



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

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

**Posición de las amígdalas cerebelosas en la población
pediátrica atendida en la U. M. A. E. Hospital General
"Dr. Gaudencio González Garza", Centro Médico
Nacional "La Raza"**

TESIS DE POSGRADO

***PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICO
ESPECIALISTA EN:***

RADIOLOGÍA E IMAGEN

PRESENTA:

DR. ANTONIO RAMÍREZ GIL LEYVA

ASESOR:

DRA. ADRIANA JUDITH HORTA MARTÍNEZ

GENERACIÓN 2009-2012

MÉXICO, D.F. AGOSTO 2011





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
U.M.A.E HOSPITAL GENERAL "DR GAUDENCIO GONZALEZ GARZA"
CENTRO MEDICO NACIONAL "LA RAZA"
SERVICIO DE RADIOLOGIA E IMAGEN



DRA. LUZ ARCELIA CAMPOS NAVARRO
JEFE DE DIVISI3N DE EDUCACI3N E INVESTIGACI3N M3DICA
U.M.A.E. DR. GAUDENCIO GONZ3LEZ GARZA
CENTRO M3DICO NACIONAL "LA RAZA"
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL.



DR. JORGE RAM3REZ P3REZ
TITULAR DEL CURSO UNIVERSITARIO DE RADIOLOG3A E IMAGEN
JEFE DE LA DIVISI3N DE LABORATORIO Y GABINETE
U.M.A.E. DR. GAUDENCIO GONZ3LEZ GARZA
CENTRO M3DICO NACIONAL "LA RAZA"
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL.



DRA. ADRIANA JUDITH HORTA MARTINEZ
ASESOR DE TESIS
M3DICO RADIOLOGO ADSCRITO AL SERVICIO DE RADIOLOG3A E IMAGEN.
U.M.A.E. DR. GAUDENCIO GONZ3LEZ GARZA
CENTRO M3DICO NACIONAL "LA RAZA"
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

Antonio Ram3rez G.

DR. ANTONIO RAMIREZ GIL LEYVA
MEDICO RESIDENTE DE TERCER AÑO DE RADIOLOG3A E IMAGEN
U.M.A.E. DR. GAUDENCIO GONZ3LEZ GARZA
CENTRO M3DICO NACIONAL "LA RAZA"
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS
Unidad de Educación, Investigación y Políticas de Salud
Coordinación de Investigación en Salud

Dictamen de Autorizado

COMITÉ LOCAL DE INVESTIGACIÓN EN SALUD 3502
HOSPITAL GENERAL DR. GAUDENCIO GONZALEZ GARZA, CENTRO MEDICO NACIONAL LA RAZA, D.F. NORTE

FECHA 09/08/2011

M.C. ADRIANA HORTA MARTÍNEZ

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título:

Posición de las amígdalas cerebelosas en la población pediátrica atendida en la U. M. A. E. Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza", Centro Médico Nacional "La Raza"

que usted sometió a consideración de este Comité Local de Investigación en Salud, 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 **A U T O R I Z A D O**, con el número de registro institucional:

| |
|------------------|
| Núm. de Registro |
| 8-2011-3502-95 |

ATENTAMENTE

DR. JAIME ANTONIO ZALDIVAR CERVERA
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud núm 3502

IMSS

SECTOR SALUD Y SEGURIDAD SOCIAL

DEDICATORIAS

A mi familia por todo su apoyo, paciencia y comprensión. A mi esposa e hija con todo mi amor, gracias por estar siempre a mi lado, éste es un logro para todos.

AGRADECIMIENTOS

A todos mis maestros quienes siempre están dispuestos a enseñarnos, por su apoyo e interés en la transmisión de su conocimiento y en especial a la Dra. Adriana Horta por su apoyo en este proyecto.

ÍNDICE

| | |
|-------------------------------|----|
| 1. Resumen | 8 |
| 2. Marco teórico | 9 |
| 3. Justificación | 15 |
| 4. Planteamiento del problema | 16 |
| 5. Objetivos | 17 |
| 6. Hipótesis | 18 |
| 7. Tipo de Estudio | 19 |
| 8. Material y Métodos | 20 |
| 9. Recursos | 24 |
| 10. Aspectos Éticos | 25 |
| 11. Difusión de resultados | 26 |
| 12. Gráficas | 27 |
| 13. Resultados | 38 |
| 14. Discusión | 43 |
| 15. Conclusiones | 44 |
| 16. Anexos | 45 |
| 17. Bibliografía | 50 |

TÍTULO DEL PROYECTO

Posición de las amígdalas cerebelosas en la población pediátrica atendida en la U. M. A. E. Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”, Centro Médico Nacional “La Raza”

1.- RESUMEN

TÍTULO: Posición de las amígdalas cerebelosas en la población pediátrica atendida en la U. M. A. E. Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”, Centro Médico Nacional “La Raza”

