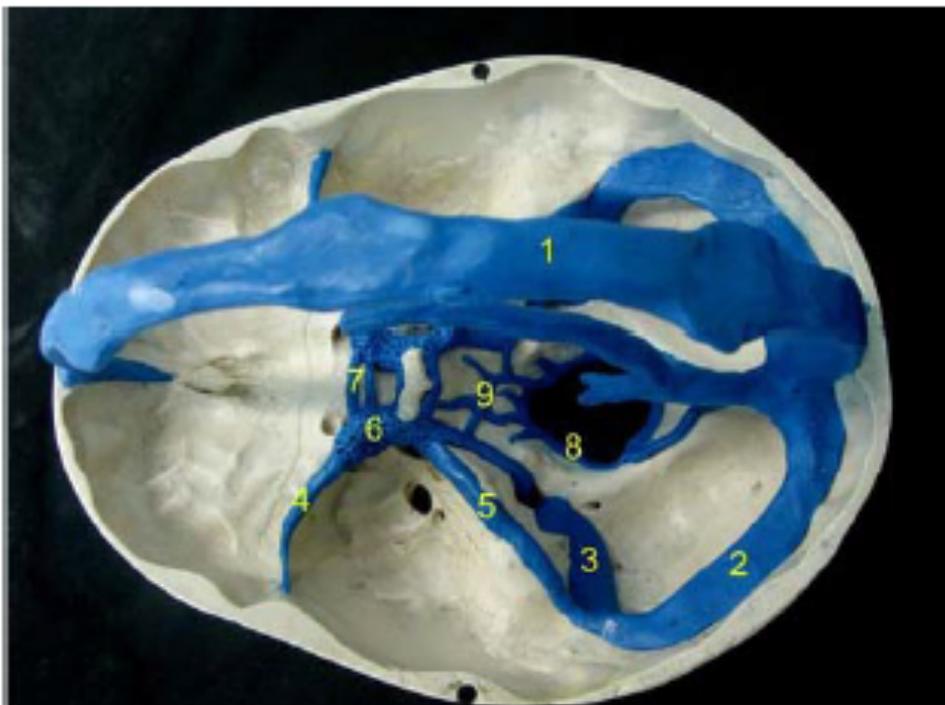
**Molde de Senos venosos.** Vista laterosuperior. Se aprecian los senos sagital superior (1), sagital inferior (2), transversos (3), esfenoparietales (4), occipital (5), cavernoso (6) y la vena cerebral magna (7).

## SENO RECTO

Es un seno impar y medio, tiene la forma de un triángulo de base inferior a la sección coronal. Recorre una distancia de 4,5 a 5 cm, a lo largo la unión de la hoz del cerebro con la tienda del cerebelo, continuando al seno sagital inferior. Resulta de la unión del seno sagital inferior con la vena cerebral magna.

Afluentes: Recibe a la vena cerebral magna, a las basales [de Rosenthal], a la vena del vermis superior del cerebelo y al seno sagital inferior.

Desembocadura: Drena en la confluencia de los senos, aunque es más frecuente la variante asimétrica donde se une al seno transverso izquierdo.



**Molde de Senos venosos. Vista superior.** Se aprecian los senos sagital superior (1), transversos (2), sigmoideos (3), esfenoparietales (4), petrosos superiores (5), cavernoso (6) intercavernosos (7), marginal (8) y el plexo basilar (9).

## CONFLUENCIA DE LOS SENOS

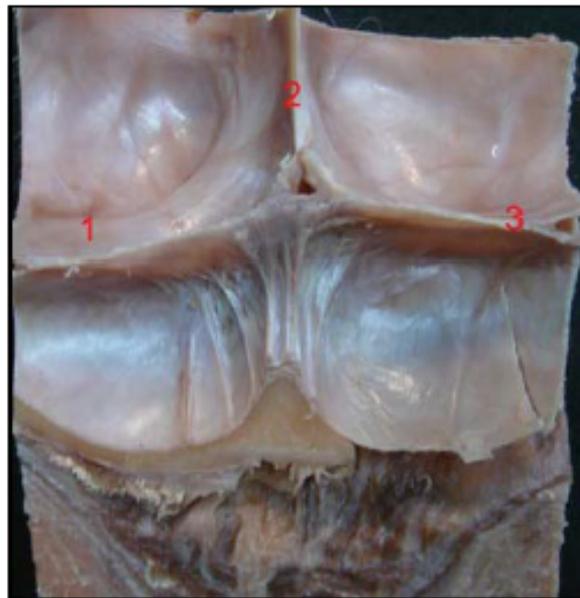
Es la unión de los senos sagital superior, recto, occipital y transversos por delante de la protuberancia occipital interna. El modo en que estos senos se unen es muy variable y pocas las veces lo hacen de forma simétrica. Habitualmente se encuentra al seno sagital superior desembocando en el seno transversal derecho y al seno recto convergiendo en el seno transversal izquierdo. Al parecer, esta asimetría se debería al desarrollo preponderante de un hemisferio cerebral sobre el otro.

El calibre y el grado de relación entre los senos que confluyen aquí es muy variado.

Las comunicaciones entre el seno sagital superior con las venas de la nariz, el cuero cabelludo y diploe explican la diseminación de las infecciones entre los distintos lugares.

Afluentes: Reciben la sangre de los senos sagital superior, recto y occipital.

Desembocadura: La confluencia de los senos drena en los senos transversos, derecho e izquierdo.



**Preparación cadavérica. Confluencia de los Senos. Vista endocraneana.** Se aprecia el seno transversal derecho (1) casi como una continuación del seno sagital superior (2) y el seno transversal izquierdo (3)

## GRUPO POSTEROINFERIOR

### SENOS TRANSVERSOS

Son senos pares y de apariencia simétrica, se extienden desde la confluencia de los senos hasta el extremo posterior del borde superior de la porción petrosa del hueso temporal. Recorre la circunferencia externa de la tienda del cerebelo y excava un surco en el hueso occipital. Su calibre aumenta en sentido medial lateral. Generalmente el seno derecho es de mayor tamaño que el izquierdo.

Afluentes: En su origen recibe a los senos sagital superior, inferior y occipital. Durante su trayecto recibe a las venas cerebrales inferiores, cerebelosas superiores y anastomótica inferior [de Labbé].

Desembocadura: Al dejar la tienda del cerebelo, los senos transversos se continúan como senos sigmoideos.

### SENOS SIGMOIDEOS

Son senos pares, de apariencia simétrica, trayecto flexuoso y continúan a los senos transversos una vez que dejan a la tienda del cerebelo. Su primera parte o mastoidea ocupa el extremo posterior de la porción petrosa del hueso temporal. Allí, el seno se acoda y desciende oblicuamente en dirección anterior, medial e inferior. La segunda porción o yugular es la parte del seno que llega a la base de la porción petrosa del hueso temporal, toma una dirección hacia delante, arriba y adentro y se continúa con la vena yugular interna.

La vena yugular y su bulbo están íntimamente relacionadas con el piso de la cavidad timpánica, separada solo por una lámina de tejido óseo de espesor variable.

Afluentes: Reciben a los senos petrosos superiores, a las venas del acueducto del vestíbulo y una vena emisaria mastoidea, que atraviesa el agujero homónimo y establece una comunicación entre el seno sigmoideo y las venas extracraneales. Otra vena atraviesa el conducto condíleo y comunica los senos sigmoideos con los plexos venosos vertebrales interno y externo.

Les llega una importante cantidad de sangre de los senos anteroinferiores a través de los senos petrosos y toda la sangre de los senos posteroinferiores. Por esa razón, son considerados como los colectores de “toda” la sangre venosa de los senos de la duramadre.

Terminación: Se continúa en el sector posterolateral del foramen yugular con el bulbo superior de la vena yugular.

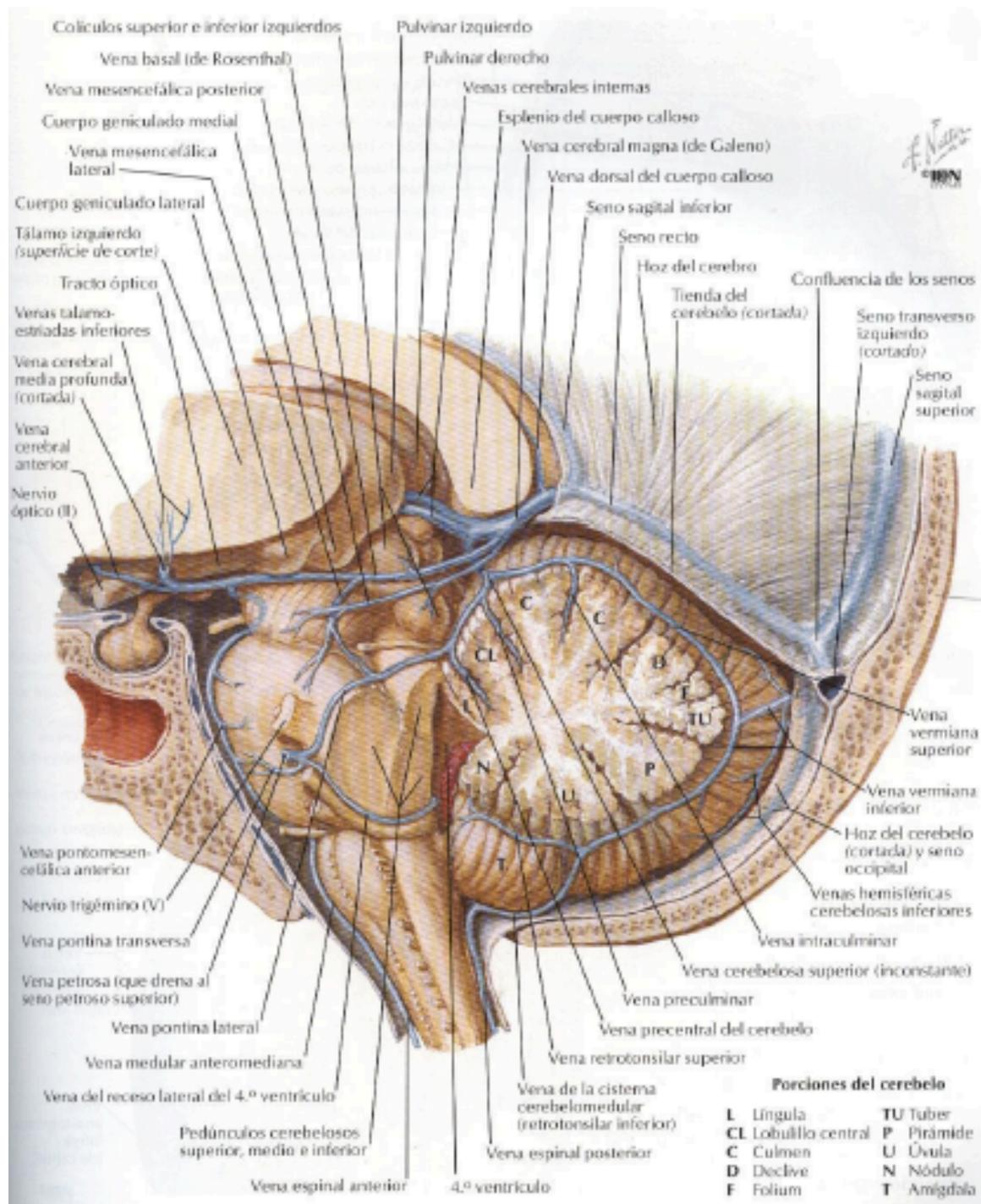
El foramen consta de tres porciones dispuestas en sentido anteroposterior. La primera es la porción petrosa, es pequeña, de ubicación anteromedial y se comunica con el seno petroso inferior; la segunda es de ubicación medial e intrayugular, allí se encuentran las apófisis intrayugulares de los huesos occipital y temporal y se relaciona con los pares craneales IX, X, XI; la tercera porción es la sigmoidea, de ubicación posteromedial, de gran tamaño y relacionada con el seno sigmoideo.

