



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD
HOSPITAL GENERAL "DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA"
DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL "LA RAZA"**

**BIOMETRÍA DEL CUERPO CALLOSO EN LA POBLACIÓN DE
PACIENTES LACTANTES MAYORES Y MENORES POR
RESONANCIA MAGNETICA CON REPORTE NORMAL DE LA
UMAE DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA DEL CENTRO
MÉDICO NACIONAL LA RAZA.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICO ESPECIALISTA EN IMAGENOLÓGÍA DIAGNÓSTICA Y
TERAPÉUTICA**

NÚMERO DE REGISTRO INSTITUCIONAL: R-2024-3502-010

**PRESENTA:
DRA. MARÍA MAGDALENA CABRALES TREJO**

**TUTOR DE TESIS:
DR. DANIEL FLORES SORCIA
MÉDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE RADIOLOGÍA E IMAGEN CON ALTA
ESPECIALIDAD EN RESONANCIA MAGNÉTICA E IMAGEN MOLECULAR**

CIUDAD DE MÉXICO, FEBRERO 2024



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.

ÍNDICE

ÍNDICE	<u>1</u>
Agradecimientos	<u>2</u>
I. Título	<u>3</u>
II. Identificación de los investigadores	<u>3</u>
III. Resumen	<u>4</u>
IV. Marco teórico	<u>5</u>
V. Justificación	<u>16</u>
VI. Planteamiento del problema	<u>17</u>
VII. Objetivos	<u>17</u>
VIII. Hipótesis	<u>17</u>
IX. Material y métodos	<u>17</u>
X. Aspectos éticos	<u>21</u>
XI. Recursos, financiamiento y factibilidad	<u>22</u>
XII. Cronograma de actividades	<u>22</u>
XIII. Resultados	<u>23</u>
XIV. Discusión	<u>26</u>
XV. Conclusión	<u>26</u>
XVI. Referencias	<u>27</u>
XVII. Bibliografía	<u>32</u>
XVIII. Anexos	<u>33</u>
1. Solicitud de excepción de la carta de consentimiento informado.	<u>34</u>
2. Firmas de autorización	<u>35</u>
3. Dictamen de aprobación y registro	<u>36</u>
4. Formato de recolección de datos.	<u>37</u>

Agradecimientos

All Orden de Todas las Cosas que conozco como Dios y que siempre me ha puesto en el lugar y momento en que debo estar.

A mis Padres, María Guadalupe Trejo Aguilar y Concepción Elpidio Cabrales Quezada, por su confianza, amor y apoyo incondicional.

Para Irving Román Solano Parra, a quien le debo millones de sonrisas, por su compañía, apoyo, amistad y amor durante todo este camino.

A mis maestros, los cuales han sembrado la semilla de la curiosidad y la disciplina para adentrarme en el mundo del conocimiento.

A mis familiares y amigos, que han sabido acompañarme y aconsejarme durante estos años de residencia médica y en cada etapa de mi vida.

No hubiera podido lograrlo sin todos ustedes.

*Con mi corazón,
Magda.*

I. TÍTULO

BIOMETRÍA DEL CUERPO CALLOSO EN LA POBLACIÓN DE PACIENTES LACTANTES MAYORES Y MENORES POR RESONANCIA MAGNETICA CON REPORTE NORMAL DE LA UMAE DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA.

II. IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES

ASESOR DE TESIS

DR. DANIEL FLORES SORCIA

TITULAR DEL CURSO UNIVERSITARIO DE RADIOLOGÍA E IMAGEN
MÉDICO RADIÓLOGO ADSCRITO AL SERVICIO DE RADIOLOGÍA E IMAGEN
U. M. A. E. DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA
CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
CEL. 5566290078
CORREO ELECTRÓNICO: daniel.daniel79@gmail.com

TESISTA

DRA. CABRALES TREJO MARÍA MAGDALENA

MÉDICO RESIDENTE DE CUARTO AÑO DE RADIOLOGÍA E IMAGEN
U. M. A. E. DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA
CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
CEL. 5613142449
CORREO ELECTRÓNICO: mae_koala@hotmail.com

III. RESUMEN

Título: BIOMETRÍA DEL CUERPO CALLOSO EN LA POBLACIÓN DE PACIENTES LACTANTES MAYORES Y MENORES POR RESONANCIA MAGNETICA CON REPORTE NORMAL DE LA UMAE DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA.

Introducción:

El cuerpo calloso se integra por un haz de axones para la coordinación del procesamiento de la información entre los dos hemisferios cerebrales. Existe asociación entre las medidas de conectividad del cuerpo calloso y la distribución del procesamiento neuronal entre los hemisferios, sin embargo, enfrentamos la falta de datos sobre los rangos normales del cuerpo calloso en nuestra población por lo que nuestra anticipación a las posibles alteraciones en el espesor del cuerpo calloso de manera más objetiva en pacientes pediátricos está limitada por la escasa información disponible.

Objetivo:

Conocer la biometría del cuerpo calloso en lactantes menores y mayores normales por resonancia magnética enfatizada en T1 en plano sagital atendidos en el servicio de Radiología e Imagen del Hospital General Dr. Gaudencio González Garza del Centro Médico Nacional la Raza.

Material y Métodos:

Se realizará un estudio retrospectivo, transversal, descriptivo y observacional utilizando los archivos de imagen indexados del sistema PACS que cumplan los criterios de inclusión para este protocolo dentro del período del 1 de enero del 2020 al 30 de junio del 2023. En todos los estudios se realizarán las mediciones pertinentes establecidas por un radiólogo experto en resonancia magnética, realizando posteriormente el análisis correspondiente mediante estadística descriptiva paramétrica.

Recursos e infraestructura:

Estudios de resonancia magnética de cráneo realizadas desde el 1º de enero del 2020 hasta el 30 de junio del 2023 dentro de la UMAE Hospital General Dr. Gaudencio González Garza del CMN La Raza del Instituto Mexicano del Seguro Social, empleando recursos tanto médicos como de equipamiento perteneciente al servicio de radiología e imagen de dicha institución.

Tiempo a desarrollar una vez aprobado el protocolo, un mes más.

IV. MARCO TEÓRICO

Introducción

El cuerpo calloso se forma por un haz de axones esencial para la coordinación e integración del procesamiento de la información entre los dos hemisferios cerebrales (1). En general, estudios recientes de neuroimagen han demostrado una asociación entre las medidas de conectividad del cuerpo calloso (CC) y la distribución del procesamiento neuronal entre los hemisferios.

Hasta el año 2011, en que Garel y colaboradores publicaron un método estandarizado para medición del CC por resonancia magnética, no existía un método fácilmente reproducible para determinar dichas dimensiones en la población pediátrica. A su vez, escasas investigaciones han sido publicadas en nuestra población que involucren la medición del cuerpo calloso de manera objetiva, con lo que nuestra anticipación a las posibles alteraciones anatómicas poco evidentes o que dependen únicamente de sus dimensiones se encuentra limitada (2).

Fundamentos de anatomía del cuerpo calloso y sus componentes asociativos

El cuerpo calloso (CC) constituye la mayor comisura del cerebro, que se expande rostralmente desde el lóbulo frontal y hasta la parte dorsal de la lámina cuadrigémina (3). La mayor parte de su formación ocurre desde la 10^a a la 20^a Semanas de gestación, los estudios más recientes establecen una dirección de desarrollo bidireccional que inicia en la porción anterior del cuerpo y se dirige en dirección caudal o posterior, siendo la porción del rostro la última parte de su formación (4). Se compone de un rostro, rodilla, cuerpo, istmo y esplenio (5).

Funcionalmente se divide en dos porciones, la anterior que constituye un elemento de asociación de las fibras comisurales de la corteza asociativa frontal y la región del esplenio, posterior, más pequeña y que lleva fibras comisurales visuales primarias (calcarinas) así como la corteza parietal posterior y occipitotemporal medial que son más asociativas. La lámina rostral o pico se extiende anteriormente entre la comisura anterior por debajo y la cara posterior inferior de la rodilla por encima, es probable que interconecte ambas cortezas frontobasales, sin embargo, sus fibras no han sido estudiadas específicamente.

La rodilla es la porción anterior más gruesa del cuerpo calloso, y contiene fibras comisurales del lóbulo frontal anterior, también denominadas fórceps menor. Estas fibras

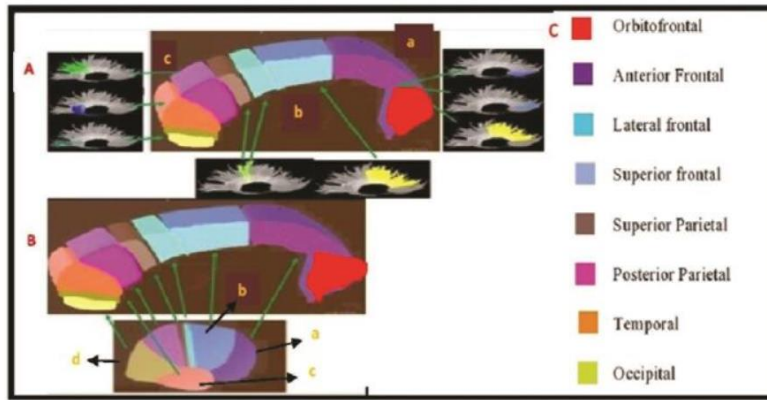
interconectan la corteza prefrontal y el área cingulada anterior. Las fibras de la corteza prefrontal ventromedial se ubican en la región ventral mientras que aquellas de la corteza prefrontal dorsolateral se encuentran dorsales dentro de la rodilla (6).