INTRODUCCIÓN: El cerebelo está localizado en la fosa posterior. Está separado del lóbulo occipital por la tienda del cerebelo y de la protuberancia y del mesencéfalo por el cuarto ventrículo. Hay dos hemisferios y entre ambos se encuentra el vermis. El vermis es una porción estrecha que se sitúa en la línea media del cerebelo. La unión craneovertebral es un área anatómicamente compleja, se delimita superiormente con una línea en sentido anteroposterior que va de la parte media del clivus a la protuberancia occipital interna, y su límite inferior es C2-C3. Existe un método para evaluar la posición de las amígdalas cerebelosas, basándose en la línea de Chamberlain la cual va del paladar duro al opistión, tomando la distancia desde ese trazo, existe un estudio el cual reportó fue anormal para la primera década de vida una localización menor a 6 mm de la línea de Chamberlain, para las segunda y tercer década de vida fue anormal una distancia de 5 mm, de los 30 a 79 años de edad la distancia fue 4 mm, después de los 79 años fue una distancia de 3 mm.

OBJETIVOS: Conocer la posición de las amígdalas cerebelosas en la población pediátrica normal por RM en la U. M. A. E. Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”, Centro Médico Nacional “La Raza”.

MATERIAL Y MÉTODOS: Se captaron todos los estudios completos de RM de cráneo reportados como normales de la población pediátrica de 0 a 16 años, de la U. M. A. E. Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”, Centro Médico Nacional “La Raza; tomando como referencia la línea de Chamberlain para posteriormente proceder al análisis y procesamiento de los datos, el análisis estadístico, discusión y conclusiones de este reporte preliminar.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS: Los resultados se analizaron con estadística descriptiva y medidas de tendencia central plasmándose la información mediante tablas y gráficas.

2.- MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

EMBRIOLOGÍA DEL CEREBELO

Durante la quinta semana de gestación, se produce un engrosamiento bilateral en las placas alares del rombencéfalo, el cual da origen a los labios rómbicos, que contienen al primordio de los hemisferios cerebelosos y las zonas germinales para los precursores de neuronas celulares granulares de la corteza cerebelosa. ^(1, 2,3) La glia y las neuronas que componen el cerebelo migran hacia su ubicación final en los hemisferios cerebelosos por dos vías generales. Las neuronas que formarán los núcleos cerebelosos profundos y la capa de Purkinje de la corteza cerebelosa migran radialmente hacia fuera de la matriz germinal en la pared del cuarto ventrículo. La generación de estas neuronas en la matriz germinal parece manifestarse entre la 9ª y la 13ª semana de gestación. ⁽²⁾ Entre la 11ª y la 13ª semana, estas células comienzan a migrar en sentido tangencial desde una zona germinal sobre la superficie cerebelosa, y forman la capa granular externa transitoria. En esta capa externa proliferan luego las células con un alto índice, diferenciándose en células granulares a medida que el cerebelo ingresa en un período de rápido crecimiento (que inicia en la 13ª semana de gestación y se extiende hasta el séptimo mes posterior al nacimiento). ^(1, 2) La proliferación de las células granulares externas continúa mientras que, a las 16 semanas, las células hijas se trasladan hacia adentro, y pasan a las células de Purkinje para formar la capa granular interna de la corteza. La capa granular externa alcanza una cantidad máxima de células en los primeros meses posteriores al nacimiento, disminuyendo luego en tamaño a medida que las células granulares migran hacia el interior. Hacia el fin del primer año posterior al nacimiento, la capa granular externa ha desaparecido esencialmente, mientras que la corteza cerebelosa logra su composición histológica adulta de tres capas con una molecular exterior, capa de Purkinje media y capa granular interior. ⁽²⁾

El vermis cerebeloso se forma en la ubicación de la fusión de los hemisferios en desarrollo. La fusión comienza cuando los hemisferios se reúnen en el plano superior de la línea media durante la novena semana de gestación, y continúa en el plano inferior, a medida que los hemisferios se desarrollan. El vermis completo se constituye hacia el fin de la 15ª semana de gestación. ^(2, 4)

ANATOMÍA DEL CEREBELO

El cerebelo está constituido en la fosa posterior. Está separado del lóbulo occipital por la tienda del cerebelo (*tentorium*) y de la protuberancia y del mesencéfalo por el cuarto ventrículo. Está conectado al mesencéfalo mediante tres pares de pedúnculos cerebelosos:

- Los pedúnculos cerebelosos superiores (*brachium conjunctivum*) con el mesencéfalo.
- Los pedúnculos cerebelosos medio (*brachium pontis*) con la protuberancia.
- Los pedúnculos cerebelosos inferiores (*cuero restiforme*) con el bulbo. ⁽⁷⁾

