

Ecografía transfontanelar en urgencias pediátricas: explorando el cerebro en tiempo real

Celia Cantolla Nates¹, Ana Berasategui Criado¹, Marina Arroyo Olmedo¹, Sofía María Bretos Azcona¹, Rodrigo Sutil Berjón¹, Ángela Guitián Pinilla¹, María José Galante Mulki¹, Alexandra De Diego Díez¹

¹Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander

Objetivos

- Revisar las indicaciones de la ecografía transfontanelar, haciendo especial hincapié en las indicaciones urgentes.
- Revisar la técnica de adquisición de las imágenes en modo B y Doppler.
- Conocer los principales hallazgos diagnósticos que tienen relevancia para el manejo urgente.

Introducción

La ecografía transfontanelar es la **técnica de elección** en la evaluación inicial de las estructuras encefálicas en los recién nacidos, aunque puede ser utilizada en todos los niños que tengan la fontanela anterior abierta. El cierre completo de esta estructura suele producirse a los 2 años. Sin embargo, una evaluación adecuada de las estructuras intracraneales se va a poder realizar hasta los **12-14 meses** aproximadamente, ya que, cuanto más cerrada se encuentre, menor ventana acústica tendremos y por tanto mayor dificultad para la valoración de las estructuras internas. La ecografía transfontanelar presenta múltiples ventajas y una serie de limitaciones que debemos tener en cuenta.

No radiación ionizante
No invasiva
Dinámica
Portátil

Valoración limitada de la fosa posterior y estructuras periféricas
Baja sensibilidad en lesiones isquémicas precoces
Operador dependiente

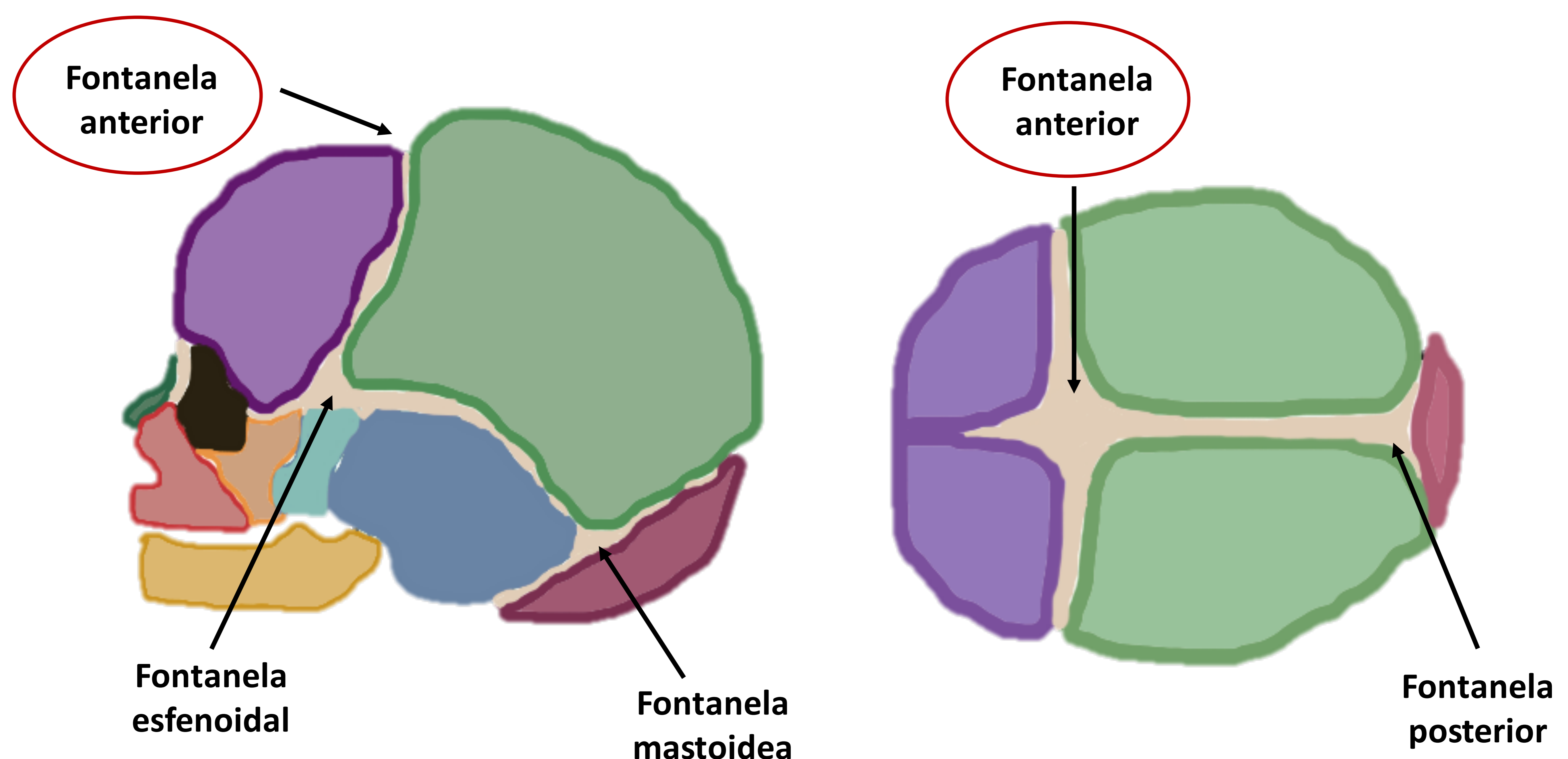
Técnica de estudio

En toda exploración deben emplearse:

- **Sonda convex:** en prematuros, sondas de pequeño tamaño (microcónvex) y alta frecuencia (7-9 MHz). En los lactantes, sondas de mayor tamaño y menor frecuencia (5-8 MHz).
- **Sonda lineal:** de alta frecuencia para valorar el espacio extracerebral (10-18 MHz)

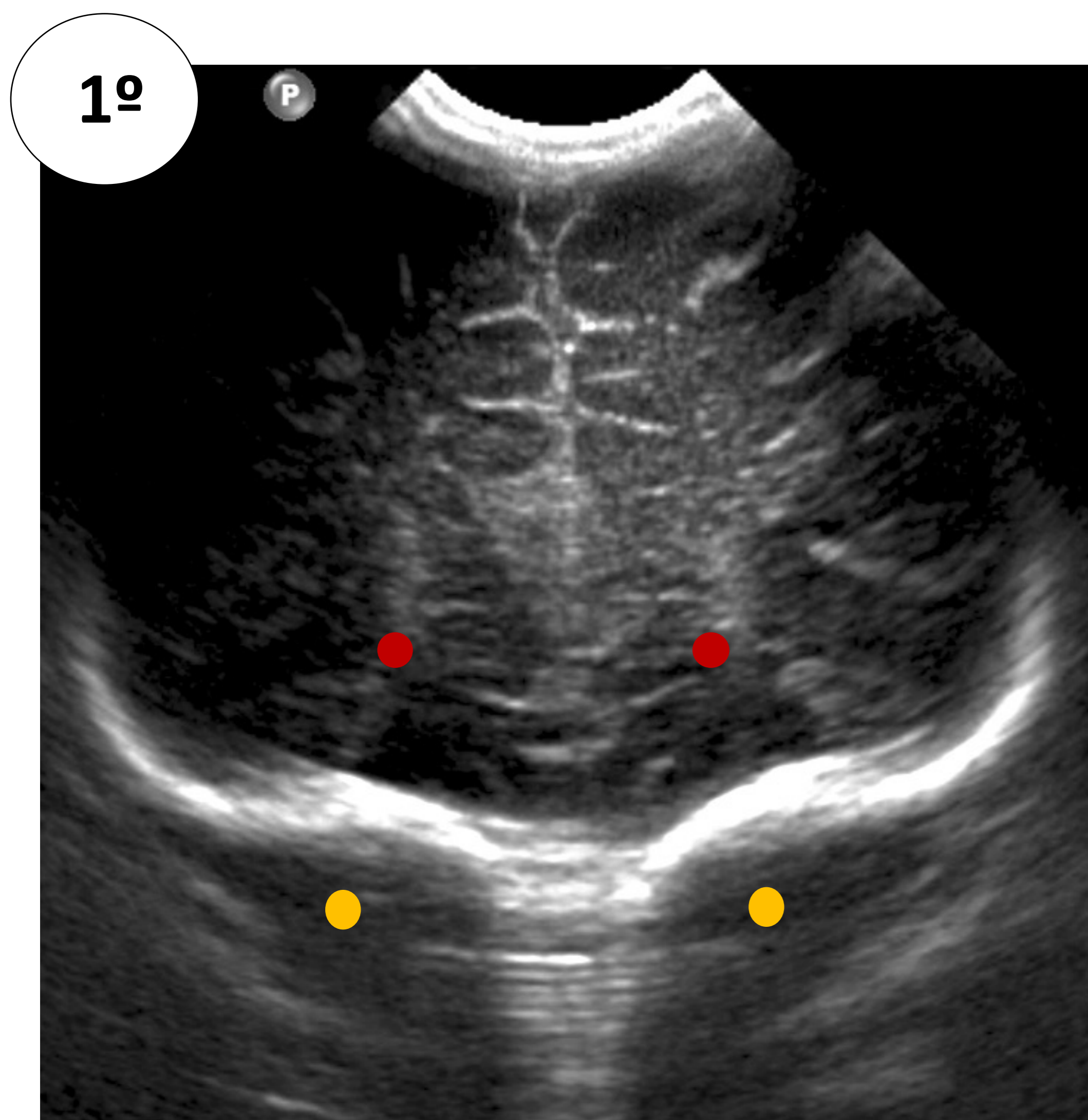
El acceso principal es la **fontanela anterior**. Desde aquí, se realizan todos los cortes que debe incluir una exploración completa, **6 coronales y 5 sagitales**.

Existen también otros accesos, como la **fontanela posterior o la mastoidea**, en caso de buscar información o imágenes adicionales.



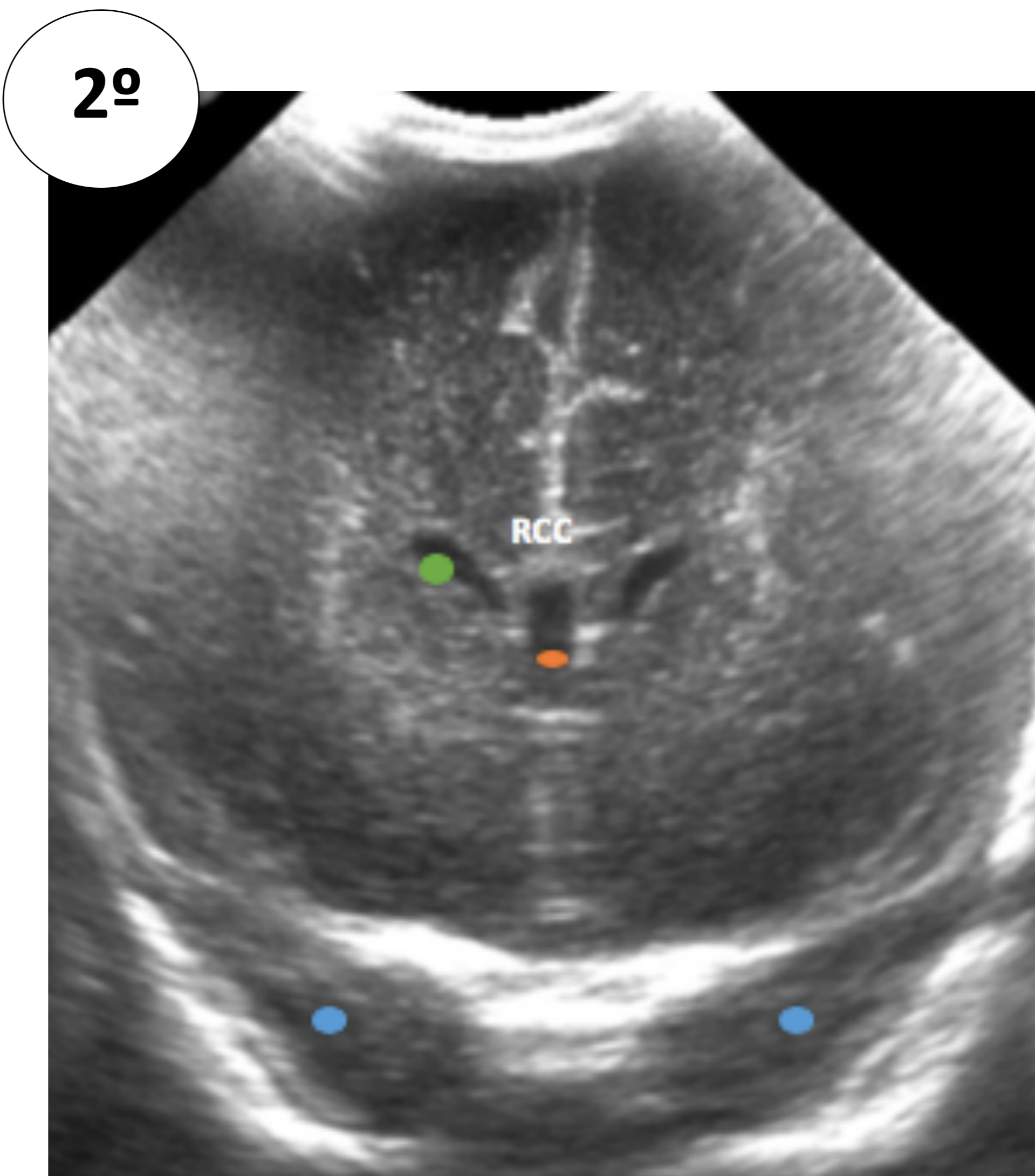
6 CORTES CORONALES

Con la sonda cóvex en posición **transversal** sobre la fontanela anterior, desde anterior a posterior:



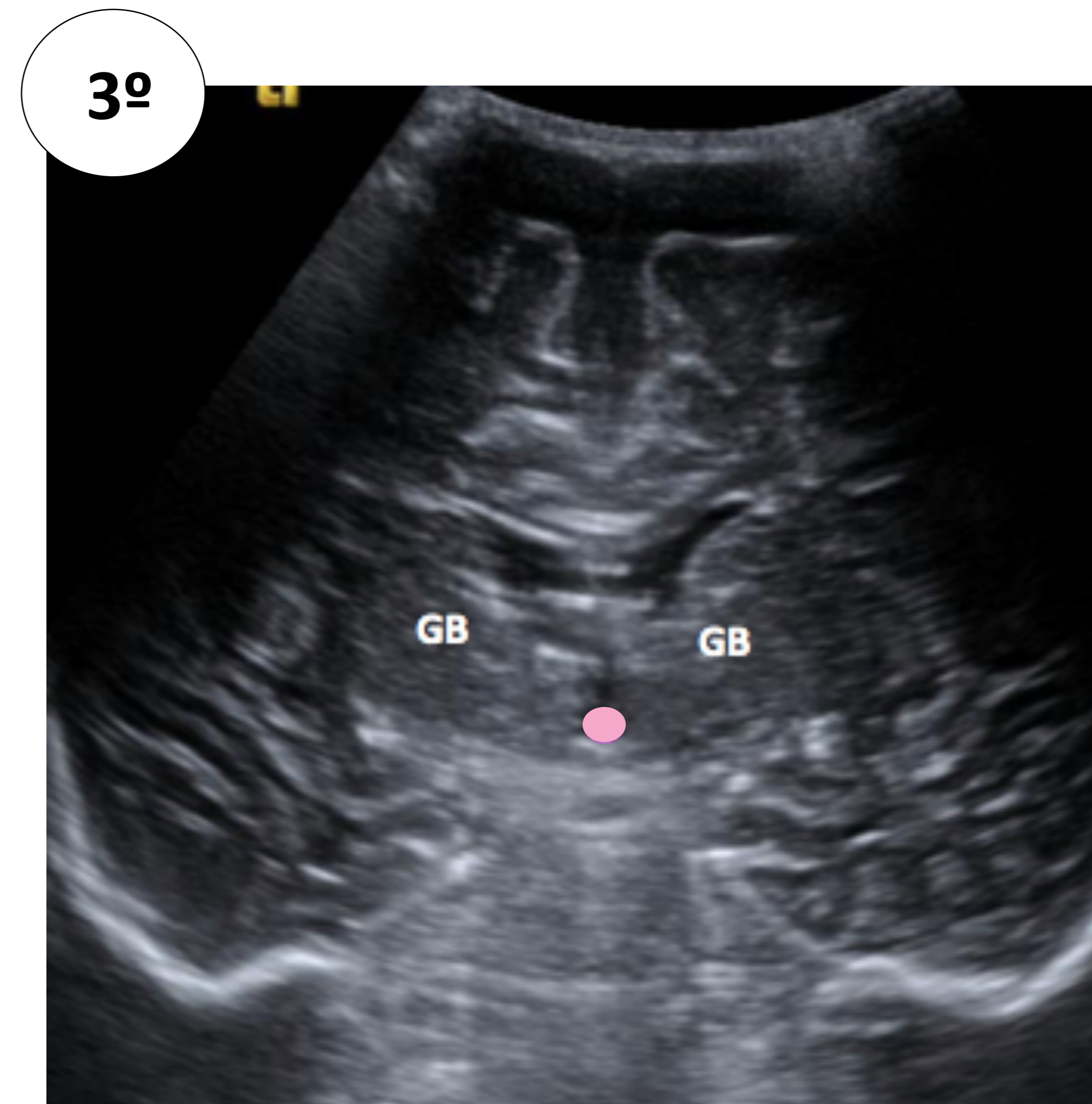
1º

Lóbulos frontales
Órbitas



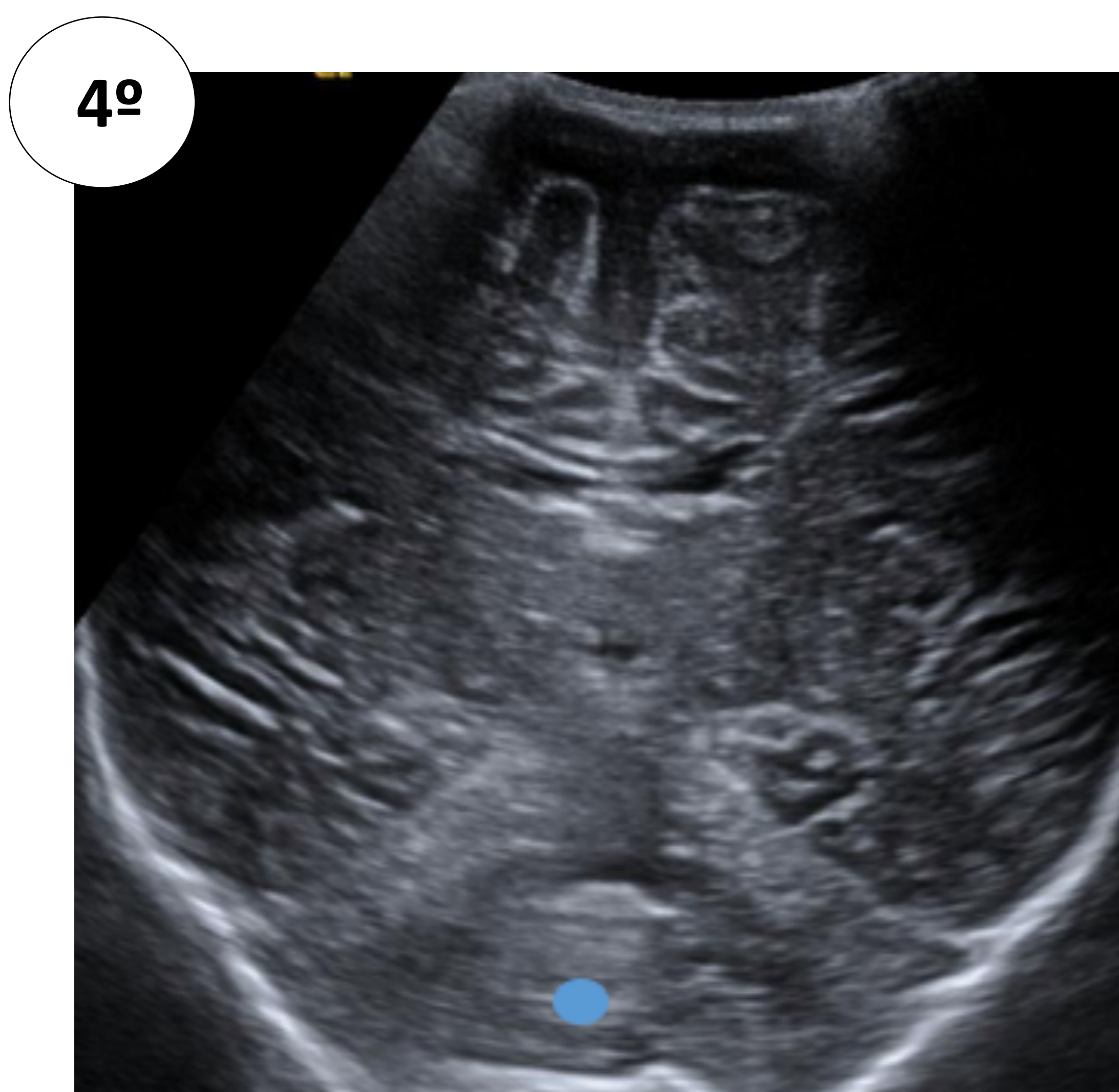
2º

Astas frontales de los VL
Lóbulos temporales
Cavum septum pellucidum
RCC (rodilla del cuerpo calloso)



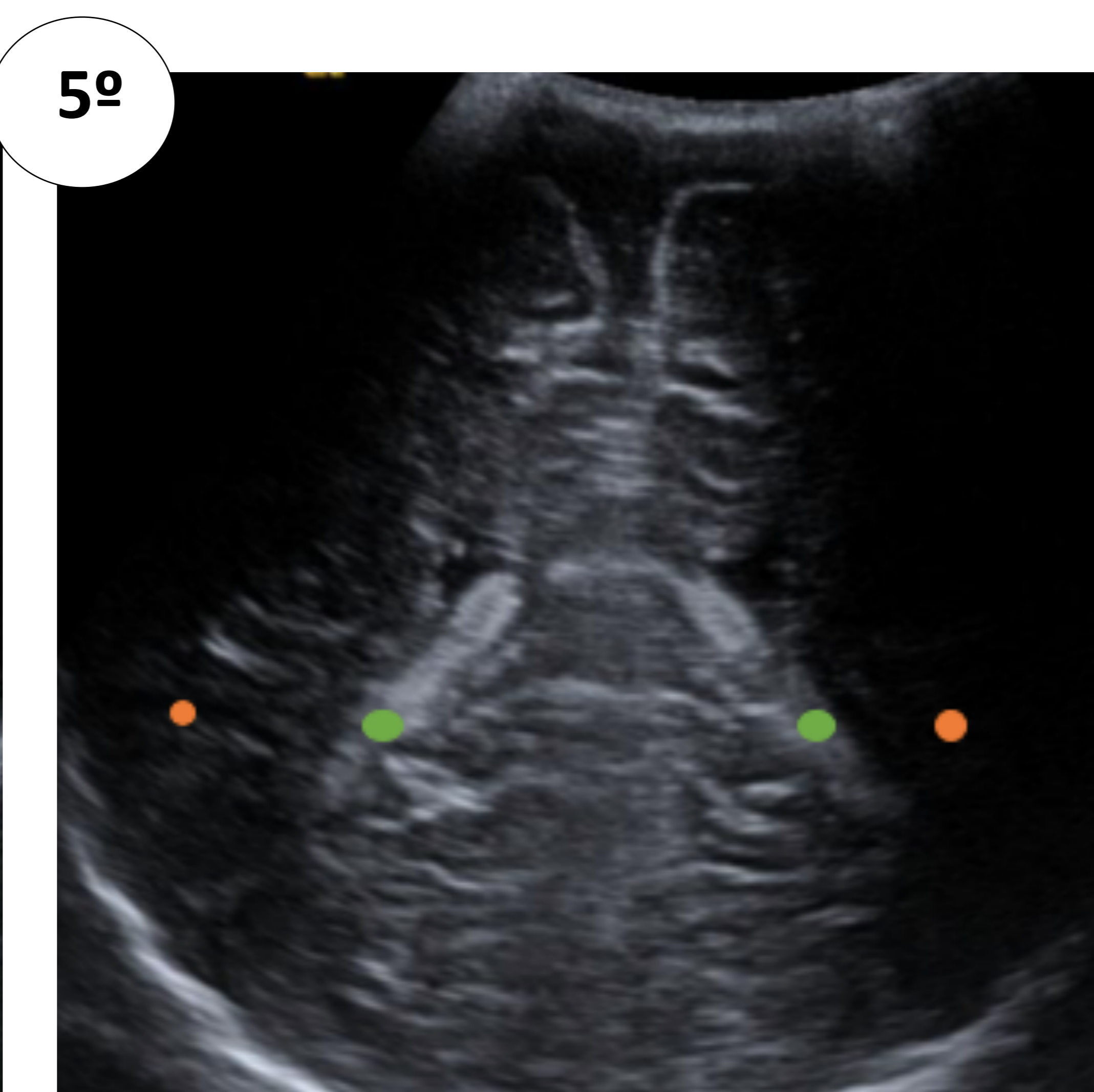
3º

III ventrículo
GB (ganglios basales)



