

# **Evaluación de surcos y circunvoluciones del cerebro fetal.**

**Dra. Norma Urbano Gutiérrez**

**Centro de Referencia Perinatal Oriente (CERPO)**

**Departamento de Obstetricia y Ginecología, Hospital “Dr. Luís Tisné Brousse”**

**Campus Oriente, Facultad de Medicina, Universidad de Chile**

# Introducción

- La evaluación del desarrollo del cerebro fetal continua siendo un desafío para ecografistas experimentados.
- El SNC no está maduro hasta la infancia, parte de ese proceso ocurren en etapa fetal y puede ser apreciado por imágenes.

# Introducción

- Algunas de las principales características que hacen únicos a los humanos son dependientes del cerebro.
- El cerebro humano pasa por muchas etapas de desarrollo para llegar a ser el órgano complejo y perfecto que es.
- La corteza cerebral es el sitio donde toman lugar los análisis sintéticos de mas alto nivel.

# Desarrollo corteza cerebral

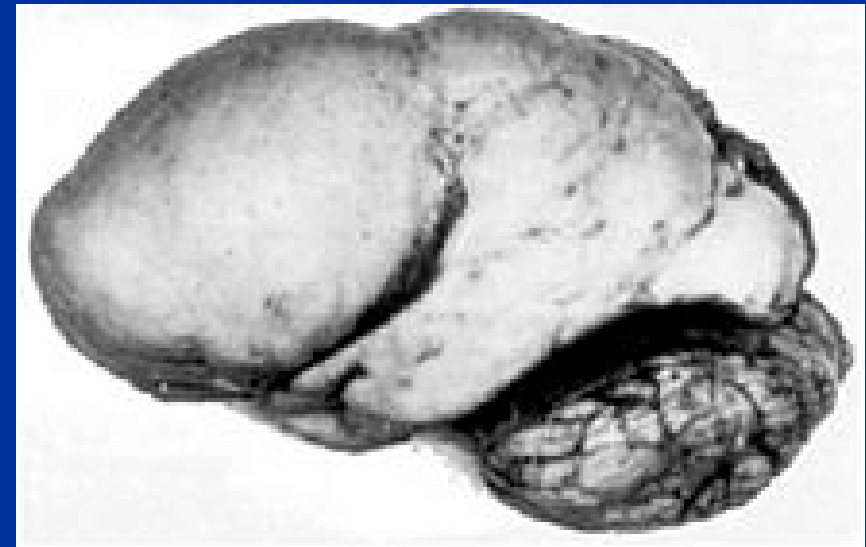
- Son 3 los pasos principales en el desarrollo de la corteza cerebral:
  - ◆ Proliferación celular
  - ◆ Migración neuronal
  - ◆ Organización cortical
- Migración neuronal comienza durante la semana 8 y es responsable de la formación de las 6 capas normales de corteza

# Introducción

- Independiente de su causa o momento de ocurrencia, una disrupción en formación y desarrollo del cerebro fetal puede conducir a secuelas postnatales permanentes.
- La expresión clínica de estas anomalías puede ser amplia.

# Lisencefalia (smooth brain)

- Malformación severa de corteza cerebral, que resulta de falla en migración neuronal durante el 3° y 4° mes de gestación.
- Cerebro afectado muestra ausencia (agiria) o reducción de las circunvoluciones (paquigiria).
- Diferentes causas, entre ellas trastornos genéticos
  - ◆ Síndrome de Miller Dieker



*Ghai S. Radiographics 2006; 26 (2): 389-405.*

*Rolo LC. Arch Gynecol Obstet 2011; 283: 149-158.*

# Lisencefalia

## Manifestaciones clínicas

- Mas comunes:
  - ◆ Retraso psicomotor severo
  - ◆ Retraso del desarrollo
  - ◆ Convulsiones
  - ◆ Retraso en crecimiento.

# Lisencefalia

## Pronóstico

- Depende del grado de falla del desarrollo cortical.
- En casos severos, muerte precoz en infancia.

*Ghai S. Radiographics 2006; 26 (2): 389-405.*

- Este defecto acarrea un mal pronóstico del RN, con RM y alta tasa de recurrencia, si está ligado a defectos genéticos.

*Alonso I. UOG 2010; 36: 693-699.*



# Lisencefalia

## Evaluación prenatal

- Defectos en la migración, tienen diversas apariencias sonográficas, que usualmente no son visibles hasta el III trimestre del embarazo, a menos que se busquen marcadores sutiles cerebrales.
- La migración neuronal anormal ocurre entre 3° y 4° mes de gestación, sin embargo, las malformaciones del desarrollo cortical son usualmente diagnosticadas o sospechadas en II trimestre tardío o III trimestre por US o RNM.

# Evaluación prenatal

- El desarrollo del cerebro y la diferenciación cortical fetal, ha sido evaluada por US 2D y RNM.
- Evaluación de la profundidad de las fisuras, que usualmente es anormal en los desórdenes de migración, pueden mejorar el momento del diagnóstico y así el manejo y comprensión de las patologías.

# Evaluación prenatal

- El diagnóstico antenatal de estas condiciones, es seguido de consejo genético. Con apoyo psicológico de los padres, y optimización del manejo obstétrico.
- Se han publicado diversos estudios mostrando la diferencia en los tiempos de aparición de las fisuras, surcos y circunvoluciones cerebrales y su desarrollo, sin embargo, pese a ello no se ha publicado una estandarización objetiva para evaluar la maduración cerebral por US 2D de rutina.

# Apariencia normal de fisuras y surcos cerebrales

# Definiciones

- Surcos primarios son hendiduras que aparecen en la superficie cerebral.
- Surcos secundarios y terciarios son ramificaciones del primario y aparecen después en el desarrollo.

# Evaluación de Surcos y Circunvoluciones

- Surcos son mas fáciles de detectar en dirección perpendicular a su plano de orientación.
  
- Apariencia US:
  - ◆ Primero pequeño "punto" en superficie cerebral.
  - ◆ Luego forma de hendidura en "V".
  - ◆ Finalmente se hace mas profundo y es visible muesca superficial y una linea ecogénica que se introduce en tejido cerebral, en forma de "Y".

*Ghai S. Radiographics 2006; 26 (2): 389-405.*

*Toi A. UOG 2004; 24: 706-715*

# Surcos y circunvoluciones

- Existe correlación entre resultado de investigaciones del desarrollo de surcos cerebrales con uso de exámenes anatómicos, US y RNM.
- La aparición progresiva de fisuras y surcos cerebrales en US o RNM prenatal puede orientar en la extensión de la maduración cerebral de los fetos.
- La ausencia o apariencia anormal de surcos a una edad gestacional apropiada, puede hacer sospechar un desarrollo cortical retrasado o anormal.