El cerebelo limita posteriormente con el hueso occipital y anteriormente, se sitúa próximo a las apófisis mastoides. Se relaciona con los senos craneales, en especial, con los senos sigmoideos. ⁽⁷⁾

La superficie superior del cerebelo está inclinada hacia arriba, de atrás a delante. La superficie del cerebelo presenta numerosos surcos poco profundos, que lo dividen en pequeñas láminas paralelas. Los surcos más profundos dividen los hemisferios cerebelares en lóbulos. ⁽⁷⁾

Hay dos hemisferios; y entre ambos se encuentra en posición central el vermis. ⁽⁷⁾

Vermis

El vermis es una porción estrecha que se sitúa en la línea media del cerebelo. Superiormente aparece como una pequeña elevación central, poco destacada de los hemisferios; sin embargo, inferiormente el vermis está bien delimitado y se sitúa en una profunda fosa denominada gran cisura media del cerebelo (*vallecula cerebelli*). Varias cisuras dividen el vermis, que está dividido en varias porciones, cada una de las cuales, excepto la llingula, se corresponde con un lóbulo adyacente de los hemisferios cerebelares. La región más anterior del vermis es la llingula, situada en la válvula de Vieussens (*vellum medullare anterius*), que es una lámina delgada de sustancia blanca situada entre los pedúnculos cerebelosos superior. La región más anterior del vermis inferior corresponde al nódulo. ⁽⁷⁾

Subdivisiones del cerebelo

- Lóbulo anterior: llingula, lóbulo central y culmen.
- Lóbulo posterior: declive, folium, tuber, pirámide y úvula.
- Lóbulo floculonodular. ⁽⁷⁾

Irrigación arterial

Su irrigación proviene de las arterias vertebrales y ramas de la basilar. ⁽⁷⁾

Drenaje venoso

La vena cerebelosa precentral y la vena vermiana superior drenan en la gran vena central. Las restantes venas cerebelosas drenan en los senos craneales próximos. ⁽⁷⁾

DESARROLLO DE LA UNIÓN CRANIOVERTEBRAL

El desarrollo de cráneo cartilaginosos y estructuras adyacentes inician en las primeras semanas de gestación. En la 2ª semana de gestación las células mesodérmicas se condensan en la línea media para formar a la notocorda primitiva. ⁽⁶⁾ En la 3ª semana de gestación la notocorda primitiva se invagina en el ecto y endodermos para formar a la notocorda. El ectodermo dorsal se engrosa para formar la hendidura neural la cual se dobla, fusiona y se convierte en el tubo neural. ⁽⁵⁾

Entre la 3ª y 5ª semana: La porción de mesodermo que se encuentra a los lados de la notocorda (mesodermo paraxial) da origen a los somitas (segmentación). A la 4ª

semana existen un total de 42 somitas. La porción ventromedial de los somitas se diferencia en esclerotomos, los cuales son precursores de las vértebras. Cada esclerotomo se diferencia en una porción cefálica y otra caudal por la fisura de von Ebner. ⁽⁵⁾ Las células mesenquimales de las fisuras se condensan alrededor de la notocorda para formar los discos intervertebrales. La notocorda desaparece en los cuerpos vertebrales, pero permanece un remanente en el núcleo pulposo. ^(5, 6)

Los 4 primeros esclerotomos no siguen el mismo curso y se fusionan para formar el hueso occipital y la porción posterior de la fosa media, posteriormente esta fase se continúa con condricificación y osificación. De los 4 esclerotomos occipitales los primeros dos forman al basioccipucio, los tubérculos yugulares, foramen magno, atlas y axis. ⁽⁵⁾

ANATOMÍA DE LA UNIÓN CRANEOVERTEBRAL

La unión craneovertebral es un área anatómicamente compleja, la cual se delimita superiormente con una línea en sentido anteroposterior que va de la parte media del clivus a la protuberancia occipital interna, y su límite inferior se traza otra línea en sentido anteroposterior en la parte media del espacio C2-C3. El contenido anatómico de esta región incluyen hueso occipital, el agujero magno, los dos primeros segmentos vertebrales, sus músculos, articulaciones y ligamentos. Estas estructuras rodean la médula oblongada, la mitad caudal del cerebelo y la porción inicial de médula espinal, los nervios craneales bajos y el espacio subaracnoideo adyacente. También se incluye el extremo distal de ambas arterias vertebrales, las arterias espinales, la mitad caudal de la arteria basilar y sus ramas habituales, principalmente las arterias cerebelosas inferiores y medias, así como las venas de esta región, incluyendo los senos laterales, el golfo y el extremo distal de ambas venas yugulares. ⁽⁸⁾

Las estructuras óseas que constituyen esta región son; Hueso occipital

Forma el piso de la fosa posterior con tres porciones: una anterior o *basi occipucio*, dos laterales o *ex occipucio* y una posterior o *supraoccipucio*. ⁽⁷⁾