El cuerpo es la porción horizontal que se extiende desde la rodilla hasta el istmo. Lateralmente, las fibras del cuerpo calloso forman los techos de los dos ventrículos laterales. Estas fibras discurren entre el haz del cíngulo en la parte superior y los fascículos occipitofrontales superiores en la parte lateral y transcurren oblicuamente a través de las radiaciones anteriores del tálamo. Las fibras del cuerpo interconectan las cortezas precentrales -área premotora, área motora suplementaria-, las porciones adyacentes de las ínsulas y las circunvoluciones cinguladas suprayacentes.

El istmo suele aparecer como un estrechamiento focal del cuerpo calloso en el punto donde el fórnix se une a la superficie inferior. Como tal, se encuentra entre el *septum pellucidum* en su porción anterior y la comisura del hipocampo en su región posterior. Las fibras comisurales que atraviesan el istmo surgen de la circunvolución precentral -motor, M1-, la poscentral -somatosensorial, S1- y la circunvolución de Heschl -giro transversal del temporal, corteza auditiva primaria, A1- (6).

El esplenio es la porción más gruesa del cuerpo calloso en el adulto. Las fibras esplénicas forman el fórceps mayor y participan en la formación del *tapetum* -las fibras de sustancia blanca que se proyectan desde el cuerpo y las fibras del rodete no incluidas en el fórceps mayor-. Estas fibras esplénicas pueden subdividirse en tres grupos: (1) el grupo superior contiene las fibras comisurales de la corteza parietal posterior; (2) el grupo posterior lleva las fibras comisurales de la corteza occipital medial, y (3) el grupo inferior lleva las fibras comisurales de la corteza temporal medial (7).

Es importante mencionar el valor de la irrigación de la estructura que nos compete estudiar. La arteria cerebral anterior emite ramificaciones que nacen de su concavidad y se dirigen al cuerpo calloso penetrándolo y asegurando su irrigación de forma regular alrededor de sus fibras, específicamente la arteria pericallosa. De ésta surgen alrededor de 20 ramificaciones cortas por hemisferio que mantienen un trayecto exterior corto y con distribución escalonada a lo largo de la arteria principal y las fibras del cuerpo calloso, recibiendo el nombre de Arterias Callosas cortas. Éstas últimas además también irrigan el *septum pellucidum*, los pilares anteriores del fórnix y parte de la comisura anterior. El drenaje venoso es llevado a cabo por las venas cerebrales internas (8).



(A) Subdivisions of corpus callosum (CC) and white matter tracks—(a) rostrum and genu, (b) body, (c) splenium. (B) Gross lobar representation of CC (a) frontal, b) parietal, (c) temporal, and (d) occipital lobe. (C) Corpus callosum fibers and their various cortical representation.

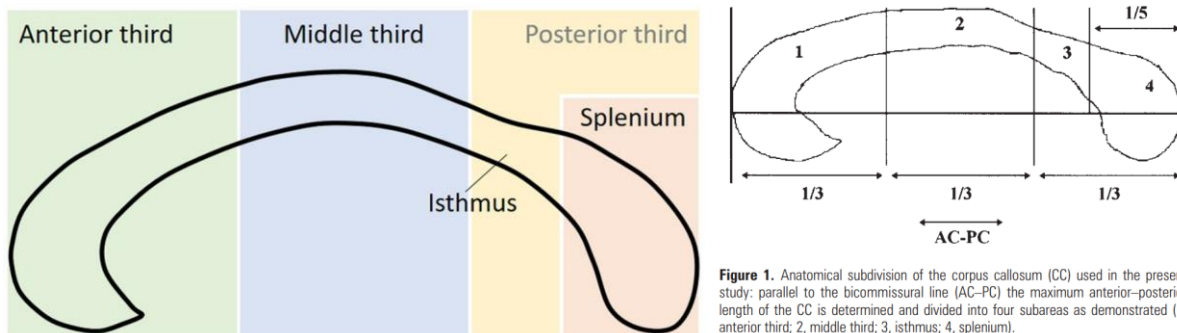


Figure 1. Anatomical subdivision of the corpus callosum (CC) used in the present study: parallel to the bicommissural line (AC-PC) the maximum anterior-posterior length of the CC is determined and divided into four subareas as demonstrated (1, anterior third; 2, middle third; 3, isthmus; 4, splenium).

(9)

Función general

El cuerpo calloso facilita las interacciones interhemisféricas comunicando e integrando conocimientos perceptivos, cognitivos, aprendidos y la información volitiva (voluntaria). Es importante para el rendimiento de tareas visuales y táctiles que requieren transferencia de información sensorial entre los hemisferios cerebrales. Fibras comisurales que atraviesan la porción anterior y el cuerpo del *corpus callosum* son esenciales para realizar movimientos independientes bimanuales de los dedos. Fibras comisurales que atraviesan el cuerpo calloso posterior juegan un papel importante en la visión e integración visoespacial. Las fibras callosas también son importantes para la cognición de orden superior, incluida la función social, de la atención y emocional (10).

Alteraciones principales del cuerpo calloso y su importancia clínica

Los trastornos del desarrollo del cuerpo calloso incluyen la agenesia o ausencia completa, disgenesia parcial o hipogenesia, la hipoplasia y la hiperplasia. En la disgenesia parcial, el cuerpo calloso es más corto en su longitud anteroposterior como resultado de segmentos faltantes, generalmente el esplenio. En la hipoplasia, el cuerpo calloso es normal en su longitud anteroposterior y se forman todos sus segmentos; sin embargo, existe un adelgazamiento de este, de lo cual lo más frecuentes es la atrofia de etiología hipóxica (11).

Las alteraciones del cuerpo calloso pueden ser genéticas, infecciosas (TORCH y Zika), vasculares o tóxicas; los factores genéticos son los más comunes, entre ellos la edad materna mayor de 40 años y diversos síndromes, en los cuales en la mayoría se encuentra la agenesia del cuerpo calloso con otras asociaciones frecuentes como microcefalia, espasmos infantiles, neuropatía progresiva, alteraciones visuales, auditivas y déficit intelectual (12).

Entre las alteraciones asociadas a la agenesia se encuentran del 21 a 93% de los casos alteraciones del sistema ventricular (hidrocefalia, colpocefalia), trastornos del desarrollo cortical con circunvoluciones anormales, quistes y lipomas interhemisféricos y alteraciones de la fosa posterior (malformación de Dandy Walker, quistes de la fosa posterior, malformaciones Chiari II y III, agenesia del vermis del cerebelo y romboencefalosinapsis) (13, 14). En el 65 % de los casos se encuentra anomalías craneofaciales, defectos cardíacos congénitos, alteraciones en las extremidades y restricción del crecimiento (15).

La prevalencia de trastornos del cuerpo calloso en niños con discapacidad del desarrollo es de aproximadamente 2-3 % y la prevalencia en general es de 1 por 1.000 nacidos vivos. La agenesia del cuerpo calloso tiene una prevalencia en general de 1 por 4.000 nacidos vivos y 230-600 por 10.000 en niños con alteraciones en el neurodesarrollo. La hipoplasia del CC se estima en 1,8 por 10.000 nacidos vivos (16).

Las alteraciones del CC ocurren con regularidad en niños que se evalúan por retraso del neurodesarrollo. Hay una variedad de condiciones que interrumpen el desarrollo cerebral temprano, incluidos los trastornos metabólicos y cromosómicos, así como la exposición intrauterina a teratógenos e infección. Como ya se ha mencionado, las alteraciones en el CC se asocian frecuentemente con otras malformaciones nerviosas centrales o anomalías somáticas en estos niños, sin embargo, pueden encontrarse de manera aislada (16).

Características normales por métodos de imagen

La ecografía es utilizada para la evaluación del cuerpo calloso fundamentalmente durante la etapa prenatal y neonatal, mientras las fontanelas se encuentran con suficiente amplitud para su estudio, principalmente la frontal. La evaluación ecográfica comprende la visualización directa, generalmente durante el embarazo por vía transabdominal, aunque es posible evaluarlo con transductor endovaginal en fetos con presentación cefálica en casos especiales. Durante el tercer trimestre de embarazo la aproximación por la fontanela posterior puede ser útil para una valoración más completa del esplenio. La morfología completa debe ser determinada en planos sagitales, aunque puede hacerse caracterización de zonas específicas en planos coronales. Hasta el momento la ecografía sigue siendo el estándar de oro para el estudio del cuerpo calloso y en general del sistema nervioso central durante la etapa prenatal. Es importante el uso de herramientas como la señal Doppler color para la demostración de la arteria pericallosa especialmente en las gestaciones tempranas donde existe duda de la existencia y morfología completa de la estructura a evaluar (17). Es importante tomar en cuenta las variaciones del desarrollo normal, por ejemplo, el esplenio debería observarse posterior a su formación alrededor de la semana 20 de gestación, cuando debería de haber alcanzado el nivel de la cisterna cuadrigeminal (18). Mención especial debe hacerse a las nuevas técnicas ecográficas que van encaminadas a una mejor valoración morfológica, como la implementación de imágenes y volumetría en 3D (19).

Otro método de estudio que se utiliza para valorar el CC es la Tomografía Computada, en la cual puede observarse su morfología general y cuantificarse su densidad la cual es similar a la sustancia blanca adyacente, con un índice de atenuación de hasta 28 UH (20). Sin embargo, por los riesgos inherentes a la radiación, la limitada resolución que ofrece entre las estructuras cerebrales más finas, y su falta de sensibilidad para la mayoría de los trastornos de la sustancia blanca, no constituye un método adecuado para la evaluación de rutina o tamizaje de las alteraciones del cuerpo calloso.

