

37 Congreso
Nacional
CENTRO DE
CONVENCIONES
INTERNACIONALES

Barcelona
22/25
MAYO 2024

seram  RC 

MANUAL DE SUPERVIVENCIA DE LA ECOGRAFÍA TRANSFONTANELAR.

Ariadna Barceló i Poch ¹, Mariana Planells Alduvin ², Cristina Hernández Herrera, Miriam Onecha Vallejo, M^oIsabel Alaejos Pérez, Jonathan Murillo Abadia, Susana Bahamonde Cabria, Carlos Malfaz Barriga.

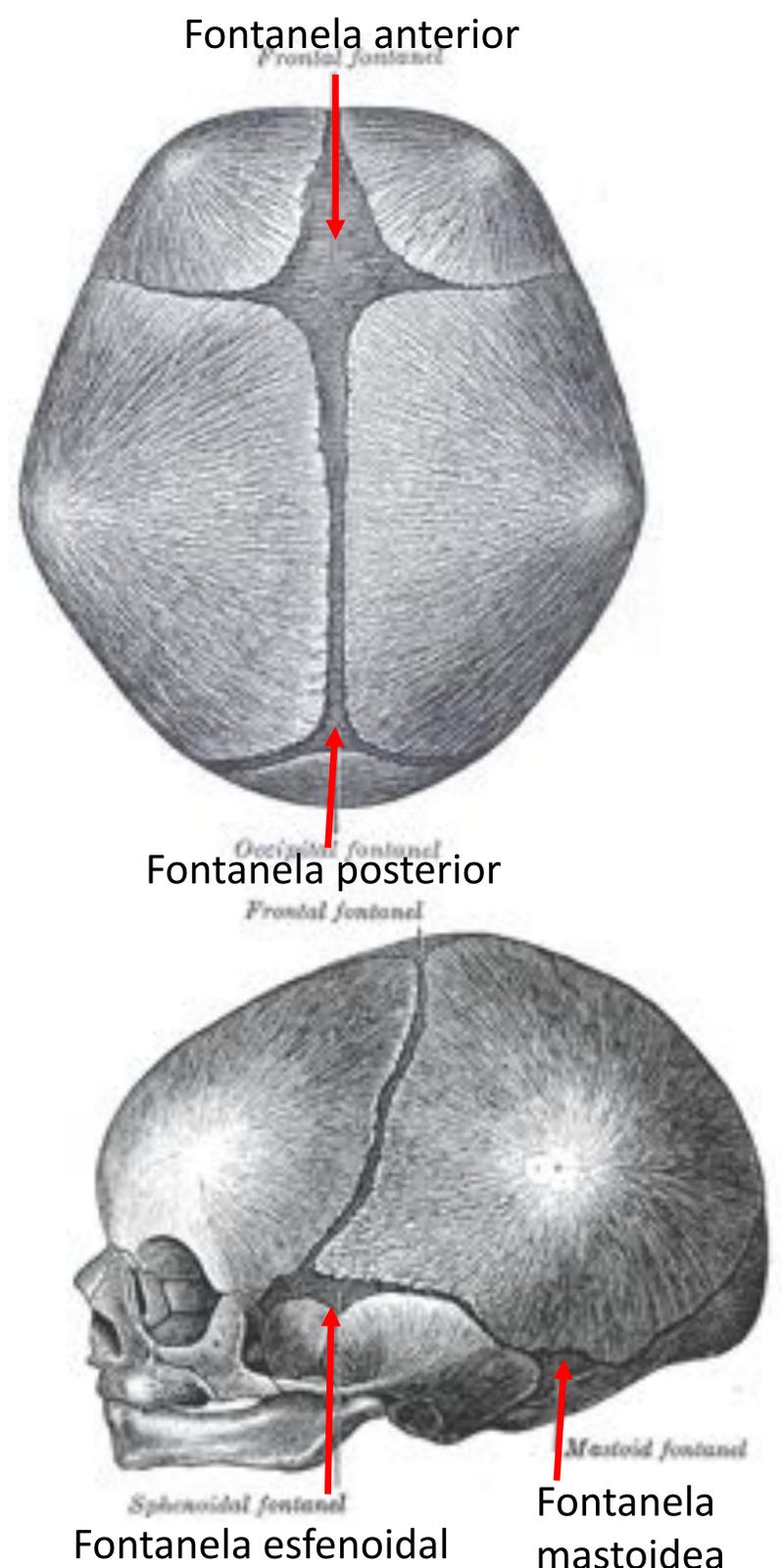
¹Hospital Rio Carrión, Palencia ²Hospital Sant Joan de Déu, Barcelona.

La ecografía transfontanelar es una técnica fundamental en la evaluación, la detección y el seguimiento de patología neurológica en recién nacidos y lactantes. Está indicada fundamentalmente en niños con aumento del perímetro craneal o ante la sospecha de lesión hipóxico-isquémica, malformaciones congénitas, infecciones, hemorragias y traumatismos.

Es una técnica accesible, portátil, de bajo coste y sin radiación. Sin embargo, la calidad de imagen depende del operador, la ventana acústica y la colaboración del paciente.

VENTANAS ACUSTICAS:

- La **fontanela anterior** es la más utilizada debido a su tamaño, su accesibilidad y a que se cierra más tarde que las demás fontanelas (entre los 9 y 18 meses).
- La **fontanela posterior**, nos permite una mejor valoración de los ventrículos laterales y de la sustancia blanca parietooccipital.
- La **fontanela mastoidea**, se utiliza para visualización de las estructuras de la fosa posterior
- La **Fontanela esfenoidea** facilita el acceso para mostrar las cisternas basales y el polígono de Willis.



TÉCNICA DE ESTUDIO

- Primero se recomienda utilizar frecuencias bajas de 7-10MHz , ampliar lo máximo posible la profundidad para visualizar todas las estructuras anatómicas intracraneales y colocar el foco a nivel de la fosa posterior.
- En una segunda valoración se recomienda aumentar la frecuencia a 9-18 MHz para una mejor visualización de las estructuras superficiales y situar el foco en el punto de interés.

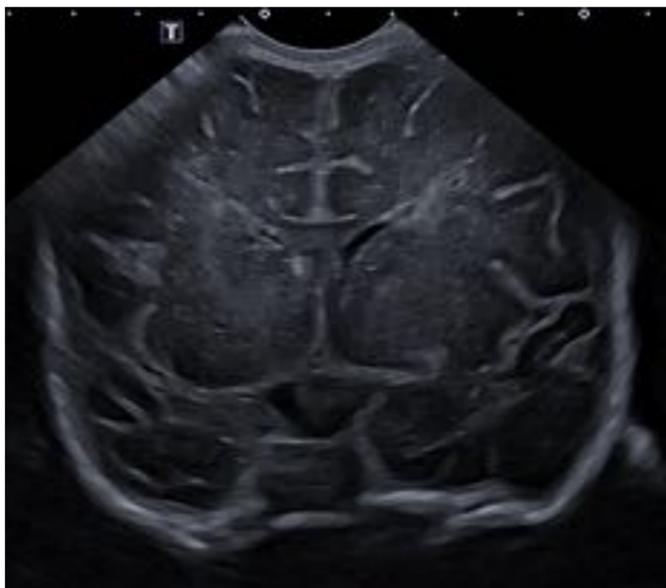
TRANSDUCTOR CONVEXO:

Estructuras profundas.

< 6 meses → 11MHz

>6 meses → 8 MHz.

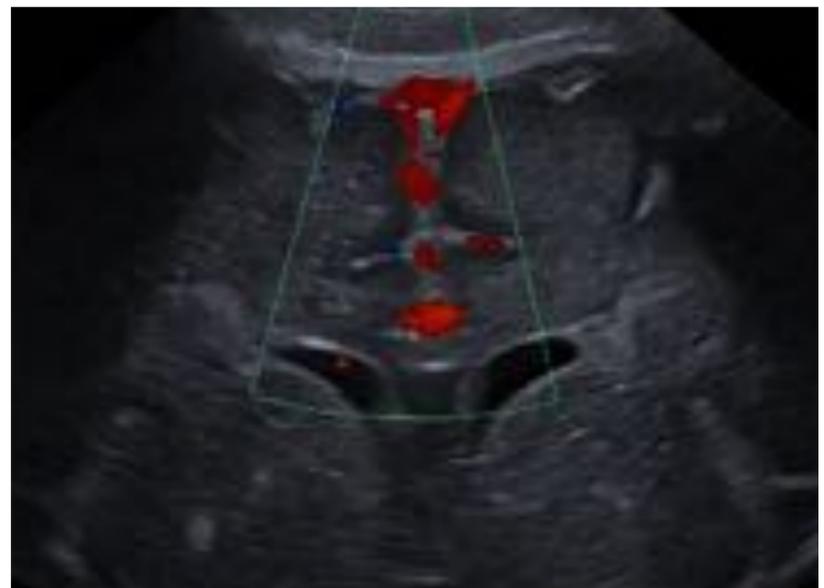
Utilizar en la 1ª evaluación.



TRANSDUCTOR LINEAL:

Estructuras superficiales (corteza cerebral, espacio extraaxial, seno transversal).

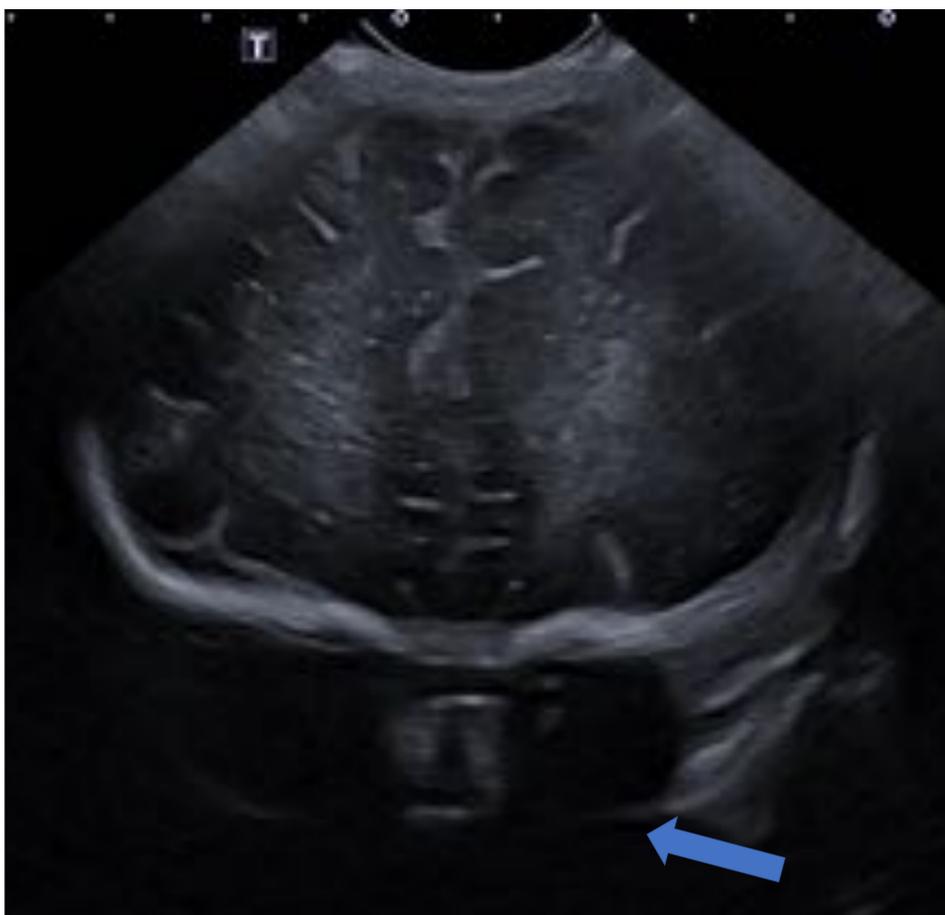
Utilizar en una 2ª evaluación.



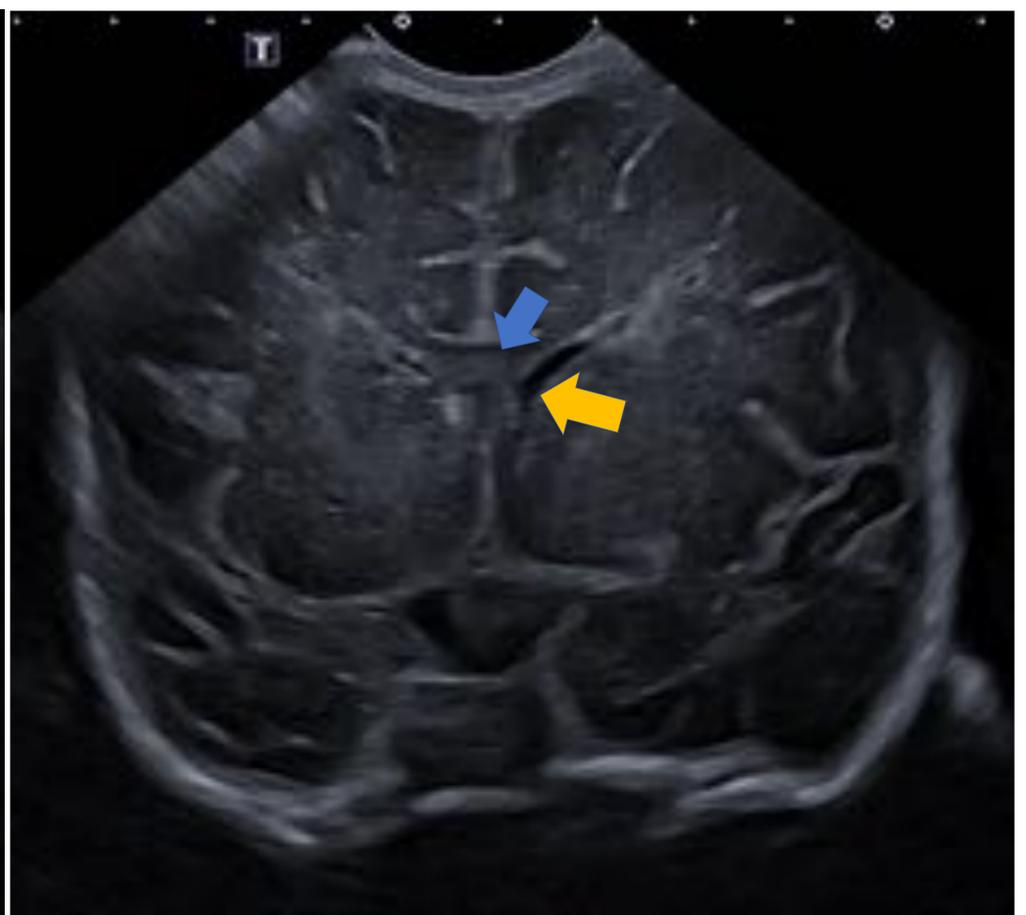
ESTUDIO ESTANDARIZADO ANATÓMICO

Para realizar un buen estudio de ecografía transfontanelar se recomienda realizar al menos 13 imágenes: 6 en plano coronal y 5 en plano sagital (utilizando la fontanela anterior) y al menos 2 de la fosa posterior a través de la fontanela mastoidea.