Existen cuatro suturas aún abiertas al nacimiento, dos suturas anteriores que separan el *basioccipucio* del *exoccipucio* y dos suturas posteriores, que cierran más tardíamente hasta los siete años de edad, limitando el *exoccipucio* del *supraoccipucio*. ⁽⁷⁾

Las aperturas fisiológicas más amplias del hueso occipital son el *agujero magno*, el *canal condíleo anterior* o *canal hipoglósico* y el *canal condíleo posterior*. ⁽⁷⁾

El *agujero magno* es el agujero más grande de la base craneal, formado anteriormente por el *basi occipucio*, lateralmente por ambos *exoccipucios* y posteriormente por el *supraoccipucio*. A través del agujero magno pasan la unión de la médula oblongada con la médula espinal, las meninges, las arterias vertebrales, las arterias espinales anterior y posteriores, los nervios accesorios (XI) y las venas que comunican con el plexo venoso vertebral interno. En el recién nacido el agujero magno mide 20 mm en el plano anteroposterior y 15 mm en el transversal. En el adulto las dimensiones son 34 mm por 29 mm. En los huesos que forman el agujero magno se insertan numerosos

ligamentos que estabilizan la UCV, como el contorno anterior del agujero magno y los cóndilos del occipital para los ligamentos apical, dental, alar y la banda superior del cruciforme. El ligamento longitudinal posterior, al atravesar el agujero magno cambia su nombre y se denomina membrana tectoria, insertándose en el dorso del clivus. ⁽⁷⁾

En cada cóndilo occipital se localiza un *canal condíleo anterior*, oblicuo en sentido anterolateral, por donde pasa el nervio hipogloso (XI), una rama meníngea de la arteria faríngea ascendente y una vena emisaria. Exocranealmente el agujero yugular se localiza por fuera de este canal. ⁽⁷⁾

La fosa condílea es una depresión en la superficie exocraneal, dorsal al cóndilo occipital, en cuyo margen anterior hay una apertura denominada *canal condíleo posterior* que permite la anastomosis de canales venosos del seno sigmoideo con el plexo venoso suboccipital. El *clivus* está formado, en su porción superior, por la *basiesfenoides*, limitada caudalmente por la *sincondrosis esfenooccipital*, cuyo cierre se realiza en las mujeres entre 14 y 16 años de edad y en los hombres entre 16 y 18 años de edad. El resto del *clivus*, hasta el *basión*, se integra con la participación de cuatro esclerotomos occipitales, que conforman el *basioccipucio*. ⁽⁷⁾

Hueso esfenoideal

En la porción central de la base craneal se localiza este hueso, formado por un cuerpo rectangular en la porción superior del clivus o *basiesfenoides*, dos alas mayores, dos menores y dos proyecciones inferiores o procesos pterigoideos. Este hueso tiene agujeros por los que pasan importantes estructuras vasculares y nerviosas. La *basiesfenoides* y el *basioccipucio* se fusionan en la *sincondrosis esfenooccipital*, aproximadamente a los 16 años de edad. ⁽⁷⁾

Atlas

El atlas carece de cuerpo y se fusiona con el axis para constituir la apófisis odontoides. Presenta una masa lateral a cada lado, con una cara articular superior que se articula con los cóndilos del hueso occipital, en la articulación atlantooccipital, y también una cara articular inferior que se articula con el axis, en la articulación atlantoaxial. ⁽⁷⁾

El arco anterior del atlas presenta una tuberosidad en su superficie anterior y una superficie articular posterior que se articula con la apófisis odontoides. ⁽⁷⁾