## Surcos y circunvoluciones

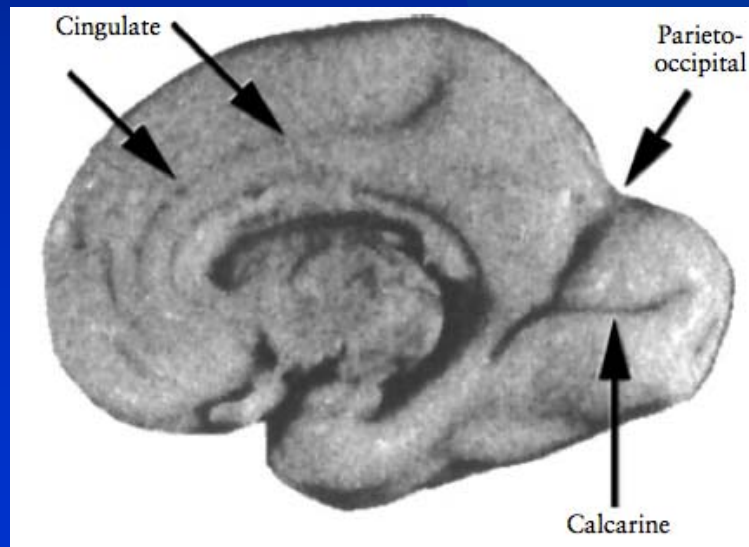
- El US es útil en la evaluación de surcos primarios de superficie hemisférica medial y de convexidad lateral
- RNM puede aportar una representación global mas completa que US de surcos y circunvoluciones cerebrales, ya que no está restringida por huesos craneales o posición fetal.