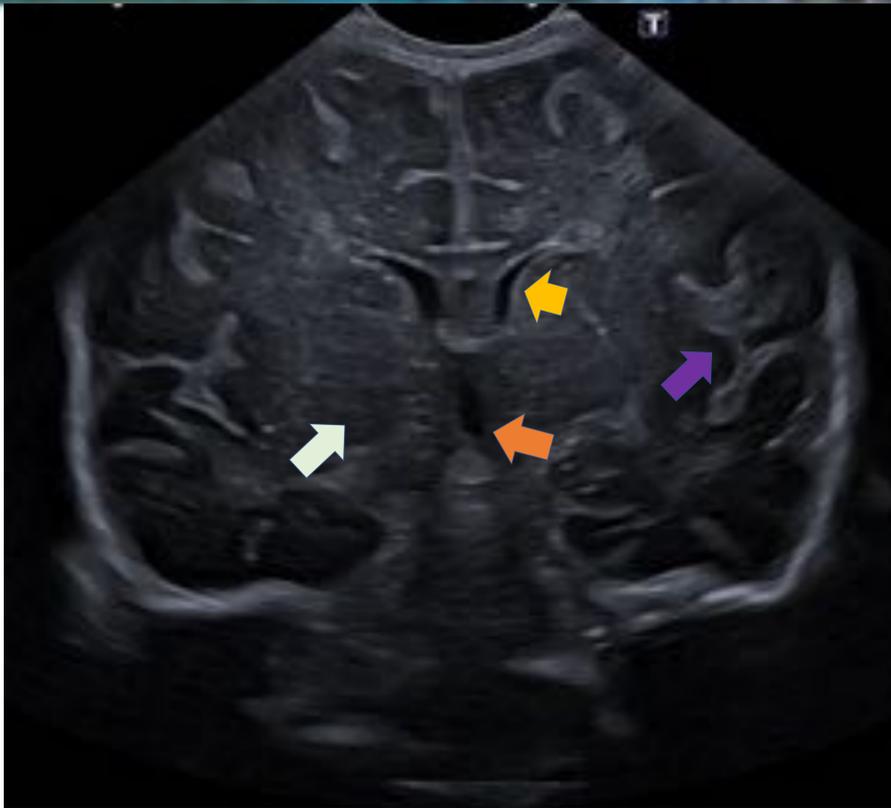
PLANO CORONAL:



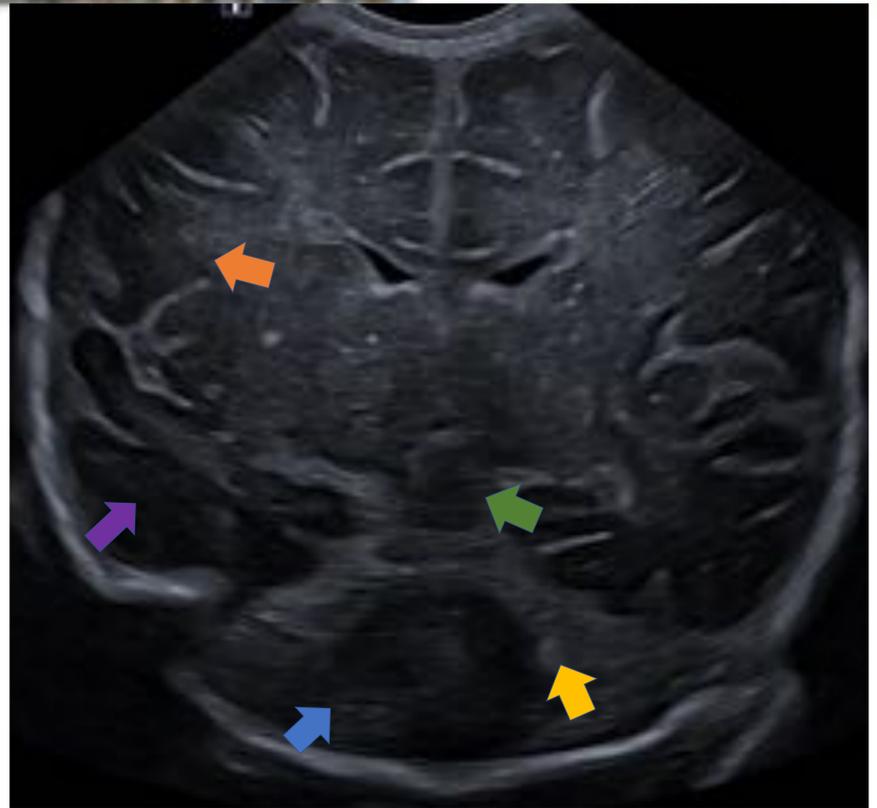
Lóbulos frontales
Suelo de las órbitas.



Astas anteriores de los ventrículos laterales
(flecha amarilla)
Lóbulos frontales
Rostrum del cuerpo calloso (flecha azul)



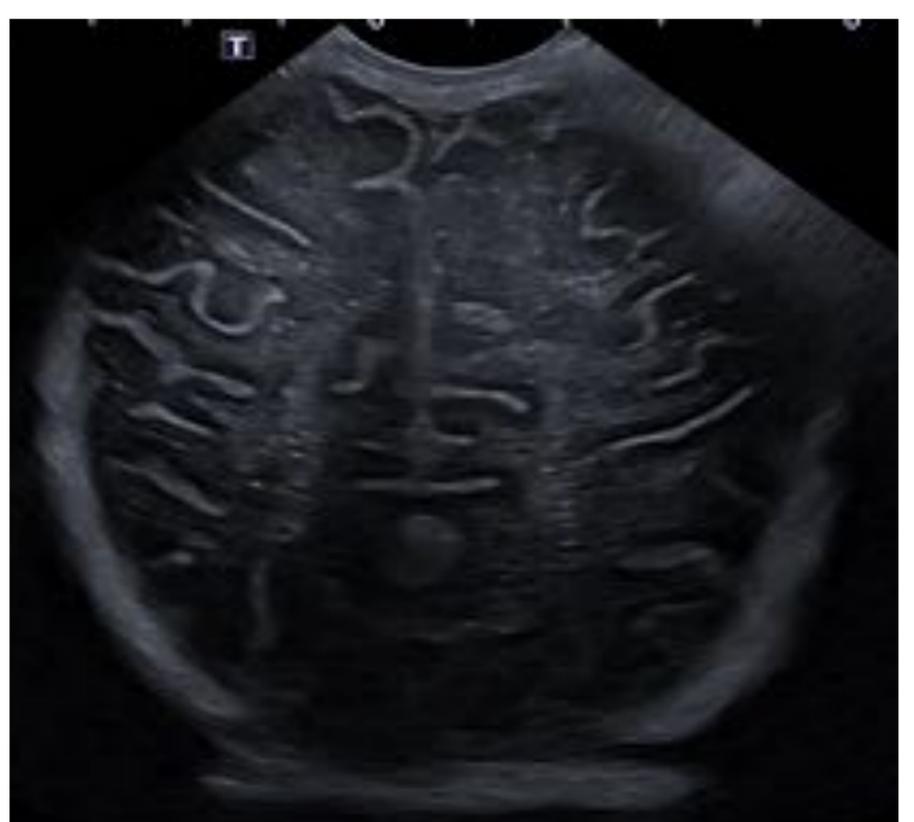
Tercer ventrículo (flecha naranja)
Ventrículos laterales (flecha amarilla)
Ganglios de la base, tálamo (flecha blanca)
Cisura de Silvio (flecha morada) .



Lóbulos temporales (flecha morada) y
parietales (flecha naranja)
Ganglios de la base
Cerebelo (flecha azul) , tentorio (flecha
amarilla) , Mesencéfalo (flecha verde)

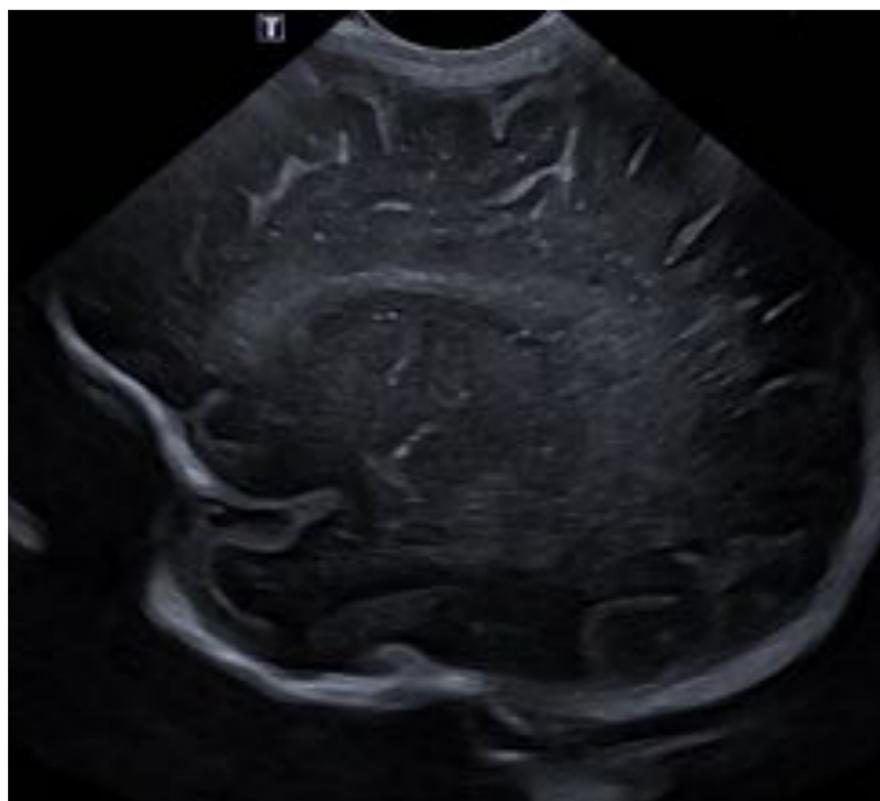


Astas posteriores
Plexos coroideos (Deben ser simétricos y
la sustancia blanca nunca debe ser más
hiperecogénica que los plexos coroideos).



Lóbulos occipitales.

PLANO SAGITAL:



Cuerpo calloso (flecha azul)
Cerebelo (flecha verde)
Tercer y cuarto ventrículo (flechas naranjas)
Mesencéfalo (flecha amarilla)
Protuberancia (flecha morada)

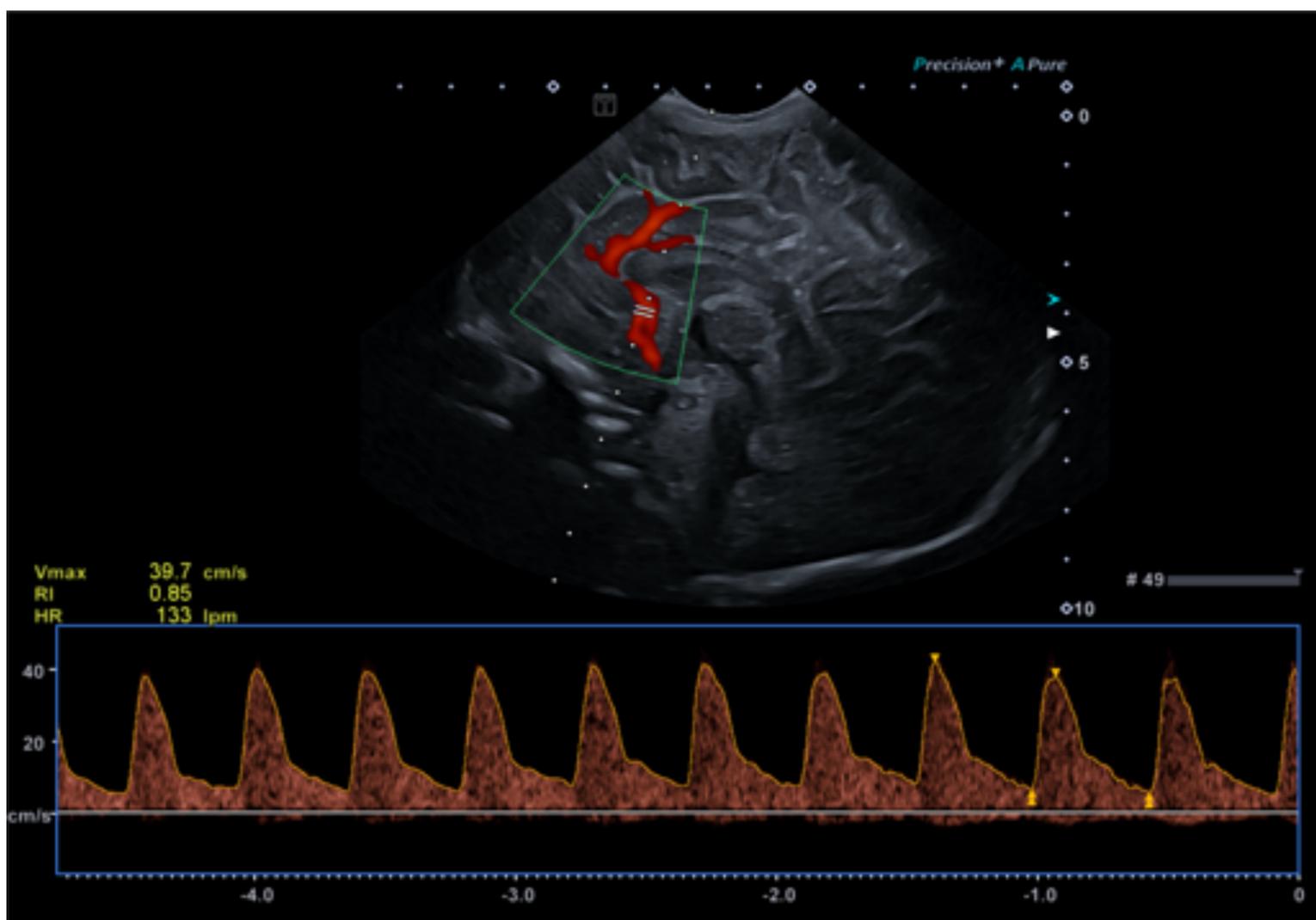
ESTUDIO VASCULAR DOPPLER

En toda exploración ecográfica transfontanelar, es necesario realizar un estudio Doppler para valorar la permeabilidad de los vasos intracraneales.

Se suele evaluar la arteria cerebral anterior o su rama pericallosa por su proximidad y accesibilidad a través de la fontanela anterior.

La arteria cerebral media se visualiza mejor a través de la ventana esfenoidea.

- Los prematuros suelen presentar curvas de alta resistencia, con valores de hasta **0.8-0.9**.
- Los recién nacidos a término presentan índices de resistencia más bajos (**entre 0.5-0.8**)



Estudio Doppler espectral con curva de morfología normal y con valores de resistencia en la normalidad en un paciente prematuro.