Las características normales por resonancia magnética del cuerpo calloso también son similares a aquellas de la sustancia blanca, presentando alta señal en las secuencias potenciadas en T1 y baja señal en relación tanto en T2 como en Densidad protónica. En los planos sagitales se pueden observar y caracterizar adecuadamente todas las porciones de este, así como la presencia y anatomía del giro del cíngulo y de los ventrículos laterales (21). Es importante constatar que dichas características de señal están descritas en pacientes con edad posterior a 24 meses; previo a esa edad los estudios de resonancia mostrarán una mayor mielinización en las regiones caudales comparativamente con las regiones más rostrales (22).

Hasta la fecha no se considera diferencia estadísticamente significativa entre las

mediciones prenatales realizadas por ecografía de aquellas que se realizaron por resonancia magnética, por lo cual las tablas existentes para la medición de la longitud total del cuerpo calloso en etapa prenatal pueden usarse indistintamente en ambos métodos, definiendo como cuerpo calloso corto una longitud menor o igual al primer percentil. Sin embargo, nuevos métodos proponen la medición sin el uso de tablas especiales, debido a que el índice entre la longitud occipitofrontal intracraneal permanece sin cambios durante la gestación normal (2.35 ± 0.11), índice que aumenta en casos donde la longitud es menor a la normal (valor medio 3.20 ± 0.84) (17).

Las mediciones del cuerpo calloso han sido de especial interés especialmente en el campo de la neuropsiquiatría. Se ha correlacionado áreas del cuerpo calloso mayores en personas con dominancia del lenguaje del hemisferio derecho (23), ciertamente otras han sido contradictorias sin encontrar diferencias significativas de acuerdo múltiples parámetros (edad, sexo, pacientes zurdos o diestros, etcétera) (24). El adelgazamiento focal en la conjunción del cuerpo y el esplenio en el 25% de los pacientes es considerado una variante normal (25).

Determinación del tamaño del cuerpo calloso

El tamaño del CC está determinado por el número y tamaño de los axones que lo constituyen, la mielinización y el líquido perivascular. La disminución del tamaño será determinada por la muerte celular, por lo que el tamaño y la forma finales serán el resultado de un equilibrio entre la muerte celular, el aumento de la mielinización y el diámetro del axón (26, 27, 28).

Entre los factores implicados en el crecimiento del CC se encuentra la edad, principalmente en la etapa fetal en la cual la morfología es tubular y sin estrechamiento a nivel del istmo. Durante el segundo, cuarto y sexto meses de edad existe un crecimiento acelerado del esplenio, aunque algunos autores han demostrado crecimiento acelerado del mismo hasta el 3er año de edad (29, 30). De hecho, Garel y colaboradores (2011) concluyen, dado que ellos contaban con mejores métodos técnicos de adquisición imagenológica respecto a los estudios previos publicados, que la morfología final de la etapa adulta en cuanto al CC se adquiere hasta los 3 años de edad y no antes, sin observar aumentos significativos predominantes en regiones posteriores durante el resto de la infancia y la adolescencia (31).

Otro factor significativo es la prematuridad, principalmente en lo que se refiere al área transversal total, la cual es mucho mayor en niños nacidos a término, con influencia también en su desarrollo posterior denotando mayor sensibilidad al daño en niños prematuros (32).

Habría que considerar igualmente el factor genético, que determina una mayor similitud morfológica entre gemelos monocigotos (33). Por último, se ha establecido la hipótesis de diferencias en tamaño y área del CC respecto al sexo, sin embargo, los estudios arrojan datos controvertidos al respecto (34, 35, 36, 37). Es posible, de acuerdo con estudios recientes, que exista un grosor mayor en los sujetos de sexo femenino en la etapa neonatal, sin que se hayan encontrado diferencias significativas entre ambos sexos más allá de los 3 meses de edad (38).

Relación entre el tamaño y la función del cuerpo calloso

Se ha establecido relación significativa en la infancia con la longitud y el grosor del cuerpo calloso con el desarrollo motor del niño, específicamente en aquellos sanos nacidos a término, sin diferencias significativas entre otros factores como la edad gestacional, sexo, edad o circunferencia cefálica (39).

Trabajos actuales en diversos grupos de edad correlacionan de manera consistente la disminución del área y grosor del cuerpo calloso en pacientes con trastornos del espectro psicótico, comparado con sujetos sanos. Si bien no se ha establecido un área anatómica específica que se encuentre afectada, los datos reflejan que dicha alteración podría ser detectada desde fases tempranas de la enfermedad o incluso realizar mediciones anticipadas en aquellos pacientes con riesgo de presentar alguno de estos problemas (40). Otros estudios similares han encontrado la correlación consistente en los cambios de la morfología más que en el grosor total de la estructura estudiada (41).

Ya se ha comentado la influencia genética en el tamaño general del cuerpo calloso. Basados en esta premisa, se ha explorado la hipótesis de las dimensiones en dicha estructura cerebral en sujetos con padres sanos y en hijos de padres con diagnóstico de algún padecimiento psiquiátrico, concretamente depresión y trastorno bipolar, para ver si puede establecerse la posibilidad de que el tamaño o la morfología heredada del CC pueda derivar también en una mayor susceptibilidad a padecer dichas enfermedades (42).

Por el contrario, poco se ha estudiado sobre pacientes con grosor aumentado del cuerpo calloso. La hipertrofia de este se ha relacionado con problemas en la compactación y densidad de sus fibras, lo cual podría tener repercusiones a nivel del desarrollo, principalmente la parte cognitiva (43). Otros estudios de interés respecto a la utilidad de la medición del CC se han centrado en la correlación que existe entre éste y el volumen cerebral total, estableciéndolo como un posible marcador cuantitativo del

grado de atrofia en determinados grupos de pacientes o en la práctica clínica general (44).

En cuanto a los trastornos del espectro autista, es clara la relación entre el volumen y la microestructura del cuerpo calloso con la existencia de éstos, por lo que la continuación de los estudios al respecto podría arrojar más datos sobre la fisiopatología de los mismos (45). Uno de los metaanálisis más representativos de este grupo de estudios arrojó información consistente sobre la reducción del área total del cuerpo calloso en niños con autismo y soporta igualmente la teoría de una conectividad cerebral aberrante en estos trastornos, dejando la puerta abierta a estudios futuros. Es posible que la detección temprana de alteraciones en el grosor y longitud del cuerpo calloso en este tipo de pacientes permita seleccionar de forma más objetiva a aquellos que requieran estudios con técnicas adicionales, como el uso de la tractografía u otras secuencias de resonancia magnética funcional (46).

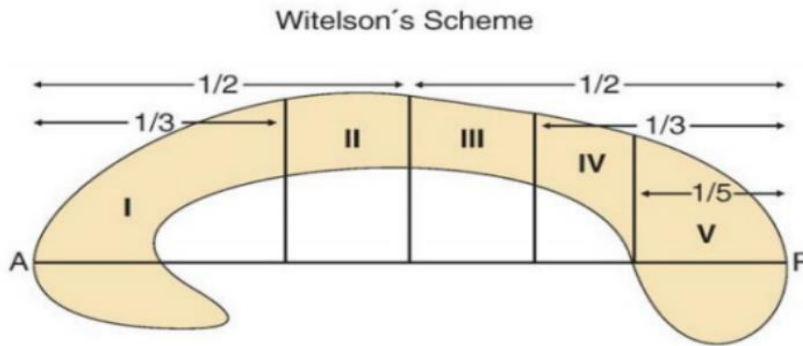
Técnicas de segmentación y medición del Cuerpo Calloso

Actualmente el análisis morfométrico automatizado estándar del cuerpo calloso se basa en imágenes de resonancia magnética potenciadas en T1, no obstante, el resultado suele ser impreciso debido a la amplia variabilidad en tamaño y forma. Muchas de las técnicas empleadas requieren intervención manual para delinear de manera más exacta y confiable la estructura estudiada. Se ha comprobado que el área del plano medio sagital del cuerpo calloso está relacionada con el recuento de fibras totales existente en este (47), por lo que el primer paso será obtener dicho plano, el cual se define anatómicamente como el plano que contiene la materia gris mínima en la cisura interhemisférica. La cisura interhemisférica es la hendidura que divide longitudinalmente al cerebro en dos hemisferios unidos entre sí por el cuerpo calloso (48, 49). Una vez obtenido el corte sagital medio cerebral, se procede a aislar el cuerpo calloso de la imagen y a su segmentación.

Las propuestas esquemáticas para la medición del cuerpo calloso en la bibliografía médica son principalmente la de Witelson en 1989 (50), Hampel (51), Hofer – Frahm (52) y Garel (2). Cabe mencionar que realmente ninguna de estas divisiones tiene una traducción a nivel celular siendo útiles realmente para fines de estandarizar los trabajos de investigación. Por su importancia histórica y de investigación vale la pena mencionar más a detalle las divisiones de Witelson, el método geométrico de Hampel y el método de Garel y colaboradores.

Divisiones de Witelson (50)

Propone dividir el cuerpo calloso en cinco segmentos verticales basados en fracciones de la distancia máxima entre la región rostral y caudal.