# Surcos o circunvoluciones

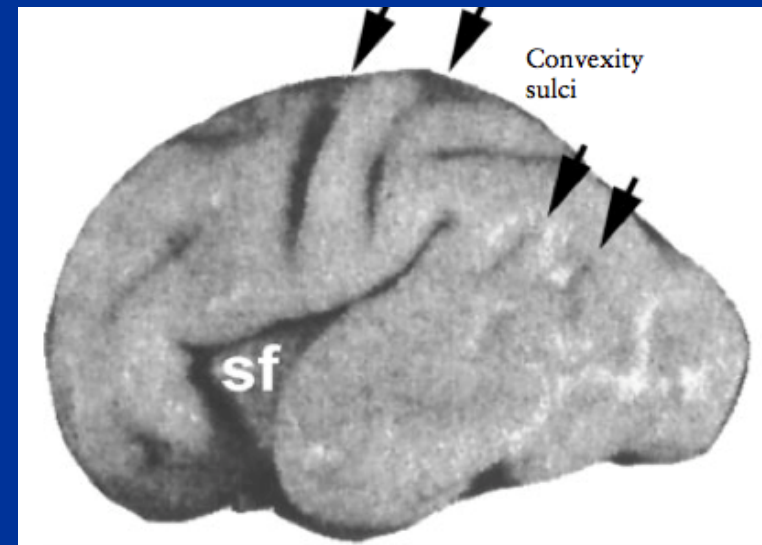
## Surcos hemisféricos mediales

- Fisura parieto-occipital
- Surco calcarino
- Surco cingulado

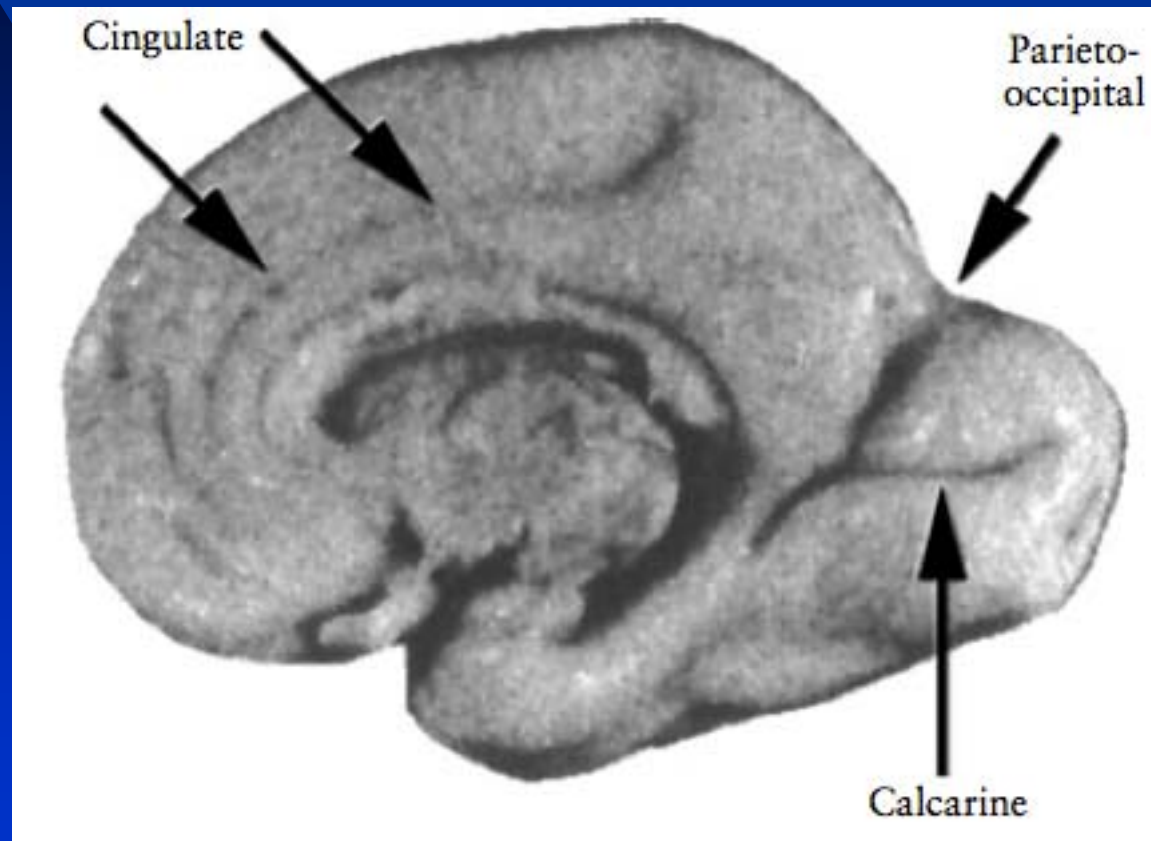


## Surcos de convexidad lateral

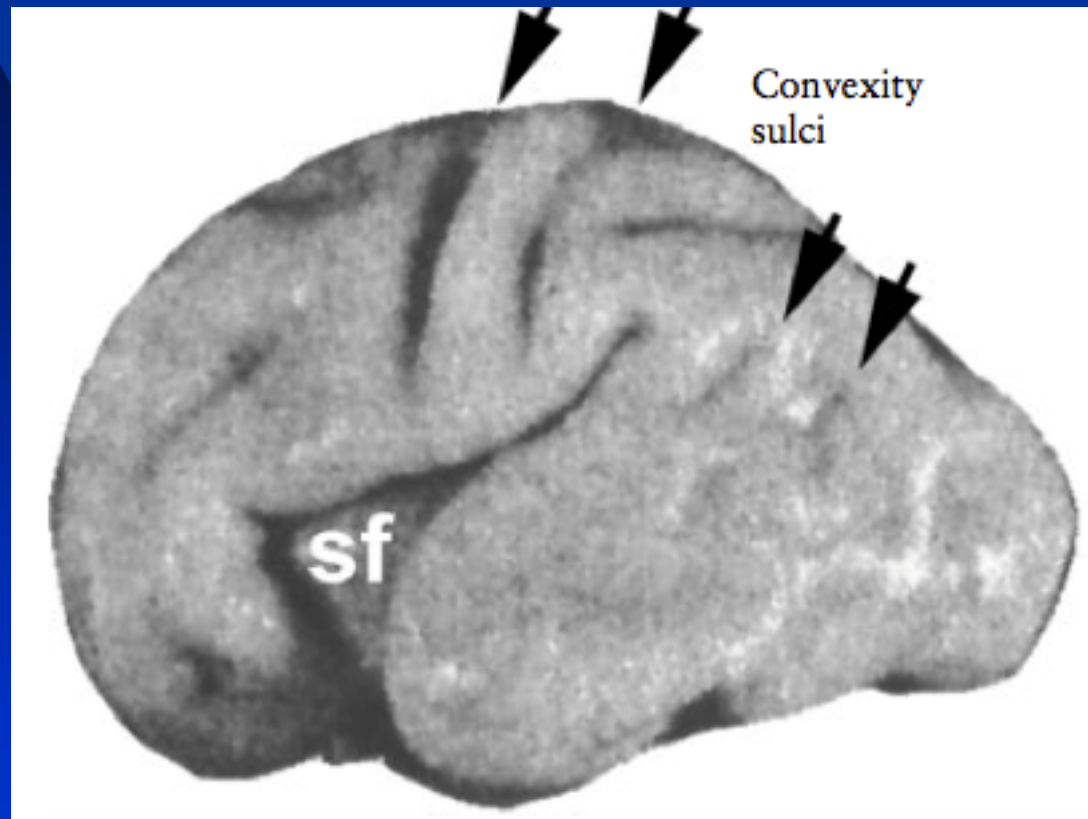
- Surco central
- Surco temporal superior
- Cualquier otro surco en superficie lateral.



# Surcos hemisféricos mediales



# Surcos convexos



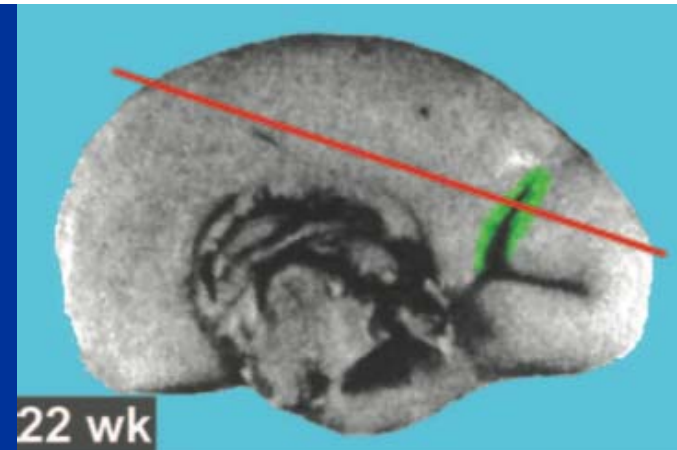
# Surcos y circunvoluciones

- En general los surcos de la superficie hemisférica medial aparecen antes que los de la convexidad lateral.

Visible Feature	Anatomic Examination*	US <sup>†</sup>		MR Imaging <sup>‡</sup>	
		First Seen	Always Seen	First Seen	Always Seen
Parieto-occipital fissure	16	18.5	20.5	18–19	22–23
Calcarine fissure	16	18.5	21.9	18–19	22–23
Cingulate sulcus	18	23.2	24.3	24–25	28–29
Central sulcus	20			26–27	26–27
Convexity sulci <sup>§</sup>	20–25	23.2	27.9	26–27	28–29

# Fisura parieto-occipital

- Separa lóbulo parietal de occipital
- Se ve como hendidura profunda que se extiende hacia abajo y adelante en la superficie medial del cerebro
- En US: plano axial cerca de margen superior de cuernos occipitales de ventrículos laterales



*Ghai S. Radiographics 2006; 26 (2): 389-405.*

*Toi A. UOG 2004; 24: 706-715*

# Fisura Parieto-occipital

- En RNM: planos axial y sagital
- Primera visualización 18,5 sem.
- Siempre visible 20,5 sem.