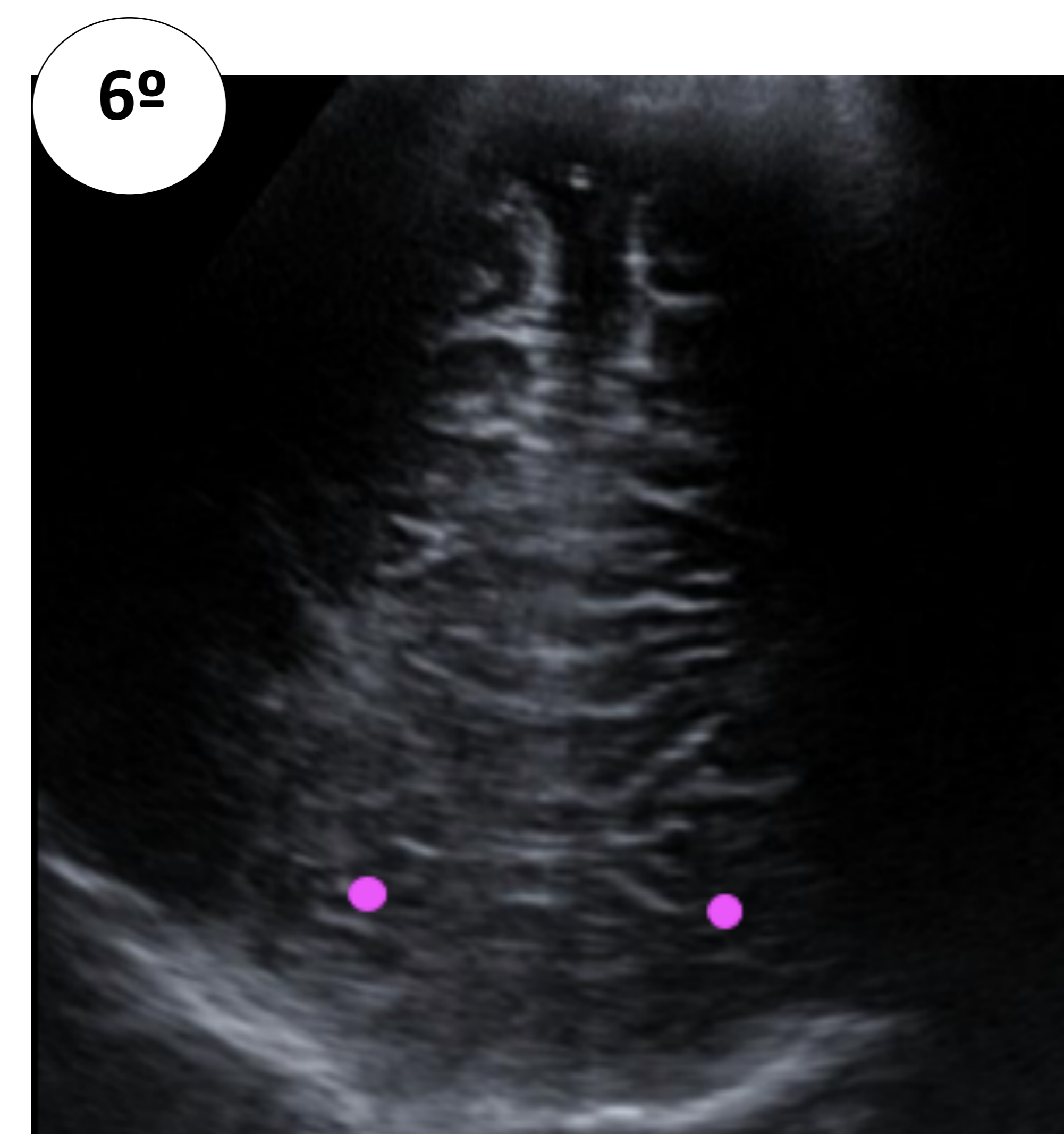
4º

Cerebelo



5º

Lóbulos parietales
Plexos coroideos



6º

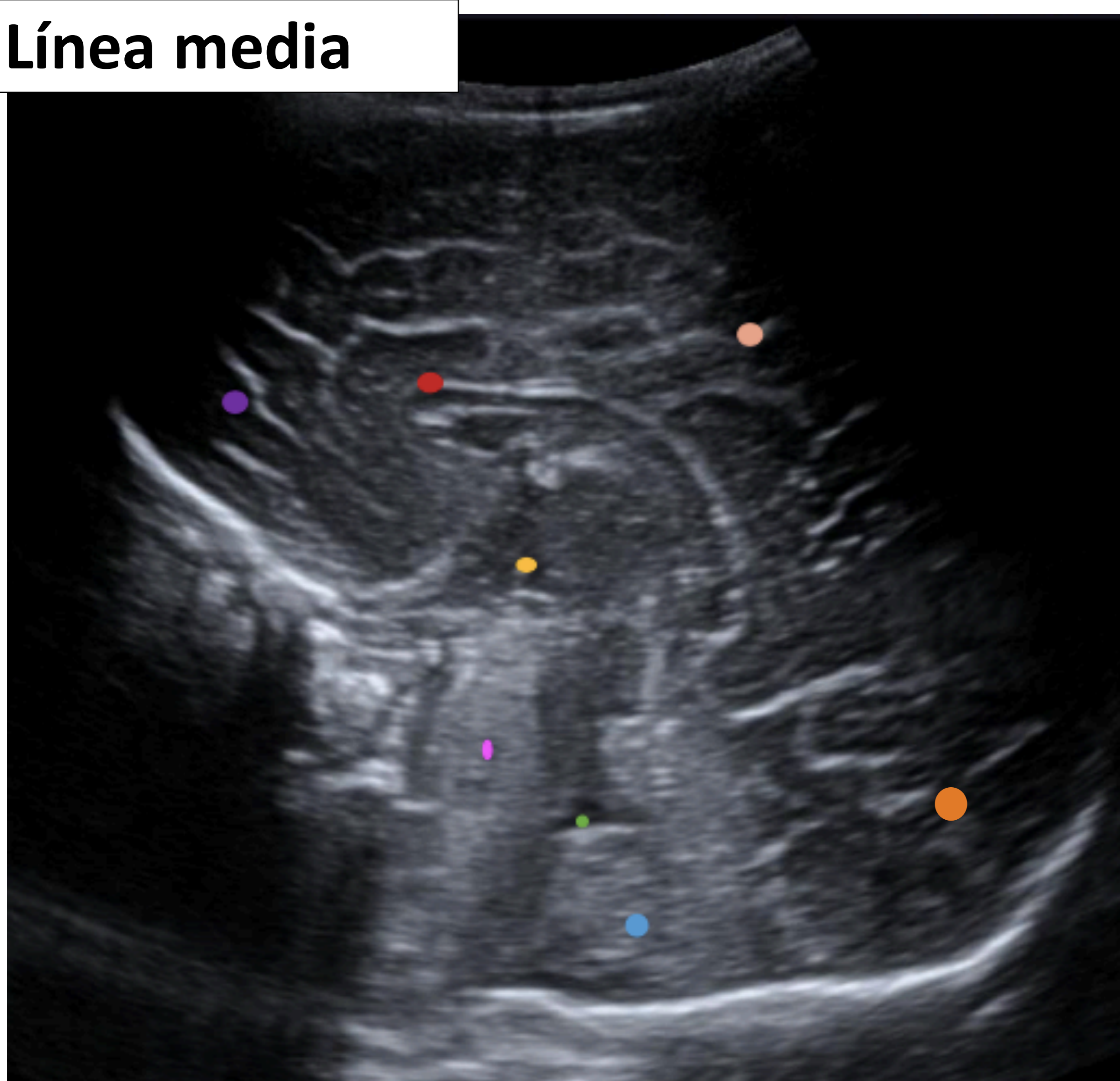
Lóbulos occipitales

5

CORTES SAGITALES

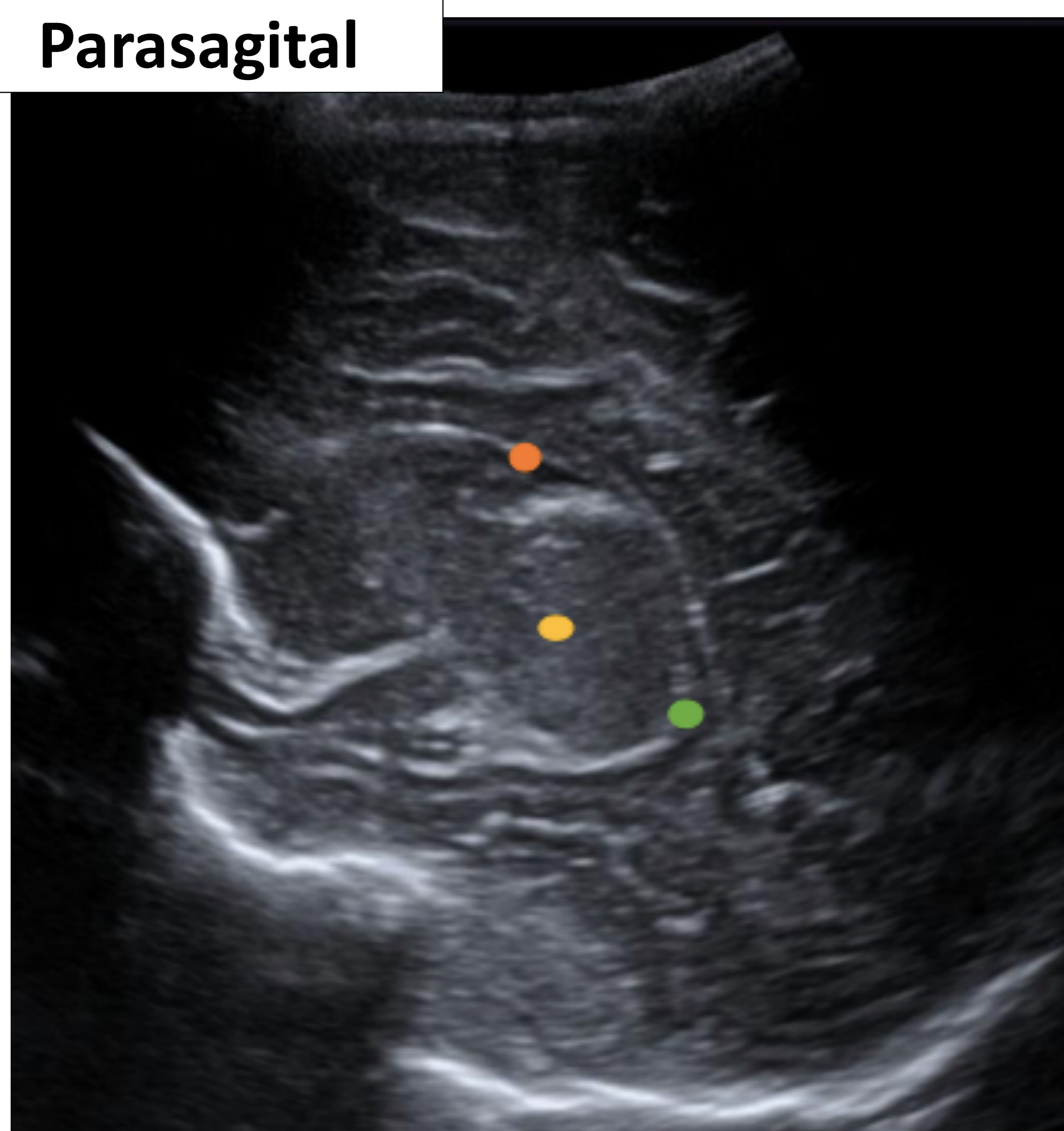
El transductor se coloca en la fontanela anterior en posición **longitudinal** y se bascula hacia ambos lados. Se realiza una imagen en línea media y dos a ambos lados:

Línea media



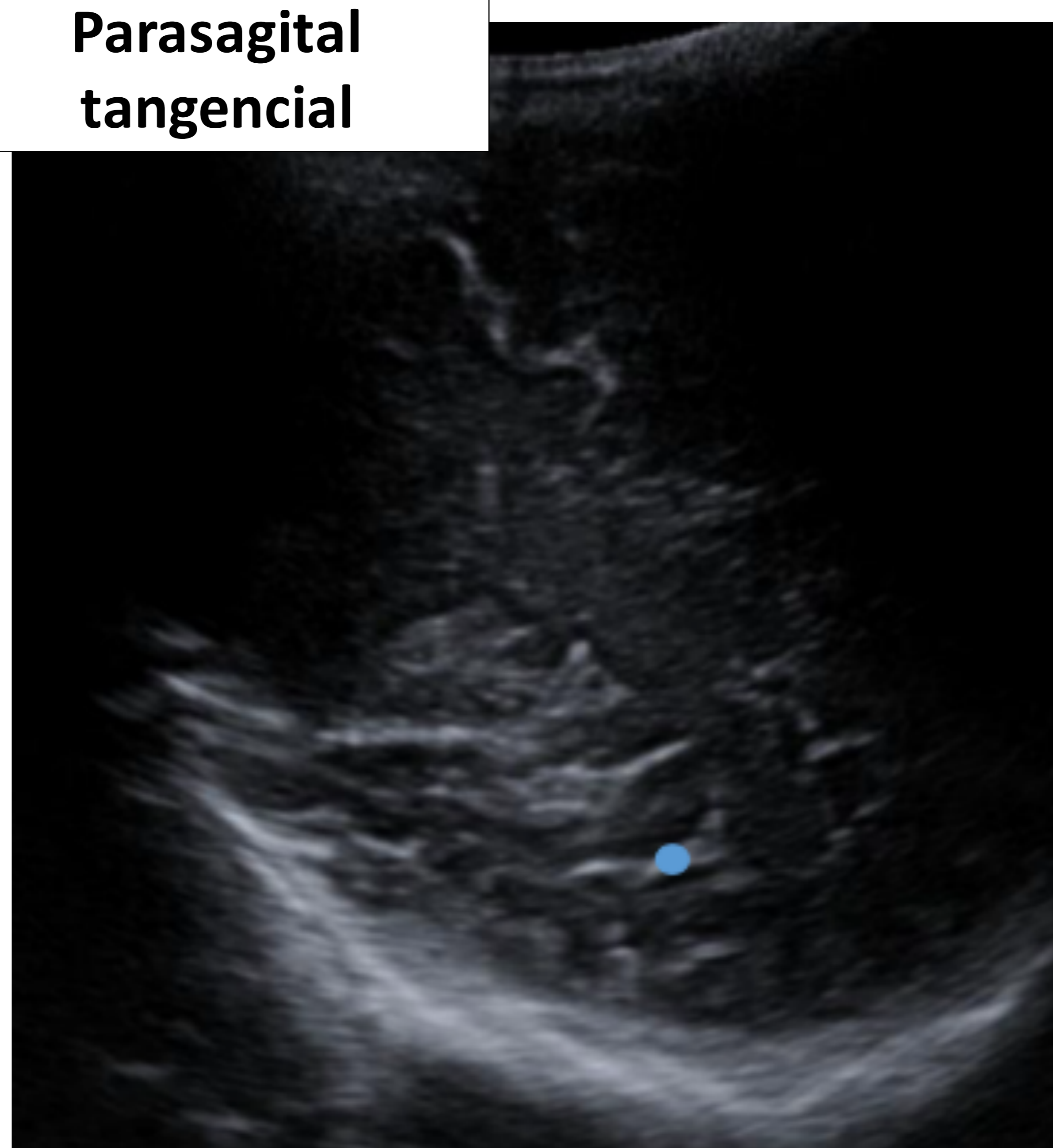
- **Cuerpo calloso**
- **III ventrículo**
- **IV ventrículo**
- **Cerebelo**
- **Tronco del encéfalo**
- **Lóbulo frontal**
- **Lóbulo parietal**
- **Lóbulo occipital**