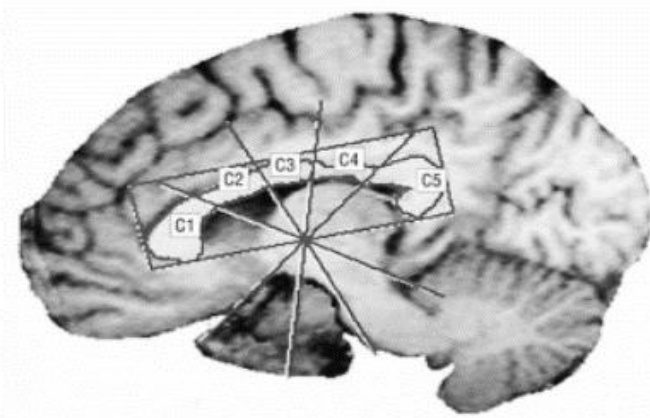


El CC quedará dividido en regiones que comprenden

- El tercio anterior (I)
- El medio cuerpo anterior (II)
- El medio cuerpo posterior (III)
- El tercio posterior (IV)
- El quinto posterior. (V)

Divisiones de Hampel (51)

Este modelo de división del cuerpo calloso lo encaja dentro de un rectángulo. El lado inferior de dicho rectángulo delimita tangencialmente los puntos más rostral y caudal. En el punto medio del lado inferior del rectángulo se genera una figura formada por 10 líneas equidistantes entre sí que pasan todas por este punto. Las 4 líneas superiores crean 5 subdivisiones. Analizando el número de píxeles de cada subdivisión y el tamaño de estos nos permite calcular las áreas en los estudios de imagen mientras que el lado inferior del rectángulo nos dice la longitud del cuerpo calloso.

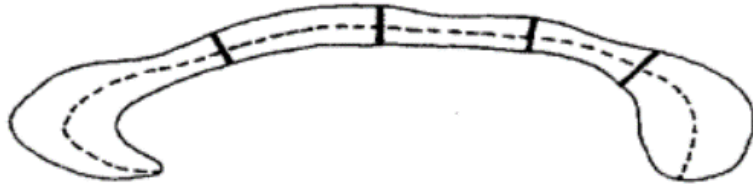


En este corte del cuerpo calloso se pueden ver las siguientes regiones:

- C1 representa el *rostrum*.
- C2, el tronco anterior;
- C3, el tronco medio;
- C4, el tronco posterior;
- C5, el *splenium*.

Determinación del grosor

El procedimiento para determinar el grosor de una región determinada del cuerpo calloso consiste en marcar una línea que recorra desde el borde superior (dorsal) al inferior (ventral)



del mismo. Posteriormente debe generarse una línea trazada en la región media y que recorra toda la estructura desde la región anatómica de la rodilla hasta el esplenio, sirviéndonos como referencia posterior para el trazo de las distancias perpendiculares que determinarán el grosor de cada área evaluada, como se observa en la imagen adyacente.

Método de Garel

En el estudio original se incluyeron aquellos pacientes con adquisiciones sagitales tanto en secuencias T1 como T2 disponibles, excluyéndose aquellos con algún artefacto de movimiento, malformaciones cerebrales o nacidos prematuros. Las adquisiciones de niños con alteraciones metabólicas, desórdenes neuropsicológicos, malformaciones extra cerebrales, trauma o daño hipóxico, también fueron excluidos a pesar de que no se hubieran detectado anomalías estructurales cerebrales.

Las adquisiciones se realizaron con un equipo Philips Achieva de 1.5T con secuencias potenciales en T1 con grosor de corte de 1.5 a 4 mm o potenciadas en T2 con grosor de corte de 2.5 a 4 mm.

Se determinó el diámetro anteroposterior del cuerpo calloso definido como la distancia entre el límite anterior de la rodilla y el límite posterior del esplenio, la longitud verdadera del cuerpo calloso definida como la distancia curvilínea entre el rostro y el esplenio justo en la mitad del espesor del CC, así como el grosor de la rodilla, del cuerpo, del istmo y del esplenio. También se determinó el diámetro occipitofrontal y la distancia esplenio/tegmento, definida como la distancia al nivel del fastigio, entre una línea dibujada a lo largo de la superficie dorsal del tallo cerebral y otra línea paralela a la primera y que pase a través del nivel más posterior del esplenio.

Cuanto el istmo no pudo identificarse debido a un modelo insuficiente, fue medido

a nivel del fórnix, superior a su intersección con el CC. En las ocasiones en que el diámetro fronto-occipital no pudo ser medido en una sección medio sagital debido al agrandamiento de la cisura interhemisférica, fue medido en un plano levemente parasagital. A continuación se muestra de manera gráfica las mediciones realizadas con el correspondiente desglose de las abreviaturas usadas en la imagen.

APD – Diámetro anteroposterior del CC.

LCC – Longitud verdadera del CC.

GT – Espesor de la rodilla del CC.

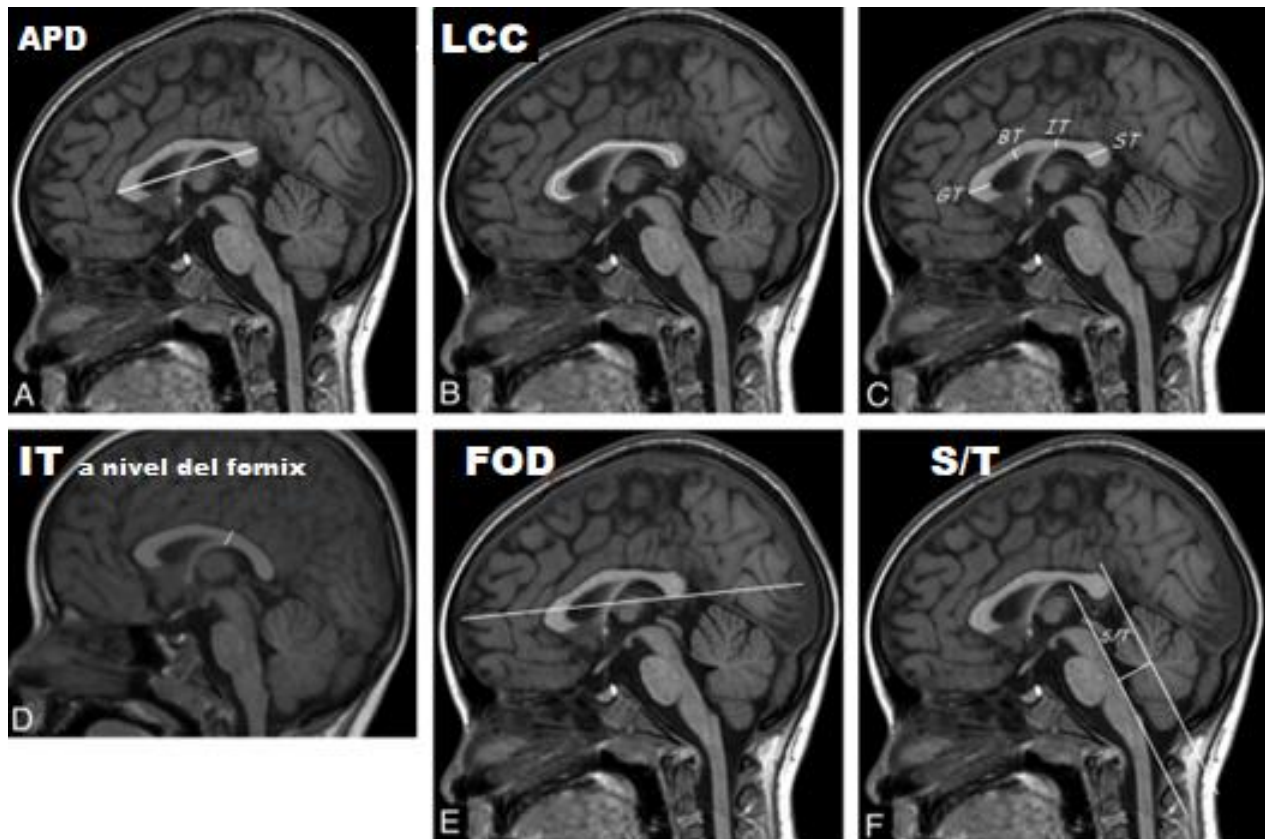
BT – Espesor del cuerpo del CC.

IT – Espesor del istmo del CC.

ST – Espesor del esplenio del CC.

FOD – Diámetro fronto-occipital.

S/T – Distancia esplenio/tegmento.



1. Obtenido y modificado del artículo original, Garel y colaboradores (2011).

V. JUSTIFICACIÓN

Dado que el cuerpo calloso es esencial para la coordinación e integración del procesamiento de la información entre los dos hemisferios cerebrales y que en la población pediátrica con discapacidad en el desarrollo la prevalencia de los trastornos del cuerpo calloso es de aproximadamente 2-3 %, se vuelve una necesidad contar con herramientas y parámetros objetivos que nos permitan evaluar su integridad estructural, dirigida principalmente con fines tanto de detección como de investigación de su fisiopatología.

Una de esas herramientas es precisamente la determinación del espesor del cuerpo calloso que nos permita ofrecer un dato concreto al clínico sobre nuestra población, iniciando con el registro de los valores en la población estructuralmente normal de nuestro hospital y de nuestro país, de la cual carecemos de datos.

Las escasas investigaciones publicadas en nuestro país al respecto y el avance limitado en el campo de la neuropsiquiatría y sus posibles traducciones anatómicas en el contexto de los trastornos de desarrollo cognitivo, motor o en padecimientos como el espectro autista, la depresión, el desorden bipolar y los trastornos psicóticos, hacen evidente la necesidad de un análisis más profundo del problema.

Así mismo es importante llevar a cabo acciones concretas dirigidas a su resolución, comenzando por el aprovechamiento de los recursos con los que ya contamos, desde los equipos de resonancia magnética utilizados de manera cotidiana en nuestro hospital como los estudios de imagen ya almacenados en nuestro sistema de comunicación y archivado de imágenes (PACS).

Los escasos datos actuales sobre la biometría normal del cuerpo calloso en el grupo etario estudiado limitan la evaluación neurológica por imagen en la población pediátrica mexicana por lo que es de suma importancia atender dicho problema y garantizar una mejoría en la atención derivada del análisis de la información que no ha sido estudiada ni organizada de manera puntual.

VI. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuál es la medida longitudinal, el espesor de la rodilla, cuerpo, istmo y esplenio del cuerpo calloso en pacientes lactantes mayores y menores por resonancia magnética con reporte normal?