#### SENO OCCIPITAL

Es un seno impar que se extiende por dentro de la hoz del cerebelo, desde la confluencia de los senos hasta el borde posterior del agujero magno. Se pueden observar distintas formas de unión en su extremo superior: dos troncos separados, un solo tronco medial o desviado hacia un lado, generalmente el derecho. El extremo inferior ocasionalmente puede bifurcarse antes de conectarse al seno marginal.

#### SENO MARGINAL

Es un pequeño seno venoso ubicado entre las dos capas de duramadre que rodean al foramen magno. Se comunica hacia adelante con el plexo basilar y hacia atrás con el seno occipital. Suele conectarse con el seno sigmoideo o el bulbo de la vena yugular por medio de un pequeño conducto venoso, también lo hace con el plexo venoso del conducto del hipogloso y con el plexo vertebral interno y externo.



## SENOS PETROSOS SUPERIORES

Es un seno par y de apariencia simétrica. Nace de la extremidad posterior del seno cavernoso y sigue una dirección oblicua hacia atrás y afuera por el borde superior del peñasco, donde toma inserción la tienda del cerebelo. Pasa por encima del nervio trigémino y tiene comunicación con el plexo basilar.

Afluentes: Recibe la sangre de los senos cavernosos y las venas cerebelosas, cerebral inferior y laberínticas.

Desembocadura: Termina en el seno sigmoideo, a la altura de la unión con el seno transverso.

## SENOS PETROSOS INFERIORES

Es un seno par y de apariencia simétrica. Al igual que el anterior, nace de la extremidad posterior del seno cavernoso y sigue una dirección oblicua hacia atrás y afuera, por la parte inferior del peñasco. En su recorrido pasa sobre la fisura petro-occipital.

Afluentes: Recibe la sangre de los senos cavernosos y de las venas cerebelosas, laberínticas, pontinas y bulbares.

Desembocadura: Al llegar al extremo anterior del foramen yugular recibe varias venas tributarias y desemboca en forma de plexo sobre la cara medial del bulbo superior de la vena yugular interna, entre el nervio glossofaríngeo por delante y el nervio vago y accesorio por detrás.

## PLEXO BASILAR

Es un conjunto de conductos venosos interconectados que discurre por dentro de la duramadre de la lámina cuadrilátera del esfenoides y el clivus occipital.

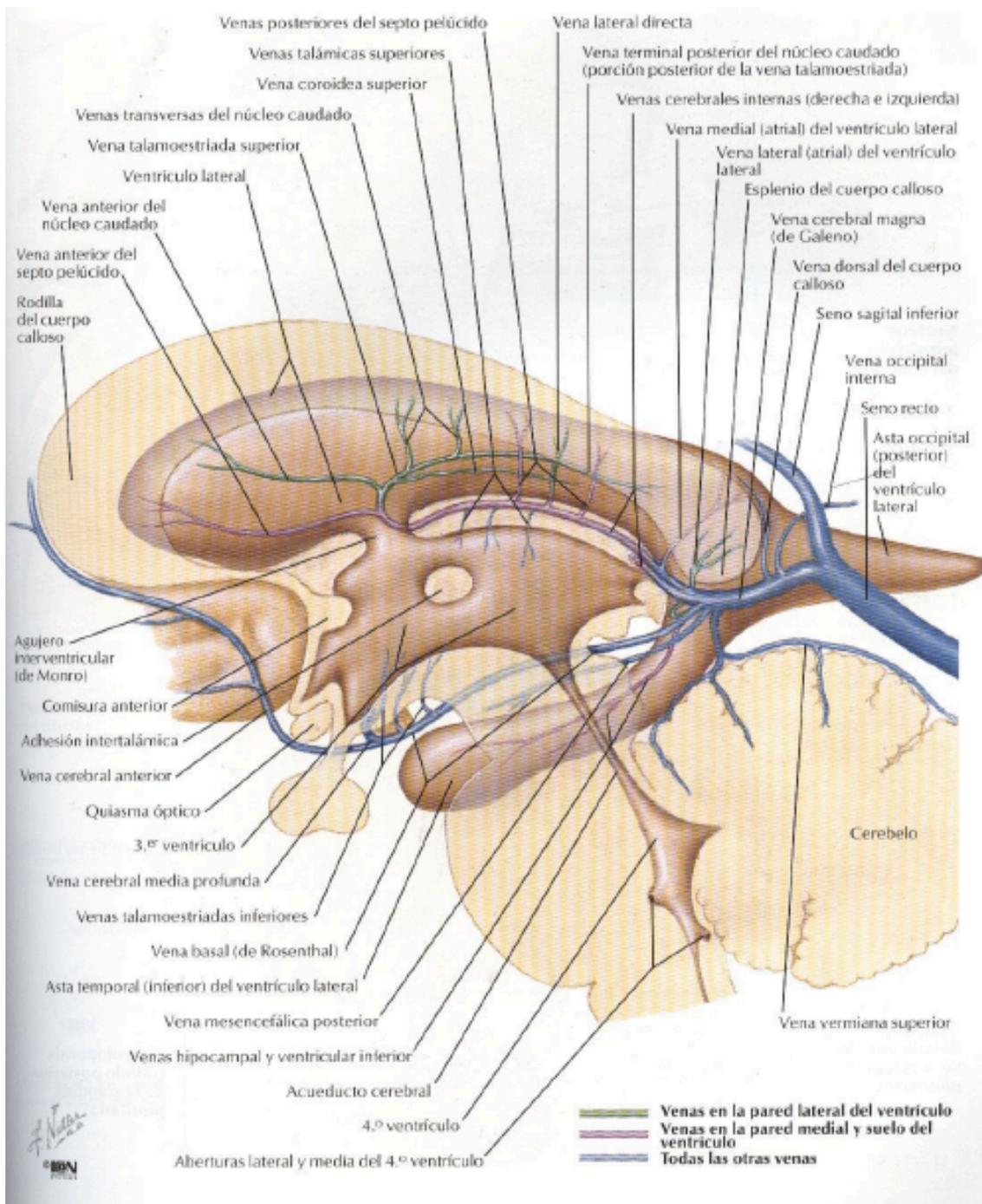
Afluentes: Recibe sangre del seno marginal y de los orígenes de los senos petrosos superior e inferior.

Desembocadura: Termina en la extremidad posterior del seno cavernoso.

## GRUPO ANTEROINFERIOR

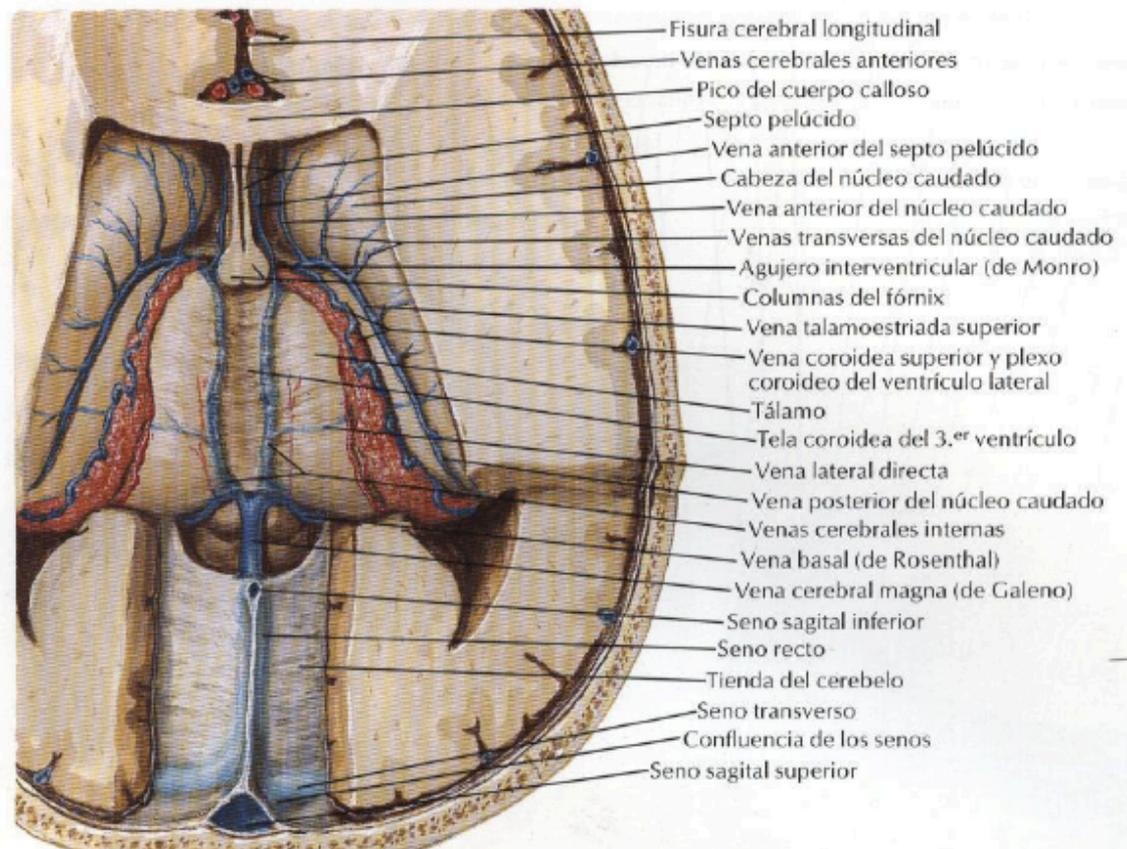
### SENOS CAVERNOSOS

Son senos pares y de apariencia simétrica, formados por una red venosa irregular que se ubica a cada lado de la silla turca y del cuerpo del esfenoides. Se dirigen desde la fisura orbitaria superior hasta la extremidad anterior de la porción petrosa del hueso temporal. Tienen 2 centímetros de largo y 1 centímetro de ancho. Los primeros estudios cadavéricos lo describieron como una estructura muy similar al tejido cavernoso, donde el seno se encontraba colapsado, atravesado por nervios y con numerosas granulaciones aracnoideas en su pared, semejando un lago venoso. Actualmente, se acepta que su estructura interna es de carácter trabecular y plexiforme, formando una verdadera red venosa.



La pared lateral del seno cavernoso consta de una doble capa dural y una delicada red venosa entre ellas. Por la lámina interna transcurren los nervios oftálmico, oculomotor y troclear, dentro del seno cavernoso discurre la arteria carótida interna y, en íntima relación, el nervio abducens.

Afluentes: Recibe a las venas oftálmicas superior e inferior, la vena cerebral media superficial y cerebrales inferiores, a los senos esfenoparietales, intercavernosos y al plexo basilar.



Desembocadura: El drenaje se hace hacia el seno sigmoideo por medio del seno petroso superior, hacia la vena yugular interna mediante el seno petroso inferior y hacia el seno petro-occipital y el plexo venoso carotídeo interno.

Ambos senos cavernosos se comunican por medio de los senos intercavernosos y del plexo basilar. Al menos cuatro sistemas venosos: el plexo venoso del agujero oval, la vena del agujero redondo, las venas del agujero rasgado y la vena del agujero venoso (inconstante), atraviesan la base del cráneo y comunican el seno cavernoso con el plexo pterigoideo del mismo lado.