Parasagital



Ventrículo lateral
Plexo coroideo
Tálamo

Parasagital tangencial



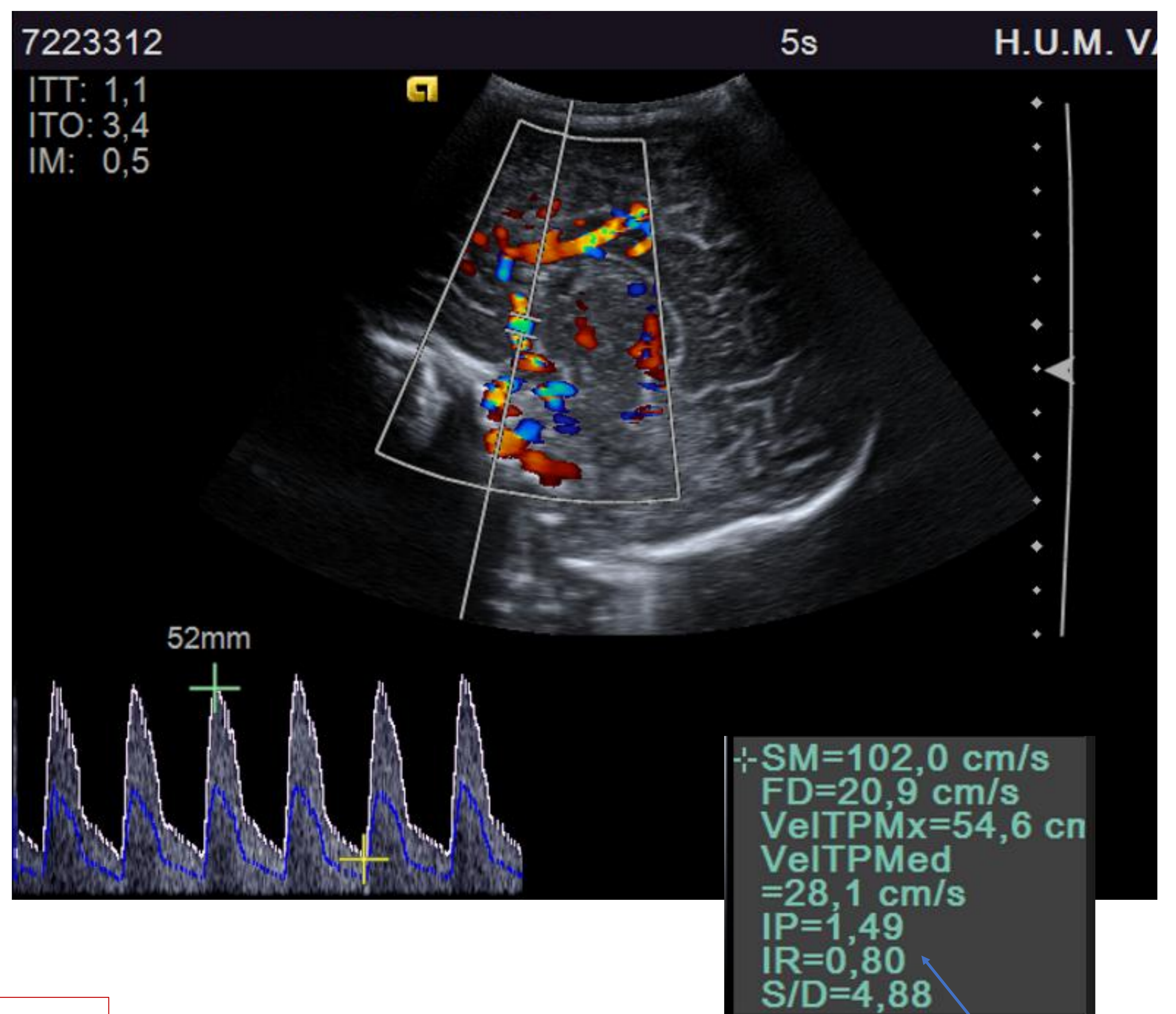
Lóbulo temporal

ESTUDIO DOPPLER

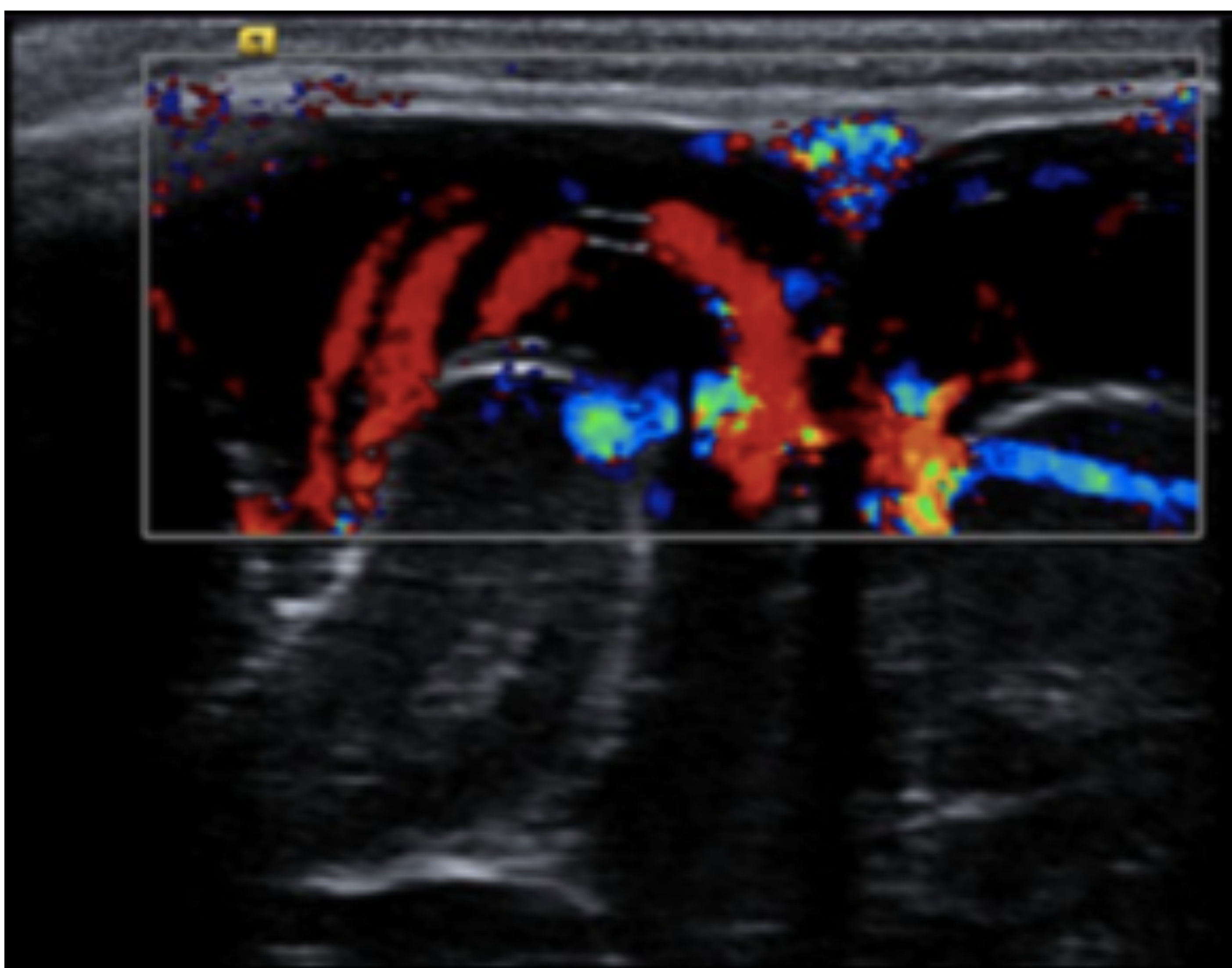
En plano sagital en línea media se mide el **índice de resistencia (IR)**. Esta medida se toma en la arteria cerebral anterior (ACA), generalmente en su segmento A2 proximal. El IR se ve afectado por múltiples factores como la velocidad de flujo, el volumen sanguíneo, la resistencia vascular periférica y la presencia de anomalías cardíacas congénitas.

El valor del IR en neonatos, tanto pretérmino como a término, se considera **normal entre 0,6 y 0,9**

Índice de resistencia normal (0,80) medido en la ACA →



ESPACIO EXTRACEREBRAL Y PERMEABILIDAD DE LOS SENOS



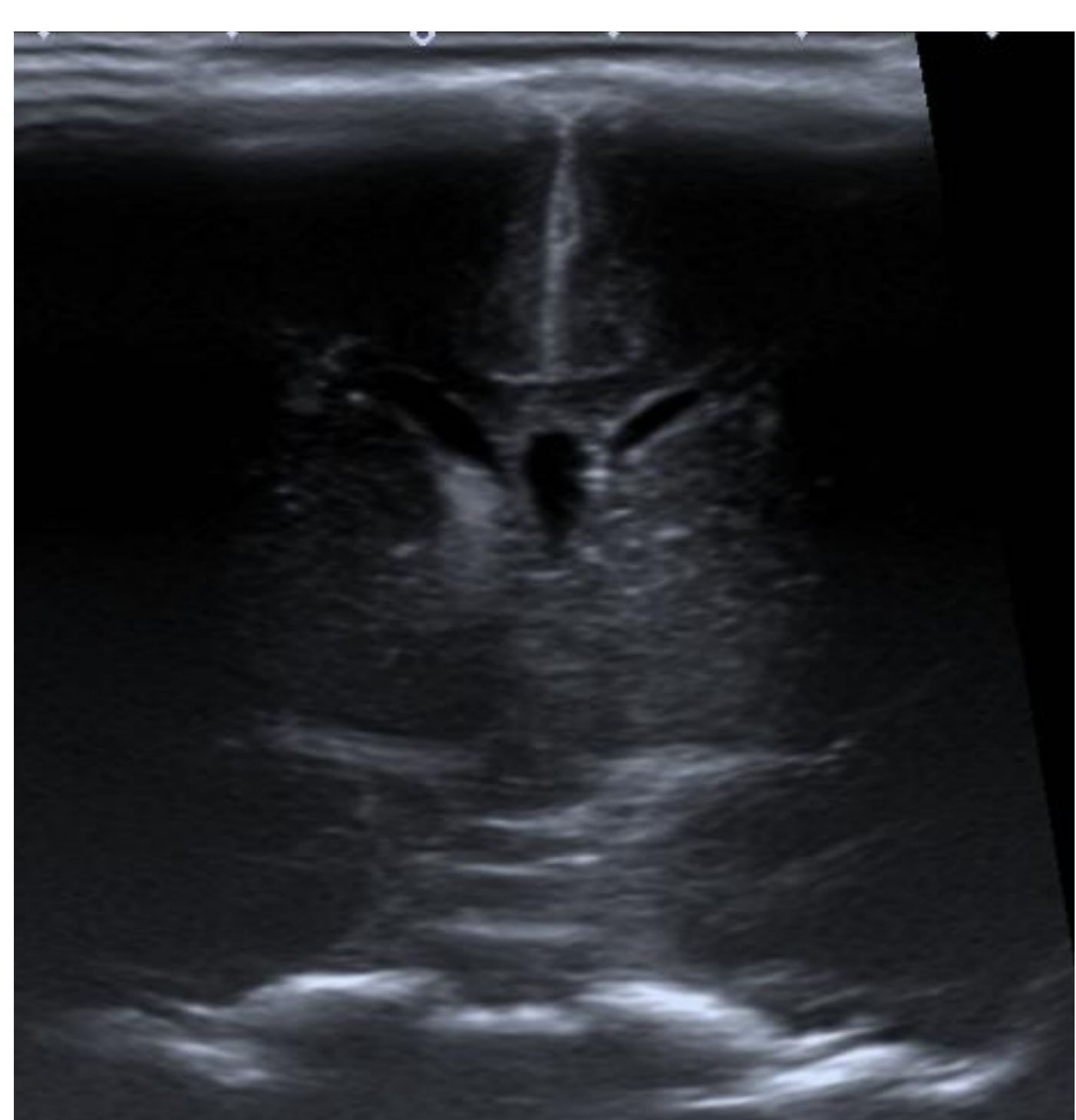
← Espacio extracerebral. Se confirma la presencia de venas puente que lo cruzan y la permeabilidad del seno sagital superior.

Patología más frecuente

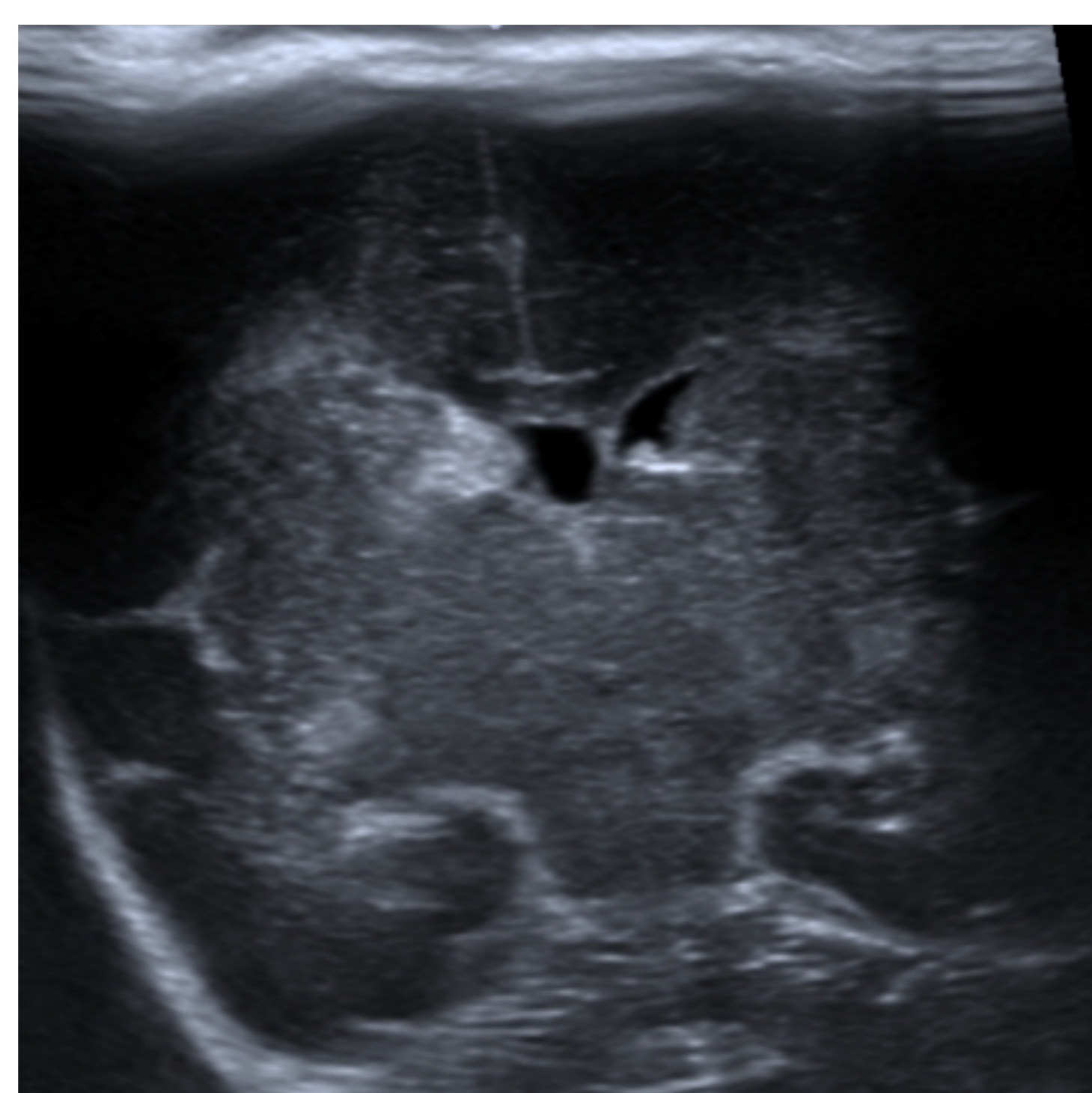
Hemorragia de la matriz germinal (HMG)

La matriz germinal es un tejido subependimario muy vascularizado, que da lugar a neuronas y a células de la glía durante la gestación. Se localiza entre los ventrículos laterales y la cabeza del núcleo caudado en lo que se conoce como **surco caudotalámico**. Normalmente involuciona hasta desaparecer alrededor de la **semana 34**, por lo que esta patología es muy poco probable por encima de las 34 semanas de vida, observándose fundamentalmente en bebés prematuros, generalmente durante la primera semana.