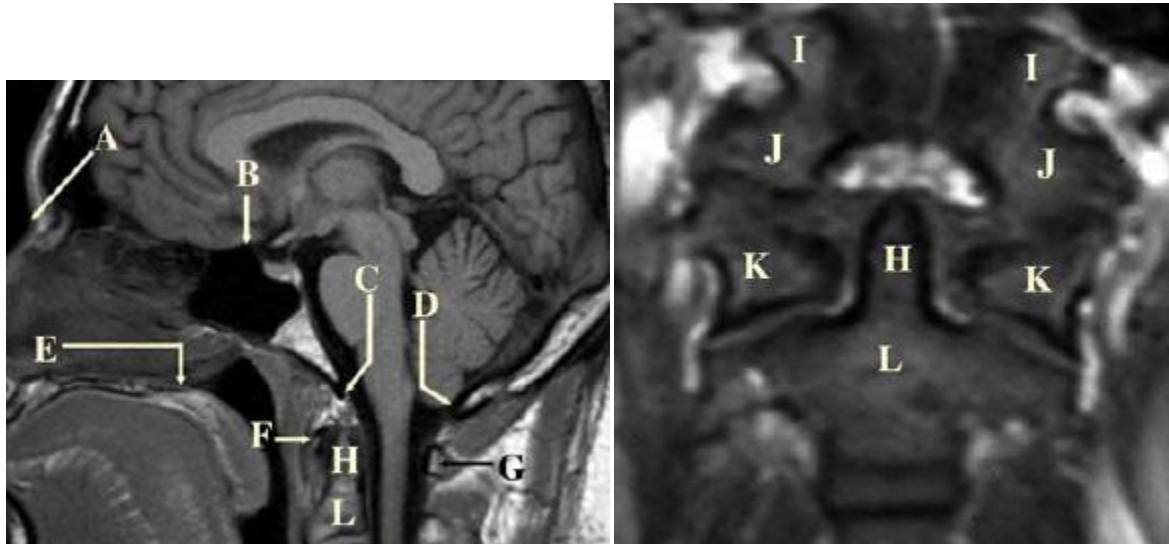
El arco posterior presenta un surco excavado por detrás de la masa lateral, correspondiente a la arteria vertebral en su trayecto hacia el agujero magno. ⁽⁷⁾

Axis

La apófisis odontoides, que corresponde al cuerpo del atlas, no soporta el peso de la cabeza. Presenta una gran masa lateral a cada lado, que transmite el peso del cráneo a los cuerpos vertebrales del resto de la columna. Estas masas laterales, a cada lado de la apófisis odontoides, presentan caras articulares inclinadas que intervienen en la articulación atlantoaxial. ⁽⁷⁾

CRANEOMETRÍA DE LA UNIÓN CRANEOVERTEBRAL

Existen ciertos puntos anatómicos que se necesitan identificar para poder realizar una craneometría, las cuales se señalan a continuación:



- A.- Nasión
- B.- Tubérculo de la silla turca
- C.- Basión (margen anterior del foramen magno)
- D.- Opistión (margen posterior del foramen magno)
- E.- Margen posterior del paladar duro
- F.- Arco anterior del atlas
- G.- Arco posterior del atlas
- H.- Apófisis odontoides
- I.- Cuerpo del axis
- J.- Tubérculos yugulares
- K.- Cóndilos occipitales
- L.- Procesos laterales del atlas⁽⁹⁾

Líneas y ángulos utilizados en la craneometría de la unión craneovertebral

Línea de Chamberlain

Localización: Margen posterior del paladar duro al opistión.⁽⁹⁾

Valores normales: punta de la odontoides no debe estar más de 5 mm sobre esta línea; el arco anterior de C1 se encuentra debajo normalmente.⁽⁹⁾



VARIEDAD EN LA POSICIÓN DE LAS AMÍGDALAS CEREBELOSAS CON LA EDAD

En un estudio publicado en 1992 se determinó la posición de las amígdalas cerebelosas por grupo de edad, en donde los autores observaron el ascenso de las amígdalas con el incremento de la edad, concluyendo que fue anormal para la primera década de vida una localización menor a 6 mm de la línea de Chamberlain, para las segunda y tercer década de vida fue anormal una distancia de 5 mm, de los 30 a 79 años de edad la distancia fue 4 mm, después de los 79 años fue una distancia de 3mm.⁽¹¹⁾

VOLUMEN DEL CEREBELO Y CAMBIOS RELACIONADOS CON LA EDAD

En un estudio publicado en 1996 se examinó el tamaño y crecimiento del cerebelo mediante RM en 104 controles de pacientes sanos entre los 4 y 18 años de edad. Entre los 4 y 7 años de edad, el volumen del cerebelo se encontró sin cambios esenciales, con un aumento en el tamaño de solo 0.25 cm^3 por año. El volumen promedio del cerebelo a los 4 años de edad se encontró de 169.37 cm^3 y aumentó a 170.17 cm^3 a la edad de 7 años.⁽¹⁰⁾

También se publicó otro estudio en el año 2010 en el cual se observó que el volumen vermiano no mostró cambios significativos en el rango de edad incluido en el estudio, el cual fue de 5 a 24 años de edad.⁽¹²⁾ Otro estudio publicado en 2011 mostró que el volumen del cerebelo aumentó de un promedio de 24 cc en pacientes menores de 6 meses de edad logrando alcanzar un promedio de 135 cc en la adolescencia tardía, siendo el aumento de mayor aumento entre los 0 y 12 meses de edad.⁽¹³⁾

Tomando en consideración que no existe información sobre la posición anatómica de las amígdalas cerebelosas es necesario contar con un estudio en nuestro medio para determinarlo.

3.- JUSTIFICACIÓN

Aunque existen algunos estudios en literatura anglosajona, acerca de la posición de las amígdalas cerebelosas mediante resonancia magnética en población por diferente grupo de edad. Se revisó la bibliografía en México durante los últimos 10 años sin encontrar ningún artículo al respecto de ninguno de los parámetros mencionados.