El drenaje hacia al seno sigmoideo y a la vena yugular interna se ejerce por la influencia de los latidos de la arteria carótida interna, por la gravedad y por la posición de la cabeza. En posición erecta, el plexo vertebral interno sería ser el encargado de drenar la mayor parte de la sangre venosa encefálica, en cambio, en posición supina, las venas yugulares internas son las que efectúan el mayor drenaje.

## SENOS INTERCAVERNOSOS O CORONARIOS

Es una red venosa que se encuentra por dentro de la duramadre que rodea la hipófisis.

Se describen un seno intercavernoso anterior y otro posterior. El nombre de seno coronario proviene de su forma circular, ya que ambos se unen lateralmente para desembocar juntos en cada seno cavernoso.

## SENOS ESFENOPARIETALES, ESFENOBASALES O ESFENOPETROSOS

Se presenta de tres formas distintas:

Seno esfenoparietal: Es la variante más común.

Consiste en un conducto venoso que nace del seno sagital superior y desciende por el borde posterior del ala menor del esfenoides hasta el seno cavernoso.

Afluentes: Recibe venas meníngeas, a las venas diploicas, a la rama frontal de la vena meníngea media y a la vena cerebral media superficial. Estas dos últimas también pueden drenar en el seno cavernoso.

Terminación: Desemboca en el extremo anterior del seno cavernoso.

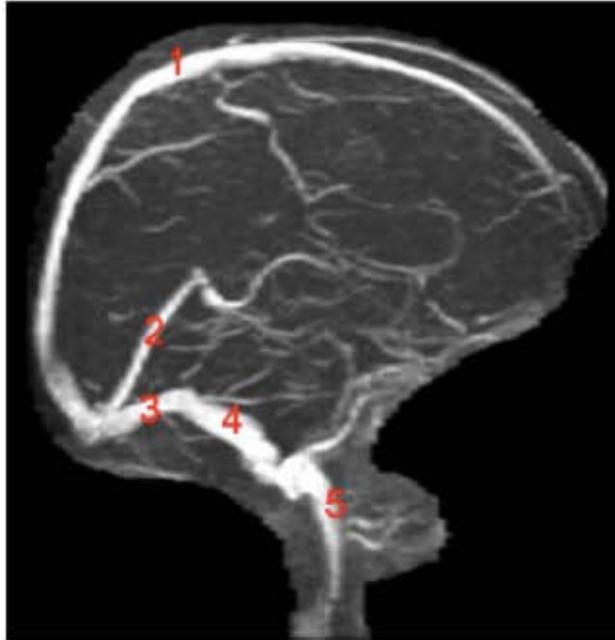
Cuando este seno sale del cráneo para unirse a la vena emisaria esfenoidal y al plexo pterigoideo es denominado seno esfenobasal.

Cuando se dirige posteriormente por la fosa craneal media y drena en el seno petroso superior o en el seno transversal se lo llama seno esfenopetroso.

Las variaciones del seno cambian la desembocadura de la vena cerebral media superficial, que habitualmente drena en el seno esfenoparietal; si este seno no existe o se encuentra poco desarrollado, la vena puede drenar directamente en el seno cavernoso o bien dirigirse hacia el borde inferior del lóbulo temporal y drenar en el seno esfenobasal o esfenopetroso.

## PLEXO VENOSO CAROTÍDEO INTERNO

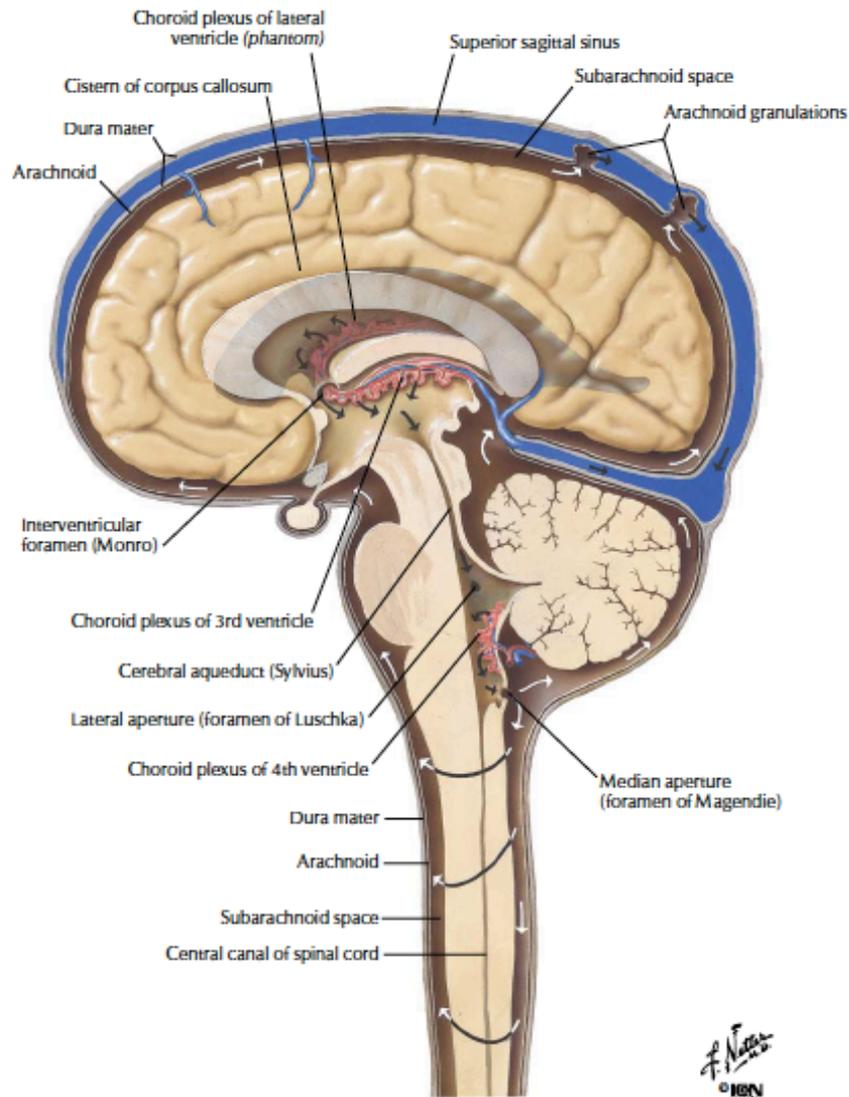
Es un plexo venoso poco desarrollado que rodea a la arteria carótida interna en su recorrido por el conducto homónimo. Se comunica por delante con el seno cavernoso y por detrás con la vena yugular interna.



**Venografía.** Vista lateral. Se aprecian el seno sagital superior (1), el seno recto (2), los senos transversos (3), los senos sigmoideos (4) y la vena yugular interna (5).



**Venografía.** Vista frontal. Se aprecian el seno sagital superior (1), los senos transversos (2), los senos sigmoideos (3) y la vena yugular interna (4).



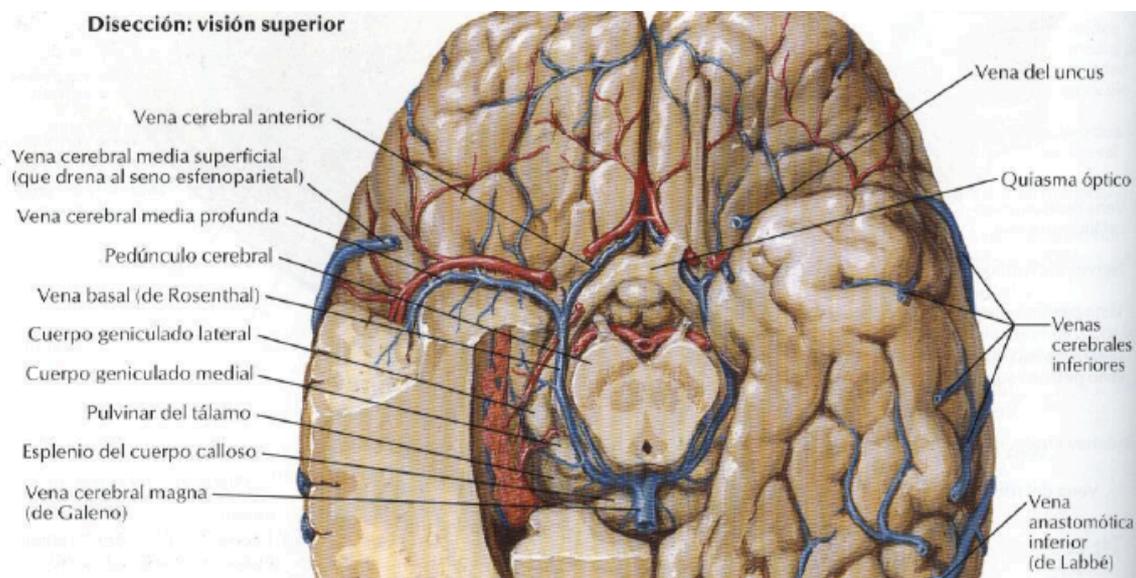
## BULBO SUPERIOR DE LA VENA YUGULAR

La vena yugular interna se forma debajo del foramen yugular como una continuación del seno sigmoideo. Posee un calibre irregular que aumenta a medida que desciende a lo largo del cuello. Dentro del foramen yugular la vena presenta una dilatación denominada bulbo superior de la vena yugular. El bulbo superior derecho suele ser de mayor tamaño que el izquierdo, reflejando la prominencia del seno sigmoideo derecho por sobre el izquierdo.

El bulbo inferior de la vena yugular es la otra dilatación, que se encuentra en el extremo inferior de la vena, cercano a la desembocadura en la vena subclavia.

El bulbo y la vena yugular interna y reciben a nivel de la base del cráneo al seno petroso inferior, al seno occipital, a los plexos venosos carotídeos internos, del conducto del hipogloso, vertebrales y a la vena emisaria condílea.

Dada la asimetría predominante a nivel de la confluencia de los senos, se concluye que la vena yugular interna derecha drena en su mayor parte la sangre venosa de las partes superficiales del cerebro y que la vena yugular interna izquierda recibe la sangre venosa de las partes profundas.

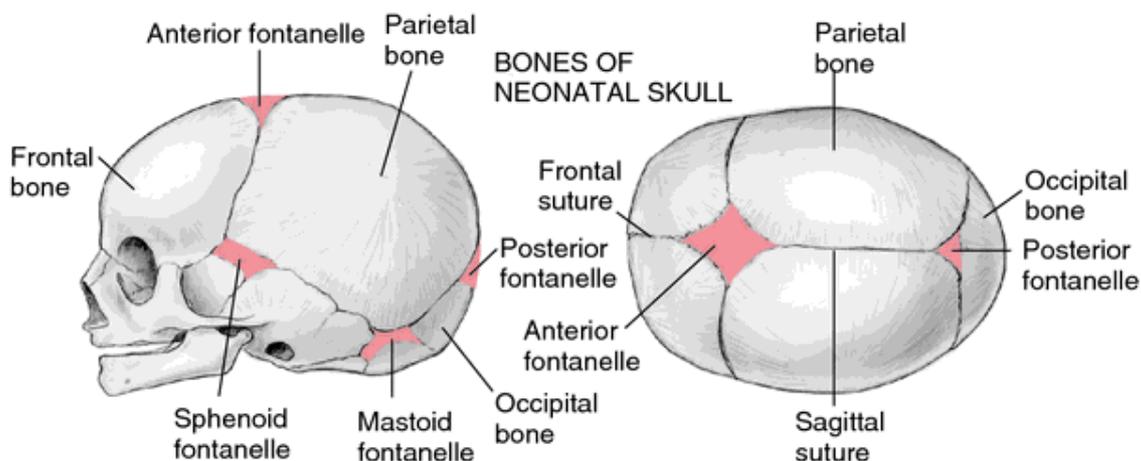


## FONTANELAS Y VÍAS DE ABORDAJE

### Anatomía de las fontanelas

La vía de exploración, que se refiere a la fontanela donde se ha de colocar el transductor del ultrasonido para el análisis, puede ser variable y en cada una de las fontanelas del neonato. La elección de cada una de ellas depende de la región vascular anatómica que queremos analizar.