GRADOS DE HMG	
GRADO I	Localizada en el surco caudotalámico. Puede ser uni o bilateral
GRADO II	Se extiende al sistema ventricular sin producir dilatación de los ventrículos
GRADO III	Hemorragia intraventricular que condiciona dilatación de los ventrículos
GRADO IV*	Hemorragia intraparenquimatosa (independientemente de si existe o no dilatación ventricular) *se trata en realidad de un infarto venoso por compresión de venas profundas



Grado I



Grado II



Grado III

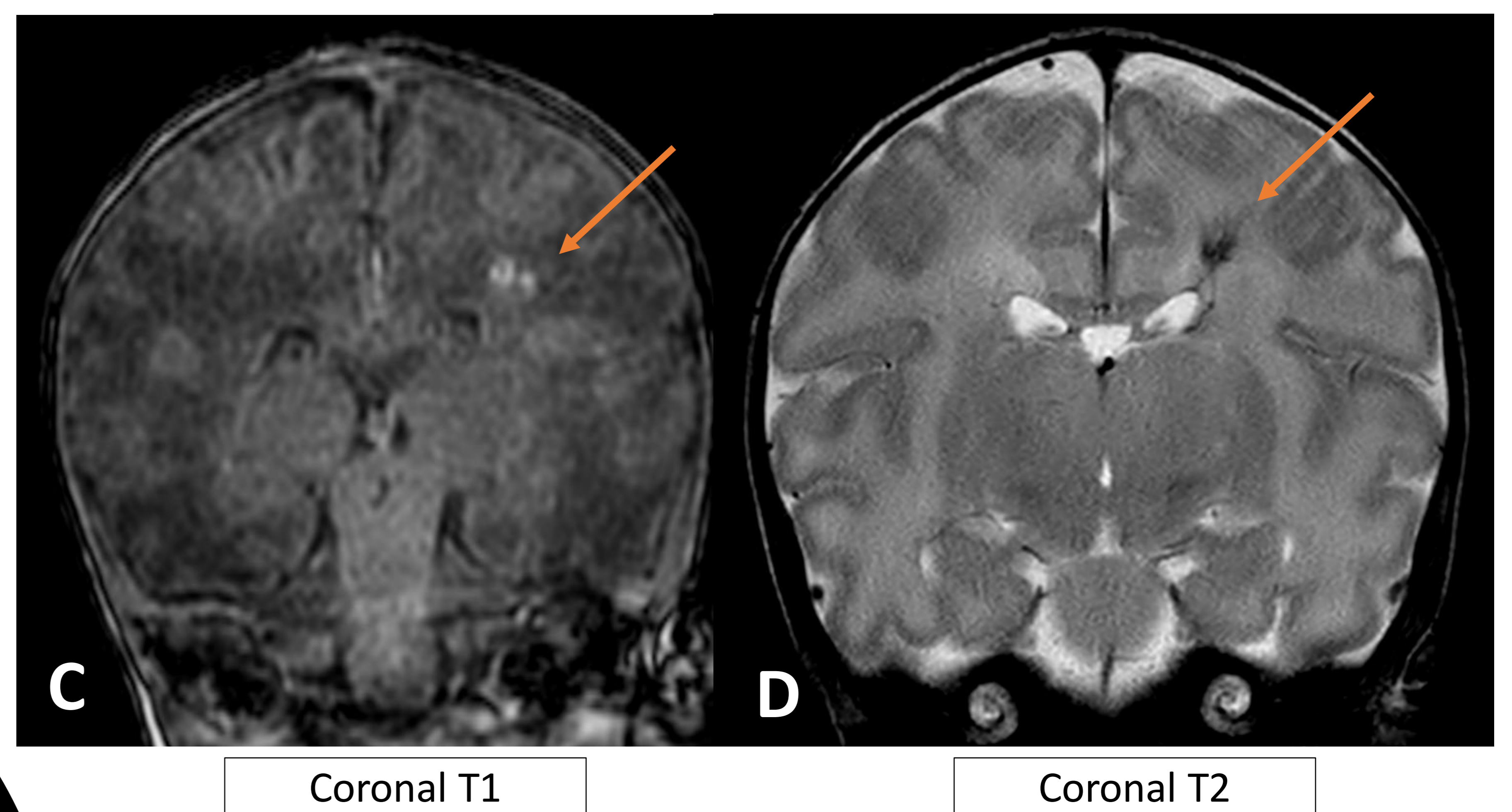
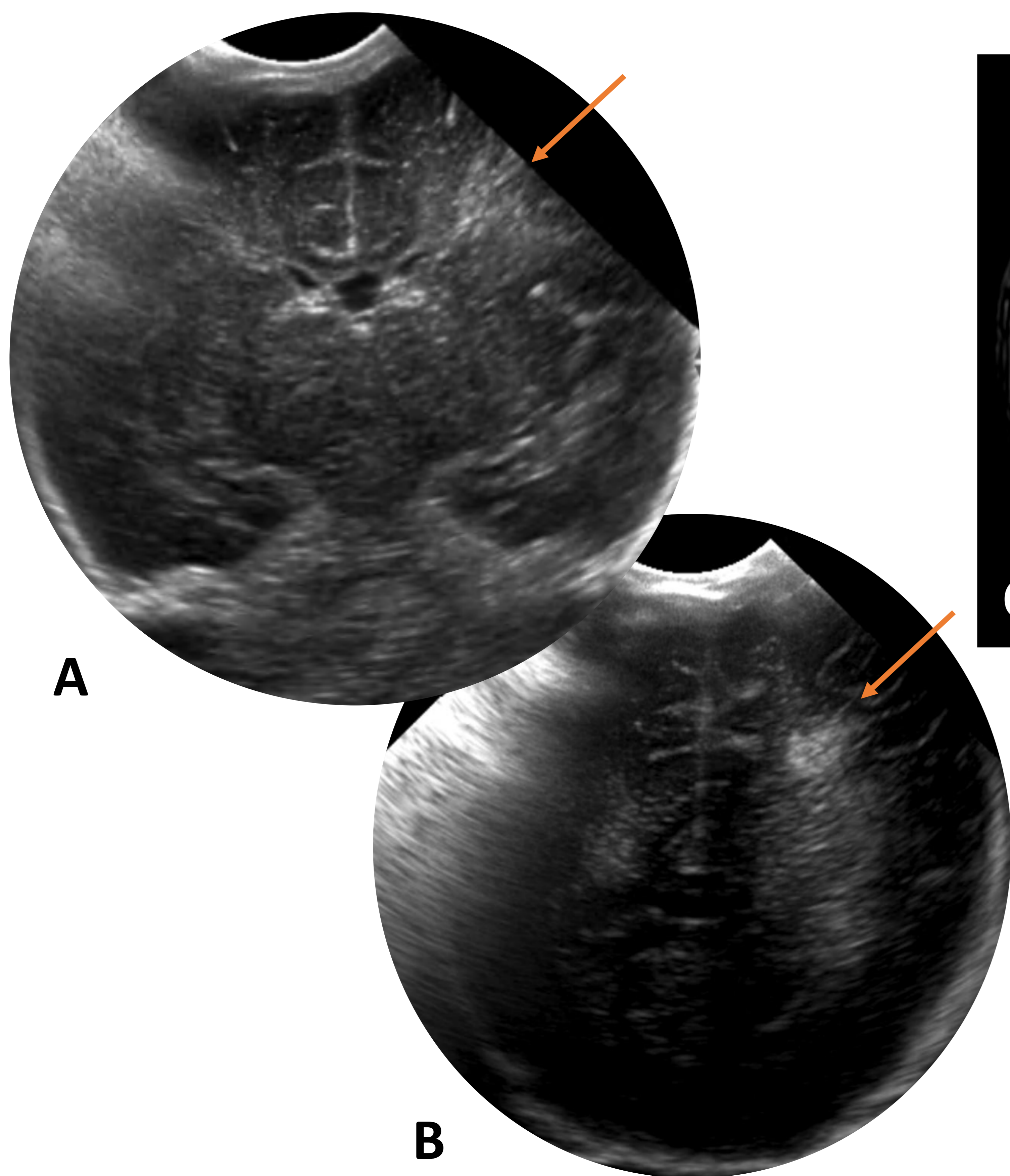


Grado IV

Leucomalacia periventricular

Lesión de la sustancia blanca que se produce en situaciones de hipoxia mantenida y que afecta a bebés **prematuros**. Hasta hace poco se pensaba que la causa siempre era la isquemia, pero parece que también existen otras como infecciones o vasculitis que desempeñan un papel adicional. En situaciones de hipoxia leve, el cerebro va a intentar asegurar el aporte de oxígeno a las áreas más importantes como son los ganglios de la base, núcleos troncoencefálicos y cerebelosos. Se van a producir por tanto lesiones en el denominado territorio frontera, que en los bebés prematuros se sitúa alrededor de los ventrículos.

En las primeras fases, la ETF mostrará áreas hiperecogénicas alrededor de los ventrículos laterales. En etapas más avanzadas se desarrollarán en esta zona pequeños quistes periventriculares o quistes más extensos, con peor pronóstico a largo plazo.



Recién nacido pretérmino con sospecha de corioamnionitis materna.

En las imágenes de ETF (A y B) se observa un aumento focal de la ecogenicidad en la sustancia blanca profunda periventricular izquierda de márgenes mal definidos.

En RM (C y D) se observa una lesión subcortical precentral izquierda con señal hiperintensa en T1 e hipointensa en T2.

Estas lesiones corresponden con **leucopatía típica del prematuro**.

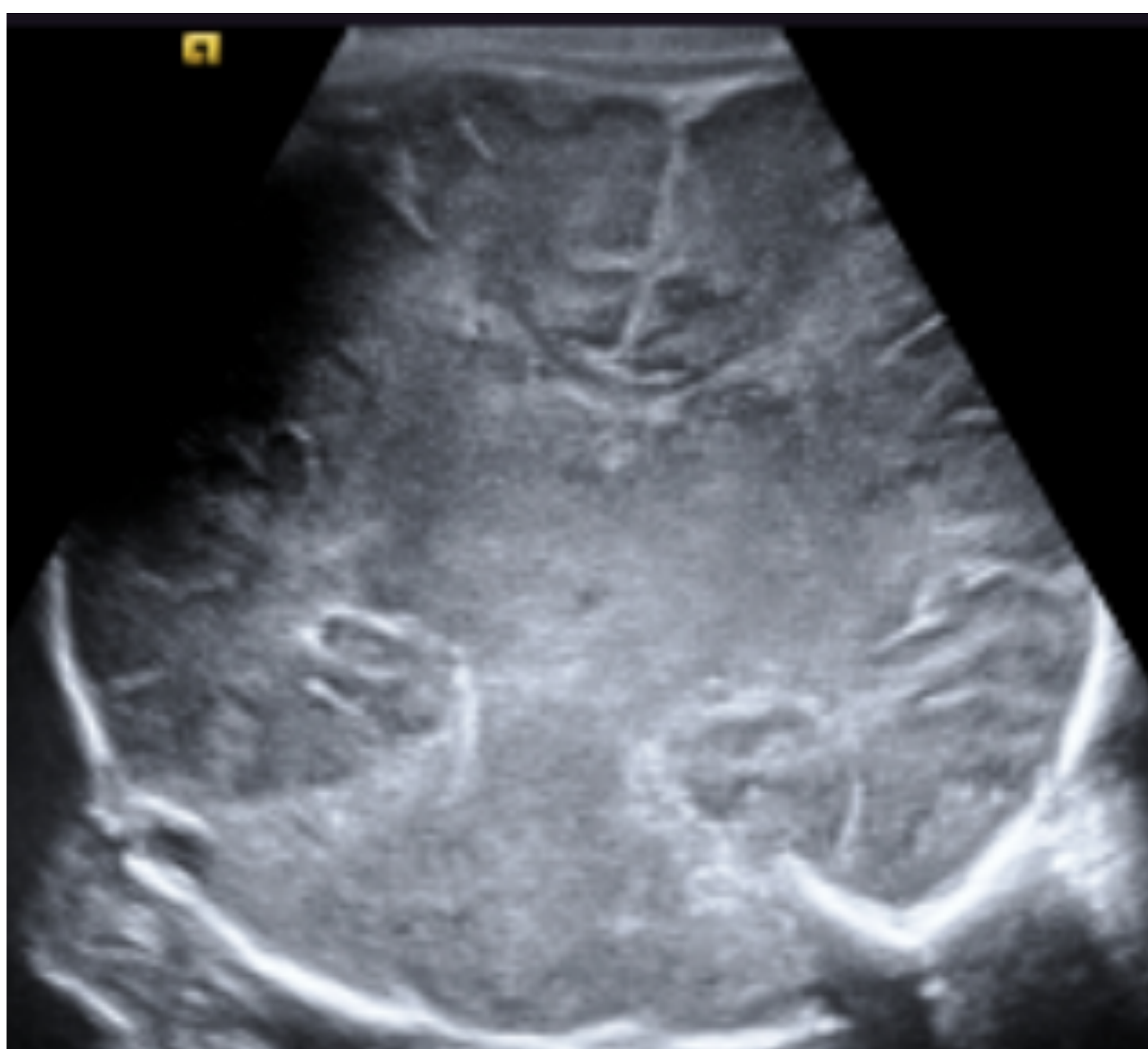
Encefalopatía hipóxico-isquémica del RNAT