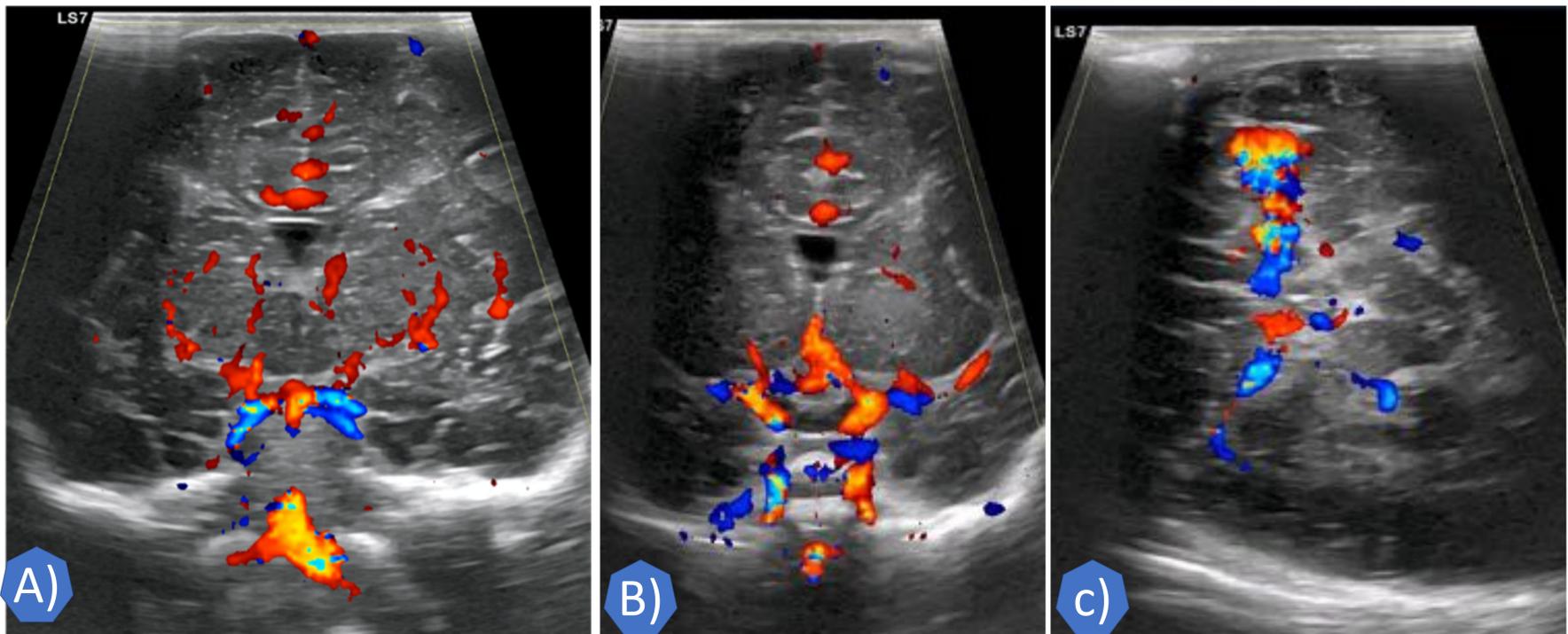
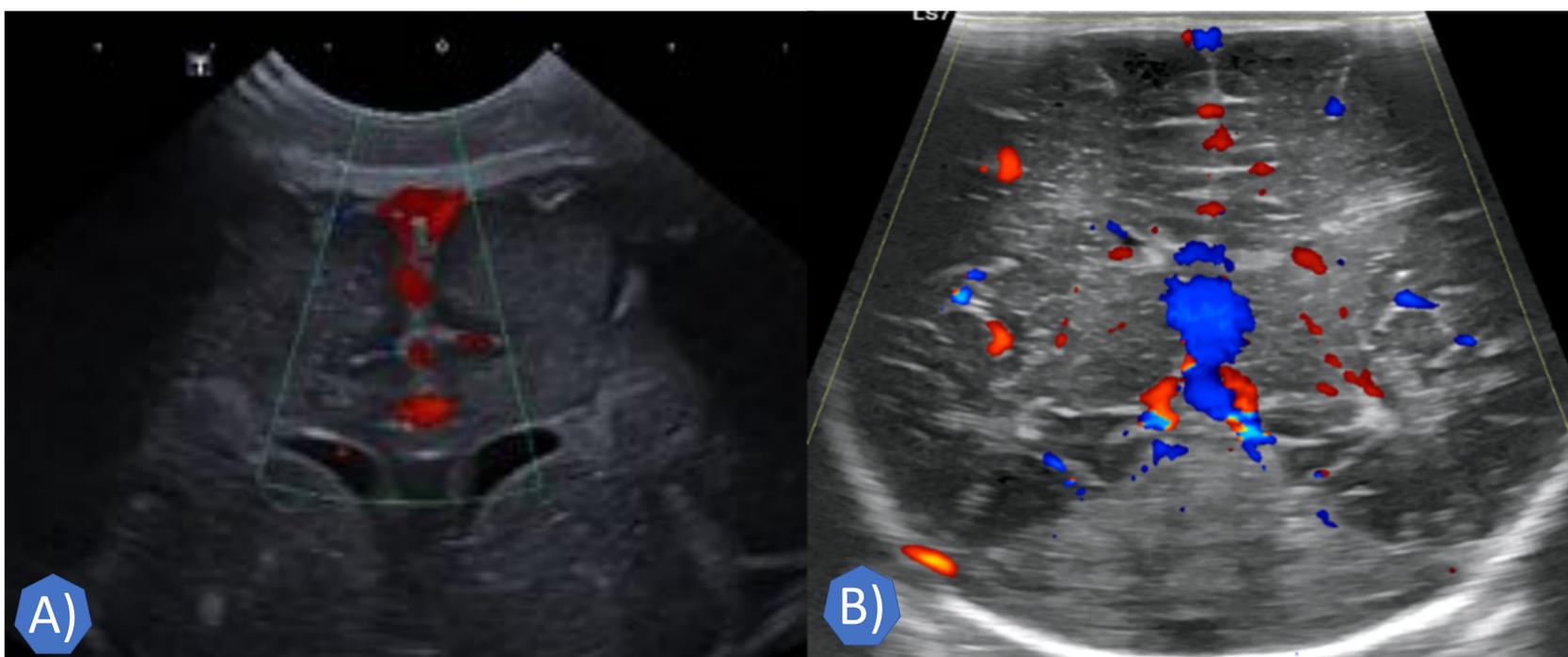


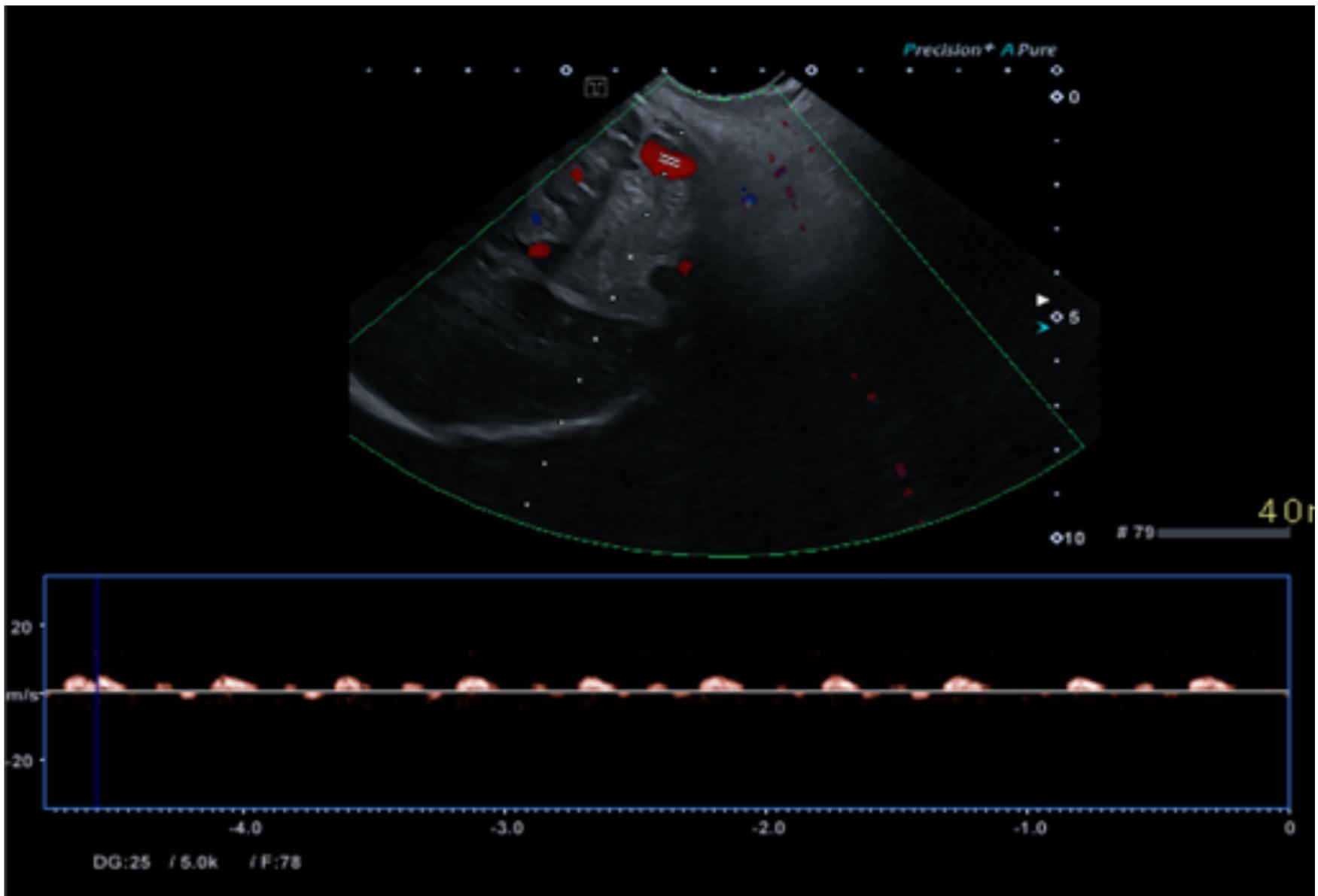
Imagen A: A. vertebrales, a.basilar, a.Cerebral posterior y a.cerebelosa superior.

Imagen B: A.cerebrales anteriores, a.cerebrales medias, a.pericarallosa y a.carótidas internas.

Imagen C: A.cerebral media a través de la ventana acústica de la fontanela esfenoidal.



Los senos venos se pueden visualizar a través de la ventana anterior, para valorar si existe trombosis o no. Imagen A) seno sagital. Imagen B) tórcula.



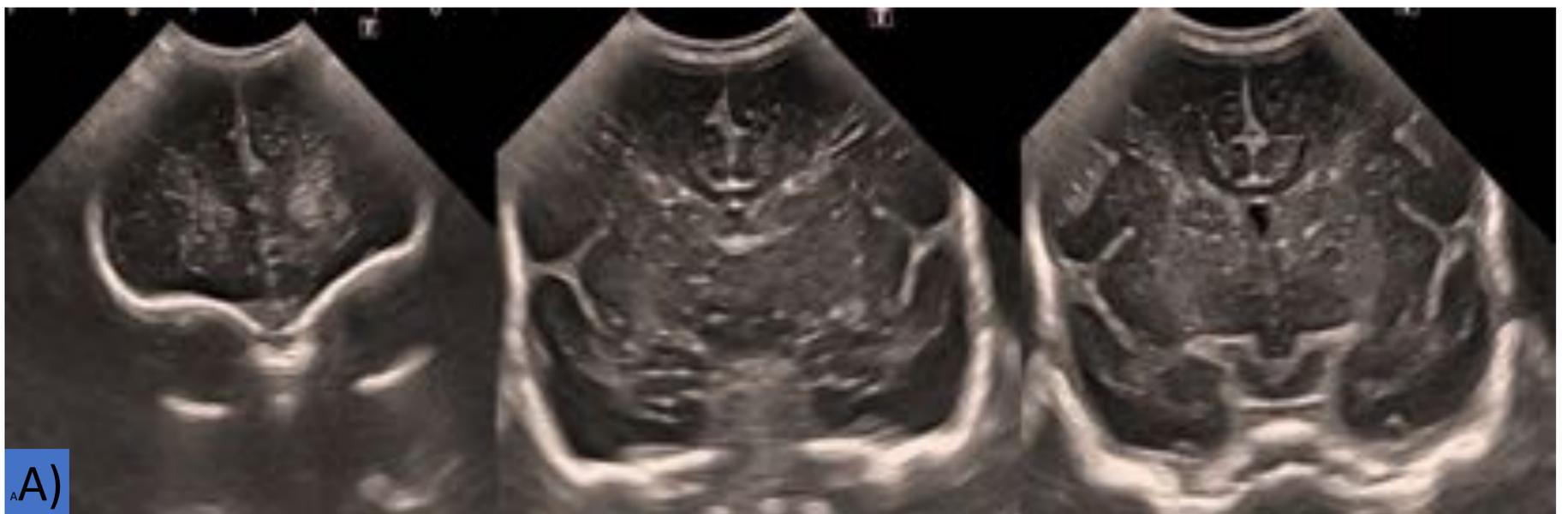
Los senos transversos permeables se visualizan mejor a través de la fontanela mastoidea.

VARIANTES DE LA NORMALIDAD Y PATOLOGÍA ADQUIRIDA DEL PREMATURO.

ALTERACIÓN EN LA SULCACIÓN:

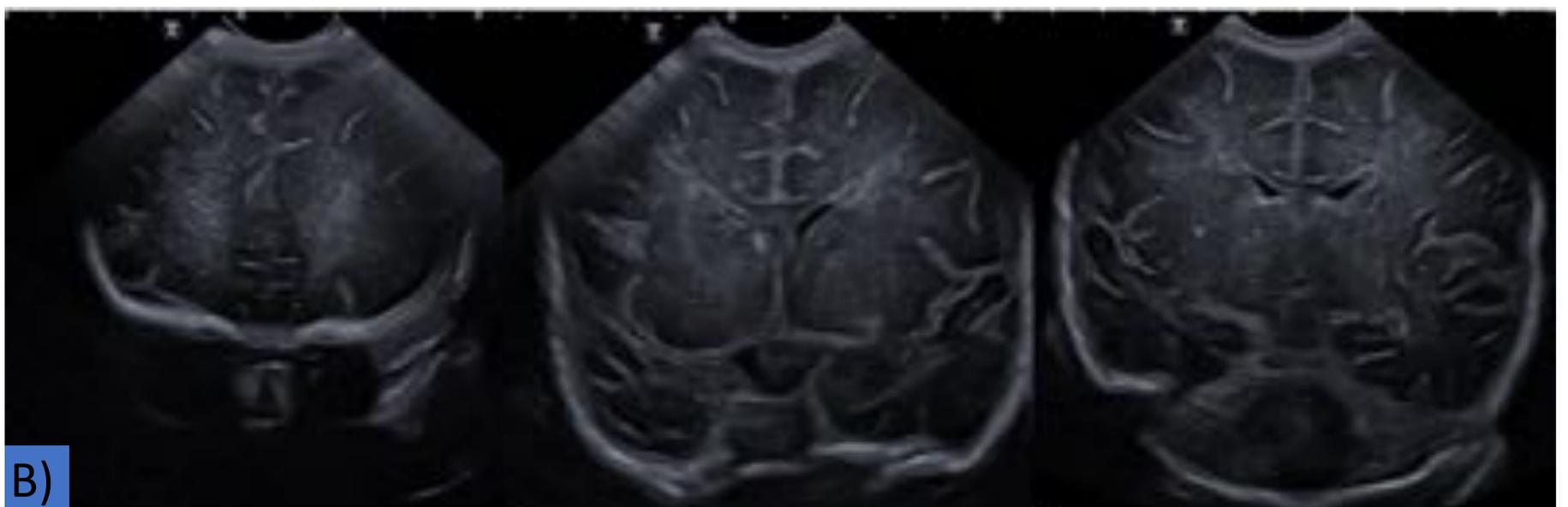
En recién nacidos prematuros, el cerebro presenta una superficie más lisa, con menos sulcos, los cuales se van formando de forma progresiva a lo largo de las siguientes semanas.

Los recién nacidos a término, sin embargo, ya deberían presentar los surcos y circunvalaciones formadas en su práctica totalidad. Ante un recién nacido a término con escasa sulcación hay que sospechar que pueda presentar una malformación cortical.