Los huesos de la bóveda craneal se originan por el proceso de osificación membranosa, a diferencia de gran parte del organismo, cuya osteogénesis es precedida por un esbozo cartilaginoso. Los puntos de osificación en los huesos de la calota son centrales y luego se extienden hacia la periferia, lo que implica que al momento del nacimiento, dichos huesos se encuentren articulados entre si por tejido conectivo denso, constituyendo las suturas.



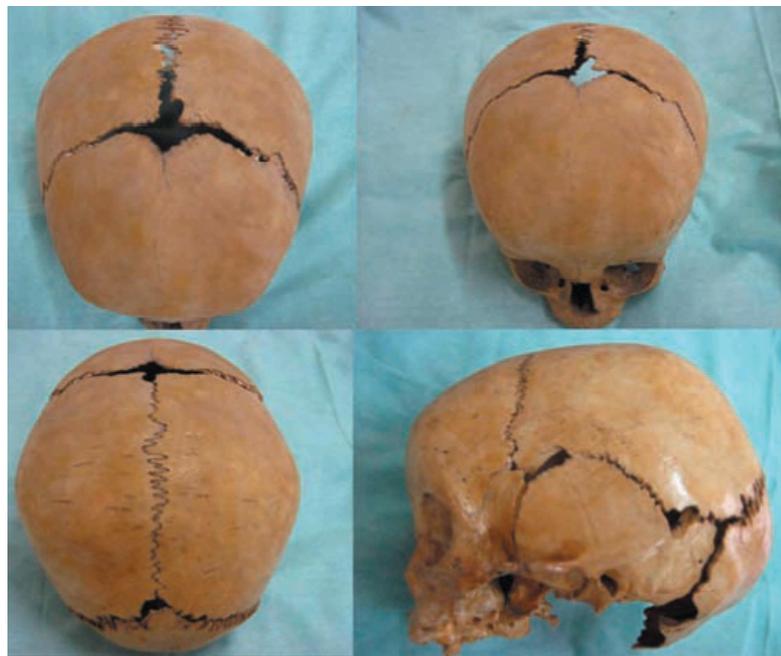
Las fontanelas conforman seis áreas de tejido conectivo denso correspondiente a la unión de dos o más suturas.

Se encuentran en la línea media la fontanela anterior (FA) (fonticulus anterior), y la (FP) (fonticulus posterior). Hacia los laterales del cráneo se localizan las antero-laterales (AL) (fonticulus anterolateralis) y las postero-laterales (PL) (fonticulus mastoideus)

Las fontanelas están constituidas por tres capas: una externa, el periostio, que se continúa con el de los huesos adyacentes; una media, de tejido conectivo, conectada a los huesos que la rodean (capa que se osificará); y una interna, la duramadre.

Clásicamente se describen seis fontanelas. Se encuentran en el plano sagital la FA, mayor o bregmática y la FP, menor o lámbdica. En las caras laterales del cráneo y con menor superficie, se localizan las AL, esfenoidales o ptéricas; y las PL, mastoideas o astéricas.

Asimismo es factible la presencia de fontanelas accesorias, como es el caso de la fontanela sagital (o fontanela de Gerdy), localizada en la sutura homónima a nivel del obelion, que suele relacionarse con síndrome de Down o hipotiroidismo. Otras fontanelas supernumerarias son la



nasofrontal, ubicada entre las dos mitades del frontal y los huesos propios de la nariz (en el adulto se osifica en un hueso supranasal); la fontanela metópica, localizada en la sutura homónima (puede osificarse en un hueso metópico, supernumerario); y la fontanela cerebelosa, situada por detrás del agujero magno.

Fontanela anterior es la fontanela de mayor superficie y, por consiguiente, de mayor utilidad médica. Posee forma romboidal y se encuentra ubicada en la intersección de las suturas coronal, sagital y metópica. Esta última tiende a desaparecer hacia los 2 años de edad<sup>6</sup>. Sus medidas en el primer día de vida varían entre 6 y 36 mm, media 21 mm<sup>16</sup>. Generalmente cierra a los 13 - 14 meses (variabilidad entre 4 y 26 meses).

La FA es la fontanela utilizada con mayor frecuencia para la realización de neuroecografías no sólo por ser la de mayor tamaño, sino por ser la de mayor latencia hasta desaparecer.

La fontanela posterior: de conformación triangular, se encuentra en la concurrencia de las suturas sagital y lambdoidea. Mide luego del nacimiento aproximadamente de 5 a 7 mm. Generalmente se cierra alrededor de los 2 o 3 meses de vida. Aventaja considerablemente a la FA al momento de evaluar por ultrasonografía a las estructuras más posteriores supra e infratentoriales. Asimismo, eleva la posibilidad de detectar patologías respecto a la utilización aislada de la FA como ventana acústica.

En la evolución normal del desarrollo y crecimiento craneal, el perímetro cefálico aumenta, las suturas se consolidan y las fontanelas se extinguen para transformarse en puntos de relevancia craneométrica, donde convergen las distintas suturas.

El conocimiento de la anatomía de las fontanelas es relevante para comprender y reconocer la aparición de patologías del cráneo óseo, del sistema nervioso central (SNC), o de otro sistema que se reflejen sobre las mismas.

Fisiológicamente es destacable su función al momento del parto, ya que junto a las suturas posibilita el amoldamiento. Debido a las características estructurales y topográficas de las fontanelas, éstas se comportan como una verdadera ventana hacia el endocráneo, permitiendo aplicaciones clínico-semiológicas, diagnósticas (ecografía transfontanelar) y terapéuticas (punciones, drenaje ventricular y de abscesos).

El conocimiento de la anatomía de las fontanelas y su relación con las diferentes estructuras endocraneales, permite una mejor comprensión de patologías regionales o a distancia que repercuten en ellas, así como también sus utilidades en las diferentes aplicaciones médicas y quirúrgicas.

## ELECCIÓN DE ABORDAJE

Los posibles abordajes incluyen la fontanela anterior que es la más usada, la fontanela posterior, la escama del temporal y la fosa posterior.

En la fontanela anterior tenemos la visión panorámica más amplia de todas ellas, logra imágenes en sentido coronal desde el parénquima del lóbulo frontal y hasta la sustancia blanca periventricular en el sentido coronal, y en el sentido sagital alcanza la cisterna silviana a ambos lados.

En la escama del temporal las imágenes se obtienen en un plano axial, y permite la visualización de estructuras centrales como el tallo, sistemas ventriculares del tercer y cuarto ventrículo, venas subependimarias, Polígono de Willis.

En la fontanela posterior proyecta en la mayoría de los casos imágenes sagitales, son evidentes las estructuras vasculares como venas basílicas, venas vertebrales y en general el sistema vascular infratentorial.

El abordaje por la fosa posterior logra imágenes en coronal y sagital, siendo de mayor complejidad estas últimas. Permite una mejor valoración de las estructuras anatómicas por debajo del tentorio, siendo de importancia la fosa posterior, la porción distal del tronco cerebral y la primera porción de la médula espinal y de especial importancia para este trabajo, las venas cerebrales basales, las cuales son las menos estudiadas en la literatura universal.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

No existe un consenso en los valores normales y patrones de onda característicos que las venas cerebrales tienen en el periodo neonatal mediante la evaluación por ultrasonografía Doppler color y espectral. De igual forma son pocos los textos que hablan de la anatomía normal del sistema venoso por ultrasonido, por lo que es difícil para el radiólogo tener bases sólidas a la hora de querer incursionar en esta técnica. Es importante definir los aspectos morfológicos básicos de la onda de flujo en las venas para poder analizarla, algo que con los equipos antiguos no era posible y que debe empezar a estudiarse.

## JUSTIFICACIÓN

El análisis del cerebro neonatal tiene indicaciones clínicas muy precisas que históricamente se han realizado y que los médicos pediatras, neonatólogos e incluso radiólogos se han acostumbrado a ellas elaborando protocolos rutinarios y hasta cierto punto limitados; esto constituye un paradigma en la actualidad ya que las nuevas tecnologías permiten realizar exploraciones avanzadas que en estudios serios han publicado la efectividad de sus resultados, haciendo del ultrasonido transfontanelar una herramienta más completa.

Las mejoras en la tecnología han hecho posible la evaluación vascular del encéfalo, es por eso que familiarizarse con el análisis del flujo sanguíneo cerebral característico en recién nacidos es fundamental para el médico radiólogo.

En el campo del US Doppler neonatal hay un notable avance en la investigación de los vasos Arteriales cerebrales, sin embargo la demostración del sistema Venoso no es suficiente; se ha buscado demostrar sus ramas y obtener un mapa espectral regional en los pequeños vasos, lo que debiera mejorar el diagnóstico de enfermedades cerebro/vasculares en el periodo neonatal y de manera indirecta reconocer alteraciones sistémicas, en especial la relacionadas a cavidades cardiacas derechas y pulmones.

El reconocimiento de las anormalidades en el análisis del sistema venoso cerebral implica conocer los parámetros de normalidad tanto cualitativos como cuantitativos del sistema

## **OBJETIVOS**

- 1.- Mostrar la anatomía Doppler ultrasonográfica normal del sistema venoso cerebral neonatal, haciendo énfasis en los sistemas venosos principales así como en los que la literatura señala que se relacionan a patologías determinadas.
- 2.- Determinar las características cualitativas del patrón de onda de flujo normal en venas cerebrales neonatales mediante aplicación de la función Doppler espectral.
- 3.- Establecer valores de normalidad en los espectros obtenidos de las ondas de flujo de las venas cerebrales neonatales.
- 4.- Comparar los valores obtenidos, la calidad de las imágenes Doppler y espectral con los estudios publicados en la literatura.
- 5.- Demostrar la utilidad clínica y aplicaciones del análisis venoso espectral en el ultrasonido transfontanelar.

## MATERIAL Y MÉTODOS



*Imagen que muestra al Dr. Ricardo Becerra Ulloa en la realización de un estudio transfontanelar realizado en la unidad de neonatología del hospital Médica Sur. Se realiza el rastreo en una incubadora con la mano izquierda del explorador.*

Se trata de un estudio prospectivo donde se analizaron 63 niños a término, definido como una edad gestacional mayor a 37 semanas de gestación y a la edad de no más de 48 horas de nacidos. La muestra fue recavada en un periodo de 37 días (del 29 de mayo al 4 de julio del 2013). Los estudios se adquirieron en la zona de cuneros del Hospital Médica Sur, en la zona de alojamiento; cada estudio se adquirió en la cuna del paciente.

Se revisó su historia clínica, obteniendo variables de: edad gestacional, Capurro, vía de nacimiento, comorbilidades maternas o fetales, uso de medicamentos por la madre, peso al nacer, APGAR.

Se excluyó de inicio a los pacientes con APGAR menor de 8, con bajo peso (menor de 2500 gramos), prematuros (menores de 37 semanas de gestación), comorbilidades maternas (preclampsia-eclampsia-sufrimiento fetal), alteraciones fetales (sepsis neonatal, malformaciones, alteraciones cromosómicas, enfermedades pulmonares, hipoxia perinatal), uso de medicamentos por la madre (antihipertensivos, aspirina).