*Ghai S. Radiographics 2006; 26 (2): 389-405.*

*Toi A. UOG 2004; 24: 706-715*

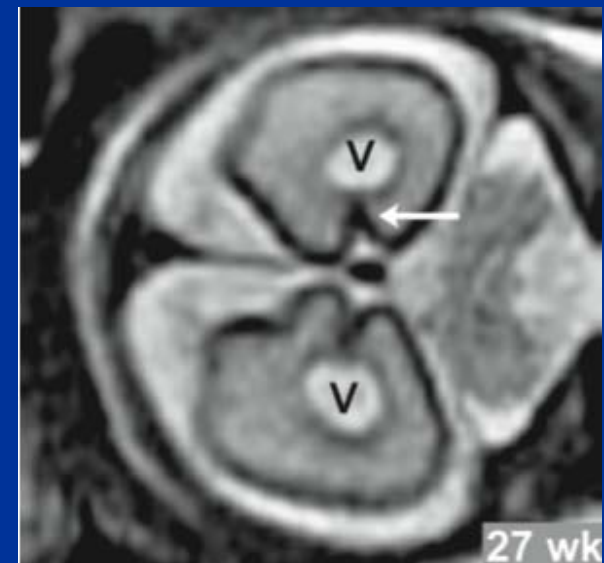
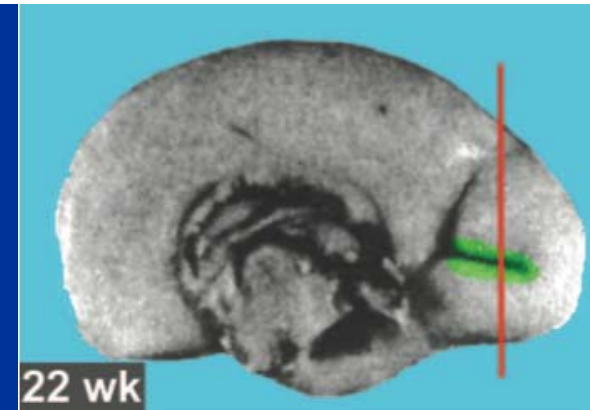


# Surco calcarino

- Se visualiza en superficie medial del lóbulo occipital.
- Se inicia en zona medial de fisura parieto-occipital y se extiende posteriormente al polo occipital.
- En US y RNM plano coronal a través de lóbulos occipitales, donde se visualiza inmediatamente superior al tentorio.
- Primera aparición 18.5 sem
- Siempre visible 21.9 sem

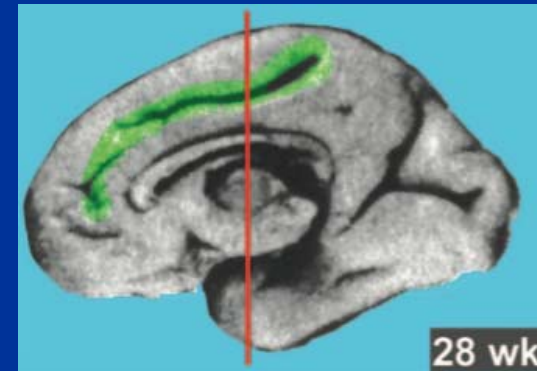
*Ghai S. Radiographics 2006; 26 (2): 389-405.*

*Toi A. UOG 2004; 24: 706-715*



# Surco cingulado

- Comienza bajo borde anterior de cuerpo caloso hacia arriba y adelante, y luego continua paralelo al cuerpo del mismo hasta borde superomedial del hemisferio, a corta distancia detrás del extremo superior del surco central.
- Por trayecto curvo del surco, la parte anterior se visualiza en plano axial, y la parte media es mejor visualizada en plano coronal por sobre región del tálamo
- Primera aparición 23.2 sem
- Siempre visible 24.3 sem



*Ghai S. Radiographics 2006; 26 (2): 389-405.*

*Toi A. UOG 2004; 24: 706-715*

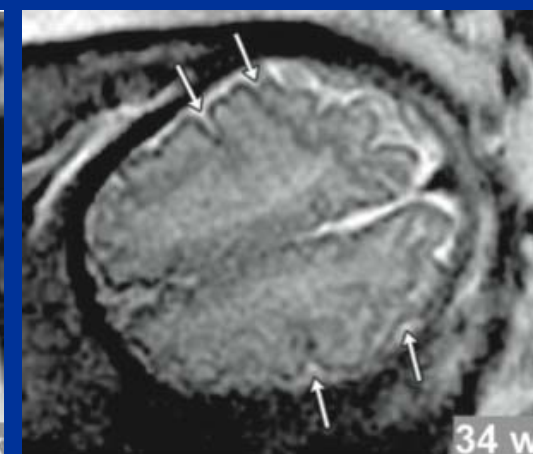
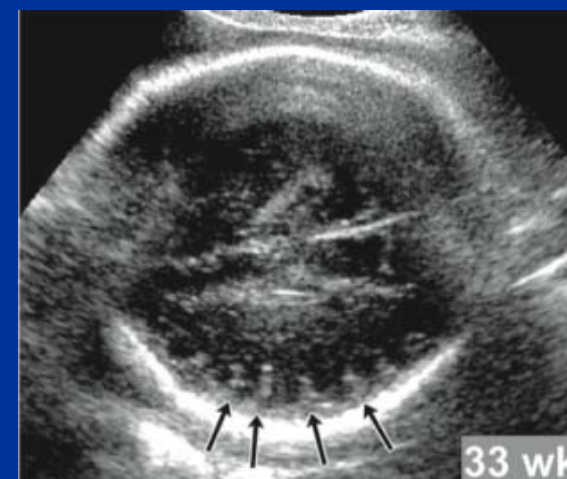
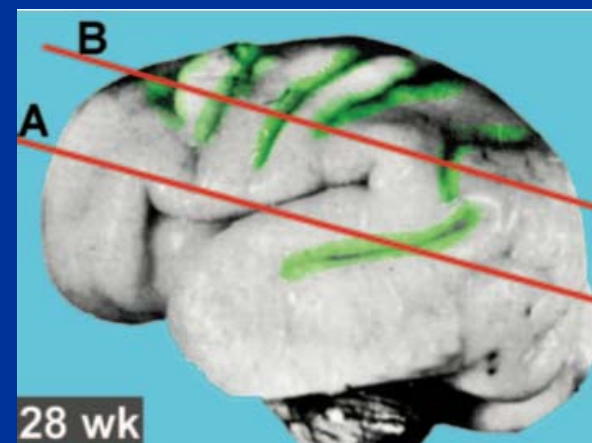


# Surcos convexos

- Con maduración fetal, estos surcos pueden ser visualizados en superficies laterales de los hemisferios cerebrales
- En feto normal, surco central es identificable en RNM desde 26 -27 semanas de gestación.
- US
  - ◆ Primera visualización 23.2 sem
  - ◆ Siempre visible 27.9 sem
- Surco central se desarrolla inicialmente en las regiones parietales altas, por lo que su visualización con US se ve obstaculizada por los huesos del cráneo