A)

En plano coronal se muestra escasa sulcación en RN pretermino normal



B)

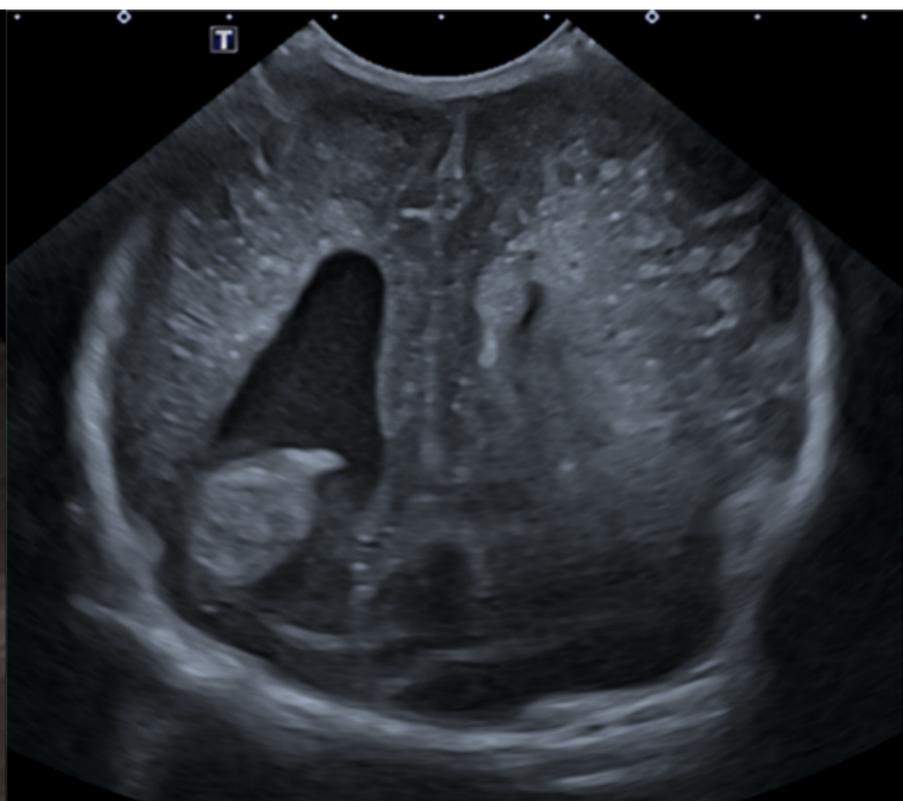
En plano coronal se puede visualizar el patrón de sulcación normal en RN a término.

HIPOXIA-ISQUEMIA DEL PREMATURO: LEUCOMALACIA PERIVENTRICULAR.

De forma fisiológica los prematuros presentan aumento de la ecogenicidad simétrica y homogénea de la sustancia blanca periventricular posterior durante la primera semana de vida.

Presenta **menor** hiperecogenicidad que los plexos coroideos.

La leucomalacia periventricular (LPV) es una patología producida por un evento hipóxico isquémico leve-moderado prolongado en el tiempo que afecta predominantemente a prematuros y se puede relacionar con trastornos neurológicos residuales de diferente gravedad.



FISIOLÓGICA

Homogénea y SIMÉTRICA

Astas posteriores

Menos ecogenicidad que los plexos coroideos

<1 semana de vida

PATOLÓGICA

Heterogénea y PARCHEADA y ASIMÉTRICA, con quistes.

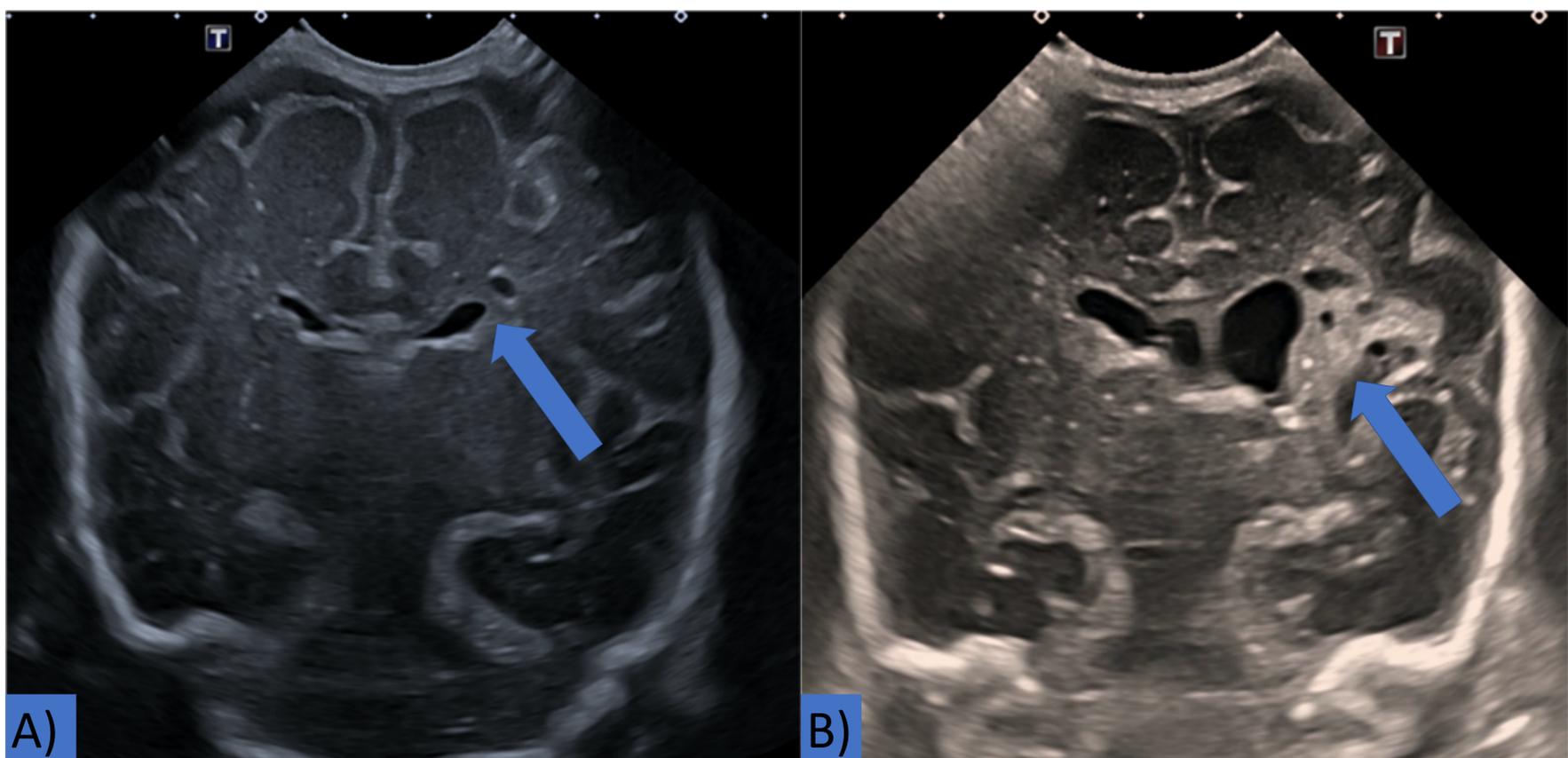
Astas anteriores

Más hiperecogénica que los plexos coroideos.

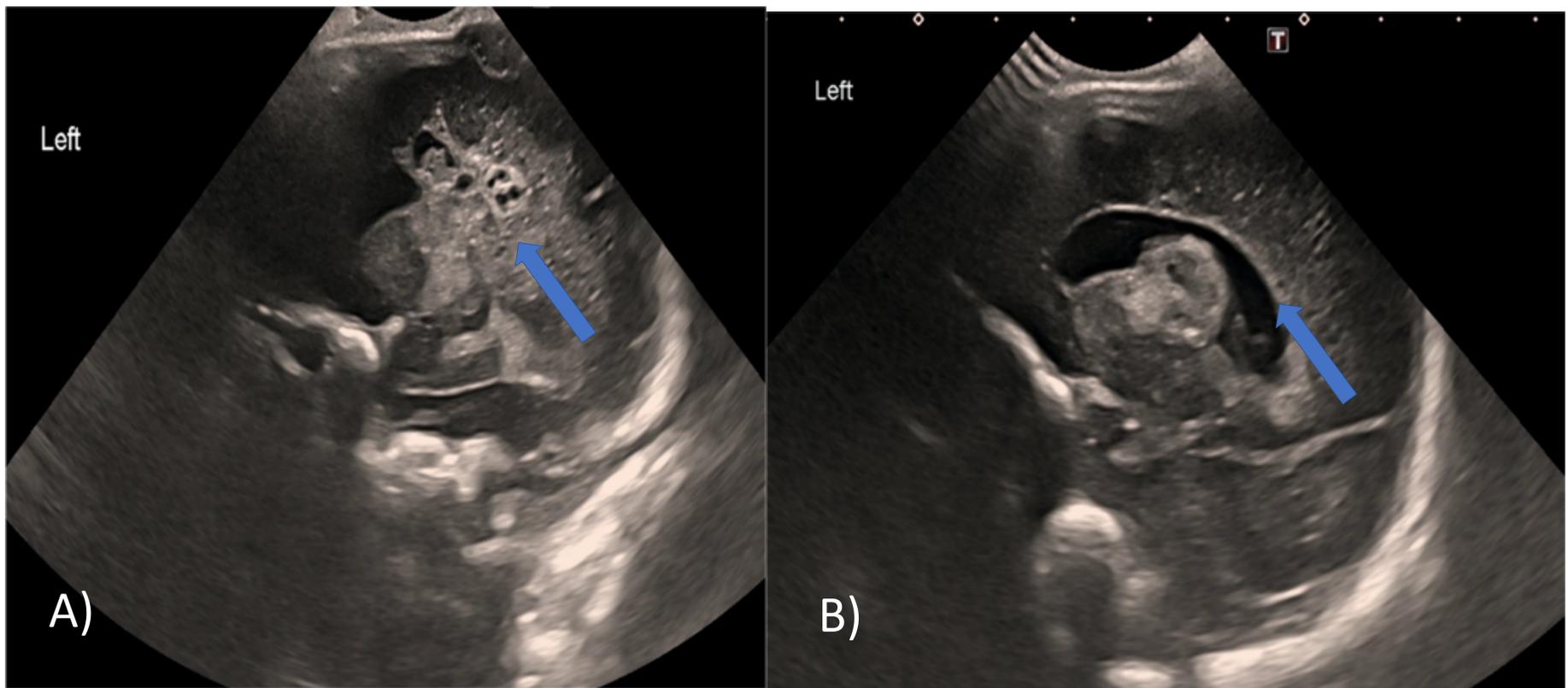
>1 semana de vida

Hay que sospechar que nos encontramos ante una LPV cuando la hiperecogenicidad perdura más allá del primera semana de vida, es heterogénea, parcheada, con quistes y afecta a la sustancia blanca periventricular anterior.

GRADO I	Hiperecogenicidad periventricular persistente (>7-10 días)
GRADO II	Pequeños quistes localizados adyacentes a los ventrículos laterales.
GRADO III	Quistes en sustancia blanca fronto-parietal y occipital
GRADO IV	Quistes con extensión a la sustancia blanca subcortical difusa.



Quistes asociados a LPV. A) Plano coronal, se visualiza quiste aislado periventricular. LPV grado II. B) Plano coronal, se visualizan quistes en sustancia blanca parietal. LPV grado III.



Cortes sagitales. A)Leucomalacia periventricular grado III con formaciones quísticas. B) Con el tiempo se producen cambios involutivos como atrofia del cuerpo calloso.

Los quistes (aparecen entre los 3-6 semanas del evento) y la pérdida de volumen se produce semanas más tarde. Se recomienda realizar seguimiento a las 4 semanas del nacimiento para evaluar la evolución de la LPV.

Los **quistes connatales**, son variantes de la normalidad que no deben ser confundidas con los quistes asociados a LPV o hemorragia.

Se localizan adyacentes al margen supero-lateral de las astas frontales de los ventrículos, pueden ser únicos, múltiples, unilaterales o bilaterales y tienden a desaparecer al primer año de vida.

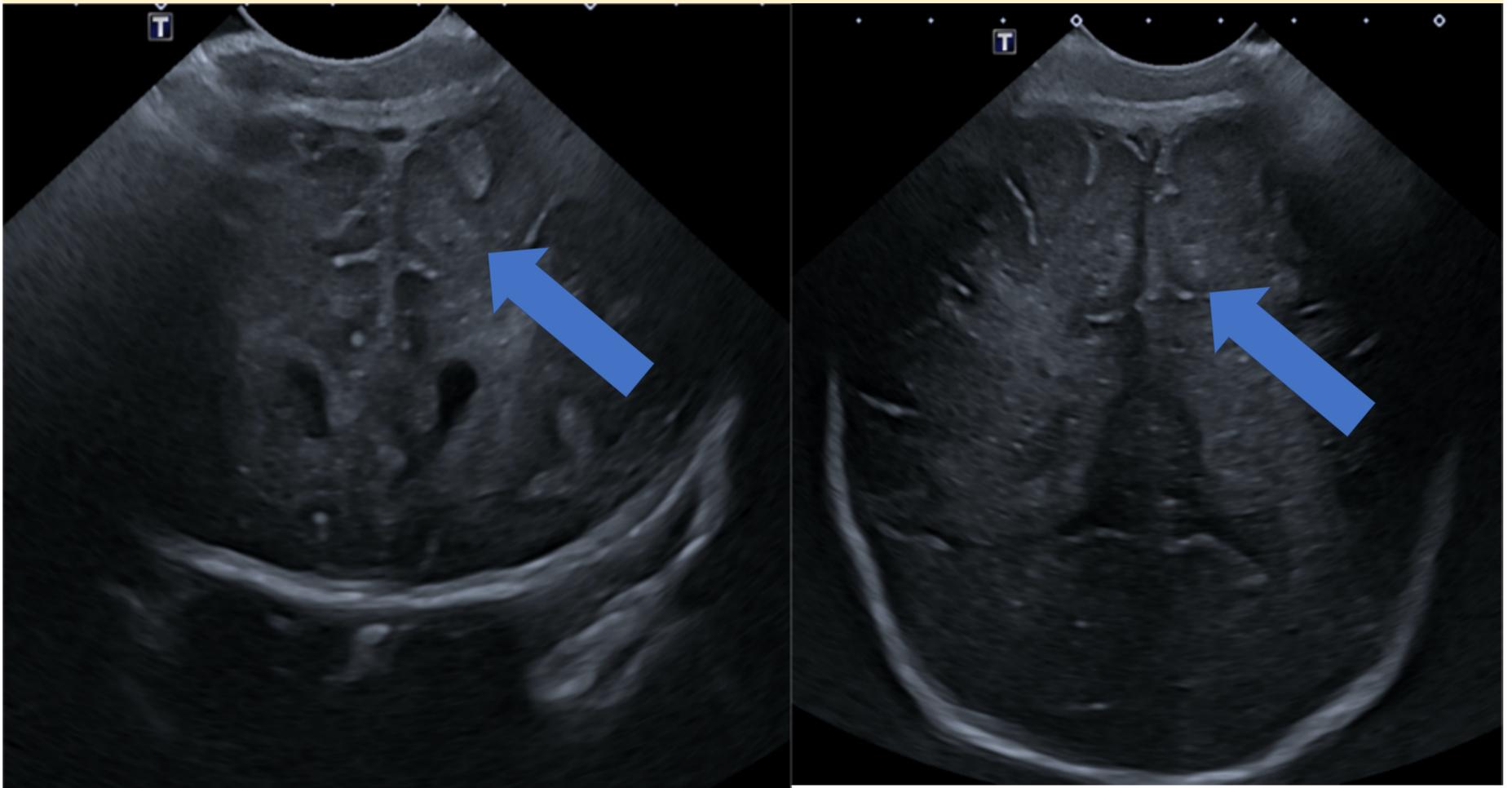
ENCEFALOPATÍA HIPÓXICO – ISQUÉMICA DEL RN A TÉRMINO:

La encefalopatía hipóxico-isquémica cerebral es una causa importante de mortalidad y secuelas neurológicas.

HIPÓXIA-ISQUÉMIA LEVE- MODERADA:

Afectación cerebral cortical de **predominio parasagital**. Debido a los procesos fisiológicos compensatorios que priorizan aportar flujo vascular en regiones con elevado metabolismo como son los ganglios basales, tálamo, cerebelo, mesencéfalo, protuberancia y bulbo.

- En fases precoces → engrosamiento e hiperecogenicidad cortical.
- En fases tardías → cambios atróficos, con pérdida de volumen y áreas hipoecogénicas con afectación cortico-subcortical.



Engrosamiento e hiperecogenicidad cortical con y desdiferenciación cortico-subcortical en recién nacido a término con encefalopatía hipóxico-isquémica, en grado leve moderado.