Daño difuso o focal cerebral secundario a un estado de asfixia perinatal ocurrido en **recién nacidos a término (RNAT)**. Constituye una de las principales causas de parálisis cerebral así como de otros déficits neurológicos severos en niños. Existen 2 patrones:

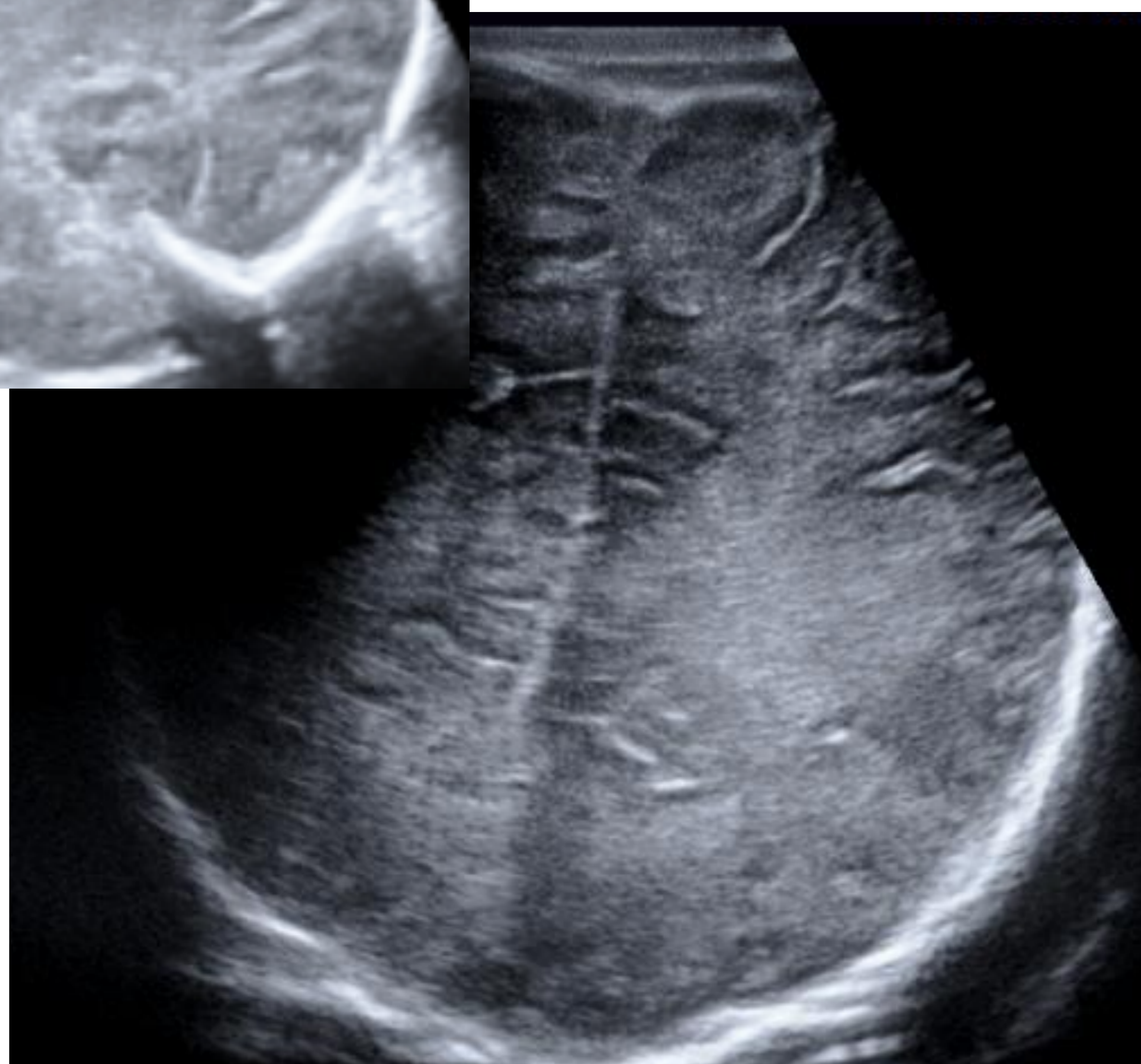
- **Periférico:** hiperecogenicidad periventricular focal o difusa.
- **Central:** afectación gangliotalámica, peor pronóstico.

En el estudio Doppler podemos encontrar:

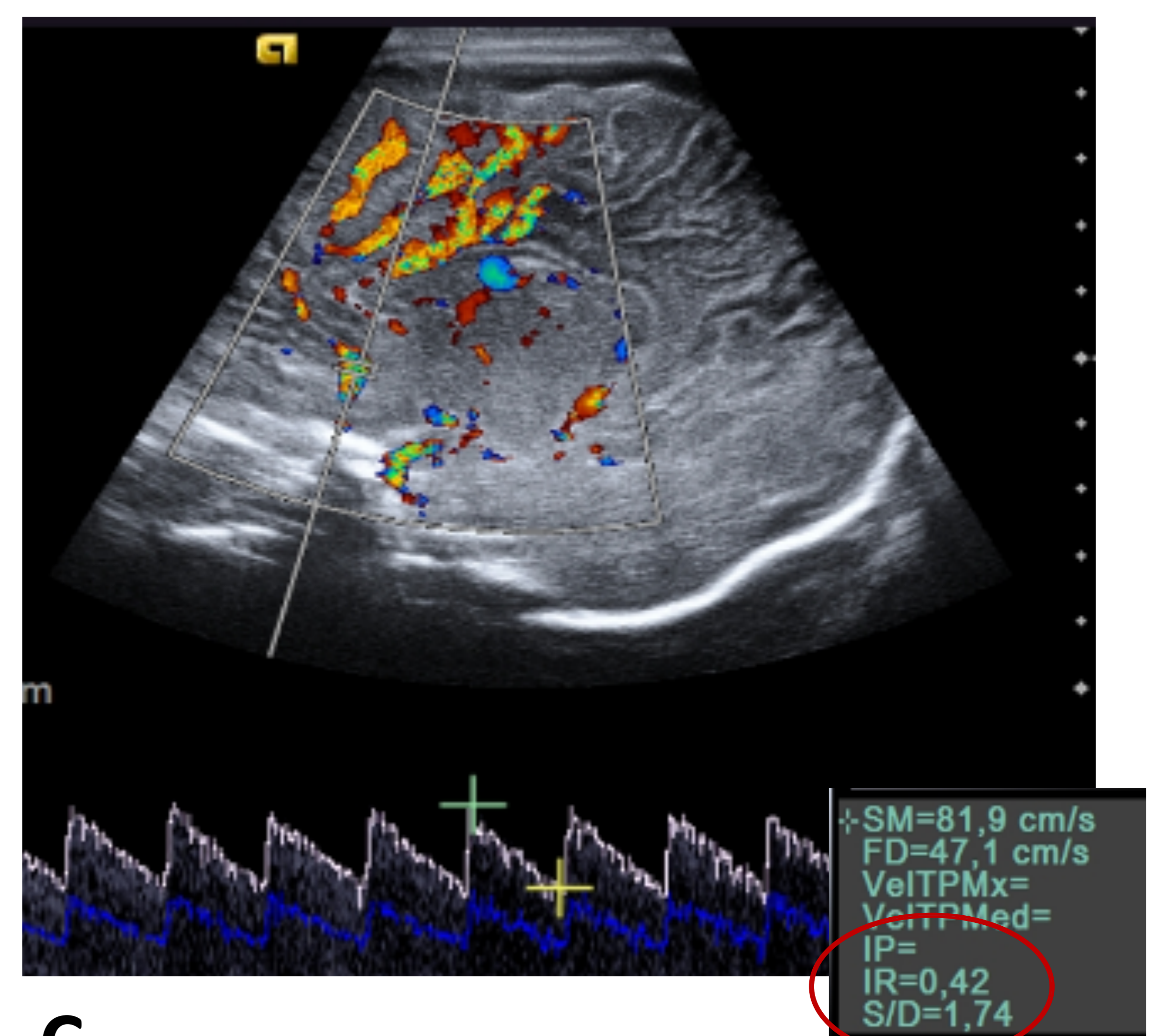
- **Curvas con inversión diastólica:** pueden indicar muerte encefálica. Existen cardiopatías congénitas como el ductus arterioso persistente que pueden dar lugar a estas curvas, por lo que siempre debemos descartarlo como causa.
- **Curvas de baja resistencia (IR < 0,55):** traducen vasodilatación cerebral, indicando mal pronóstico neurológico.
- **Flujo alternante o bifásico:** indica una pérdida de la autorregulación del flujo sanguíneo cerebral.



A



B



C

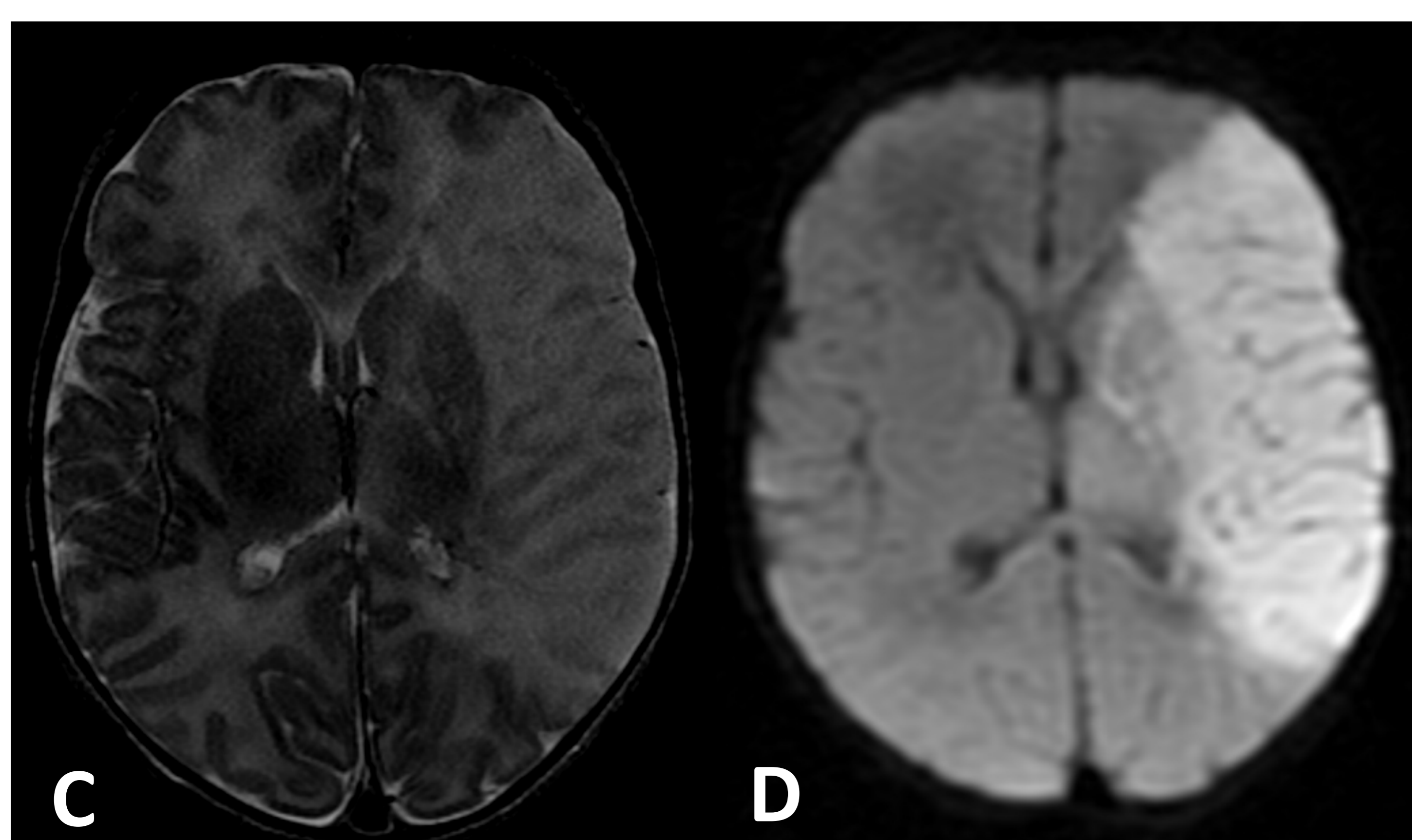
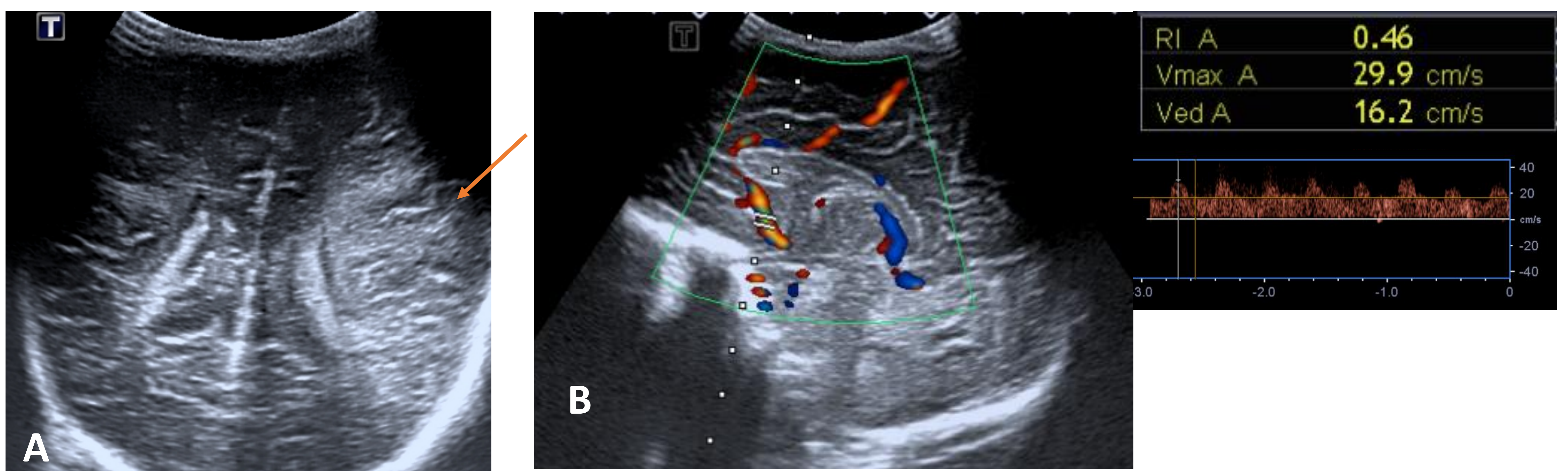
Recién nacido a término con hipertensión pulmonar grave. En las imágenes A y B se observa un aumento difuso y heterogéneo de la ecogenicidad del parénquima cerebral. El estudio Doppler de arteria cerebral anterior (C) muestra un aumento de la diástole con un IR de 0,4.