VII. OBJETIVOS

Objetivos generales:

- A través de Resonancia Magnética conocer la biometría del cuerpo calloso en corte sagital, en pacientes lactantes mayores y menores con reporte normal.

Objetivos específicos:

- Identificar el diámetro longitudinal del cuerpo calloso, así como el espesor de los segmentos de la rodilla, cuerpo, istmo y esplenio.

VIII. HIPÓTESIS

No aplica al tratarse de un estudio transversal.

IX. MATERIAL Y MÉTODOS

Lugar donde se efectuará el estudio:

- El estudio se llevará a cabo en el servicio de Resonancia Magnética del Departamento de Radiodiagnóstico de la U.M.A.E. Hospital General Dr. Gaudencio González Garza del Centro Médico Nacional la Raza del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Diseño de la investigación.

1. Por el control de la maniobra experimental: **Transversal**
2. Por la captación de la información: **Retrospectivo**.
3. Por el manejo de la información: **Observacional**

Diseño de la muestra (universo de trabajo):

- Se revisarán todos los estudios de resonancia magnética de cráneo simple o contrastada en pacientes lactantes menores (de 1 mes cumplido hasta un día previo a cumplir el año) y mayores (de 1 año cumplido hasta los 2 años de edad), los cuales tengan reporte normal, en secuencia T1 o T2 sagital, realizados en el periodo comprendido del 1 de enero de 2020 al 31 de agosto de 2023.

Criterios de selección

Inclusión:

- Imágenes de pacientes con rango de edad de 1 mes a 2 años con un estudio de resonancia magnética que incluya imágenes ponderadas en T1, T2 o FLAIR en corte sagital, en el periodo de 1 de enero de 2020 al 31 de agosto de 2023 realizados en el servicio de resonancia magnética del Hospital General del CMN La Raza, con reporte normal.

Exclusión:

- Imágenes de pacientes con resonancia magnética de cráneo con reporte de anormalidad.
- Imágenes de pacientes fuera del periodo de tiempo del estudio del 1 de enero de 2020 al 31 de agosto de 2023.
- Imágenes de pacientes fuera del rango del rango de edad al momento de la realización del estudio.

Eliminación:

- Imágenes de pacientes pediátricos con rango de edad de 1 mes a 2 años con reporte de normalidad con estudio incompleto o extraviado.
- Imágenes de pacientes prematuros.

Desarrollo del estudio

Una vez aprobado el estudio por los comités de ética e investigación se procederá a realizar la base de datos de los estudios de imagen a evaluar que cumplan con los criterios de inclusión ya referidos por parte del investigador asociado, entrando a la plataforma PACS para hacer a selección. Se asignará un folio a cada estudio incluido para preservar la confidencialidad de los pacientes, Todo este procedimiento se estima para una duración aproximada de dos semanas. Posteriormente se iniciará la medición del cuerpo calloso en sus porciones establecidas vaciando los datos en formato de recolección. Una vez reunidos los datos se procederá a su organización por edad en meses y análisis estadístico el cual se estima podrá realizarse en una semana más, con períodos de tiempo límite como lo establece el cronograma.

Aspectos estadísticos

Tamaño de la muestra:

- Se incluirá a todas las imágenes de pacientes con reporte de normalidad en resonancias magnéticas de cráneo en corte sagital enfatizadas en T1 o T2 en pacientes de 1 mes hasta 2 años, del periodo de 1 de enero de 2020 al 31 de agosto de 2023.
- A los datos obtenidos se vaciarán en una base de datos se ordenarán mediante edad para después realizar estadística descriptiva.

Variables

- Variable Dependiente: tamaño del cuerpo caloso.
- Variable Independiente: resonancias magnéticas realizadas con reporte de normalidad.

Definición de variables

Resonancia magnética

1. Definición conceptual: Estudio de imagen que consiste en la obtención de imágenes de la zona anatómica que se desea estudiar mediante el empleo de un campo electromagnético (imán), un emisor/receptor de ondas de radio (escáner) y un ordenador.
2. Definición operativa: Visualización correcta y precisa de la anatomía del cerebro con enfoque al cuerpo caloso en un plano sagital.
3. Indicador: Imágenes que muestren el cuerpo caloso en cortes sagitales enfatizadas en T1 y/o T2.
4. Escala de medición: Cualitativa politómica.

Cuerpo caloso

1. Definición conceptual: El cuerpo caloso es una estructura de sustancia blanca que conecta ambos hemisferios cerebrales y se ubica en el fondo de la cisura interhemisférica. Sus fibras se separan en haces de asociación y fibras de proyección.
2. Definición operacional: El cuerpo caloso es una estructura de sustancia blanca que conecta ambos hemisferios cerebrales.
3. Indicador: Imágenes que muestren el cuerpo caloso en cortes sagitales enfatizadas en T1 o T2.
4. Escala de medición: Cualitativa politómica

Variables demográficas

Edad:

- Definición Conceptual: f. (lat. Aeta). Tiempo transcurrido desde el nacimiento. Duración de la vida. Duración de una cosa material.

- Definición operativa: Tiempo transcurrido entre el nacimiento y la fecha del estudio.
- Indicador: meses y años cumplidos.
- Escala de medición: Cuantitativa discreta.

Sexo:

- Definición Conceptual: m. (lat. Sexus). Diferencia física y constitutiva del hombre y de la mujer: sexo masculino, femenino.
- Definición operativa: Se clasificará de acuerdo a lo indicado en la solicitud.
- Indicador: Masculino / femenino
- Escala de medición: Cualitativa Nominal.

Grupo etario:

- Definición Conceptual: Dicho de varias personas que tienen la misma edad. Perteneciente o relativo a la edad de una persona. Período etario. Franja etaria.
- Definición operativa: Grupos de edad en que se divide la población pediátrica de acuerdo periodos de tiempo en que sus características fisiológicas son afines.
- Indicador: Edad: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 meses, 1, 2 años. Recién nacido, lactante menor, lactante mayor, preescolar, adolescente, adulto.
- Para fines de este estudio se define que el lactante menor abarca un periodo desde el 1er mes hasta el 11avo mes de vida mientras que el lactante mayor abarca un período desde el 12 mes o 1er año de edad hasta los 23 meses con 29 días de vida.
- Escala de medición: Cualitativa Ordinal.

Cuantificación:

- Definición Conceptual: Expresión numérica de un cuerpo en diámetro longitudinal.
- Definición operativa: Cálculo en milímetros del cuerpo caloso en sus diferentes segmentos: rodilla, cuerpo, istmo y esplenio, virtualmente en imagen sagital de resonancia magnética.
- Indicador: Medida en milímetros en eje longitudinal del cuerpo caloso y del espesor de la rodilla, el cuerpo, istmo y esplenio.
- Escala de medición: Cuantitativa ordinal, medida en milímetros.

X. ASPECTOS ÉTICOS

La investigación corresponde a una de **tipo I**, donde solo se revisarán estudios ya realizados e indexados en el sistema de comunicación y archivado de imágenes (PACS), sin necesidad de tomar nuevos estudios, lo cual **no significará ningún riesgo para el paciente**, de acuerdo a lo referido en el **artículo 17 de la Ley general de salud en materia de investigación para la salud** de nuestro país (Capítulo I: Disposiciones comunes/Título segundo: de los aspectos éticos de la investigación en seres humanos).

Así mismo el presente protocolo se apega a las normas éticas nacionales e internacionales entendiendo como tales el **Código de Núremberg, la Declaración de Helsinki, el Informe de Belmont, la NOM 012-SSA3-2012 y la Ley Federal de protección de datos personales en posesión de particulares.**

Cabe mencionar que también se ajusta al **Procedimiento para la evaluación, registro, seguimiento, enmienda y cancelación de protocolos de investigación presentados ante el comité local de investigación en salud y el comité local de ética en investigación 2810-002-002 actualizado el 18 de octubre de 2018.**

Como **beneficio social** podrán obtenerse datos actualizados sobre la biometría normal del cuerpo calloso en el grupo etario estudiado, datos de los que **carecemos hasta el presente en nuestra población y que limitan la evaluación neurológica por imagen en la población pediátrica mexicana.**

Conflicto de intereses los investigadores no cuentan con ningún conflicto de intereses para la realización del proyecto.

XI. RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD

Recursos humanos:

- Se cuenta con personal médico con especialidad en Radiología e Imagen, el cual tiene amplia experiencia para la interpretación de los estudios tanto de pacientes adultos como pediátricos.
 - Dr. Daniel Flores Sorcia MBRX
- Médico residente encargado de la revisión de estudios y recolección de datos:
 - Dra. María Magdalena Cabrales Trejo R4RX

Financiamiento y factibilidad:

El presente estudio es adecuadamente reproducible debido a que este hospital concentra a la población de la Zona Norte del centro del país en condiciones raciales y socioeconómicas similares. Además, se cuenta con la infraestructura tecnológica y humana, un registro radiológico digital completo, la información de dicha base de datos y expedientes clínicos suficientes para permitir el análisis de las variables del estudio. Finalmente cabe mencionar que es posible realizar el estudio sin algún aporte económico o financiamiento externo.