HIPÓXIA- ISQUÉMIA GRAVE se produce una mayor afectación de las áreas con mayor actividad metabólica

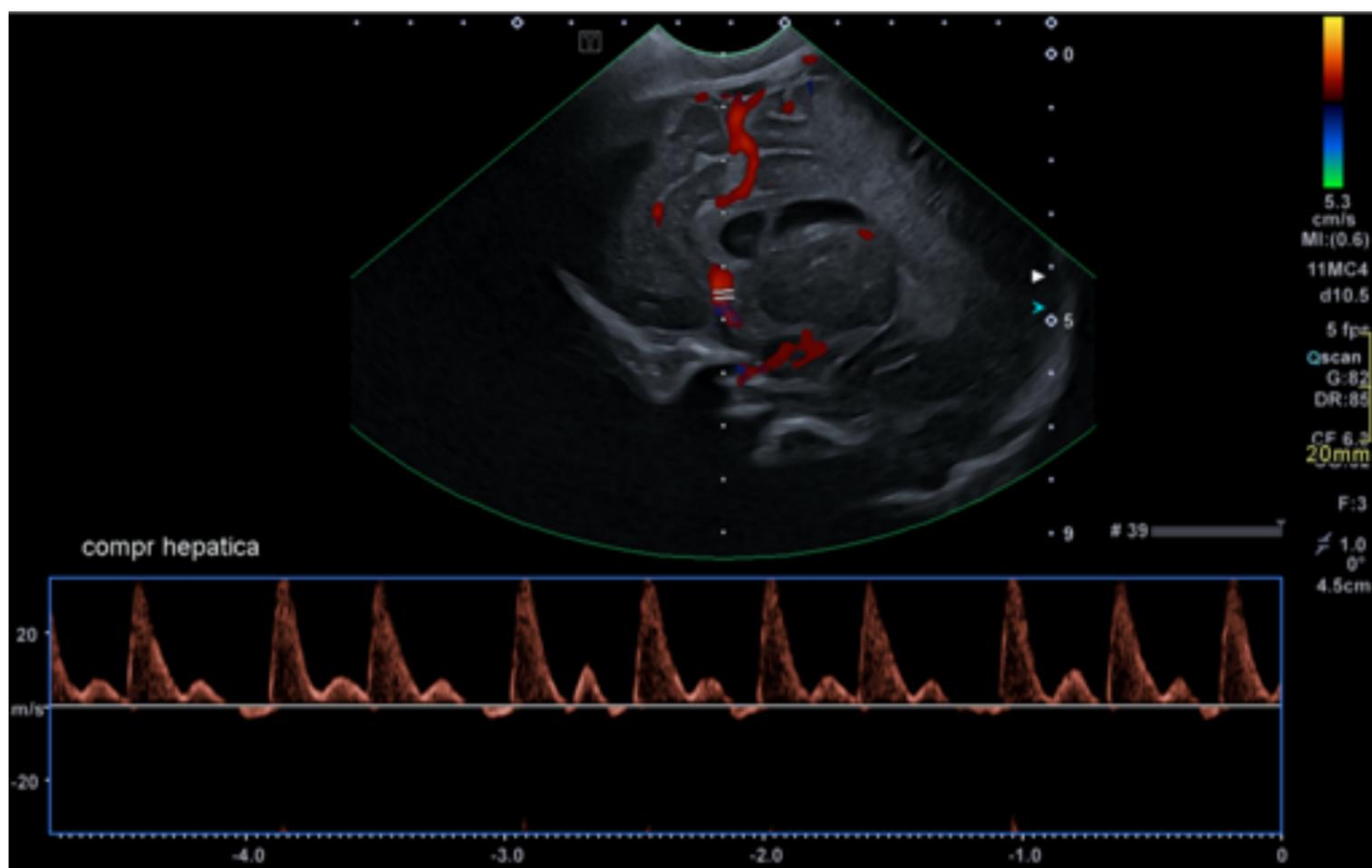
- Aumento de la ecogenicidad de los ganglios basales, particularmente del tálamo y del núcleo lenticulado.

El estudio Doppler cerebral aporta información sobre el flujo sanguíneo cerebral y sobre el pronóstico de la encefalopatía hipóxico-isquémica.

Curvas de baja resistencia ($IR < 0.55$), pueden indicar vasodilatación cerebral y mal pronóstico.

Flujo alternante o bifásico en la onda espectral, significa que existe una pérdida de la autorregulación del flujo sanguíneo cerebral.

Curvas de inversión diastólica pueden significar que existe muerte encefálica

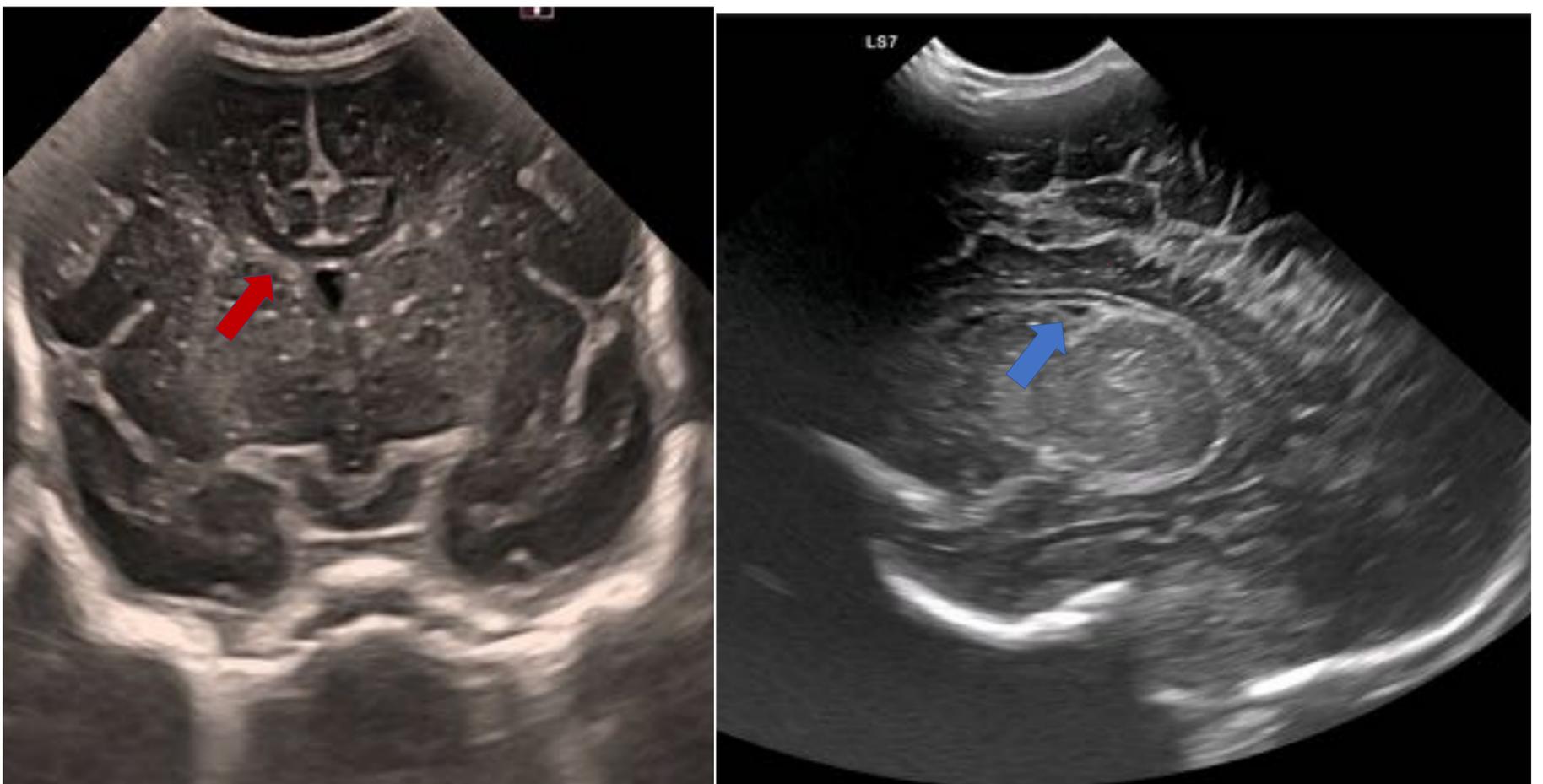


Estudio Doppler cerebral con flujo alternante bifásico con alguna curva de inversión diastólica en RN a término de 5 semanas con signos de encefalopatía hipóxico isquémica grave.

HEMORRAGIA DEL RN PRETERMINO

La matriz germinal es un tejido subependimario que se encuentra adyacente a los ventrículos laterales del cerebro.

- Presenta intensa actividad durante el proceso embrionario y fetal → las células madre neuronales se localizan en la matriz germinal, donde experimentan divisiones y diferenciaciones para dar origen a las células que conforman el sistema nervioso central.
- Es especialmente propensa a sufrir hemorragias en situaciones de estrés (dada su abundante vascularización) → más frecuente en las etapas finales del embarazo.
- Involuciona alrededor de las 32-34 semanas de gestación.



Plano coronal: se visualiza la matriz germinal normal (flecha roja) isoecoica separando el caudado del tálamo. Plano sagital: surco caudo-talámico libre (flecha azul).

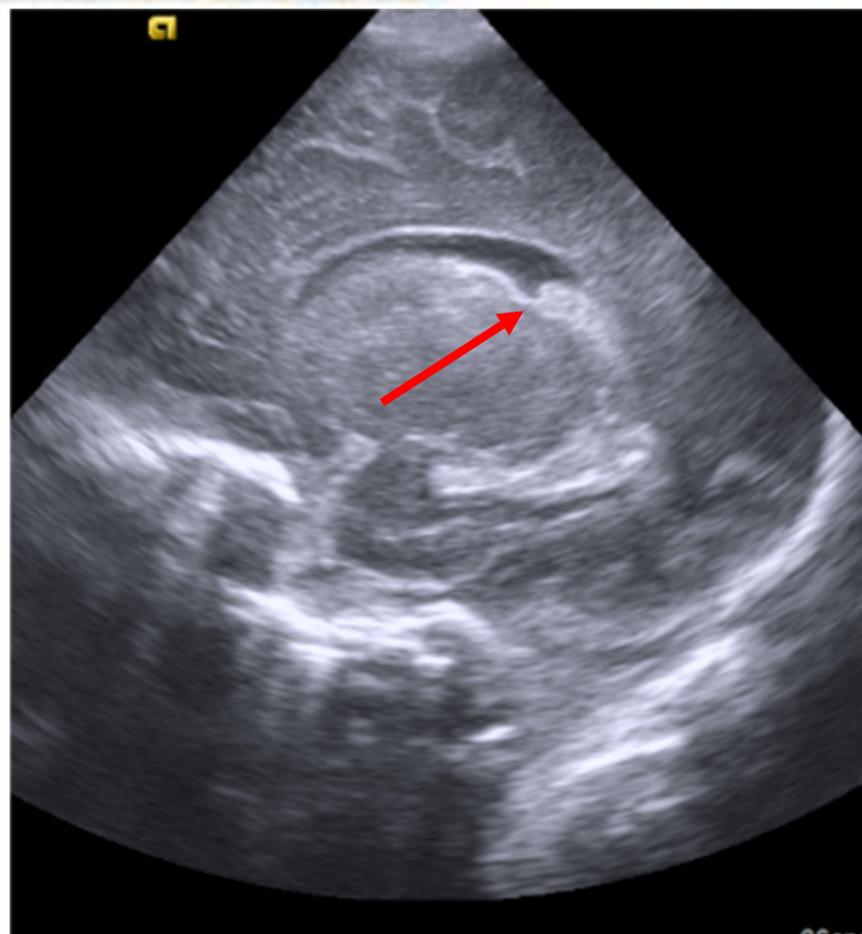
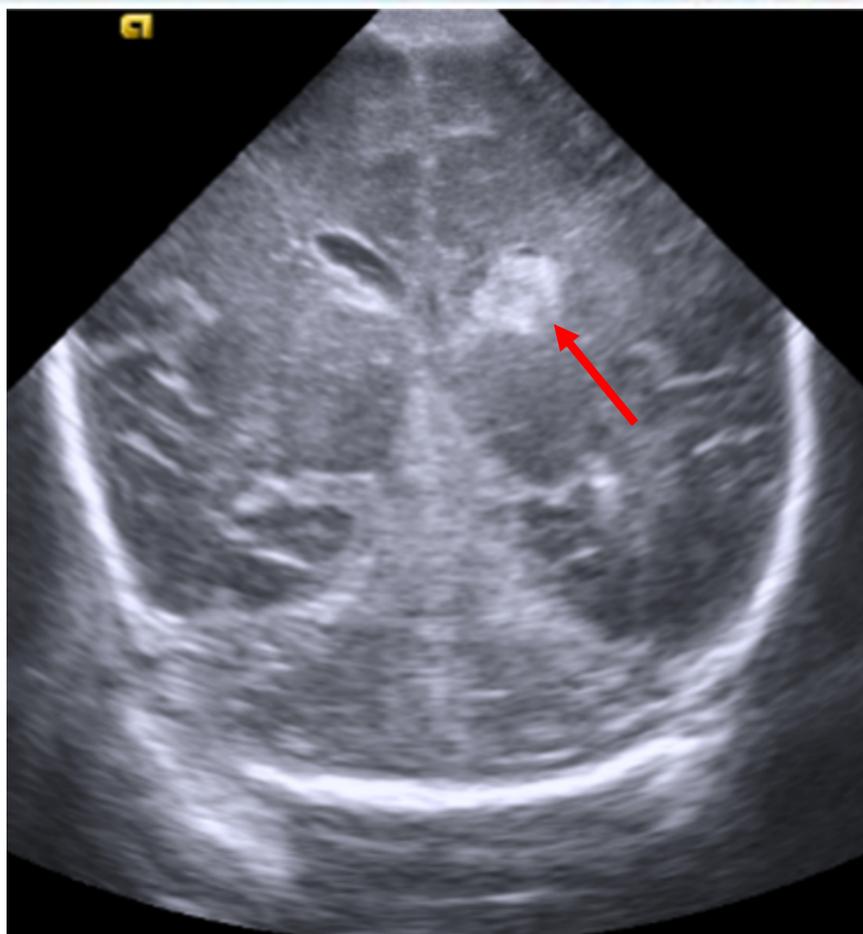
La hemorragia de la matriz germinal es una de las complicaciones más frecuentes de los prematuros. Se presenta principalmente en aquellos con edad gestacional inferior a 30 semanas y con un peso inferior a 1500g.

La mayoría de las hemorragias se producen alrededor de los 7 días de vida, aunque también puede manifestarse a en las primeras horas posteriores al parto.