Infartos cerebrales

Ocasionados por una interrupción del flujo sanguíneo debido a trombosis arteriales, venosas o embolismos. Son poco frecuentes y la etiología no es del todo conocida, pudiendo influir varios factores como la prematuridad, asfixia, enfermedad cardíaca, infecciones...

Los **infartos arteriales** suelen darse en RNAT en el territorio de la arteria cerebral media. Generalmente son unilaterales y más frecuentes en el lado izquierdo. Los signos ecográficos de isquemia pueden ser poco evidentes en las primeras horas. En la primera semana se pueden mostrar como áreas geográficas de aumento de ecogenicidad, sin efecto masa, o pérdida de la diferenciación corticosubcortical con borramiento de surcos.

Los **infartos venosos** normalmente son secundarios a trombosis de los senos y pueden darse tanto en RNAT como en pretérmino. Hasta en el 85% de los casos es el seno longitudinal superior el afectado. Se deben sospechar en casos de hemorragia talámica (trombosis seno recto o seno de Galeno) o en localización corteza/subcortical parasagital bilateral (trombosis seno longitudinal superior). En el estudio ecográfico podremos observar ocupación del seno, con ausencia de señal Doppler color.



Recién nacido a término con convulsiones. (A) Aumento de la ecogenicidad en regiones fronto-parieto-temporal izquierdas con pérdida de la diferenciación cortico-subcortical (flecha). Índice de resistencia arteria cerebral anterior patológico de 0,46 (B).

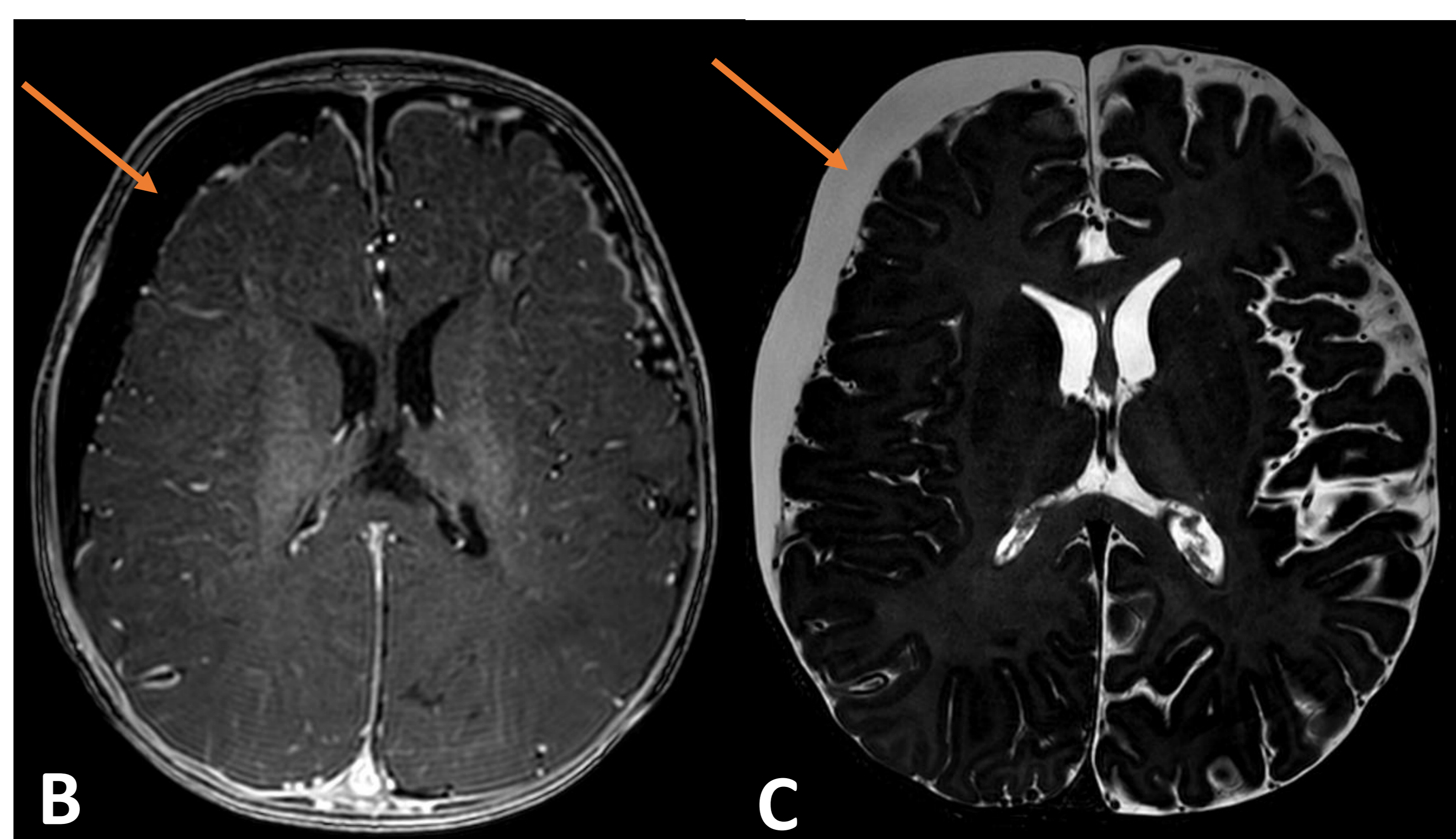
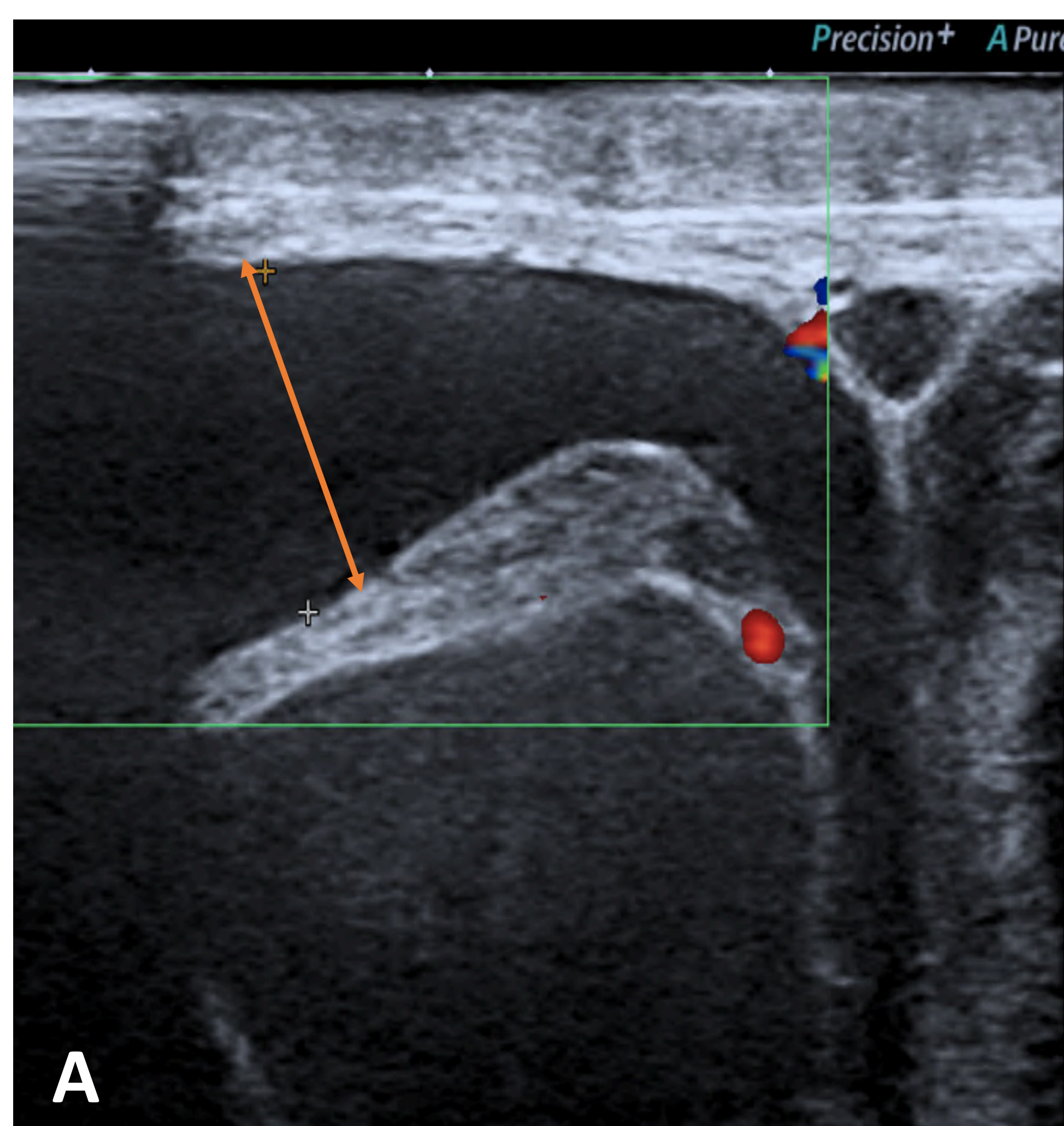
Las imágenes de RM muestran extensa área de hiperseñal T2 (C) con restricción de la difusión (D) en territorio de la arteria cerebral media izquierda así como casi toda la región de ganglios basales ipsilateral en relación con infarto isquémico agudo.

Hemorragias intraaxiales

La ecografía es útil para determinar la presencia y tamaño de la hemorragia así como para valorar la extensión hacia los ventrículos. Además de los infartos venosos, que pueden manifestarse como hemorragias intraaxiales, existen otras causas como los traumatismos craneales durante el parto vaginal, alteraciones de la coagulación (congénitas o adquiridas), sepsis o malformaciones arteriovenosas.

Infecciones adquiridas (meningitis)

El diagnóstico de la meningitis es clínico. Los patógenos aislados en el LCR son por orden de frecuencia los Streptococcus del grupo B, E.coli y Listeria monocytógenes. La ecografía juega un papel importante en el diagnóstico de complicaciones así como en el seguimiento de las mismas. Las complicaciones más frecuentes en estos casos son la aparición de higromas, empiemas, ventriculitis, abscesos, trombosis venosas o hidrocefalia.



Axial T1 + GD

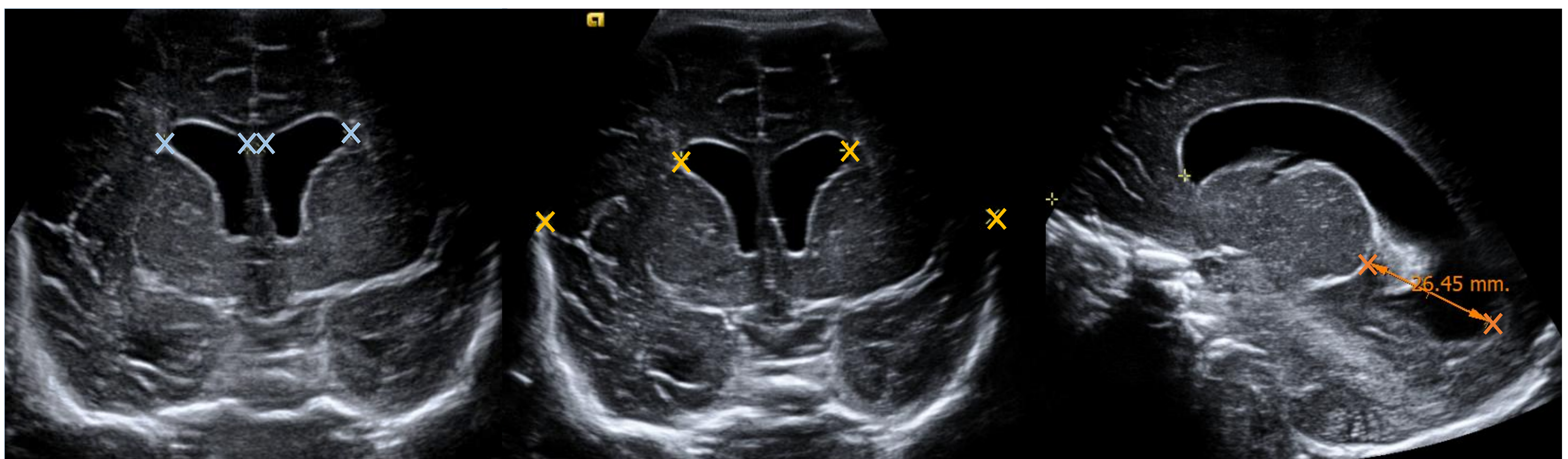
Axial T2

Niña de 9 meses con meningitis. En la ETF (A) se observa una colección subdural anecoica fronto-parietal derecha (flecha). Las imágenes de RM (B y C) muestran colección extraaxial de morfología subdural, con señal igual al LCR, sin restricción en la secuencia de difusión compatible con higroma subdural.

Hidrocefalia

Puede ser secundaria a múltiples causas como hemorragias o meningitis. Existen varias formas de evaluar el tamaño ventricular:

- **Fórmula de Levene** (utilizada sobre todo en neonatos). Es la distancia entre la hoz cerebral y la pared lateral del ventrículo lateral en el 3º plano coronal, a la altura de los agujeros de Monro. Se miden ambos ventrículos. Existen unas curvas de referencia para comparar los valores obtenidos, en función de la edad gestacional.
- **Índice de Evans**. Se utiliza el 3º plano coronal. Se mide la distancia máxima entre ambas asta frontales de los VL y el máximo diámetro biparietal. Es patológico por encima de 0,3.
- **Distancia tálamooccipital**. En plano sagital visualizando la totalidad del ventrículo lateral. Se mide la distancia desde el punto más alejado del centro del tálamo y el punto más alejado del cuerno occipital a nivel posterior.