Se excluyó a los infantes vigorosos o con llanto intenso y algunos de ellos fueron revalorados posteriormente.

La exploración se llevo acabo con el paciente durmiendo o en completo reposo en una posición completamente horizontal de la cabeza con respecto al cuerpo, en completo decúbito dorsal o en decúbito lateral derecho, esto con el fin de minimizar la influencia postural sobre el flujo venoso de las venas cerebrales del neonato

Se realizo la adquisición de estudios con un equipo de ultrasonido marca Siemens Antares, utilizando un transductor lineal multifrecuencia de 9-4 megahertz y de manera ocasional un transductor lineal multifrecuencia de 10-4 megahertz. Desinfectado cada vez entre diferentes pacientes explorados y usando gel en base de agua como acoplador.



Los estudios se adquirieron por el mismo explorador (Dr. Ricardo Becerra Ulloa, residente de 4to año de Imagenología) en escala de grises y con Doppler color además de aplicación de Doppler espectral intercambiando los transductores dependiendo de las condiciones técnicas de cada paciente.

Se realizó un rastreo morfológico rutinario para descartar enfermedad intracraneal morfológica y posteriormente el análisis del sistema venoso con la función Doppler color y espectral.

En el análisis Doppler, las estructuras fueron magnificadas, utilizando los niveles más bajos para la detección del flujo, persistencia de color en nivel medio y aplicación de un

solo filtro de color, la ganancia de color se ajustó de acuerdo a cada vaso explorado para obtener la mejor caracterización del mismo.

La exploración se realizó desde la fontanela anterior en imágenes coronales, para sagitales y oblicuas, alternando el transductor de acuerdo a la técnica adecuada.



En todos los pacientes se hacía corrección del ángulo en dirección al flujo, con ajuste de la caja para ocupar el calibre del vaso y se adquiría entonces el espectro de onda durante 3 segundos. Siempre se intentó llevar el ángulo a menos de 60 grados.

Se documentó la anatomía de las principales venas del sistema venoso superficial, profundo y basal, así como el espectro de flujo de 6 venas: Seno sagital superior, seno sagital inferior, venas cerebrales internas, vena de galeno, seno recto y venas subependimarias.

Todos los estudios fueron grabados en el equipo y respaldados en un DVD y el tiempo de exploración fue siempre menor a 15 minutos.

### Análisis estadístico

Se realizó un análisis del promedio de la velocidad en cada vaso (la desviación estándar, mediana y error estándar de la media), el análisis de la angulación del detector utilizadala clasificación por géneros, clasificación por edad gestacional, por APGAR, el intervalo entre el nacimiento y la exploración ultrasonográfica, comparativo de resultados de lo obtenido en el estudio más reciente.

## RESULTADOS

La muestra consta de 50 neonatos sanos, se excluyeron 13 bebés, 5 de ellos por llanto vigoroso al momento del examen sin poder realizar una nueva exploración por que cumplían su tiempo en el cunero y se iban del hospital. Otros 5 bebés se excluyeron por estar dentro de los primeros 15 estudios realizados y no cumplían con las características técnicas que con la práctica se obtuvieron en los rastreos subsiguientes; de 3 neonatos no se pudieron encontrar las imágenes del estudio realizado.

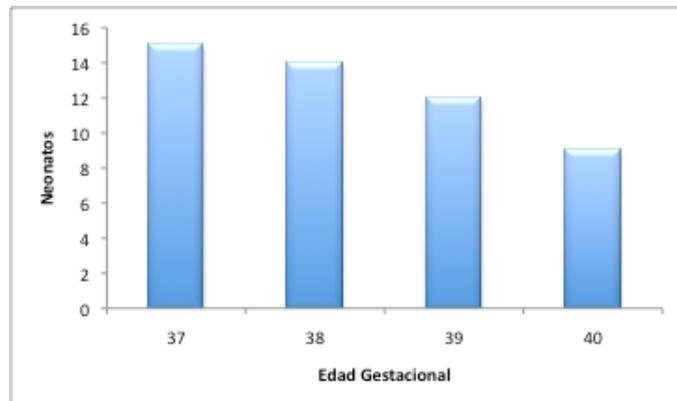
Se revisó un total de 32 neonatos masculinos y 18 femeninos.

Género	Pacientes (%)
Masculino	32 (63)
Femenino	18 (36)

El promedio del peso fue de 2992 gramos, con una desviación estándar promedio de 343.2 y con un valor máximo de 3840 gramos y un mínimo de 2140gramos.

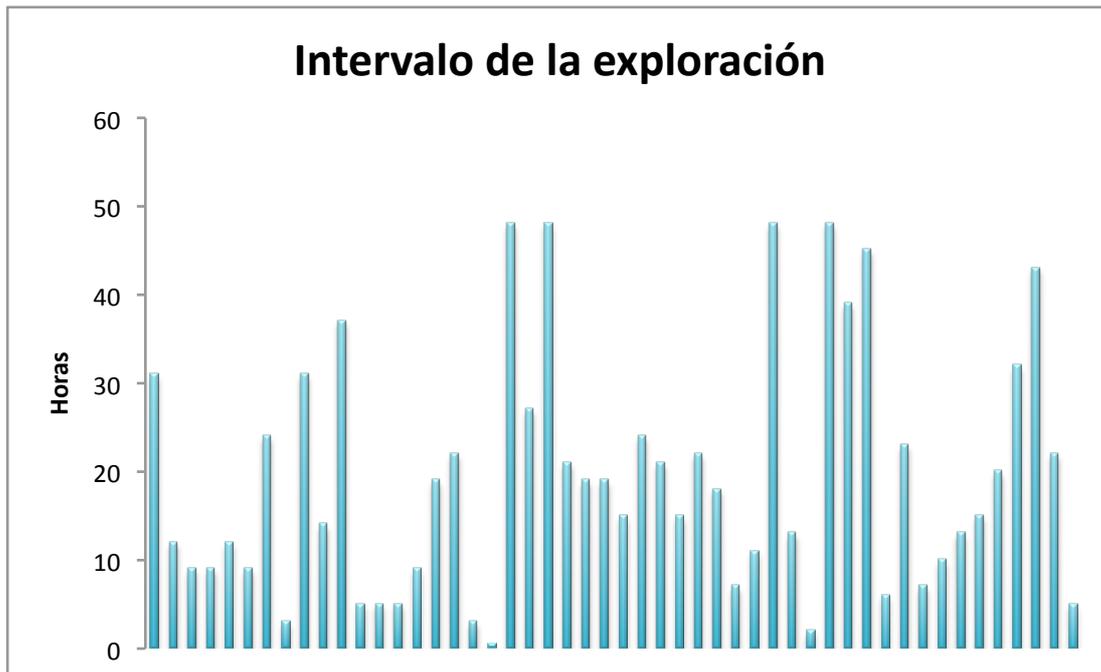
El promedio de la talla fue de 49cm, con una desviación estándar promedio de 1.7 y un valor máximo de 59cm y un mínimo de 45cm

El promedio de la edad gestacional fue de 38 semanas de gestación con una desviación estándar promedio de 1, con un valor máximo de 40 semanas y un mínimo de 37 semanas.



El APGAR estuvo en función de la la opinión de cada médico pediatra, 35 bebés obtuvieron una calificación de 9 y 15 de 8.

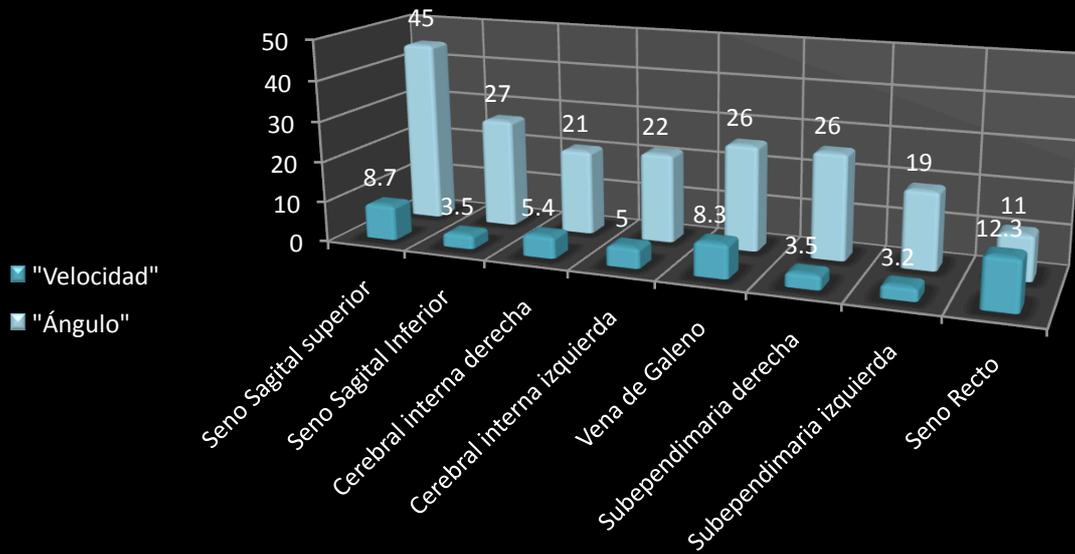
*El número de horas entre el nacimiento y la realización de la exploración*



*ultrasonográfica fue de 19.4 horas, con una desviación estándar promedio de 11.1, con una MODA de 9 horas y una MEDIANA de 18, la MEDIA ACOTADA al 30% resultó en 17.3 horas de exploración posteriores al nacimiento, con un intervalo de confianza (alfa 0.05) de 3.3. El mayor intervalo de tiempo entra el nacimiento y la exploración fue de 48 horas, y el menor de media hora.*

<b>Promedio de las velocidades obtenidas en el presente estudio</b>		
<b>Vena</b>	<b>Velocidad cm/s</b>	<b>Ángulo</b>
Seno Sagital superior	8.7	45
Seno Sagital Inferior	3.5	27
Cerebral interna derecha	5.4	21
Cerebral interna izquierda	5	22
Vena de Galeno	8.3	26
Subependimaria derecha	3.5	26
Subependimaria izquierda	3.2	19
Seno Recto	12.3	11

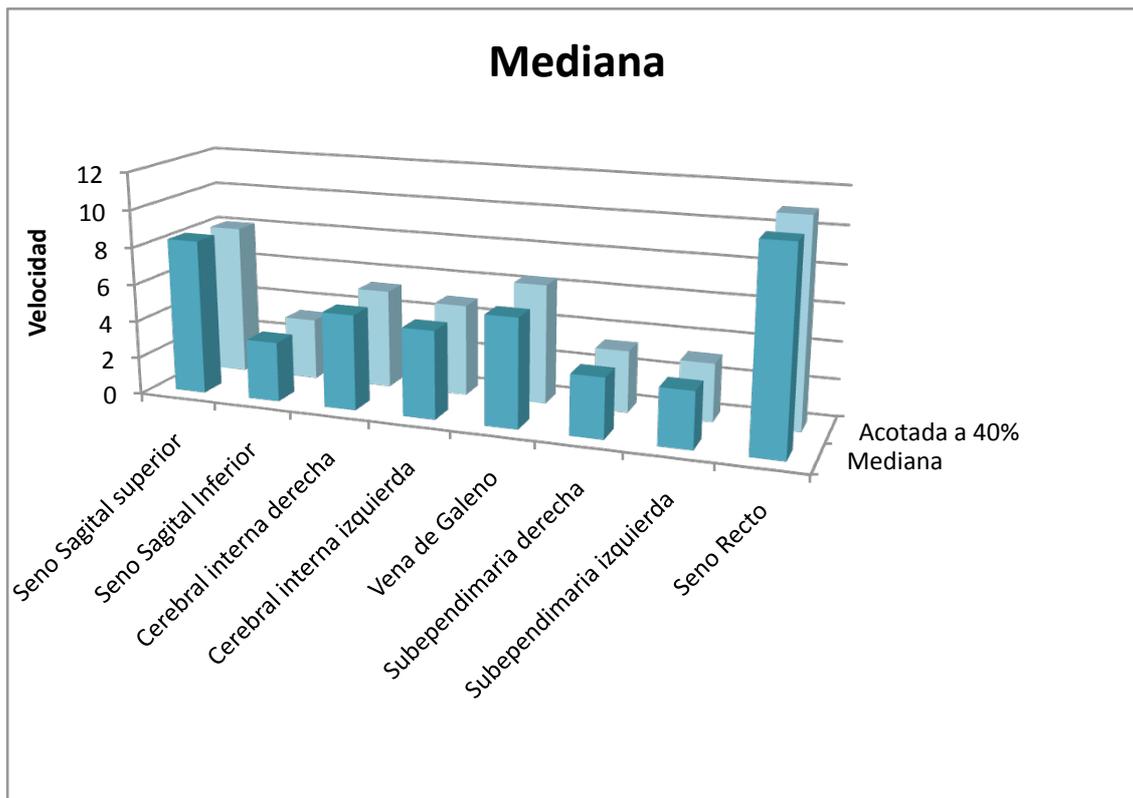
## Velocidades y Ángulos Promedio



## Desviación Estándar



Se puede ver en la gráfica de Desviación Estándar que las velocidades de venas que más se alejan de la media son de manera secuencial el seno recto y la vena de Galeno, lo cual puede ser resultado de la falta de precisión a la hora de la toma por cuestiones anatómicas en cada paciente.