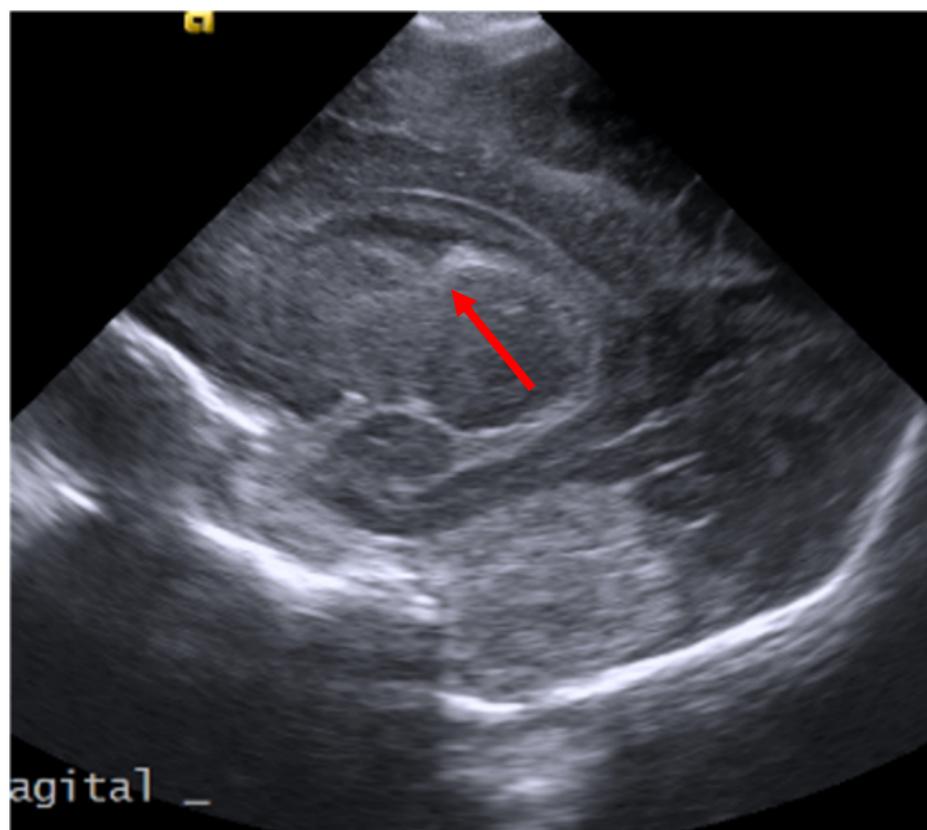
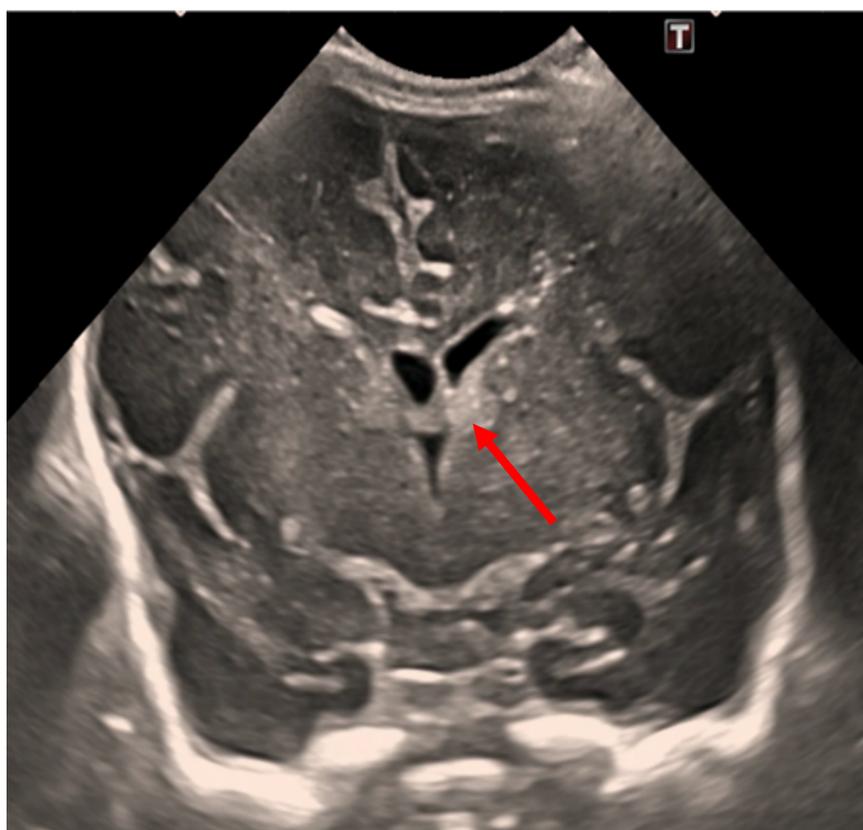
Se recomienda realizar un examen inicial a las 72h con estudios adicionales posteriores a los 7-10 días y a las 4-6 semanas en niños con riesgo.

Las hemorragias de la matriz germinal se dividen en cuatro grados:

GRADO I	Hemorragia focal de la matriz germinal a nivel del surco caudotalámico
GRADO II	La hemorragia se abre al sistema ventricular, sin hidrocefalia . Se aprecia asimetría en los plexos coroideos. La ventana mastoidea nos ayuda a valorar si existe contenido hemático en el cuarto ventrículo.
GRADO III	Hemorragia intraventricular con hidrocefalia .
GRADO IV	Infarto isquémico-hemorrágico venoso asociado a HMG tipo I o II-III.



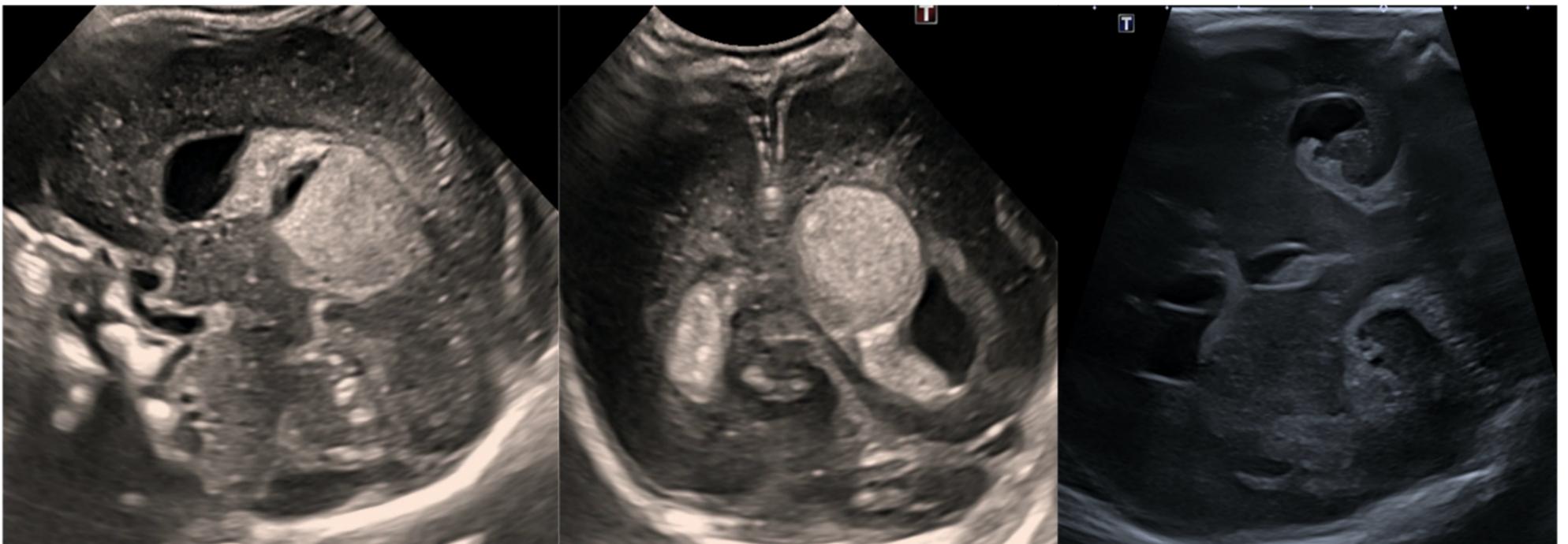
HMG Grado I. Plano coronal del cerebro de un prematuro de 10 días. Imagen nodular hiperecogénica adyacente al ventrículo lateral izquierdo (flecha roja) en plano sagital se visualiza ocupación del surco caudo-talámico por contenido hiperecogénico.



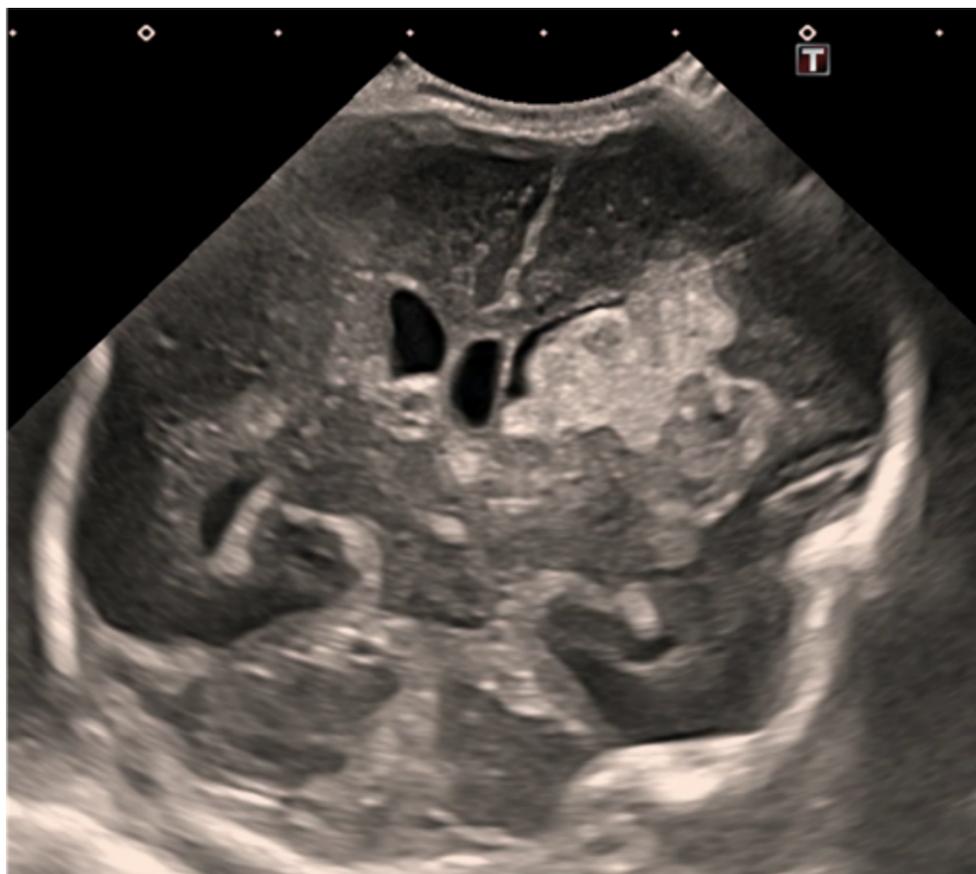
HMG Grado I en RN prematuro de 3 semanas. Plano coronal imagen nodular hiperecogénica en matriz germinal izquierda. Ocupación del surco caudo-talámico en plano sagital.



Plano coronal y sagital. Hemorragia intraventricular sin hidrocefalia. Hemorragia grado II.



RN prematuro de 7 semanas con hemorragia grado III. Plano sagita, coronal y usando la ventana mastoidea con ocupación del tercer ventrículo . Se visualiza hidrocefalia con hemorragia intraventricular.



RN prematuro de 10 semanas. Planos coronales. Infarto isquémico-hemorrágico venosos con hidrocefalia y componente de hemorragia intraventricular. Grado IV.

VENTRICULOMEGALIA

Es importante identificar los ventrículos dilatados y la causa. En caso de que exista hemorragia hay que identificar los restos hemáticos (la cantidad y la distribución).

Existen varias medidas para cuantificar el grado de ventriculomegalia:

-**Índice de LEVENE**: Distancia entre la hoz interhemisférica y el borde extremo del ventrículo lateral (a la altura del agujero de Monro), en plano coronal.

Un valor de >4 mm por encima del percentil 98 se considera tratar la hidrocefalia