Fórmula de Levene

Índice de Evans

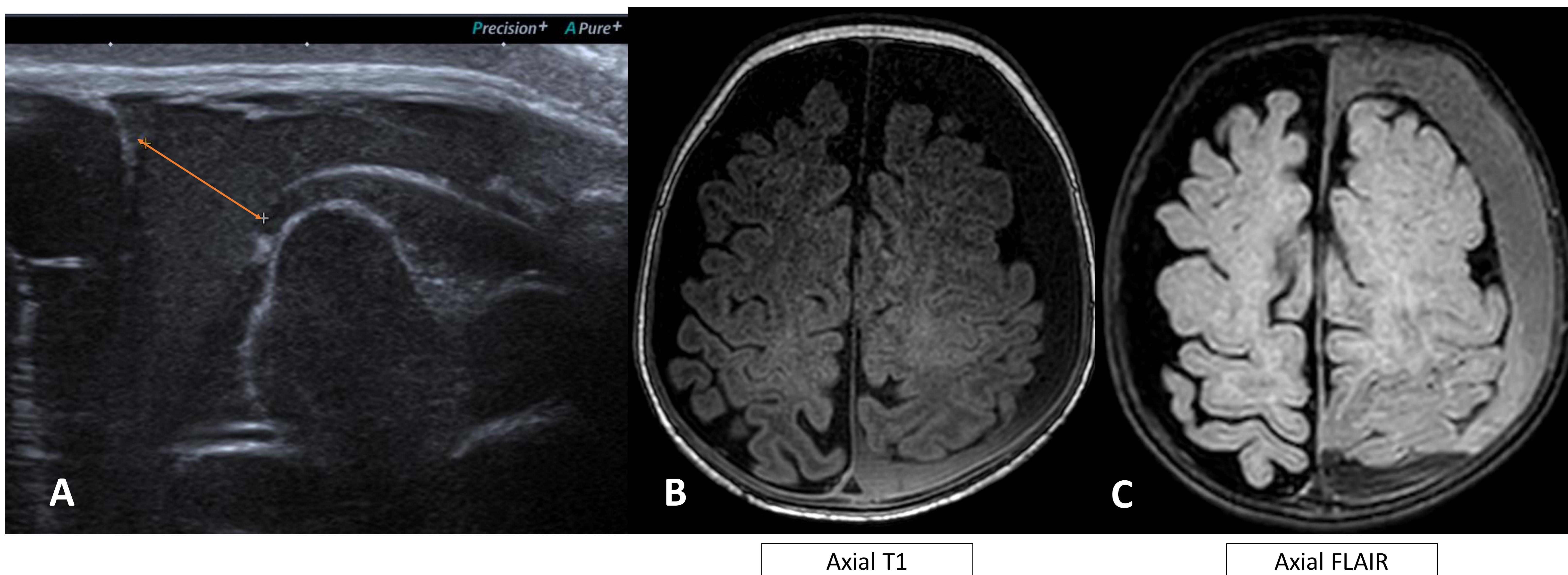
Distancia tálamooccipital

Traumatismos craneoencefálicos

Podemos diferenciar los **TCE obstétricos** (el más frecuente y conocido el caput succedaneum) y los **TCE accidentales**. En ambos se pueden producir hemorragias intracraneales intra o extraaxiales (subdural, epidural).

Además, la ecografía permite detectar las hemorragias epicraneales e identificar líneas de fractura craneal. Estas últimas deben ser diferenciadas de las suturas craneales, las cuales tienen unos bordes irregulares, normalmente con un gap entre sí cuando están abiertas. En cambio, las líneas de fractura presentan unos márgenes más limpios, siendo más fácil identificarlas en caso de existir decalaje.

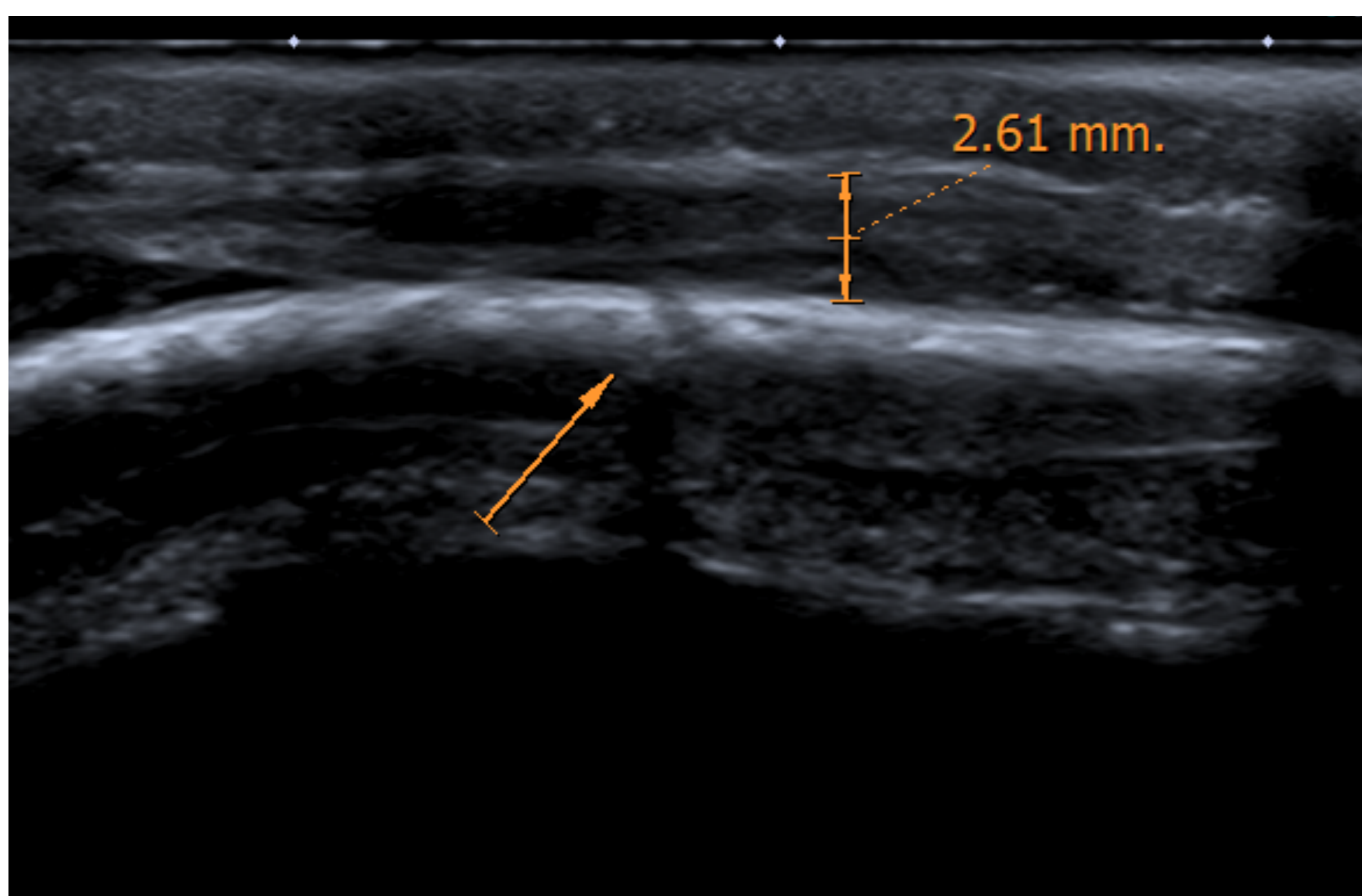
ETF → **ipapel limitado en la valoración de la convexidad o la fosa posterior, pudiendo infravalorar lesiones en estas áreas!**



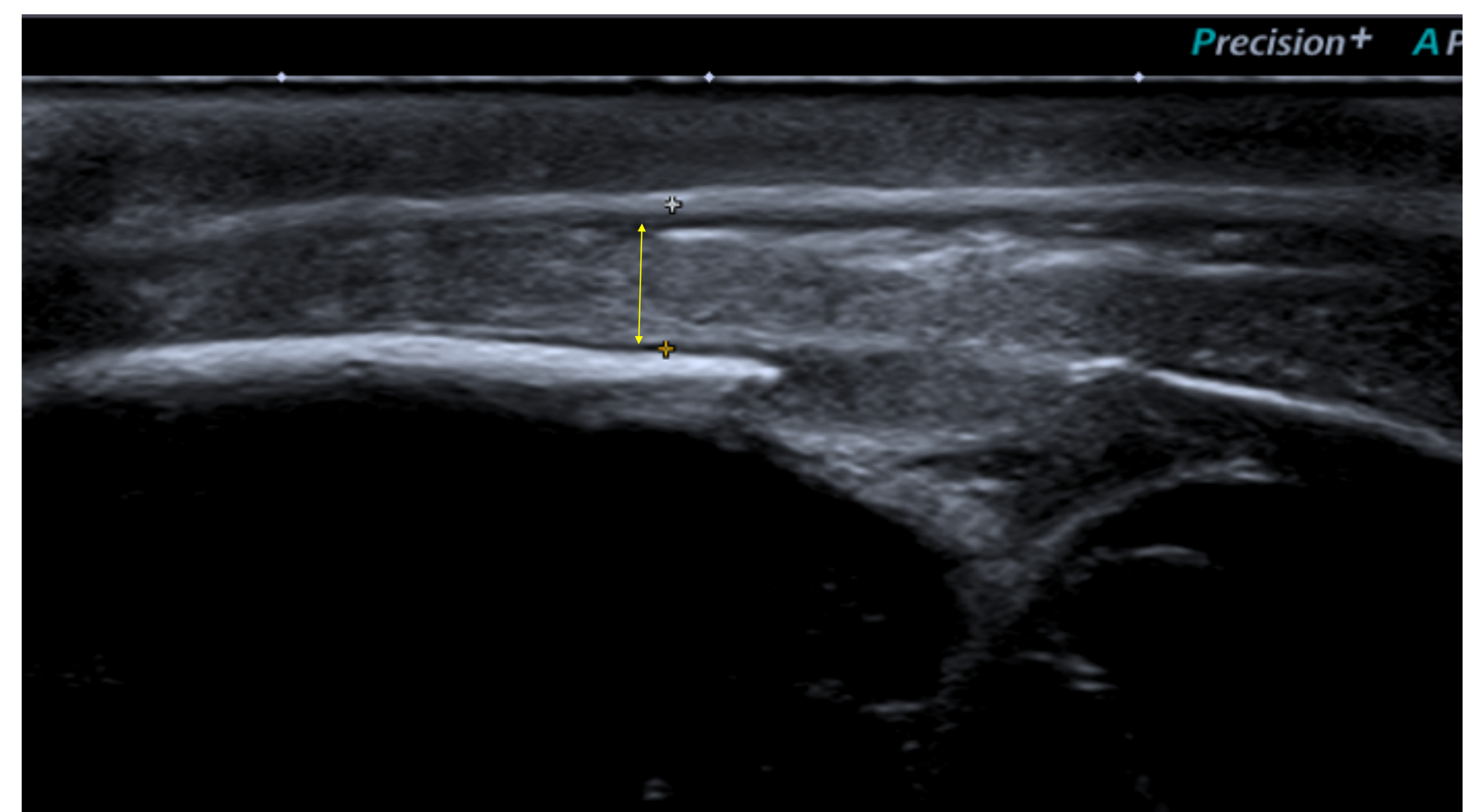
Niña de 4 meses con bajo nivel de conciencia. (A) ETF: colección de morfología subdural frontal izquierda con contenido ecogénico en su interior (flecha). En las imágenes de RM se observa una colección extra-axial de morfología subdural hemisférica izquierda con señal global hipointensa en T1 (B) e hiperintensa en T2 y FLAIR (C), compatible con hematoma subdural subagudo-tardío con una zona posterior/declive de hiposeñal en secuencias T2 ligeramente hiperintensa en T1, que sugiere sangrado más reciente. Estos hallazgos sugieren traumatismo no accidental.

	CAPUT	CEFALOHEMATOMA	HEMATOMA SUBGALEAL
LOCALIZACIÓN	Subcutáneo.	Subperióstica. Frecuente en vértex.	Debajo de la aponeurosis epicraneal.
CARACTERÍSTICAS RADIOLÓGICAS	Mal definido. Infiltra grasa.	Límites bien definidos. Semiluna. No cruza suturas. Desplaza sin infiltrar grasa.	Límites bien definidos. Semiluna. Cruza suturas. Desplaza grasa.

Diagnóstico diferencial de las principales colecciones epicraneales postraumáticas



Colección epicraneal con línea de fractura asociada en relación con **cefalohematoma**



Colección que cruza la sutura sagital compatible con **hematoma subgaleal**

Conclusiones

La ecografía transfontanelar es una técnica de gran ayuda en la valoración neurológica de los recién nacidos y lactantes, una situación altamente compleja, ya que tanto síntomas como la exploración física son en muchas ocasiones inespecíficos.

Es fundamental una correcta técnica de imagen y estar familiarizados con los hallazgos más frecuentes para una adecuada interpretación de los resultados.

Bibliografía

- Montero Yéboles R, Mayordomo Colunga J, Muñoyerro Sesmero M, Gómez Luque M, Rodríguez Campoy P, González Cortés R. Ecografía transfontanelar. Hemorragia, isquemia cerebral e hidrocefalia. SECIP. 2021; 1:447-62.
- Guillerman RP. Infant Craniospinal Ultrasonography: Beyond Hemorrhage and Hydrocephalus. Elsevier Inc, Seminars in Ultrasound, CT and MRI. 2010; 31:71-85.
- North K, Lowe LH. Modern Head Ultrasound: Normal Anatomy, Variants, and Pitfalls That May Simulate Disease. Elsevier Inc, Ultrasound Clinics. 2009; 4:497-512.
- Yikilmaz A, Taylor GA. Cranial sonography in term and near-term infants. Springer, Pediatric Radiology. 2008; 38:605-16.
- Caro-Domínguez P, Lecacheux C, Hernandez-Herrera C, Llorens-Salvador R. Cranial ultrasound for beginners. Transl Pediatr. 2021;10(4):1117–37.