XII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

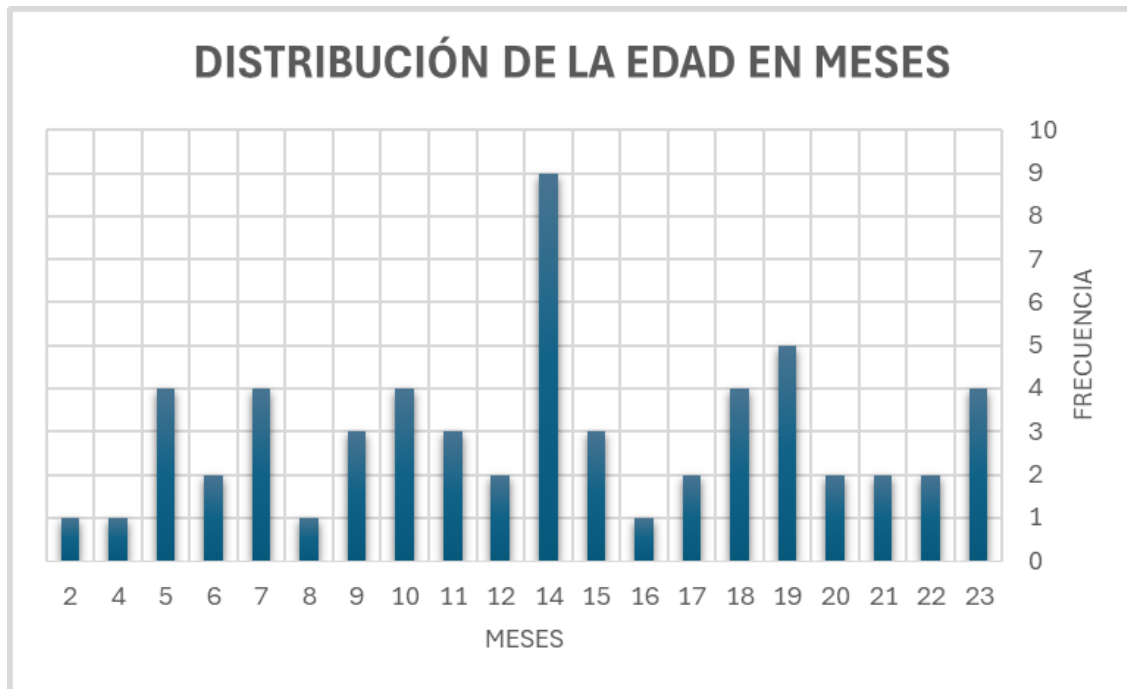
	MARZO/ MAYO	JUNIO/ JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBR E	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE/ FEBRERO
Búsqueda bibliográfica	X						
Elaboración del proyecto		X					
Registro en el SIRELCIS			X	X	X	X	
Recopilación de datos							X
Análisis estadístico							X
Redacción de tesis							X
Publicación de tesis							X

XIII. RESULTADOS

Los resultados del estudio se encuentran organizados en base a las variables de investigación establecidas.

A continuación, se presentarán los resultados enfocados en las variables de grupo estudiado (lactantes menores y lactantes mayores), edad en meses y sexo recopilados en los 59 reportes totales de pacientes que cumplieron con las características necesarias para participar en el estudio.

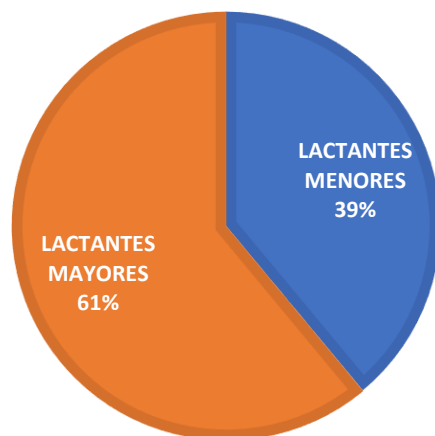
La primera tabla muestra la distribución etaria en meses de cada uno de los participantes.



En el periodo de 1 de enero del 2020 al 30 de junio del 2023 se encontraron 59 estudios e Resonancia Magnética de Cráneo de pacientes con reporte normal que incluían secuencias adecuadas para la realización de las mediciones requeridas; de estos estudios al momento de su realización 23 correspondían a lactantes menores (39%) y 26 a lactantes mayores (61%).

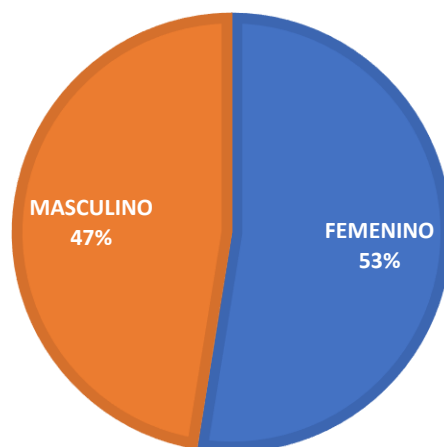
DISTRIBUCIÓN POR GRUPO ETARIO

■ LACTANTES MENORES ■ LACTANTES MAYORES



DISTRIBUCIÓN POR SEXO

■ FEMENINO ■ MASCULINO



De los 59 estudios totales 31 correspondieron a pacientes de sexo femenino lo que representa el 53% del total, mientras que 28 a pacientes del sexo masculino representan el 47% de la población estudiada.

En cuanto a las mediciones del cuerpo calloso en las 4 porciones estudiadas en la tabla siguiente se encuentran organizados los resultados con sus promedios, la desviación estándar en cada caso, así como el límite máximo y mínimo se obtuvo por grupo etario de lactantes mayores y menores los siguientes datos y promedios.

TABLA DESCRIPTIVA DE MEDICIONES OBTENIDAS DEL CUERPO CALLOSO EN TODAS SUS PORCIONES*									
LACTANTES MENORES									
	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR	VARIANZA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	RANGO	MEDIANA
ROSTRO	6.57	1.33	7.90	5.24	1.69	4.12	9.29	5.17	6.19
CUERPO	3.18	0.95	4.14	2.23	0.87	1.28	5.04	3.76	3.02
ISTMO	2.15	0.80	2.95	1.35	0.62	1.08	3.90	2.82	1.88
ESPLENIO	6.21	1.76	7.97	4.45	2.96	4.20	10.50	6.30	5.59
LACTANTES MAYORES									
	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	LÍMITE MÁXIMO	LÍMITE MÍNIMO	VARIANZA	MÍNIMO	MÁXIMO	RANGO	MEDIANA
ROSTRO	7.88	1.62	9.50	6.25	2.57	4.59	9.26	4.67	7.88
CUERPO	3.91	0.70	4.62	3.21	0.48	2.72	5.34	2.62	4.18
ISTMO	2.49	0.76	3.25	1.73	0.56	0.86	4.14	3.28	2.38
ESPLENIO	7.36	1.06	8.42	6.29	1.10	4.53	9.26	4.73	7.49
* Medición en milímetros									

Así mismo se determinaron los diámetros promedio de cada parámetro estudiado por grupo de edad en meses, destacando los grupos de 6, 12 y 18 meses de edad, con el fin de contar con grupos comparativos de forma similar con algunos estudios de centros extranjeros.

DIÁMETROS PROMEDIO POR EDAD A LOS 6, 12 Y 18 MESES					
6 MESES	PROMEDIO	12 MESES	PROMEDIO	18 MESES	PROMEDIO
ROSTRO	6.25	ROSTRO	7.28	ROSTRO	8.84
CUERPO	2.47	CUERPO	3.43	CUERPO	4.31
ISTMO	1.74	ISTMO	2.64	ISTMO	2.93
ESPLENIO	4.94	ESPLENIO	6.98	ESPLENIO	7.44

XIV. DISCUSIÓN

Las mediciones realizadas en el período estipulado de este protocolo nos permitió conocer mejor las características anatómicas y morfológicas del cuerpo calloso en la población de nuestro hospital abriendo además el campo para la continuación de su estudio y el establecimiento de tablas más amplias, tal vez incluso en colaboración de otras unidades con pacientes similares que nos permitan establecer un rango normal para la población mexicana, todo con la idea de utilizar parámetros más objetivos de evaluación en nuestra práctica cotidiana.

Por el momento no se cuentan estudios en la literatura que permitan comparar un grupo similar de lactantes mayores y menores, sin embargo fue posible con fines de análisis comparar los promedios obtenidos de cada parámetro estudiado por separado en los grupos de 6, 12 y 18 meses de edad con aquellos resultados referidos en el estudio de Garel y colaboradores (2), debido a que se utilizó un método similar de medición y parámetros equivalentes para rodilla, cuerpo, istmo y esplenio, si bien en nuestro estudio no se incluyeron otros datos más específicos como diámetro anteroposterior y fronto-occipital.

Destaca el hecho de que los promedios en nuestra población normal de 6, 12 y 18 meses de edad respectivamente se encuentran muy cercanos al percentil 50% determinado en el estudio de Garel, con pequeñas variaciones, a menudo menores de 0.2 mm de dicho percentil.

XV. CONCLUSIÓN

El conocimiento de la normalidad sobre la biometría del cuerpo calloso permite establecer un punto de corte que facilite el diagnóstico en aquellos casos con alteración anatómica relacionada a manifestaciones clínicas diversas, principalmente la encefalopatía hipóxico-isquémica, autismo, enfermedades de la sustancia blanca o de aquellas que afecten en general el neurodesarrollo. Así mismo contribuye a una clasificación más exacta en casos de hipoplasia o atrofia, en especial en pacientes cuyas alteraciones son sutiles.

Existe un área de oportunidad para realizar este tipo de mediciones en un número mayor de estudios de resonancia, ya sea contemplando períodos de tiempo más largos que nos permitan abarcar un número mayor de estudios normales y/o incluyendo la población de otras unidades que trabajen con grupos etarios similares y que nos permitan establecer a la larga nuestros propios percentiles por meses de edad.