#### Comparativo de los resultados obtenidos con el estudio de 1992 del Dr. George A. Taylor

Vena	R. Becerra	G.A. Taylor
Velocidad	cm/s	Velocidad cm/s
Seno Sagital superior	8.7	9.2
Seno Sagital Inferior	3.5	3.5
Cerebral interna derecha	5.4	3.4
Cerebral interna izquierda	5	3.2
Vena de Galeno	8.3	4.3
Subependimaria derecha	3.5	3.0
Subependimaria izquierda	3.2	3.0
Seno Recto	12.3	5.9

Vena	Velocidad Promedio cm/s	Error Estándar de la Media
Seno Sagital superior	8.7	± 0.7
Seno Sagital Inferior	3.5	± 0.3
Cerebral interna derecha	5.4	± 0.3
Cerebral interna izquierda	5	± 0.2
Vena de Galeno	8.3	± 1.6
Subependimaria derecha	3.5	± 0.2
Subependimaria izquierda	3.2	± 0.1
Seno Recto	12.3	± 1.6

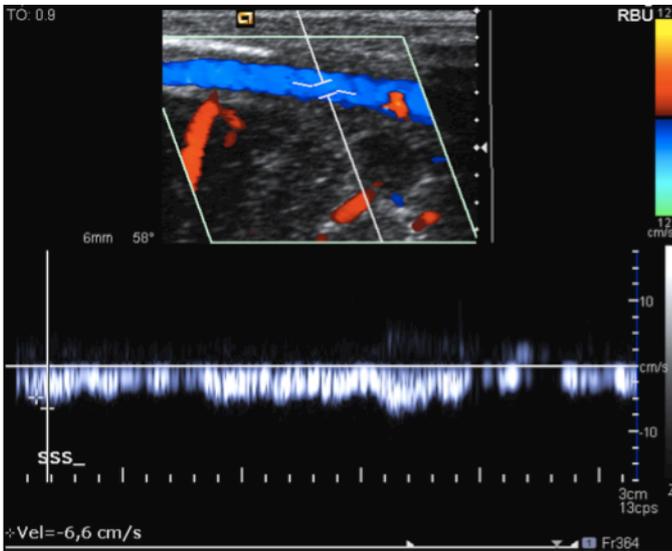


Imagen de ultrasonido Doppler Espectral Transfontanelar con medición de la onda de flujo del seno sagital superior (SSS) a la altura de la fontanela anterior, observe el mínimo patrón ondulante.

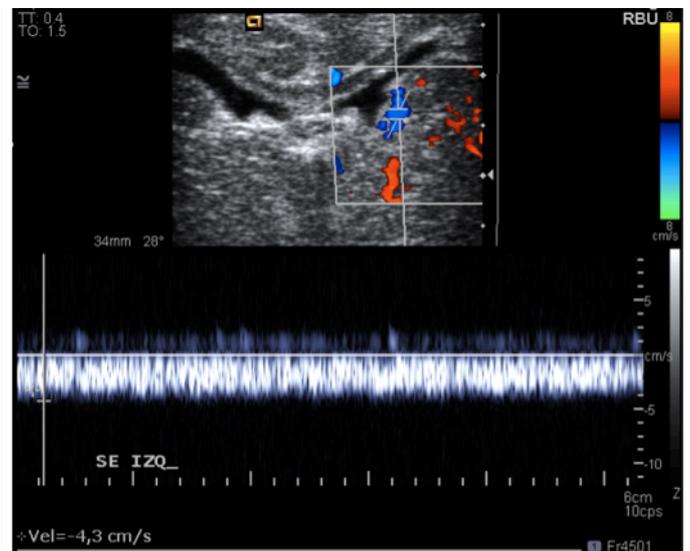
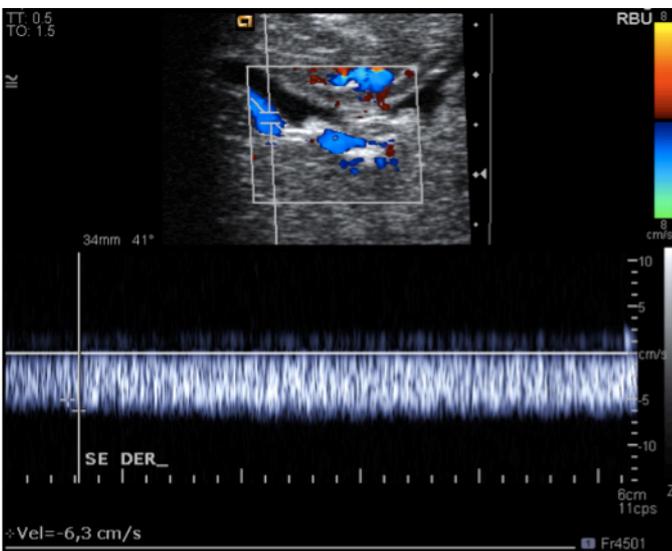
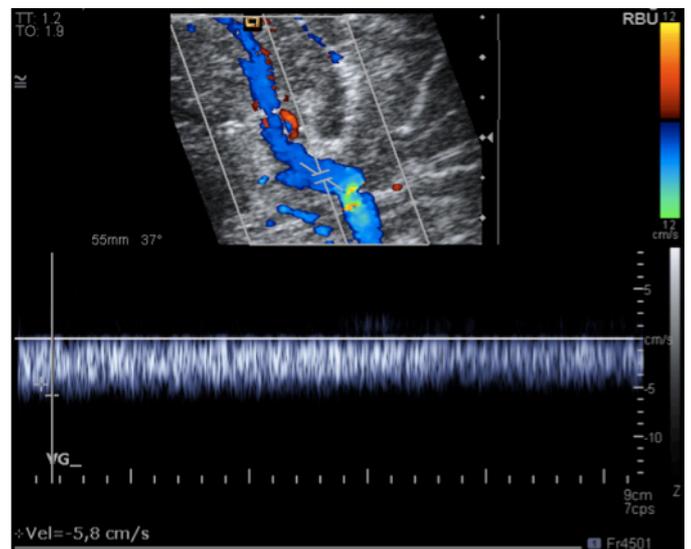


Imagen de Ultrasonido Doppler Espectral Transfontanelar con medición de la onda de flujo de las venas subependimarias (SE), debajo de los ventrículos laterales y en proximidad con el surco caudo-talámico. Observe la onda silente del flujo, que demuestra mínima repercusión del corazón a este nivel.

Imagen de ultrasonido Doppler Espectral Transfontanelar con medición de la onda de flujo de la Vena de Galeno. Se observa como confluyen las cerebrales internas para formarla.



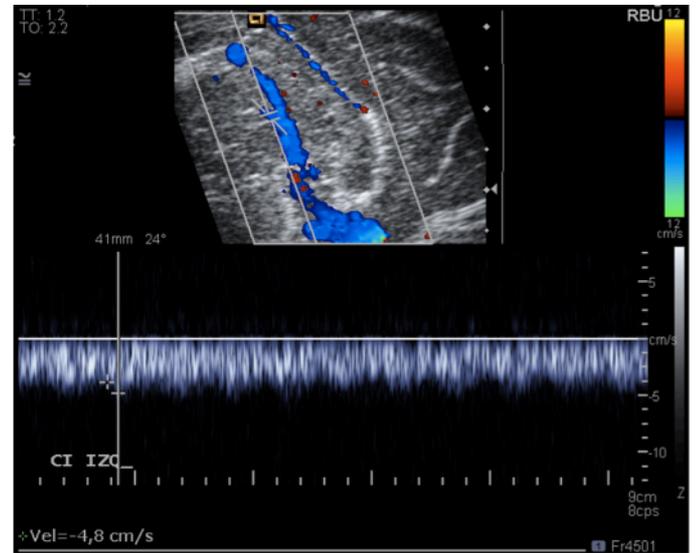
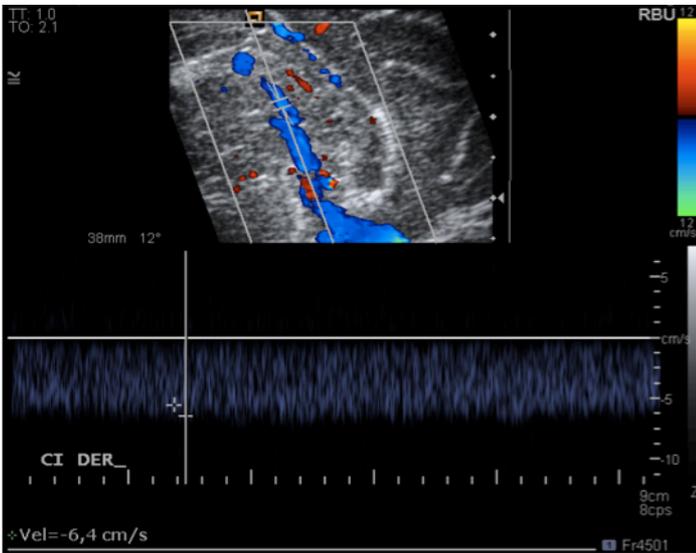


Imagen de Ultrasonido Doppler Espectral Transfontanelar con medición de la onda de flujo de las venas cerebrales internas (CI). Es difícil encontrar interfase entre cada una de ellas, pero con los parámetros de Doppler color adecuados se logra en la mayoría de los pacientes. Se identifica como confluyen hacia abajo para formar la Vena de Galeno. El patrón de la onda es parecido al de las venas subependimarias, con mayor velocidad y mayor ondulación.