Debido a lo anterior, creemos importante establecer cuantitativamente la posición de las amígdalas cerebelosas en la población pediátrica normal de la U. M. A. E. Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”, Centro Médico Nacional “La Raza” e identificar dentro de los parámetros de referencia la información para la detección imagenológica de anomalías congénitas cerebelosas. Con lo anterior nos planteamos la siguiente pregunta:

4.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuál es la posición de las amígdalas cerebelosas en la población pediátrica normal por Resonancia Magnética en la U. M. A. E. Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”, Centro Médico Nacional “La Raza”?

5.- OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Conocer la posición de las amígdalas cerebelosas en la población pediátrica normal por RM en la U. M. A. E. Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”, Centro Médico Nacional “La Raza”.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Conocer las variantes anatómicas por RM de la posición de las amígdalas cerebelosas en edad pediátrica.
2. Identificar la posición de vermis cerebeloso y variantes identificadas en población pediátrica.
3. Conocer la utilidad de la línea de Chamberlain en la posición de las amígdalas cerebelosas en población pediátrica mexicana.

6.- HIPÓTESIS

Siendo un estudio retrospectivo, observacional no se requiere.

7.- TIPO DE ESTUDIO

Observacional, descriptivo, retrospectivo, y transversal.

8.- MATERIAL Y MÉTODOS

El Universo de trabajo fue integrado por los estudios de RM de cráneo reportados como normales de pacientes pediátricos menores de 16 años, del Centro Médico Nacional la Raza durante el periodo comprendido del 01 de enero del 2010 hasta el 30 de junio del 2011, que contaron con estudio de resonancia magnética de cráneo practicadas en el Servicio de Radiodiagnóstico la U. M. A. E. Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”, Centro Médico Nacional “La Raza”, incluyendo ambos géneros.

Metodología: Se captaron todos los estudios completos de RM de cráneo reportados como normales de la población pediátrica de 0 a 16 años, de la U. M. A. E. Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza”, Centro Médico Nacional “La Raza. Se procedió después al análisis y procesamiento de los datos, el análisis estadístico, discusión y conclusiones de este reporte preliminar,

Diseño de la muestra::

- a) **Población de estudio:** Pacientes pediátricos de 0-16 años con estudio de RM de cráneo normal.
- b) **Muestra:** Expediente radiológico de pacientes pediátricos con RM reportada como normal.
- c) **Criterios de selección**

i. Inclusión:

- 1. Todos los pacientes en edad pediátrica de 0 a 16 años que se les realiza RM de cráneo y es reportada como normal
- 2. Todos los pacientes en edad pediátrica de 0 a 16 años que se les realiza RM de cráneo

ii. Exclusión:

- 1. Todos los pacientes que se les realiza una RM de cráneo incompletos o con alguna alteración.

iii. Eliminación:

- 1. Pacientes con estudio de RM incompleto o no valorable.

MEDICIÓN E IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Valoración por Resonancia Magnética.

VARIABLE DEPENDIENTE:

Posición de las amígdalas cerebelosas

Definición conceptual: Posición: Manera de estar colocado una persona o cosa.
Amígdalas cerebelosas: lóbulo redondo en la superficie inferior de cada hemisferio cerebeloso

Definición operacional: Distancia de las amígdalas cerebelosas en relación a la línea de Chamberlain.

Unidad de medición:

Cuantitativa en mm

VARIABLE INDEPENDIENTE:

Ubicación por edades de las Amígdalas cerebelosas tomando como referencia la línea de Chamberlain

Definición conceptual: Lugar dónde se está situado en un espacio determinado.

Definición operacional: Posición de las amígdalas cerebelosas en relación a la línea de Chamberlain.

Unidad de medición:

Cuantitativa

Clasificación por grupos de edad

Recién nacido

Lactante

Preescolar

Escolar

Adolescente

VARIABLES DEMOGRÁFICAS

Edad

Definición conceptual: Tiempo que ha vivido una persona desde su nacimiento

Sexo

Definición conceptual: Constitución orgánica que distingue una hembra de un macho.

Definición conceptual: todos los pacientes quienes son infantes, niños y adolescentes menores que la mayoría de edad.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se analizaron con estadística descriptiva y medidas de tendencia central plasmándose la información mediante tablas y gráficas.

9.- RECURSOS

HUMANOS

Residente de radiología de la unidad
Médico Radiólogo de base

MATERIALES

Resonador marca Siemens, modelo OPEN VIVA de campo abierto de 0.2 Teslas.
Expedientes radiológico
Expediente clínico

FACTIBILIDAD

El estudio es factible por tratarse de procedimiento previamente realizado en pacientes atendidos en la unidad en los diferentes servicios

FINANCIAMIENTO

No se requirió de financiamiento externo por tratarse de procedimientos de rutina en atención integral del paciente pediátrico.