XVI. REFERENCIAS

- (1) Jin X, Liang X, Gong G. Functional integration between the two brain hemispheres: Evidence from the homotopic functional connectivity under resting state. *Front Neurosci* [Internet]. 2020;14:932. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33122984/>
- (2) Garel C, Cont I, Alberti C, Josserand E, Moutard ML, Ducou le Pointe H. Biometry of the corpus callosum in children: MR imaging reference data. *AJNR Am J Neuroradiol* [Internet]. 2011;32(8):1436-43. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21799035/>
- (3) Aboitiz F, Montiel J. One hundred million years of interhemispheric communication: the history of the corpus callosum. *Braz J Med Biol Res* [Internet]. 2003;36(4):409-20. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12700818/>
- (4) Mahallati H, Sotiriadis A, Celestin C, Millischer AE, Sonigo P, Grevent D, et al. Heterogeneity in defining fetal corpus callosal pathology: systematic review. *Ultrasound Obstet Gynecol* [Internet]. 2021;58(1):11-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32798278/>
- (5) Boltshauser E. Cranial neuroimaging and clinical neuroanatomy. *Neuropediatrics* [Internet]. 2019;50(3):209-10. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30939598/>
- (6) Naidich TP, Castillo M, Cha S, Smirniotopoulos JG. Imaging of the brain: Expert radiology series [Internet]. Saunders; 2012. Available from: <https://books.google.at/books?id=W26K3Jxhq1kC>
- (7) Mangalore S, Mukku SSR, Vankayalapati S, Sivakumar PT, Varghese M. Shape profile of corpus callosum as a signature to phenotype different dementia. *J Neurosci Rural Pract* [Internet]. 2021;12(1):185-92. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33531781/>
- (8) Mederos YP, García AP, Dones YP, Pérez OF, García AEE, Cancela MM. Vascularización arterial del cuerpo calloso. *Mediciego* [Internet]. 2009 [citado 19 de julio de 2023];15(2). Disponible en: <https://revmediciego.sld.cu/index.php/mediciego/article/view/2230>
- (9) Jäncke L, Staiger JF, Schlaug G, Huang Y, Steinmetz H. The relationship between corpus callosum size and forebrain volume. *Cereb Cortex* [Internet]. 1997;7(1):48-56. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9023431/>
- (10) Kollias S. Parcelation of the white matter using DTI: Insights into the functional connectivity of the brain. *Neuroradiol J* [Internet]. 2009;22(1_suppl):74-84. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/276109907_Parcelation_of_the_White_Matter_Using_DTI_Insights_into_the_Functional_Connectivity_of_the_Brain
- (11) Arslan H, Saylık M, Akdeniz H. MRI findings of coexistence of ectopic neurohypophysis, corpus callosum dysgenesis, and periventricular neuronal heterotopia. *J Clin Imaging Sci* [Internet]. 2014;4(22):22. Disponible en:

<https://clinicalimagingscience.org/mri-findings-of-coexistence-of-ectopic-neurohypophysis-corporum-callosum-dysgenesis-and-periventricular-neuronal-heterotopia/>

- (12) Timor-Tritsch IE, Monteagudo A, Haratz-Rubinstein N, Levine RU. Transvaginal sonographic detection of adducted thumbs, hydrocephalus, and agenesis of the corpus callosum at 22 postmenstrual weeks: the masa spectrum or L1 spectrum. A case report and review of the literature. *Prenat Diagn* [Internet]. 1996;16(6):543-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8809896/>
- (13) Li Y, Estroff JA, Khwaja O, Mehta TS, Poussaint TY, Robson CD, et al. Callosal dysgenesis in fetuses with ventriculomegaly: levels of agreement between imaging modalities and postnatal outcome: Callosal dysgenesis in fetuses with ventriculomegaly. *Ultrasound Obstet Gynecol* [Internet]. 2012;40(5):522-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22262510/>
- (14) Santo S, D'Antonio F, Homfray T, Rich P, Pilu G, Bhide A, et al. Counseling in fetal medicine: agenesis of the corpus callosum: Agenesis of the corpus callosum. *Ultrasound Obstet Gynecol* [Internet]. 2012;40(5):513-21. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23024003/>
- (15) Lieb JM, Ahlhelm FJ. Agenesis of the corpus callosum. *Radiologe* [Internet]. 2018;58(7):636-45. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29774379/>
- (16) Rodríguez Restrepo L, Camacho López PA, Calderón Castillo LA, Lubinus Badillo FG. Abordaje diagnóstico de las alteraciones del cuerpo calloso: estado del arte. *Rev colomb radiol* [Internet]. 2019;30(2):5147-52. Available from: <http://dx.doi.org/10.53903/01212095.81>
- (17) Moradi B, Taherian R, Tahmasebpour A-R, Sanei Taheri M, Kazemi MA, Pak N, et al. Fetal corpus callosum abnormalities: Ultrasound and magnetic resonance imaging role. *J Clin Ultrasound* [Internet]. 2022;50(7):989-1003. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35488776/>
- (18) Pati M, Cani C, Bertucci E, Re C, Latella S, D'Amico R, et al. Early visualization and measurement of the pericallosal artery: An indirect sign of corpus callosum development. *J Ultrasound Med* [Internet]. 2012;31(2):231-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22298866/>
- (19) Pashaj S, Merz E, Wellek S. Biometry of the fetal corpus callosum by three-dimensional ultrasound: Biometry of the fetal corpus callosum. *Ultrasound Obstet Gynecol* [Internet]. 2013;42(6):691-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23649512/>
- (20) Haaga JR. TC y RM Diagnóstico por imagen del cuerpo humano. Volumen 1. 5th ed. Dogra VS, Forsting M, Gilkeson RC, Ha KH, Sundaram M, editors. Elsevier; 2011.
- (21) Georgy BA, Hesselink JR, Jernigan TL. MR imaging of the corpus callosum. *AJR Am J Roentgenol* [Internet]. 1993;160(5):949-55. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8470609/>
- (22) Griffiths PD, Batty R, Reeves MJ, Connolly DJA. Imaging the corpus callosum, septum pellucidum and fornix in children: normal anatomy and variations of normality.

- Neuroradiology [Internet]. 2009;51(5):337-45. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19271214/>
- (23) O’Kusky J, Strauss E, Kosaka B, Wada J, Li D, Druhan M, et al. The corpus callosum is larger with right-hemisphere cerebral speech dominance. *Ann Neurol* [Internet]. 1988;24(3):379-83. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3228272/>
- (24) Kertesz A, Polk M, Howell J, Black SE. Cerebral dominance, sex, and callosal size in MRI. *Neurology* [Internet]. 1987;37(8):1385-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3614665/>
- (25) McLeod NA, Williams JP, Machen B, Lum GB. Normal and abnormal morphology of the corpus callosum. *Neurology* [Internet]. 1987;37(7):1240-2. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3601091/>
- (26) Giedd JN, Rumsey JM, Castellanos FX, Rajapakse JC, Kaysen D, Vaituzis AC, et al. A quantitative MRI study of the corpus callosum in children and adolescents. *Brain Res Dev Brain Res* [Internet]. 1996;91(2):274-80. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8852379/>
- (27) Allin M, Nosarti C, Narberhaus A, Walshe M, Frearson S, Kalpakidou A, et al. Growth of the corpus callosum in adolescents born preterm. *Arch Pediatr Adolesc Med* [Internet]. 2007;161(12):1183-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18056564/>
- (28) Keshavan MS, Diwadkar VA, DeBellis M, Dick E, Kotwal R, Rosenberg DR, et al. Development of the corpus callosum in childhood, adolescence and early adulthood. *Life Sci* [Internet]. 2002;70(16):1909-22. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12005176/>
- (29) Tilea B, Alberti C, Adamsbaum C, Armoogum P, Oury JF, Cabrol D, et al. Cerebral biometry in fetal magnetic resonance imaging: new reference data. *Ultrasound Obstet Gynecol* [Internet]. 2009;33(2):173-81. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19172662/>
- (30) Barkovich AJ, Kjos BO. Normal postnatal development of the corpus callosum as demonstrated by MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol* [Internet]. 1988;9(3):487-91. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3132822/>
- (31) Giedd JN, Blumenthal J, Jeffries NO, Rajapakse JC, Vaituzis AC, Liu H, et al. Development of the human corpus callosum during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* [Internet]. 1999;23(4):571-88. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10390717/>
- (32) Nosarti C, Rushe TM, Woodruff PWR, Stewart AL, Rifkin L, Murray RM. Corpus callosum size and very preterm birth: relationship to neuropsychological outcome. *Brain* [Internet]. 2004;127(Pt 9):2080-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15289268/>
- (33) Oppenheim JS, Skerry JE, Tramo MJ, Gazzaniga MS. Magnetic resonance imaging morphology of the corpus callosum in monozygotic twins. *Ann Neurol* [Internet]. 1989;26(1):100-4. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2774498/>