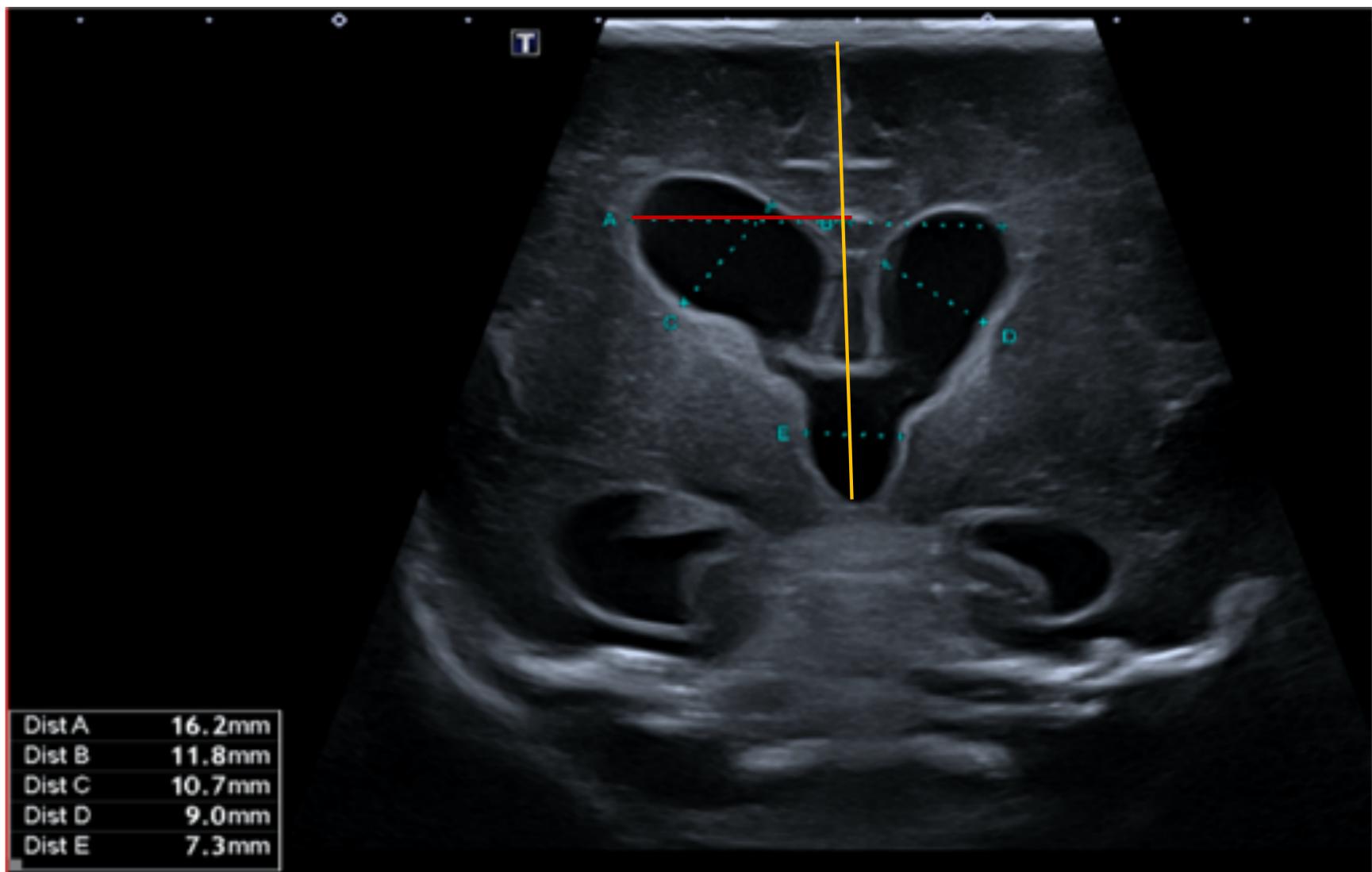
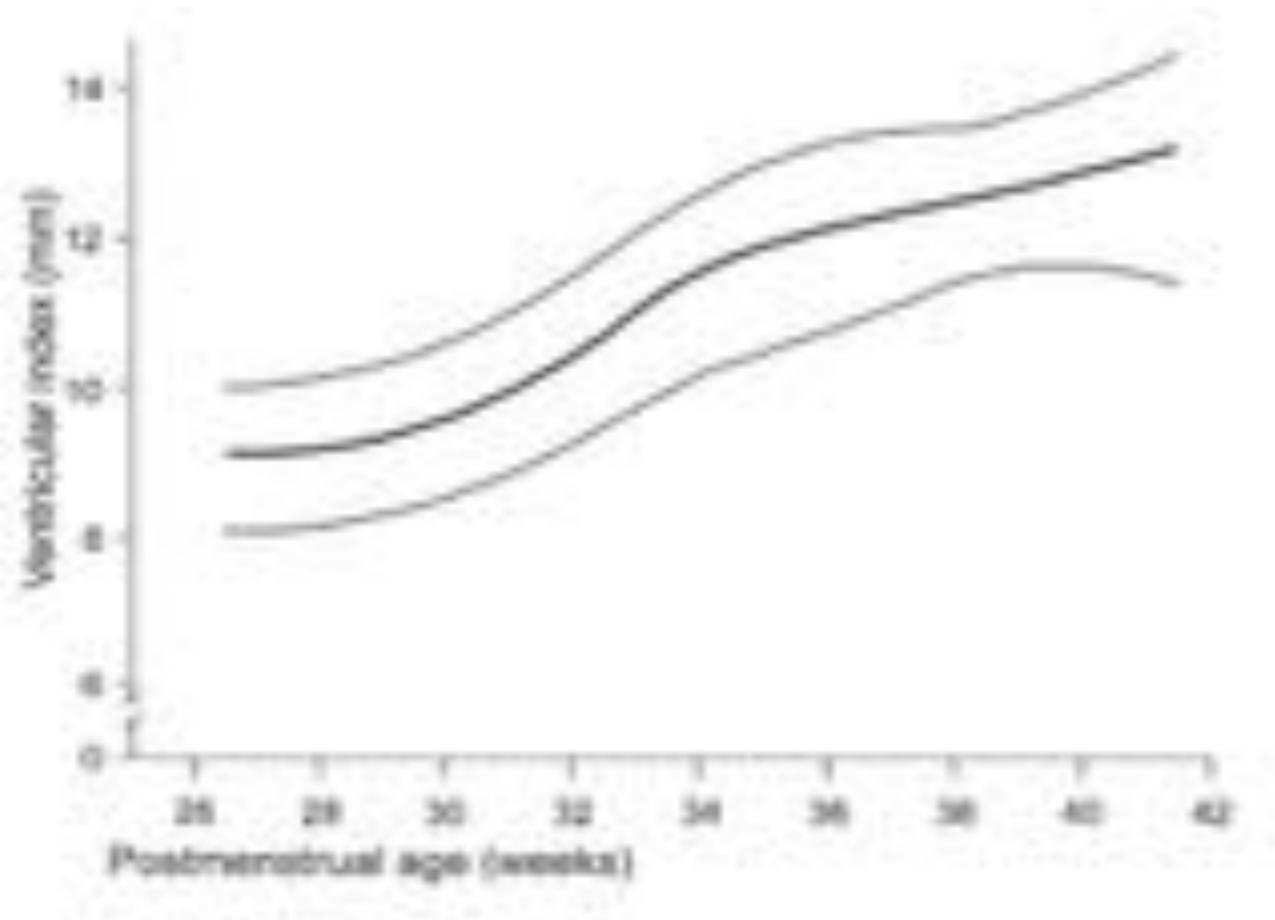
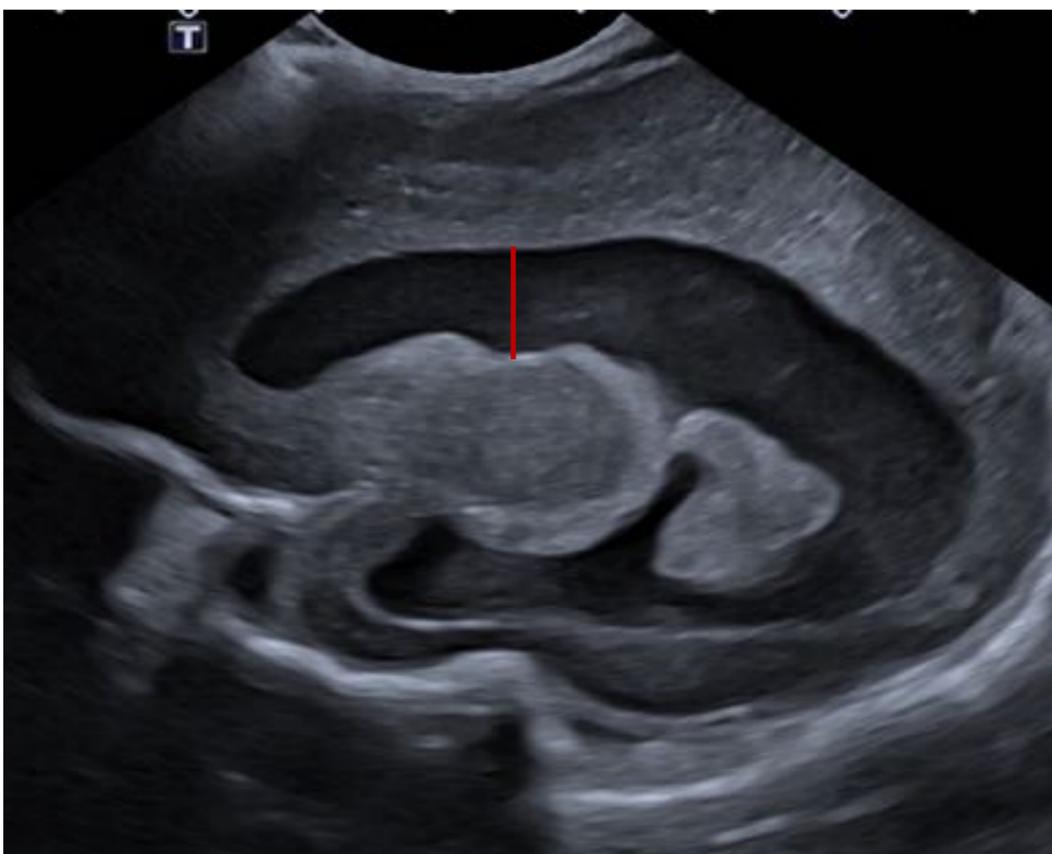


Tabla gráfica del Índice de Levene según Shim et al.



-Anchura del ventrículo lateral:

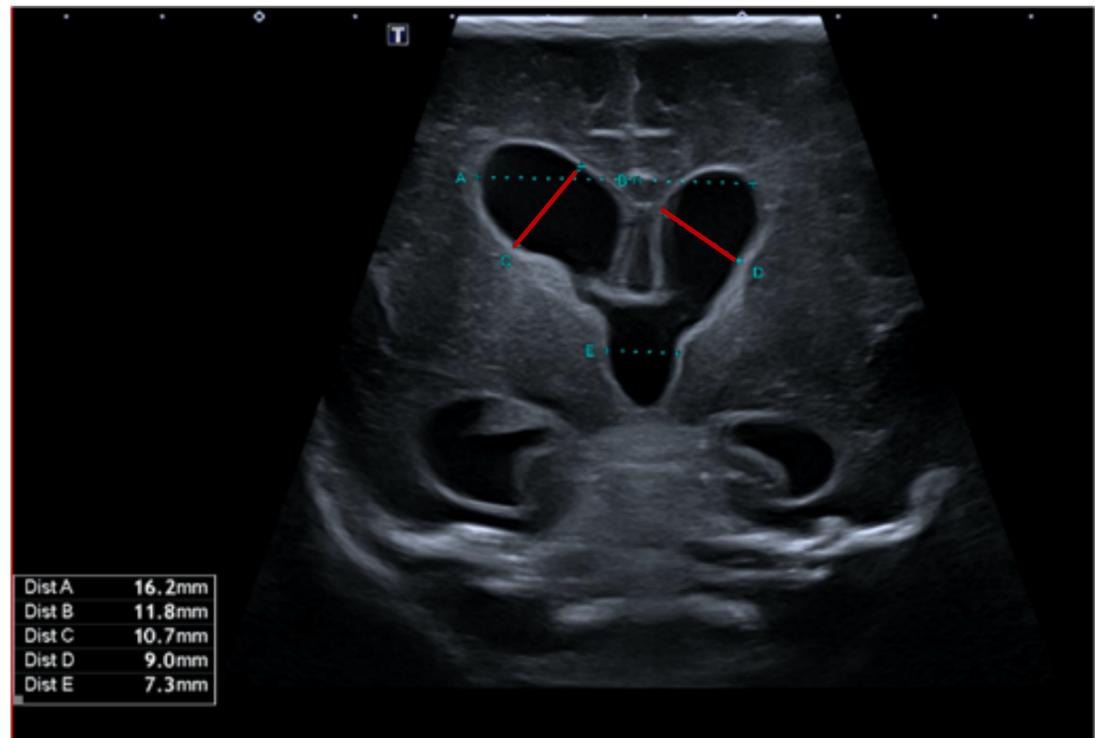
A nivel del agujero de Monro se traza una línea desde la hendidura caudo-talámica hasta el contorno superior del ventrículo lateral.



- Normal : <5 mm
- Dilatación leve: 5-10 mm
- Dilatación moderada: 10-15mm.
- Dilatación grave: >15 mm.

- **Anchura del asta frontal:** Medida del cuerno anterior del ventrículo lateral en su punto más ancho.

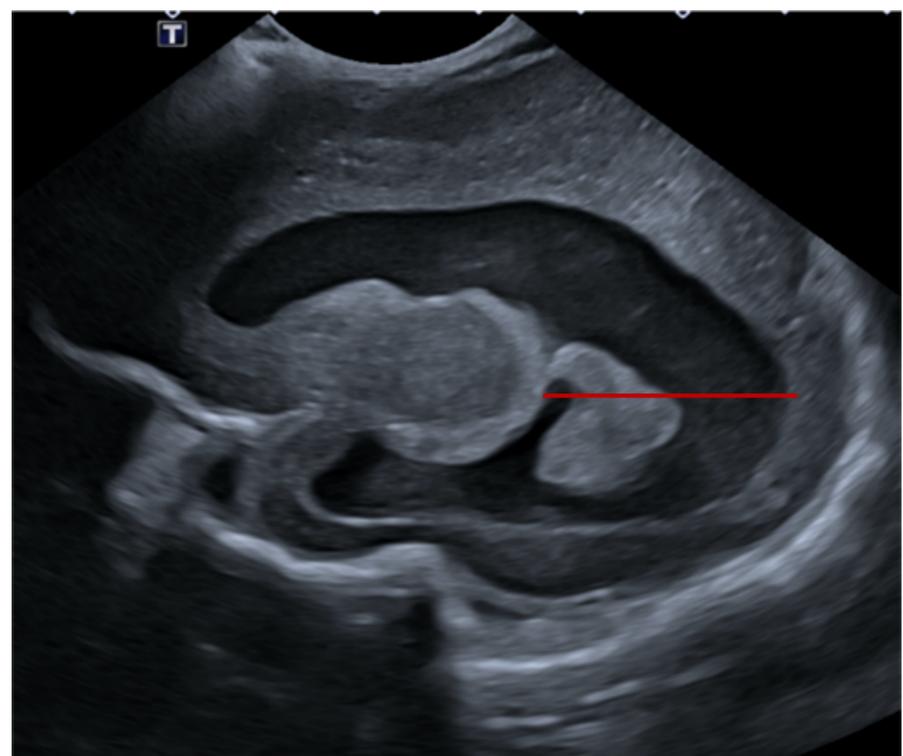
Normal: <3mm.
Leve: 3-5 mm
Moderada: 6-9mm
Grave: >10 mm



- **Distancia Tálamo-Occipital:**

- Distancia entre el punto más alejado del centro del tálamo y el punto más alejado del asta posterior.
- Más sensible en dilataciones ventriculares leves → ventriculomegalia suele iniciar en astas posteriores).

Dilatación >24mm



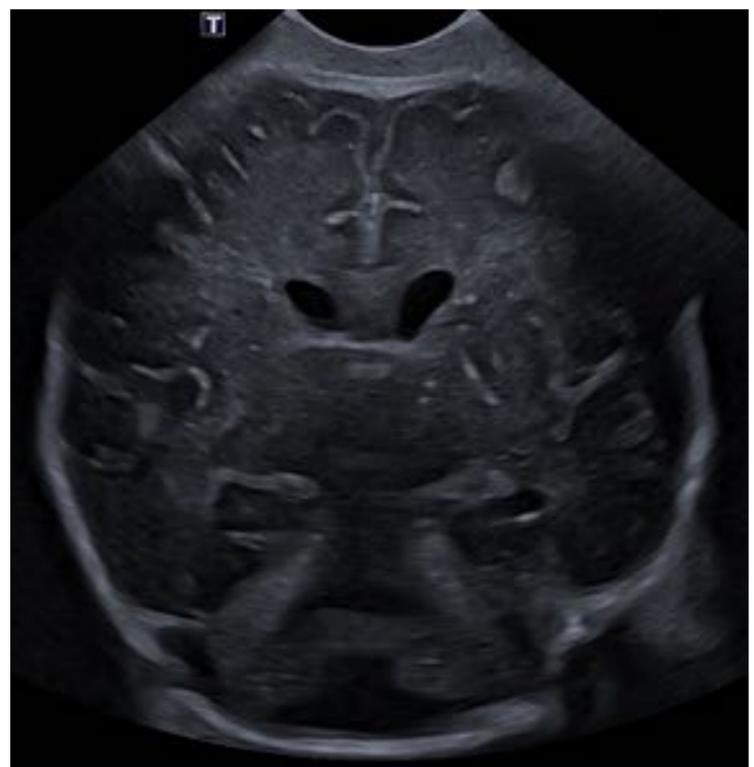
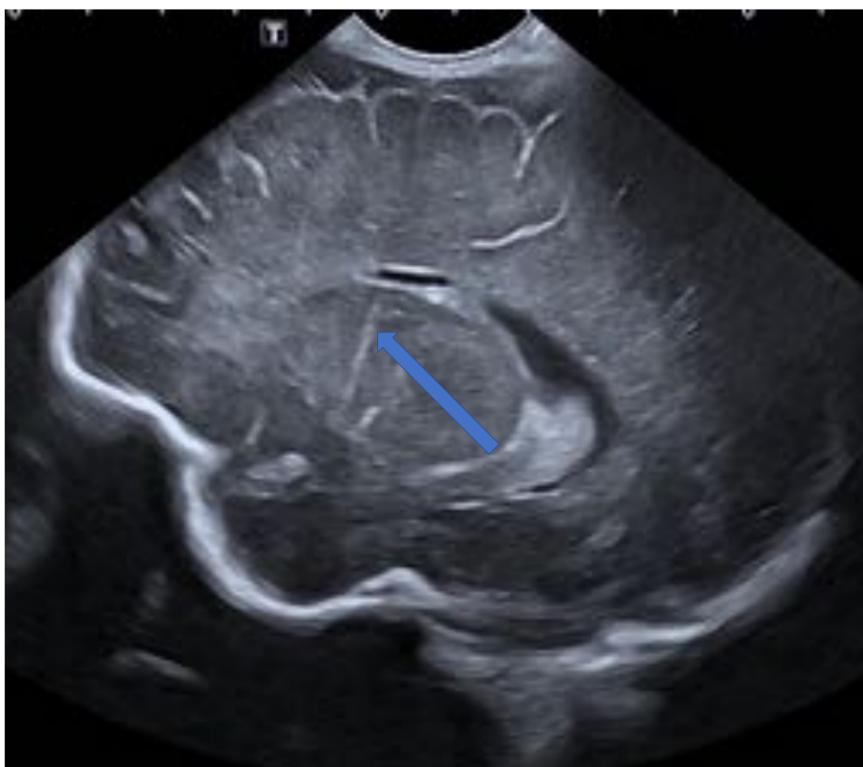
VASCULOPATÍA LENTICULO-ESTRIADA.

Hiperecogenicidad de las ramas lenticuloestriadas de la arteria cerebral media a nivel de los ganglios de la base y en los talamos.

- Se observa en aproximadamente el 2-5% de las ecografías craneales normales. La incidencia en prematuros es del 20%.
- Pero también se ha descrito en asociación con enfermedades como la infección congénita por citomegalovirus (CMV), la hipoxia perinatal y anomalías cromosómicas.