Imagen de Ultrasonido Doppler Espectral Transfontanelar con medición de la onda de flujo del Seno Recto (SR). Muestra un patrón con fases francas y en relación al latido cardiaco, además de su alta velocidad en comparación del resto de los vasos venosos analizados, lo que ocasiona el efecto de aliasing. Se observa como la vena de galeno lo conforma además de algunas venas basales

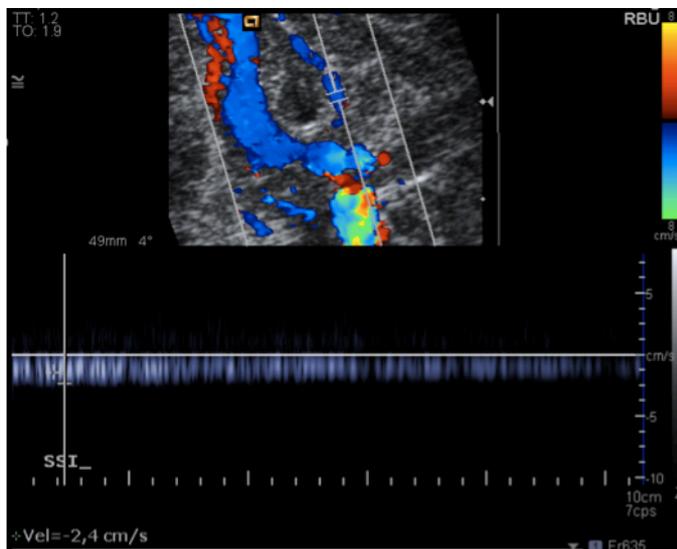
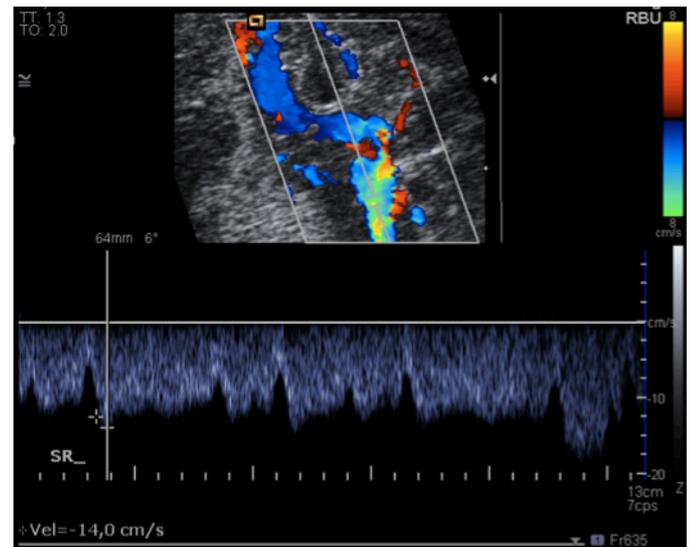
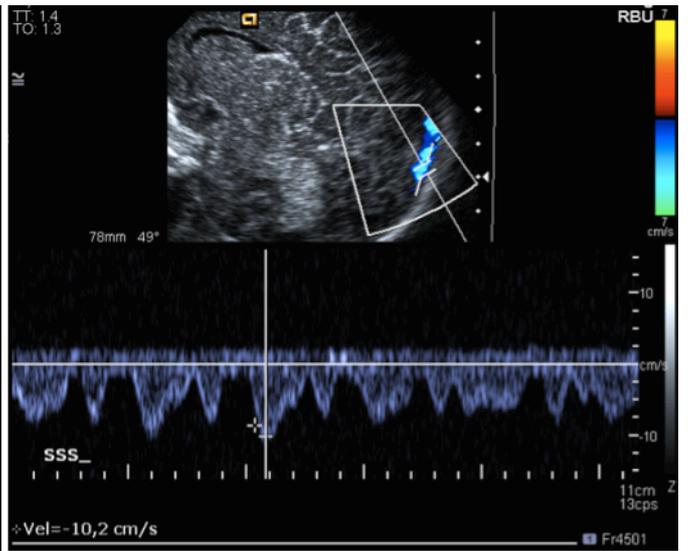
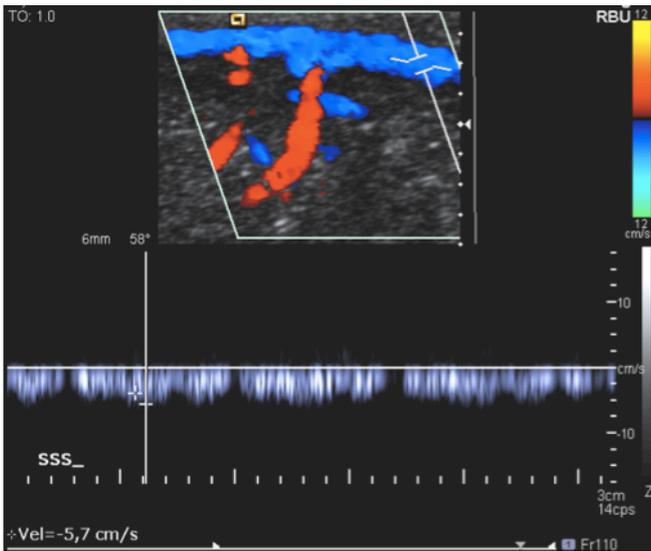
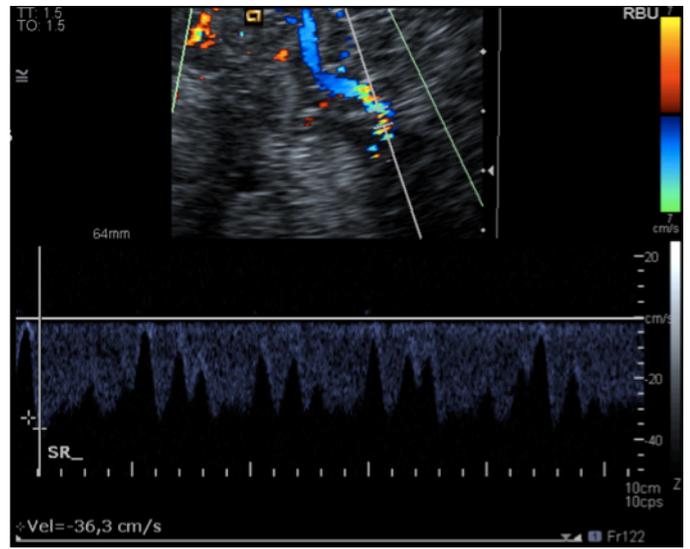
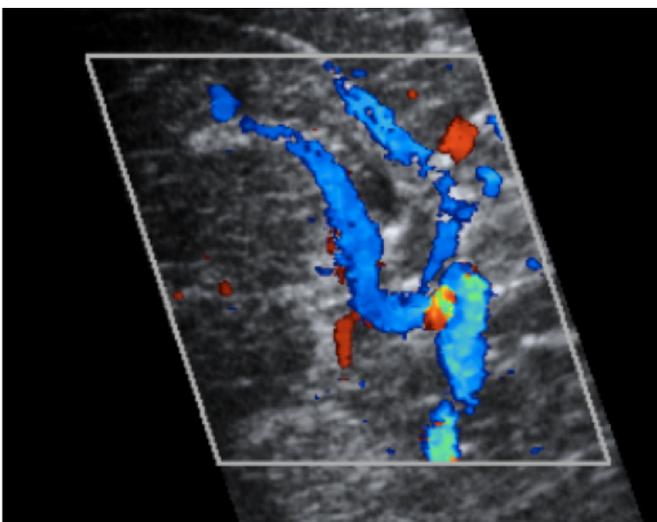


Imagen de Ultrasonido Doppler Espectral Transfontanelar con medición de la onda de flujo del Seno Sagital Inferior (SSI). Se observa como baja para confluir en la Vena de Galeno. Se identifican también las CI y el seno recto con fenómeno de aliasing.

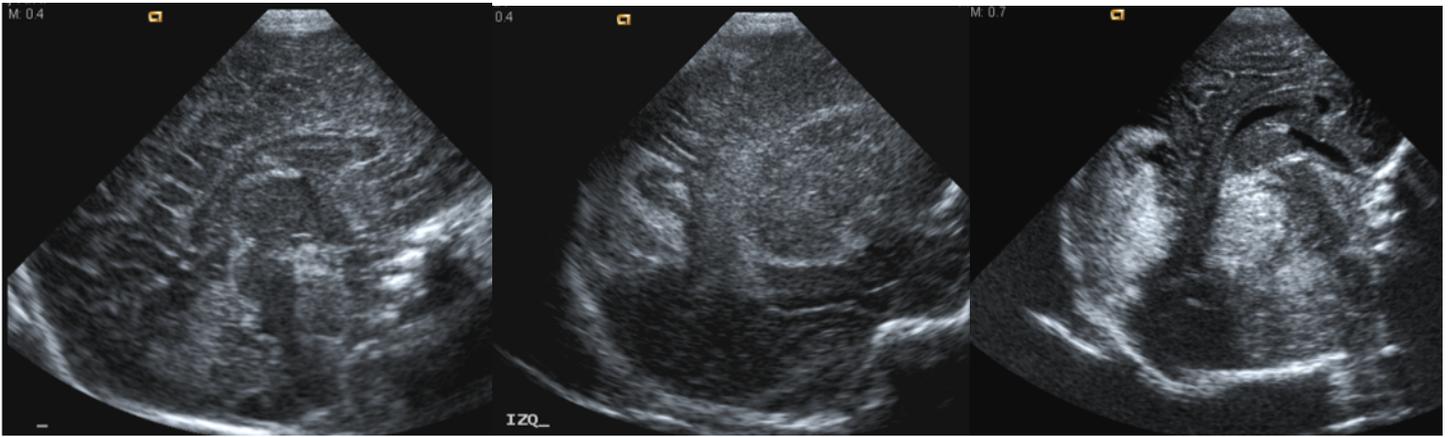
Imágenes de Ultrasonido Doppler espectral que muestran la onda de flujo del Seno Recto (SR). Se observa una vena muy estrecha en la caja de color, con intenso fenómeno de aliasing lo cual se refleja en la onda espectral que se muestra con una velocidad de 36cm/s y un intenso espectro con ángulos pronunciados



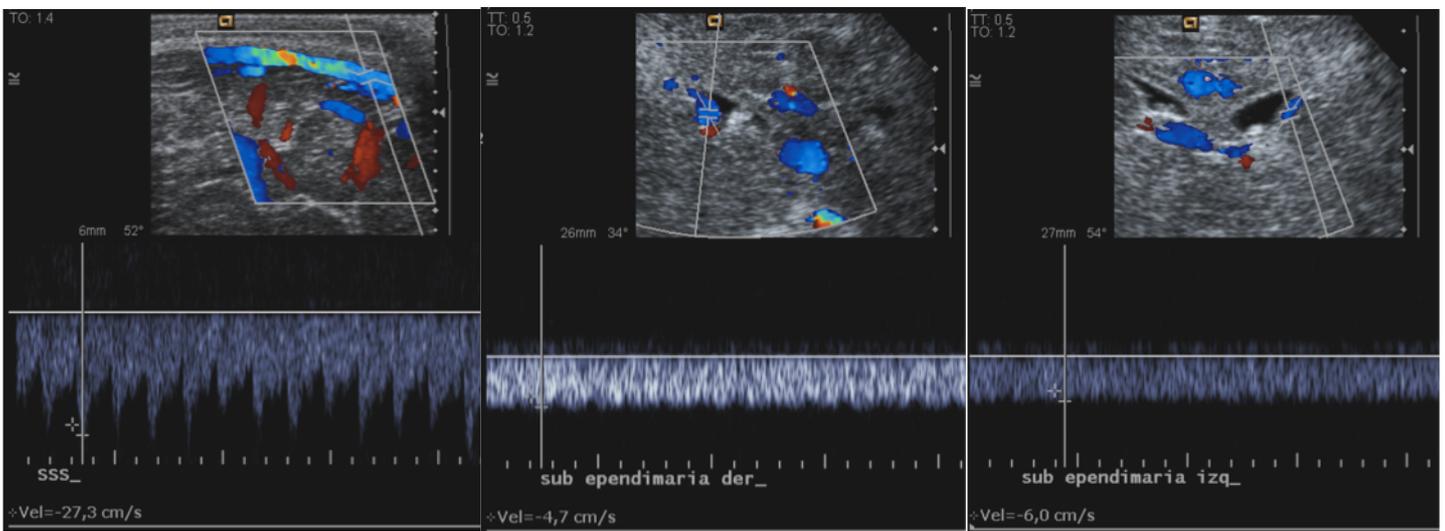
Imágenes de Ultrasonido Doppler espectral que muestran la onda de flujo del seno sagital superior (SSS), en la imagen de la izquierda la medición se realizó con un transductor lineal de 9 megahertz justo a nivel de la fontanela anterior, en la del lado derecho se realizo con transductor lineal de 4 megahertz justo antes de la confluencia de los senos. Obsérvese la diferencia en la velocidad y en el patrón de las ondas, con involucro de flujo cardiaco transmitido hacia la porción adyacente a la confluencia y prácticamente silente a la altura de la fontanela anterior.