# Surcos convexos

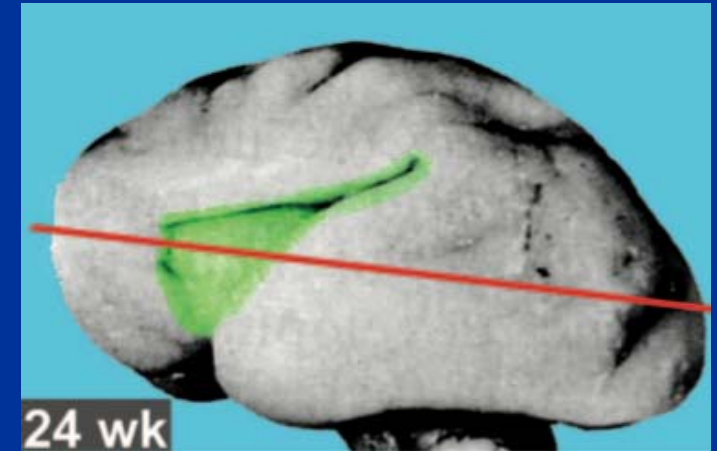
- En US, plano de barrido semiaxial desde sutura proximal del hueso escamoso, inclinando hacia el borde superior de la insula.
- En RNM con uso de planos axial, coronal y sagital, visualización es superior a US en demostrar los surcos de las superficies laterales e inferiores de los hemisferios cerebrales.



*Ghai S. Radiographics 2006; 26 (2): 389-405.*

*Toi A. UOG 2004; 24: 706-715*

# Fisura de Silvio/ Ínsula



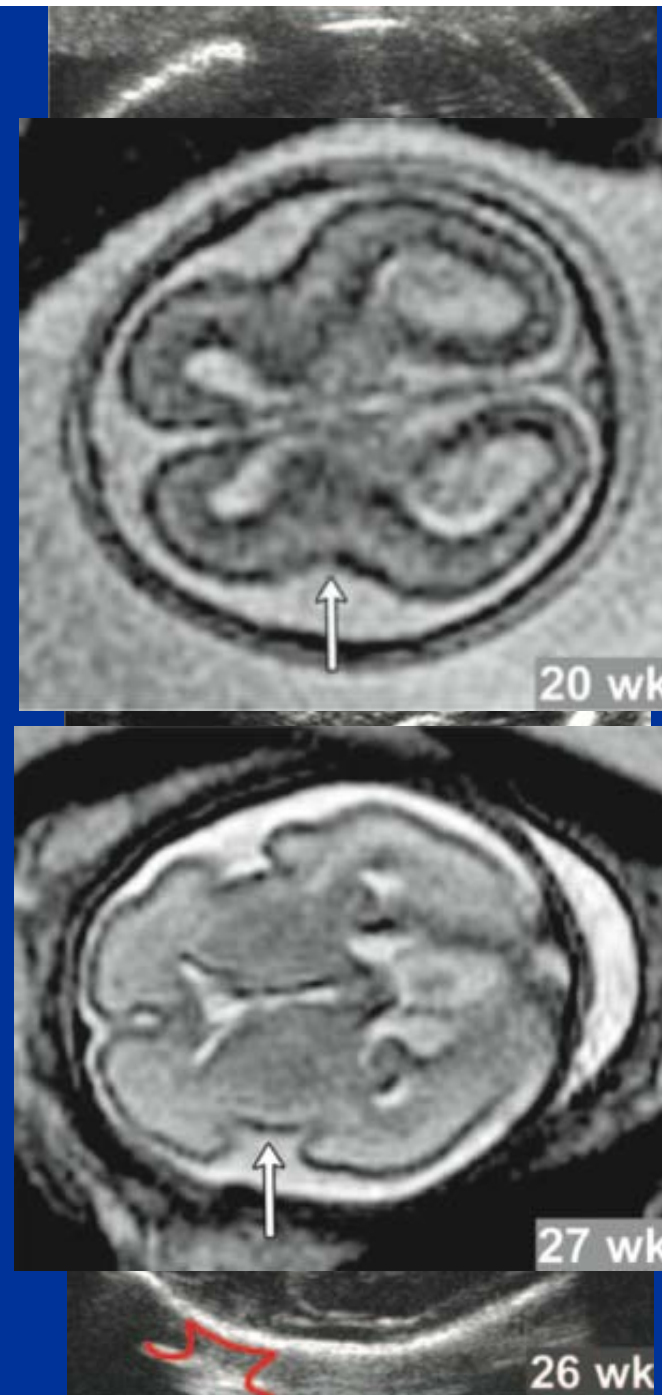
- Tienen patrón de desarrollo característico.
- Precoz en embarazo, la fosa de Silvio (ínsula) aparece como hendidura con bordes lisos en la superficie lateral del hemisferio cerebral.
- Después de las 17 sem cambia lo liso por surcos circulares, tomando una apariencia de "plateau", con angulación de los márgenes, donde se encuentran operculo frontal, parietal y temporal.
- Ínsula no crece a misma velocidad que la corteza que la rodea. Operculos crecen sobre la ínsula conformando la fisura de Silvio.