- (34) Ozdemir ST, Ercan I, Sevinc O, Guney I, Ocakoglu G, Aslan E, et al. Statistical shape analysis of differences in the shape of the corpus callosum between genders. *Anat Rec (Hoboken)* [Internet]. 2007;290(7):825-30. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17538981/>
- (35) Suganthy J, Raghuram L, Antonisamy B, Vettivel S, Madhavi C, Koshi R. Gender- and age-related differences in the morphology of the corpus callosum. *Clin Anat* [Internet]. 2003;16(5):396-403. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12903061/>
- (36) Achiron R, Lipitz S, Achiron A. Sex-related differences in the development of the human fetal corpus callosum: in utero ultrasonographic study. *Prenat Diagn* [Internet]. 2001;21(2):116-20. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11241538/>
- (37) Hwang SJ, Ji E-K, Lee E-K, Kim YM, Shin DY, Cheon YH, et al. Gender differences in the corpus callosum of neonates. *Neuroreport* [Internet]. 2004;15(6):1029-32. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15076728/>
- (38) Chang C-L, Chiu N-C, Yang Y-C, Ho C-S, Hung K-L. Normal development of the corpus callosum and evolution of corpus callosum sexual dimorphism in infancy. *J Ultrasound Med* [Internet]. 2018;37(4):869-77. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28990212/>
- (39) Chang C-L, Hung K-L, Yang Y-C, Ho C-S, Chiu N-C. Corpus callosum and motor development in healthy term infants. *Pediatr Neurol* [Internet]. 2015;52(2):192-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25497120/>
- (40) Prendergast DM, Karlsgodt KH, Fales CL, Ardekani BA, Szeszko PR. Corpus callosum shape and morphology in youth across the psychosis Spectrum. *Schizophr Res* [Internet]. 2018;199:266-73. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29656909/>
- (41) Vermeulen CL, du Toit PJ, Venter G, Rene Human-Baron. A morphological study of the shape of the corpus callosum in normal, schizophrenic and bipolar patients. *Journal of Anatomy* [Internet]. 2023 [citado 19 de julio de 2023];242(2):153. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/joa.13777>
- (42) Woldehawariat G, Martinez PE, Hauser P, Hoover DM, Drevets WWC, McMahon FJ. Corpus callosum size is highly heritable in humans, and may reflect distinct genetic influences on ventral and rostral regions. *PLoS One* [Internet]. 2014;9(6):e99980. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24968245/>
- (43) Merlini L, Anooshiravani M, Kanavaki A, Hanquinet S. Microstructural changes in thickened corpus callosum in children: contribution of magnetic resonance diffusion tensor imaging. *Pediatr Radiol* [Internet]. 2015;45(6):896-901. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25467432/>
- (44) Ji-Ping Z, Chun-Xiao C, Chong-Feng D, Lei N, Xue-Jun L. The value of corpus callosum measurement in the diagnosis of cerebral atrophy. *Curr Med Imaging Rev* [Internet]. 2020;16(6):682-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32723239/>
- (45) Temur HO, Yurtsever I, Yesil G, Sharifov R, Yilmaz FT, Dundar TT, et al.

Correlation between DTI findings and volume of Corpus Callosum in children with AUTISM. *Curr Med Imaging Rev* [Internet]. 2019;15(9):895-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32008536/>

- (46) Frazier TW, Hardan AY. A meta-analysis of the corpus callosum in autism. *Biol Psychiatry* [Internet]. 2009;66(10):935-41. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19748080/>
- (47) Riise J, Pakkenberg B. Stereological estimation of the total number of myelinated callosal fibers in human subjects: Stereological quantitation of fibers. *J Anat* [Internet]. 2011;218(3):277-84. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-7580.2010.01333.x>
- (48) Herrera Mejía HF. Biometría del cuerpo calloso en pacientes pediátricos de 2 a 5 años por resonancia magnética enfatizada en T1 plano sagital, con reporte normal, atendida en la UMAE Dr. Gaudencio González Garza del Centro Médico Nacional La Raza. (Trabajo de grado de especialización). Universidad Nacional Autónoma de México. 2018. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/143000>
- (49) Verard L, Allain P, Traverso JM, Baron JC, Bloyet D. Fully automatic identification of AC and PC landmarks on brain MRI using scene analysis. *IEEE Trans Med Imaging* [Internet]. 1997;16(5):610–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1109/42.640751>
- (50) Witelson SF. Hand and sex differences in the isthmus and genu of the human corpus callosum. A postmortem morphological study. *Brain* [Internet]. 1989;112 (Pt 3):799-835. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2731030/>
- (51) Hampel H, Teipel SJ, Alexander GE, Horwitz B, Teichberg D, Schapiro MB, et al. Corpus callosum atrophy is a possible indicator of region- and cell type-specific neuronal degeneration in Alzheimer disease: a magnetic resonance imaging analysis. *Arch Neurol* [Internet]. 1998;55(2):193-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9482361/>
- (52) Hofer S, Frahm J. Topography of the human corpus callosum revisited-- comprehensive fiber tractography using diffusion tensor magnetic resonance imaging. *Neuroimage* [Internet]. 2006;32(3):989-94. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16854598/>

XVII. BIBLIOGRAFÍA

1. Garel, C., Cont, I., Alberti, C., Josserand, E., Moutard, M. L., & le Pointe, H. D. (2011). Biometry of the corpus callosum in children: MR imaging reference data. *American Journal of Neuroradiology*, 32(8), 1436-1443.
2. Naidich, T. P., Castillo, M., Cha, S., & Smirniotopoulos, J. G. (2012). *Imaging of the brain: expert radiology series*. Elsevier Health Sciences.
3. Witelson, S. F. (1989). Hand and sex differences in the isthmus and genu of the human corpus callosum: a postmortem morphological study. *Brain*, 112(3), 799-835.
4. Jin, X., Liang, X., & Gong, G. (2020). Functional integration between the two brain hemispheres: evidence from the homotopic functional connectivity under resting state. *Frontiers in neuroscience*, 14, 932.

XVIII. ANEXOS

SOLICITUD DE EXCEPCIÓN DE LA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO (Estudio de Tipo I: sin riesgo para el paciente)

Para dar cumplimiento a las disposiciones legales nacionales en materia de investigación en salud, solicito al Comité de Local de Ética en Investigación de la UMAE Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza", del Centro Médico Nacional "La Raza", IMSS, que apruebe la excepción de la carta de consentimiento informado debido a que el protocolo de investigación **BIOMETRÍA DEL CUERPO CALLOSO EN LA POBLACIÓN DE PACIENTES LACTANTES MAYORES Y MENORES POR RESONANCIA MAGNÉTICA CON REPORTE NORMAL DE LA UMAE DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA** es una propuesta de investigación sin riesgo que implica la recolección de los siguientes datos ya contenidos en los expedientes clínicos y archivos de imágenes.

- Edad
- Sexo
- Fecha de nacimiento
- Radiólogo que interpretó el estudio
- Fecha en que se realizó el estudio
- Medición del cuerpo calloso (rostro, cuerpo, istmo y esplenio)

MANIFESTO DE CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS en apego a las disposiciones legales de protección de datos personales, me comprometo a recopilar solo la información que sea necesaria para la investigación y esté contenida en el expediente clínico y/o base de datos disponible, así como codificarla para imposibilitar la identificación del paciente, resguardarla, mantener la confidencialidad de esta y no hacer mal uso o compartirla con personas ajenas a este protocolo. La información recabada será utilizada exclusivamente para la realización del protocolo **BIOMETRÍA DEL CUERPO CALLOSO EN LA POBLACIÓN DE PACIENTES LACTANTES MAYORES Y MENORES POR RESONANCIA MAGNÉTICA CON REPORTE NORMAL DE LA UMAE DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA** cuyo propósito es la elaboración de tesis para la obtención del título de especialidad. Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones que procedan de conformidad con las disposiciones legales en materia de investigación en salud vigentes y aplicables.

Atentamente:




Dr. Daniel Flores Sorcia

FIRMAS DE AUTORIZACIÓN

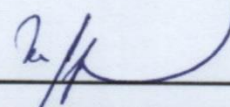
BIOMETRÍA DEL CUERPO CALLOSO EN LA POBLACIÓN DE PACIENTES
LACTANTES MAYORES Y MENORES POR RESONANCIA MAGNÉTICA CON
REPORTE NORMAL DE LA UMAE DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA DEL
CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA

NÚMERO DE REGISTRO INSTITUCIONAL: R-2024-3502-010

AUTORIZADA POR:


DRA. MARÍA TERESA RAMOS CERVANTES


DIRECTORA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD.
HOSPITAL GENERAL "DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA", CENTRO
MÉDICO NACIONAL "LA RAZA"


DR. DANIEL FLORES SORCIA
INVESTIGADOR PRINCIPAL

MÉDICO RADIÓLOGO ADSCRITO AL SERVICIO DE RADIOLOGÍA E IMAGEN.
HOSPITAL GENERAL "DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA", CENTRO
MÉDICO NACIONAL "LA RAZA"


DR. DANIEL FLORES SORCIA

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y
TERAPÉUTICA. HOSPITAL GENERAL "DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA"
CENTRO MÉDICO NACIONAL "LA RAZA"


DRA. MARÍA MAGDALENA CABRALES TREJO
TESISTA

MÉDICO RESIDENTE DE CUARTO AÑO DE IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y
TERAPÉUTICA DEL HOSPITAL GENERAL "DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ
GARZA" CENTRO MÉDICO NACIONAL "LA RAZA"



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



dictamen

Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud 3502.
HOSPITAL GENERAL Dr. GAUDENCIO GONZALEZ GARZA, CENTRO MEDICO NACIONAL LA RAZA

Registro COFEPRIS 18 CI 09 002 001
Registro CONBIOÉTICA CONBIOÉTICA 09 CEI 027 2017101

FECHA Jueves, 25 de enero de 2024

Doctor (a) DANIEL FLORES SORCIA

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **BIOMETRÍA DEL CUERPO CALLOSO EN LA POBLACIÓN DE PACIENTES LACTANTES MAYORES Y MENORES POR RESONANCIA MAGNÉTICA CON REPORTE NORMAL DE LA UMAE DR. GAUDENCIO GONZÁLEZ GARZA DEL CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA**, que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **APROBADO**:

Número de Registro Institucional

R-2024-3502-010

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

Doctor (a) Ricardo Avilés Hernández
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3502

Imprimir

IMSS
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
IDENTIFICADOR:	
FECHA DE NACIMIENTO:	
FECHA DE ELABORACIÓN DEL ESTUDIO:	
MÉDICO RADÍOLOGO QUE INTERPRETÓ EL ESTUDIO:	
EDAD EN MESES AL MOMENTO DEL ESTUDIO:	
SEXO:	
MEDICIONES DE CUERPO CALLOSO (mm)	
ROSTRO	
CUERPO	
ISTMO	
ESPLENIO	