10.- ASPECTOS ÉTICOS.

Se trató de un estudio observacional para diagnóstico no viola los lineamientos de investigación de la declaración de Helsinki ni de la ley general de la república mexicana para la investigación de la patología de los seres humanos y las normas de investigación del IMSS.

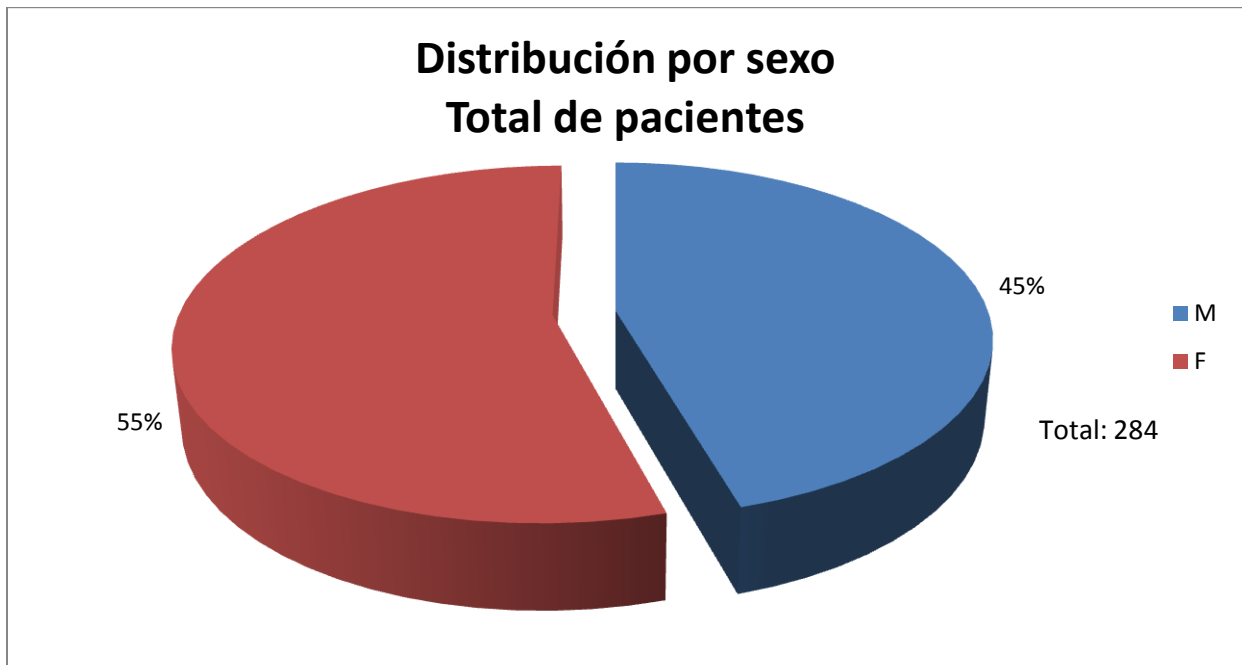
No amerita carta de consentimiento informado adicional solo la que se realiza como parte de atención médica del paciente institucional porque se trata de un estudio retrospectivo.