*Ghai S. Radiographics 2006; 26 (2): 389-405.*

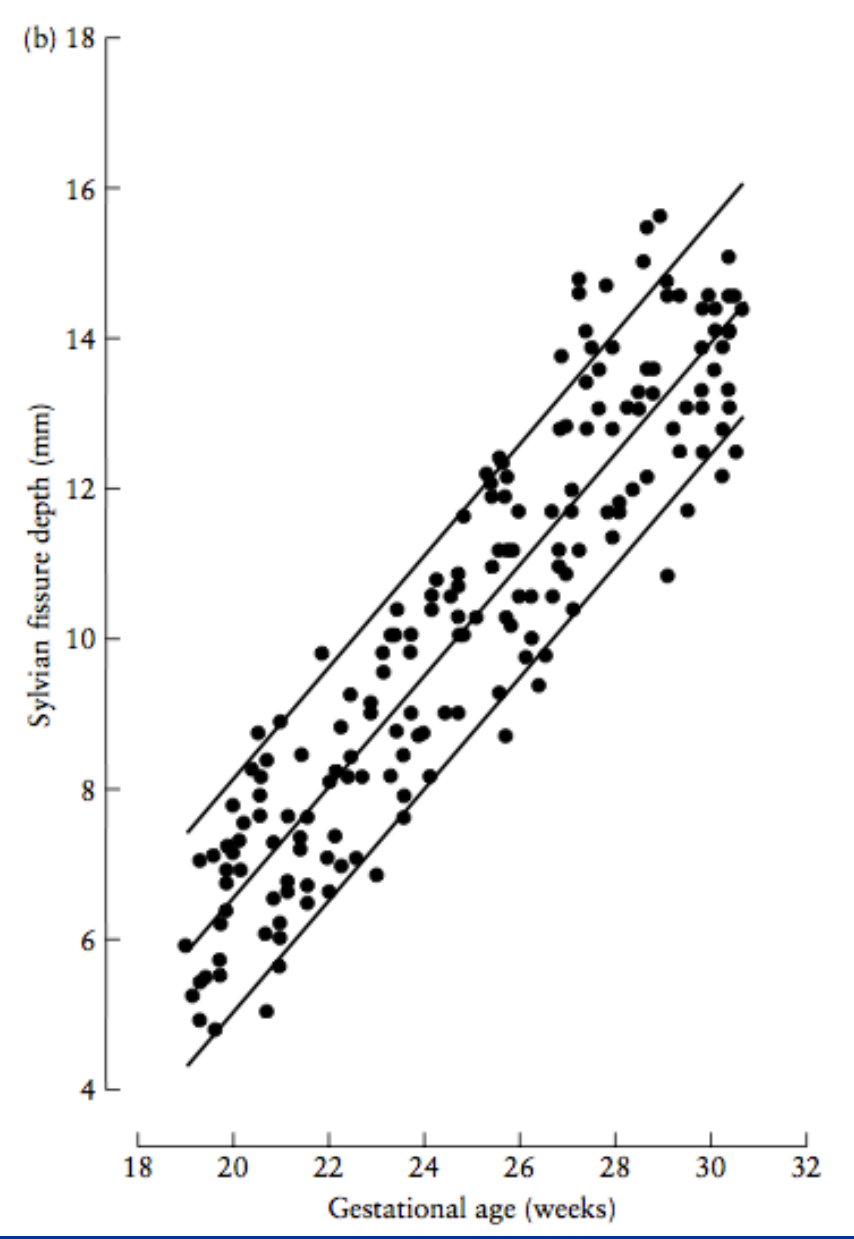
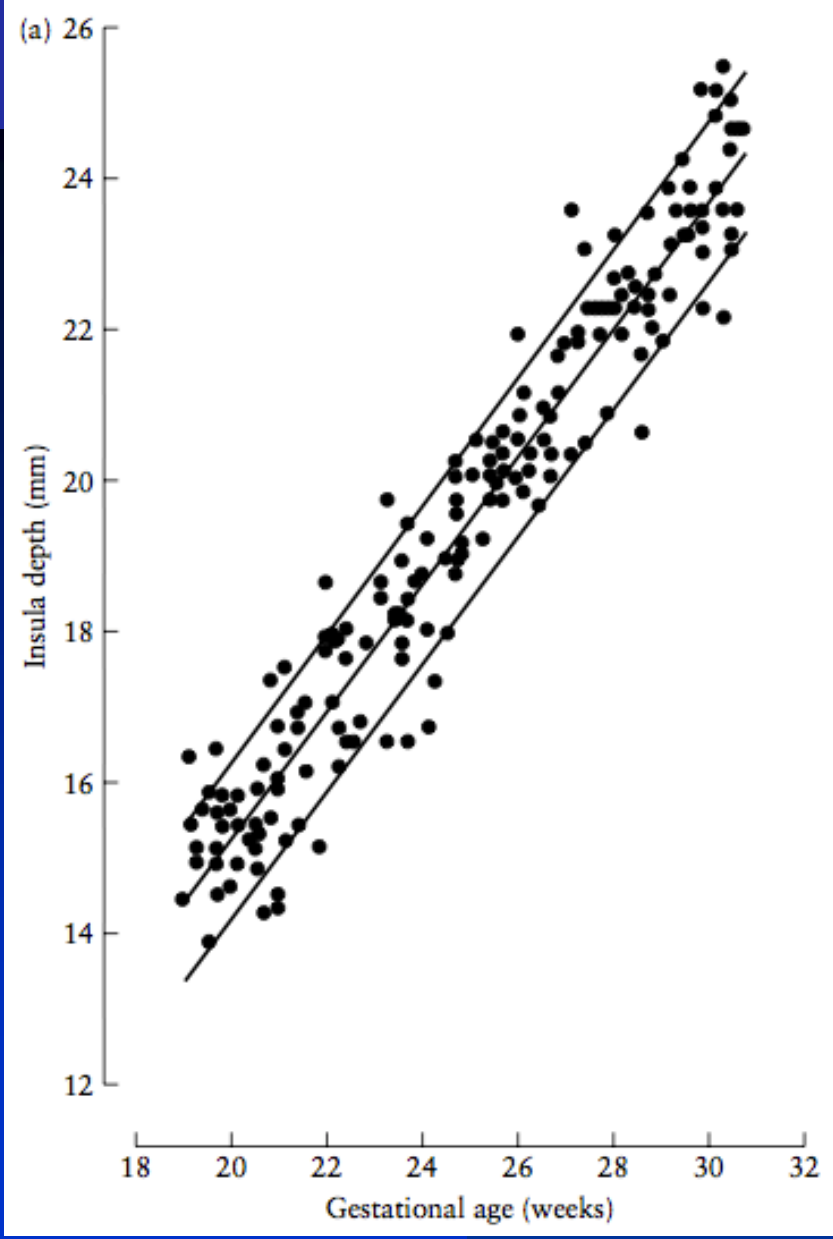
*Toi A. UOG 2004; 24: 706-715*