Imágenes de Ultrasonido Doppler Color que muestran la vena de Galeno con un ángulo muy pronunciado antes de su confluencia con el Seno Sagital Inferior y de nueva cuenta un estrecho ángulo para formar el Seno Recto. Esto represento modificar importantemente los ángulos para la detección adecuada del espectro.



Imágenes en escala de grises del mismo paciente, en proyecciones sagitales desde la fontanela anterior. De izquierda a derecha, la primera imagen es normal, en la imagen del centro 2 días después se observa una zona de sangrado en el parietal izquierdo y en la última imagen 11 horas después la hemorragia se ha extendido y se presenta una más supratentorial del lado derecho.



Imágenes en Doppler espectral del mismo paciente al presentar el sangrado agudo. Se presenta importante aumento de la velocidad en el Seno Sagital Superior con pico sistólico prominente en un patrón sin aparente resistencia. En las venas subependimarias se observa franca asimetría en las velocidades con aumento del lado de la hemorragia y ambas muestran mayor velocidad respecto a lo publicado en la literatura y lo encontrado en este estudio respecto a estandarizar valores normales.



Imágenes equivalentes a las inmediatas superiores, cuando después de 11 horas el paciente ha evolucionado con el sangrado. El Seno Sagital Superior ha bajado su velocidad y llama la atención que la velocidad de la diástole se ha incrementado, además de menor velocidad y pulsatilidad de ambas venas subependimarias por debajo del valor normal hasta ahora establecido; todo lo anterior en relación una menor resistencia del parénquima cerebral probablemente pérdida de regulación neurológica.

## CONCLUSIONES

Las mejoras en la tecnología han hecho posible la evaluación vascular del encéfalo, es por eso que familiarizarse con el análisis del flujo sanguíneo cerebral característico en recién nacidos es fundamental para el médico radiólogo.

Los vasos sanguíneos tienen un patrón de flujo característico que se representa en las ondas espectrales del ultrasonido Doppler de dichos vasos. Las ondas espectrales reflejan el estado del órgano irrigado por el vaso analizado así como la repercusión de la onda de flujo en relación al corazón, por lo que de manera indirecta puede éste también ser evaluado.

Las variaciones que sufre el flujo sanguíneo cerebral producto de la adaptación al nacimiento no se reflejan en el índice de resistencia e índice de pulsatilidad valorados en las arterias cerebrales y estudios recientes indican que aún durante el primer mes de vida son de pobre valor y pueden ser fuente de errores comunes, especialmente en prematuros.

En el campo del US Doppler neonatal hay un notable avance en la investigación de los vasos Arteriales cerebrales, sin embargo la demostración del sistema Venoso no es suficiente; se ha buscado demostrar sus ramas y obtener un mapa espectral regional en los pequeños vasos, lo que debiera mejorar el diagnóstico de enfermedades cerebro/vasculares en el periodo neonatal y de manera indirecta reconoce alteraciones sistémicas, en especial la relacionadas a cavidades cardiacas derechas y pulmones.

El reconocimiento de las anomalías en el análisis del sistema venoso cerebral implica conocer los parámetros de normalidad tanto cualitativos como cuantitativos del sistema.

Al realizar este trabajo propongo valores estándar para la valoración de las venas neonatales por ultrasonido Doppler, lo cual hace de la exploración transfontanelar una herramienta más completa.

Así mismo ejemplifico los patrones de onda más característicos encontrados en cada vena analizada, lo cual debería ser un criterio importante en la evaluación del sistema

venoso cerebral neonatal probablemente de mayor significancia que la velocidad del flujo.

Las técnicas mostradas para la adquisición de las imágenes son ejemplo de la aplicación de la función Doppler y espectral aplicadas al cerebro neonatal, lo que hace más sensible y específico al estudio.

Los resultados de mi trabajo dan la pauta para seguir investigando en las aplicaciones clínicas, no solo en sangrados de matriz germinal como lo he abordado, sino en padecimientos cardiacos, principalmente de cavidades derechas, en padecimientos pulmonares o de grandes vasos congénitos. Durante la realización de los ultrasonidos se recabaron casos patológicos de la unidad de cuidados intensivos neonatales, que se presentarán próximamente en series de casos, tratando de darle significancia a los valores arrojados por el ultrasonido Doppler.

Falta mucho por comprender en el ultrasonido Doppler de las venas en neonatos, se requieren más estudios y mi trabajo es un intento de poner las bases de la normalidad para que se aplique de manera rutinaria en un futuro.

El presente trabajo ha sido aceptado por la “Radiological Society of North America (RSNA®)” para su presentación como “Education Exhibit” en el congreso internacional en Chicago 2013 (Ver anexo 1).

## ANEXO



820 Jorie Blvd  
Oak Brook, IL 60521  
Tel: 1-630-571-2670  
Fax: 1-630-571-7837  
RSNA.org

### Education Exhibits Status

Wednesday, July 10, 2013

**Status:** **Accepted for presentation.**

**ID Number:** 13020725

**Title:** Normal Doppler Spectral Waveforms of Neonatal Cerebral Veins: Clinical Utility

Dear Dr. Becerra Ulloa:

**Congratulations!** Your Education Exhibit abstract submission has been accepted for presentation as a hard copy poster/backboard panel exhibit at the 99<sup>th</sup> Scientific Assembly and Annual Meeting of the Radiological Society of North America (RSNA), to be held December 01 - 06, 2013, Chicago, Illinois.

**To verify your exhibit display format, review and edit co-author information, and to complete additional questions relating to your participation, click on Submission Details, then Review and Update. See HELP-Education Exhibits for descriptions of exhibit display formats. Requests to change your exhibit display format must be received via email at [programs@rsna.org](mailto:programs@rsna.org) by July 12. No changes in display format will be accommodated after July 12. All other information (questions, authors) must be updated by 12 Noon Central Time, Monday, July 29, 2013 in order to appear in the printed program.**

#### Helpful hints in planning a successful RSNA exhibit experience:

- **To view or print a copy of the original abstract submission, please return to your 'welcome' screen (home), and click the view icon, then the print icon.**
- **Registration and Housing:** Registration and hotel reservations are the responsibility of the individual presenter. Register online today at [RSNA.org/register](http://RSNA.org/register) by clicking the RSNA Members & Presenters button. In order to obtain your complimentary presenter registration, you must log in using your RSNA member username/number or non-member presenter submission site customer user ID. Please see HELP-Registration and Housing or [RSNA.org/register](http://RSNA.org/register) for additional information.
- **International participants** Personalized invitation letters are available for request during online registration or at [RSNA.org/InternationalVisitors](http://RSNA.org/InternationalVisitors). This section of the annual meeting web site also includes important information about the visa application process. It is recommended that you start the visa process now.
- **Education Exhibit Awards:** Exhibits that are ready for viewing by the deadline of 11:00 pm, Saturday, November 30, 2013 will be eligible for judging. Announcement of the award winners will be made at the beginning of the Wednesday afternoon, (December 04) Annual Orator in Radiation Oncology session.
- **Intellectual Property:** Reports of misuse of intellectual property are on the rise. Please be sure to acknowledge the source of borrowed material (text, images, graphs, charts, etc) displayed in your exhibit.
- **Service Kit:** An exhibit service kit will be provided in mid September. The kit will contain the exhibit guidelines, a floor plan identifying your exhibit location, shipping instructions, and additional information pertaining to your exhibit display format.
- **Exhibit Dismantling Schedule:** Exhibits must not be dismantled until 12:30 pm, Friday, December 06. If you anticipate problems conforming to this policy, please contact the Society office by email at [programs@rsna.org](mailto:programs@rsna.org) or call 877-776-2227 (In US/Canada) 630-590-7774 (outside US/Canada) to discuss mechanisms to remove the exhibit within the designated timeframe.

On behalf of the Board of Directors and the Education Exhibits Committee, thank you for your valuable contribution to the continued excellence of the Education Exhibits component at the 2013 RSNA Annual Meeting.

Sincerely,

Isaac R. Francis, MD  
Chair, Education Exhibits Committee

## BIBLIOGRAFÍA

1. Agustín Folgueira, “Senos venosos Durales”, departamento de anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires.
2. Frank H. Netter, MD. “Atlas de anatomía humana”, 2da ed. Masson, S.A., 2001
3. J.L. Bustamante, Anatomía aplicada de las fontanelas, Neurocirugía 2010; 21: 253-259
4. George A. Taylor, et al, “Neonatal Pig Brain: Lack of Heating during Doppler US”, Radiology 1998; 207:525-528
5. Govind B. Chavhan, et al. “Normal Doppler Spectral Waveforms of Major Pediatric Vessels: Specific Patterns”, RadioGraphics 2008; 28:691–706
6. A. Couture, et al. “Advanced cranial ultrasound: transfontanellar Doppler Imaging in neonates”, Eur. Radiol. (2001) 11:2399-2410
7. Mitchell DC, Merton D, Needleman L, et al. Neonatal brain: color Doppler imaging. I. Technique and vascular anatomy. Radiology 1988; 167:303-306.
8. Wong WS, Tsuruda JS, Liberman RL, Chirino A, VogtJF, Gangitano E. Color Doppler imaging of intracranial vessels in the neonate. AJR 1989; 152:1065-1070.
9. Tessler FN, Dion J, Vi#{}ueFla, et al. Cranial arteniovenous malformations in neonates: color Doppler imaging with angiographic correlation. AJR 1989; 153:1027-1030.
10. Mitchell DC, Merton D, Desai H, et al. Neonatal brain: color Doppler imaging. II Altered flow patterns from extracorporeal membrane oxygenation. Radiology 1988; 167:307-310.
11. Taylor CA, Short BL, Class P, Ichord R. Cerebral hemodynamics in infants undergoing extracorporeal membrane oxygenation: further observations. Radiology 1988; 168:163-167.
12. Fenton AC, Papathoma E, Evans DH, Levene MI. Neonatal cerebral venous flow velocity measurement using a color flow Doppler system. JCU 1991; 19:69-72.
13. Taylor CA, Catena LM, Cam DB. Duplex sonography of the neonatal brain. J Diagn Med Sonography 1988; 4:255-261.
14. Could SJ, Howard S, Hope PL, Reynolds OR. Periventricular intraparenchymal cerebral haemorrhage in preterm infants: the role of venous infarction. J Pathol 1987; 151:197-202.

15. Cowan F, Thoresen M. Changes in superior sagittal sinus blood velocities due to postural alterations and pressure on the head of the newborn infant. *Pediatrics* 1985; 75:1038-1047.