Cuando se visualiza **una o dos estrías** → podría considerarse variante de la **normalidad**.

Sin embargo, cuando se visualiza **más de tres estrías** hiperecogénica → puede asociarse a **eventos hipóxico-isquémicos o infecciones (TORCH)**.



RN a pretérmino de dos semanas. Leve ventriculomegalia y y HVI. Como hallazgo casual se identifican dos imágenes lineares hiperecogénicas (flechas) en núcleos basales sugestivas de variantes de la normalidad.

AGRANDAMIENTO BENIGNO DE LOS ESPACIOS SUBARACNOIDEOS EN LA INFANCIA (BESS).

Para la valoración del espacio extraaxial utilizamos la sonda lineal.

El espacio extraaxial se considera dentro de la **normalidad** cuando presenta un espesor de **<1mm**

El **ensanchamiento o aumento benigno de los espacios subaracnoideos (BESS)** es la causa más frecuente de macrocefalia en la infancia.

Se produce más frecuentemente en niños de 7 meses con desarrollo normal o con algún leve retraso motor o del lenguaje que presentan aumento del perímetro craneal.

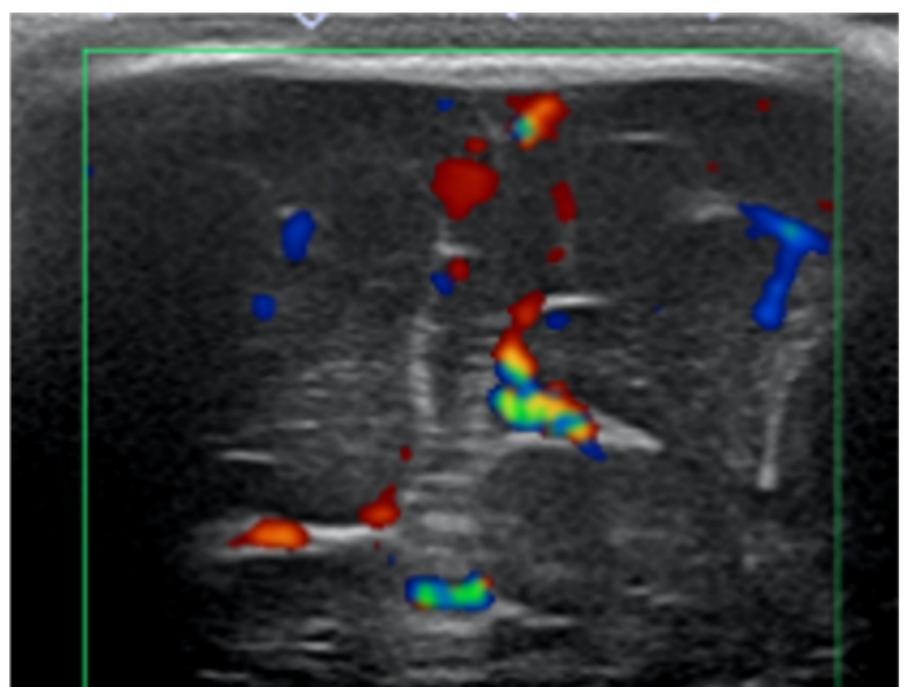
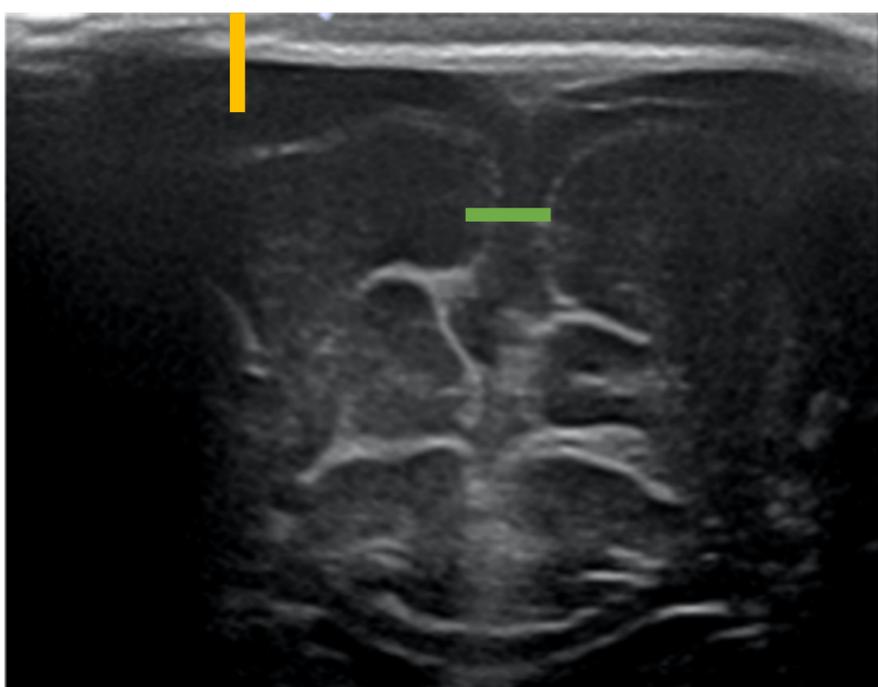
Se considera cuando existe:

Ampliación o ensanchamiento del espacio extraaxial frontal :**4-10 mm.**

Cisura interhemisférica: **>6-8 mm.**

Giros corticales conservados

Signo de la vena cortical : En la BESS se visualizan venas atravesando en el espacio subaracnoideo, sin embargo, en las colecciones subdurales se encuentran desplazadas.

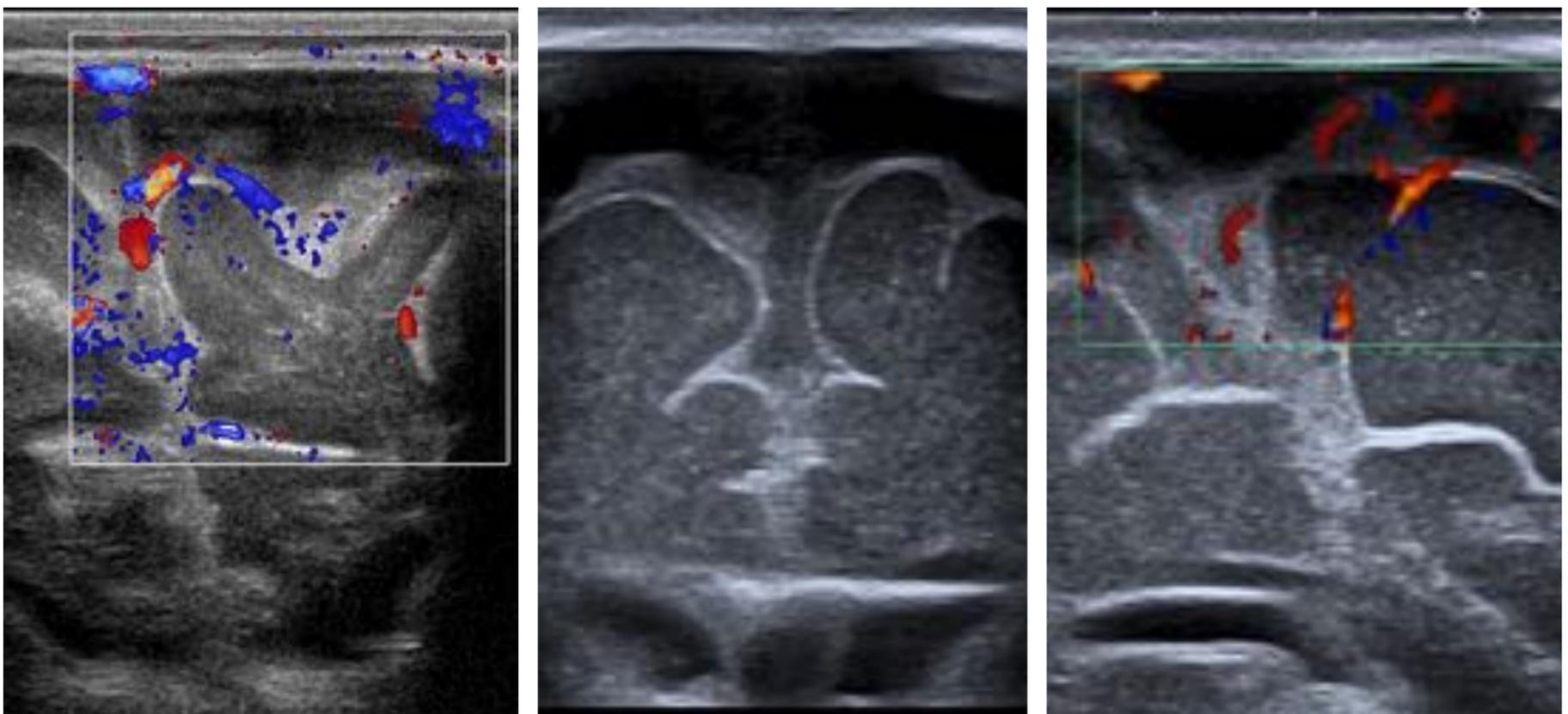


Hidrocefalia con leve ampliación del espacio extraaxial frontal (5 mm) en niño a término de 3 meses sin sintomatología neurológica. Plano coronal: espacio extraaxial (línea amarilla), cisura interhemisférica (línea verde). Estudio Doppler muestra vascularización subaracnoidea conservada.

MENINGITIS

Aproximadamente el 65% de los niños con meningitis aguda bacteriana presentan alteraciones ecográficas.

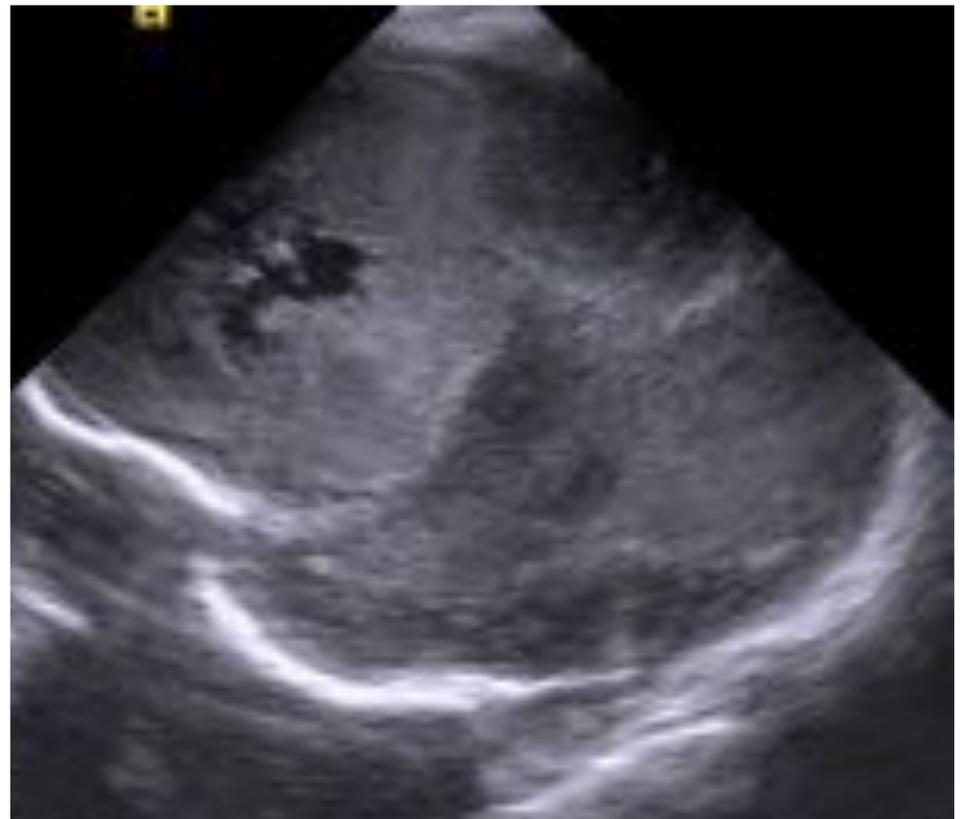
Se sospecha cuando existe un aumento de la ecogenicidad de los surcos cerebrales, hiperemia y engrosamiento meníngeo de **>2 mm**. También se pueden encontrar colecciones extraaxiales y otras complicaciones como ventriculitis, empiemas, absceso, hidrocefalia post infecciosa, hemorragia y abscesos.



Niño de 7 meses con elevada fiebre y bajo nivel de consciencia. En ecografía se aprecia ampliación del espacio extraaxial con hiperecogenicidad de los surcos cerebrales y signos de hiperemia en relación a meningitis.



Niño con meningitis de 2 semanas de evolución complicada con ventriculitis. En plano coronal y sagital En las imágenes se aprecia ampliación del ventrículo lateral izquierdo con septos en su interior.



Niño de 6 meses con meningitis de un mes de evolución con mala respuesta al tratamiento. En la ecografía se observa aumento de la ecogenicidad del lóbulo frontal derecho por inflamación con hipoeogénica bien delimitada sugestiva de absceso.

CONCLUSIONES:

- La ecografía transfontanelar es la primera técnica de imagen a realizar ante la sospecha de afectación neurológica en neonatos.
- Es importante realizar un estudio sistemático de las estructuras anatómicas.
- Se deben realizar cortes coronales y sagitales en las diferentes ventanas anatómicas (fontanelas).
- Se deben utilizar los dos tipos de sonadas. La convex/microconvex para estructuras profundas y la lineal para superficiales.
- Es primordial conocer las variantes anatómicas y distinguirlas de las condiciones patológicas del recién nacido.

BIBLIOGRAFÍA

- Caro-Domínguez P, Lecacheux C, Hernandez-Herrera C, Llorens-Salvador R. Cranial ultrasound for beginners. *Transl Pediatr.* 2021 Apr;10(4):1117-1137. doi: 10.21037/tp-20-399. PMID: 34012859; PMCID: PMC8107866.
- Llorens-Salvador R, Moreno-Flores A. The ABCs of transfontanellar ultrasound and more. *Radiologia.* 2016 May;58 Suppl 2:129-41. English, Spanish. doi: 10.1016/j.rx.2016.02.007. Epub 2016 Apr 8. PMID: 27066919.
- Busl KM, Greer DM. Hypoxic-ischemic brain injury: pathophysiology, neuropathology and mechanisms. *NeuroRehabilitation.* 2010;26(1):5-13. doi: 10.3233/NRE-2010-0531. PMID: 20130351.
- Montero Yéboles R, Mayordomo Colunga J, Muñozerro Sesmero M, Gómez Luque JM, Rodríguez Campoy P, González Cortés R. Ecografía transfontanelar. Hemorragia, isquemia cerebral e hidrocefalia. *Protoc diagn ter pediatr.* 2021;1:447-62.
- Montero Yéboles R, Mayordomo Colunga J, Muñozerro Sesmero M, Gómez Luque JM, Rodríguez Campoy P, González Cortés R. Ecografía Doppler transcraneal, evaluación de la desviación de la línea media, diámetro de la vaina del nervio óptico y evaluación de reflejos pupilares. *Protoc diagn ter pediatr.* 2021;1:463-82.
- Huang BY, Castillo M. Hypoxic-ischemic brain injury: imaging findings from birth to adulthood. *Radiographics.* 2008 Mar-Apr;28(2):417-39; quiz 617. doi: 10.1148/rg.282075066. PMID: 18349449.
- Shim R, Gnanasekaran R, Boyle M, Tarrant A, Ryan S, McCallion. Expansion of ventricular indices to include extremes of prematurity. Presented at the Neonatal Society 2012 Autumn Meeting.
- Benign Enlargement of Subarachnoid Space in Infancy: "A Review with Emphasis on Diagnostic Work-Up" Nahid KHOSROSHAHI, MD1 and Ali NIKKHAH, MD2 Iran *J Child Neurol.* 2018 Autumn; 12(4): 7'15.