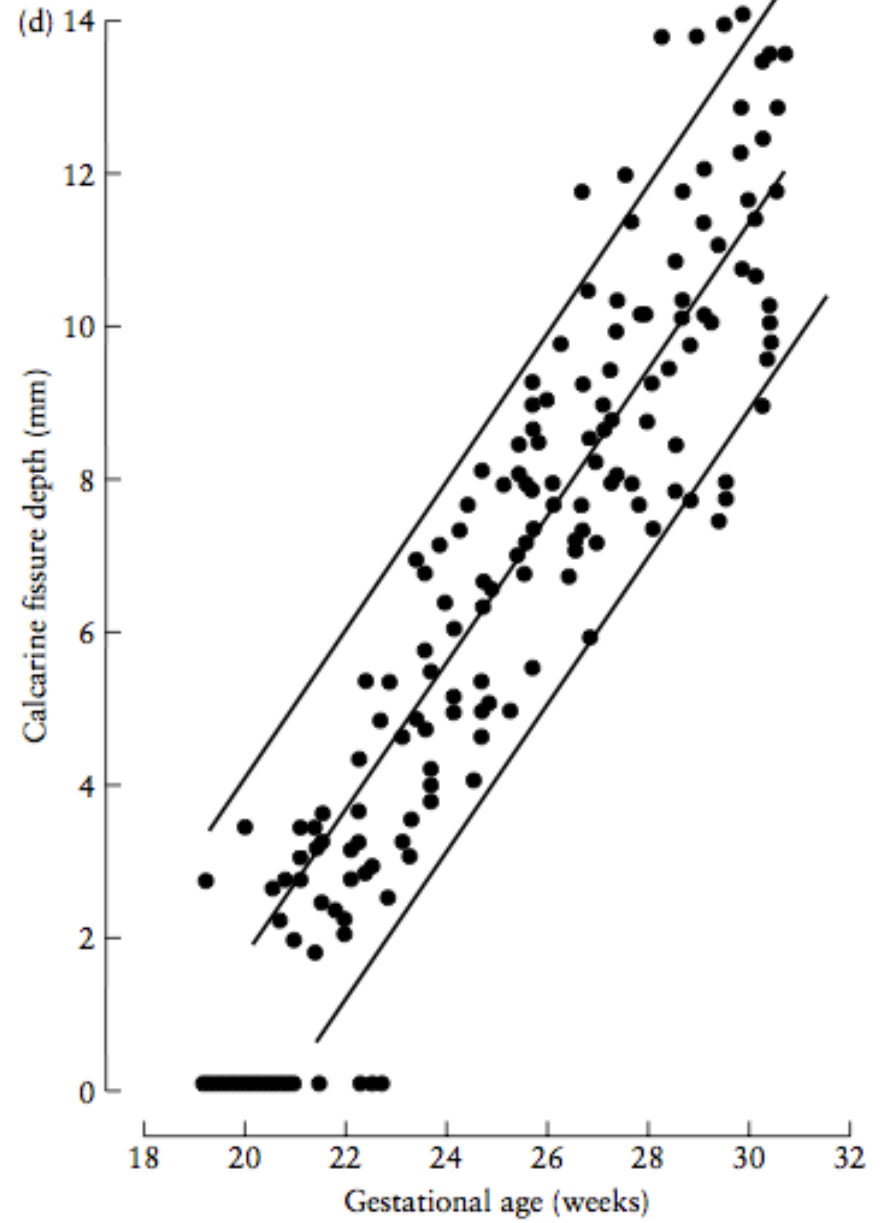
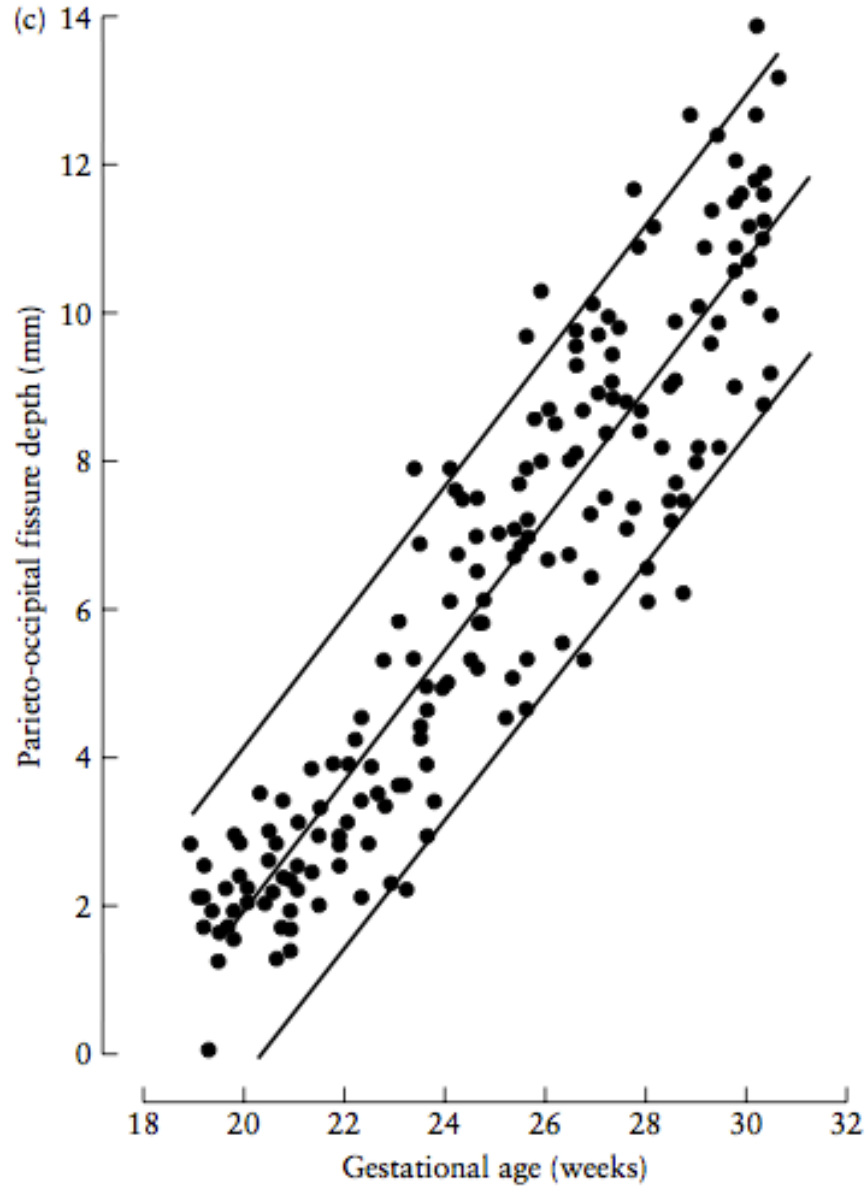
## Fisura de Silvio/ Insula

- En US y RNM prenatal, los ángulos operculo-insulares son inicialmente obtusos ( $>90^\circ$ ), pero llega a ser aguda con progreso de gestación.
- En US mejor plano axial: ángulo agudo entre la insula y el operculo temporal debería ser visualizado en todos los fetos normales desde las 24.5 sem.
- En RNM plano axial y coronal



	<b>Fisura parieto-occipital</b>	<b>Surco calcarino</b>	<b>Surco cingulado</b>	<b>Surcos convexos</b>	<b>Fisura de Silvio/Insula</b>
Plano sección	Axial cerca de margen superior de cuernos occipitales de ventrículos laterales.	Plano coronal a través de lóbulos occipitales	Plano coronal sobre la región del tálamo	Barrido en plano semi axial desde sutura proximal del hueso escamoso, inclinando hacia el borde superior de la insula.	Plano axial a través de fisura.
Primera aparición	18.5 sem	18.5 sem	23.2 sem	23.2 sem	23.2 sem
Siempre visible	20.5 sem	21.9 sem	24.3 sem	27.9 sem	24.5 sem





## Momento de aparición de fisura parieto occipital y calcarina

<i>GA (weeks)</i>	<i>Parieto-occipital fissure (n (%))</i>	<i>Calcarine fissure (n (%))</i>
19	14/15 (93.3)	1/15 (6.6)
20	15/15 (100)	11/15 (73.3)
21	15/15 (100)	11/15 (73.3)
22	15/15 (100)	13/15 (86.6)
23	15/15 (100)	14/15 (93.3)
24–30	15/15 (100)*	15/15 (100)*

\*At each gestational week from weeks 24 to 30.



- Rangos de referencia normal fueron realizados con mediciones en planos estándar utilizados de forma rutinaria para biometría, facilitando la incorporación en la práctica clínica diaria para ecografistas.
- Evaluación es realizable con US 2D, sin aumento en el tiempo de examen o necesidad de equipo especial.
- Adicional al aumento en la profundidad de los surcos encontrada, ha sido reportado que la forma de las fisuras cambia durante la gestación. Por tanto utilizando una combinación de ambos, forma y profundidad de las fisuras cerebrales, podría mejorar la vigilancia de la maduración del cerebro fetal en casos normales y anormales.

- Apariencia US y RNM de fases de desarrollo de surcos y fisuras cerebrales son similares:
  - ◆ Pequeño "punto" o "comas" en sitio esperado.
  - ◆ Luego forma de indentación en "V".
  - ◆ Surco se hace mas profundo y es visible muesca superficial y una linea ecogénica que se introduce en tejido cerebral, en forma de "Y".

- US 3D y RNM logran imágenes mas detalladas en evaluación del desarrollo del cerebro fetal, pero ambas dependen de equipos caros
- US 3D podría ser alternativa interesante, ya que es mas confortable para paciente que RNM y se puede realizar análisis de imágenes sin la presencia de la paciente.
- Actualmente no hay estudios que analicen en detalle la diferenciación de las principales fisuras y circunvoluciones en modo de reconstrucción 3D.

# Evaluación del desarrollo cortical fetal por RNM

- Levine y Barnes en 1990 reportaron que existe un retraso de al menos 8 semanas entre el desarrollo anatómico de las fisuras (evaluado por estudios de anatomía patológica) y la identificación de estas estructuras en la RNM.
- En fetos con malformaciones neurológicas, este retraso fue considerablemente mayor.

## Evaluación del desarrollo cortical fetal por RNM

- El 2008, Bendersky et al. Examinaron 10 fetos con RNM postmortem, esos cerebros se evaluaron histológicamente después. Se compararon los hallazgos de RNM con el de exámenes de patología.
- Concluyeron que la RNM es un método preciso en la evaluación de la corteza cerebral y que podría ser de ayuda en evaluación de la maduración y desarrollo cortical.

## Evaluación del desarrollo cortical fetal en US 2D

- Fong et al. reportó sus hallazgos en 7 fetos con síndrome de Miller Dieker.
- 2 examinadores analizaron imágenes guardadas previamente y evaluaron el desarrollo de fisuras de Silvio, parieto occipital, calcarina, cingulada y convexas.
- En 3 de los 7 casos los ecografistas pudieron sospechar la posibilidad de lisencefalia o ausencia de circunvoluciones en US 2D a las 23, 26 y 30 semanas.

# Evaluación del desarrollo cortical fetal en US 2D

- A estas pacientes se les realizó también RNM.
- Después de análisis cuidadoso, concluyen que en los 7 casos hubo retraso en el desarrollo de las fisuras en US 2D y RNM, asociado a otras anomalías como disgenesia del cuerpo calloso y ventriculomegalia.
- Ambos métodos pueden ser utilizados para diagnóstico precoz de Sd. Miller Dieker.

# Evaluación del desarrollo cortical fetal en US 2D

- Estudio de Toi et al. Examinó a 50 fetos normales entre las 15 y 29 semanas y describió el desarrollo de las fisuras parieto occipital, calcarina, cingulada, convexas y de Silvio en US 2D.
- Las diferentes fisuras se desarrollan a diferentes edades gestacionales.
- Estableció los hitos del desarrollo normal de las fisuras y en consecuencia la detección precoz de anomalías en US 2D.



# Evaluación del desarrollo cortical fetal en US 2D

- Cohen-Sacher et al. Describió el desarrollo normal de 22 fetos.
- De acuerdo con estos autores, las fisuras parieto occipital, calcarina y cingulada aparecen entre 22 y 24 semanas, la fisura central a las 28 semanas y el resto desde las 30-32 semanas.
- Comparado con la RNM y exámenes anatómicos, el US 2D fue considerado un método válido en la evaluación del desarrollo cortical normal.

## Evaluación del desarrollo cortical fetal en US 2D

- Ghai et al evaluó el desarrollo cortical normal en US 2D y RNM, describió el desarrollo de las principales fisuras cerebrales de acuerdo a la EG.
- Ellos reportaron que la lisencefalia podía ser detectada antenatalmente por una serie de anomalías, como el retraso en el desarrollo de las fisuras, o la aparición anormal o inexistencia de estas.

# Evaluación del desarrollo cortical fetal en US 3D

- Mittal et al evaluó con US 3D la fisura de Silvio de 202 fetos entre las 12 y 40 semanas.
- Concluyó que la medición aumenta correlacionado directamente con la edad gestacional, y con buena reproducibilidad.

# Conclusiones

- Importante comprender como, cuando y donde mirar el desarrollo normal de surcos cerebrales
- Vista perpendicular al curso esperado de los surcos es mas efectivo en detección precoz del desarrollo

## Conclusiones

- No se recomienda evaluación de surcos como parte de ecografía II trimestre, sin embargo, fisuras calcarina y parieto-occipital aparecen precozmente y podría ser visibles en imágenes de cuernos posteriores de ventrículos laterales.
- Si hay sospecha de anomalía cerebral o historia de embarazo previamente afectado, evaluación de los surcos cerebrales es importante después de las 20 semanas.

# Conclusiones

- RNM es considerado el método mas preciso en detección de anomalías de surcos y fisuras.
- US 2D y 3D no tiene contraindicaciones y puede usarse a cualquier edad gestacional.



**Muchas gracias**