11.- DIFUSIÓN DE RESULTADOS

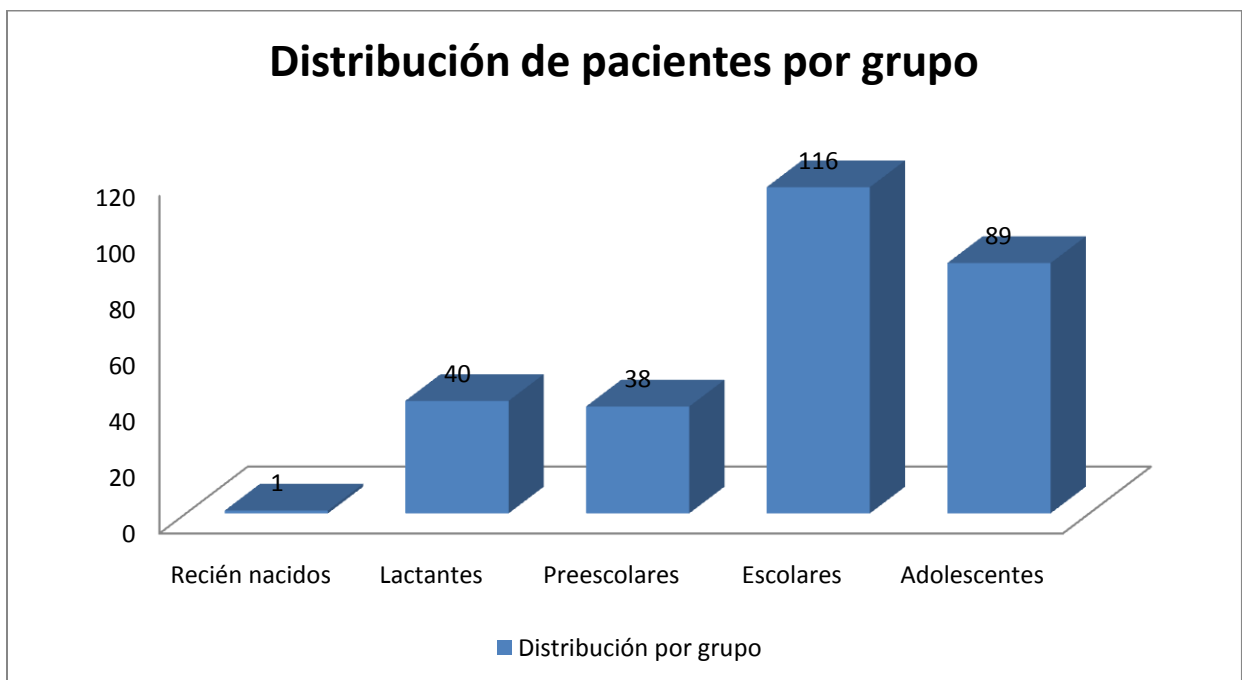
El trabajo pretende ser presentado durante el Congreso Nacional de Radiología e Imagen del mes de Febrero del 2012. Así mismo, se buscará su reproducción en una publicación de carácter nacional con el objetivo de difundir la experiencia de La U. M. A. E. Hospital General “Dr. Gaudencio González Garza” del Centro Médico Nacional “La Raza” del Instituto Mexicano del Seguro Social.

12.- GRÁFICAS

Gráficas total de pacientes

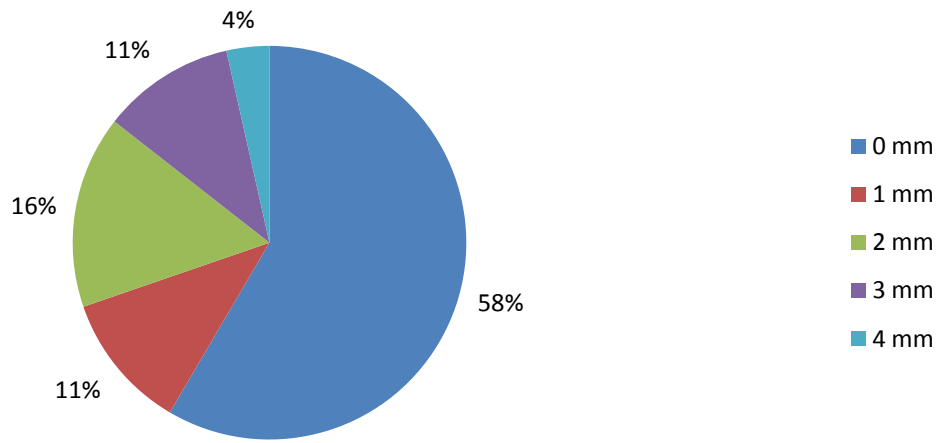


GRÁFICA 1



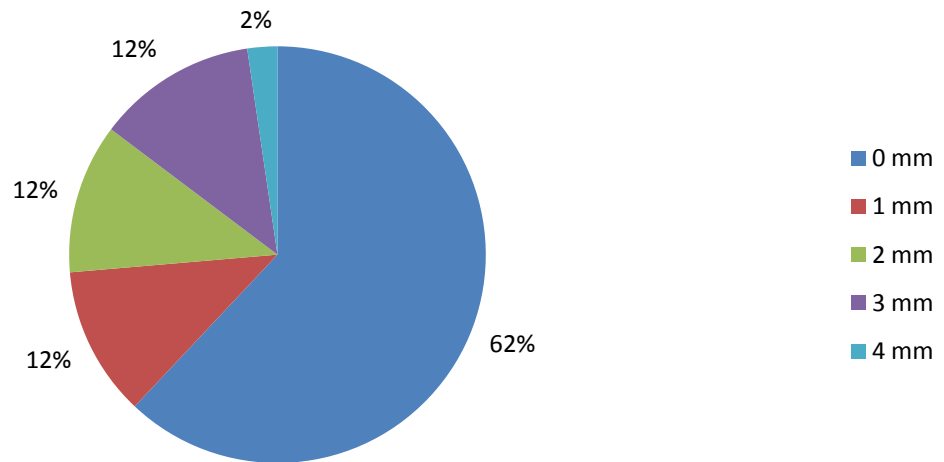
GRÁFICA 2

Posición de amígdalas cerebelosas Todos los pacientes



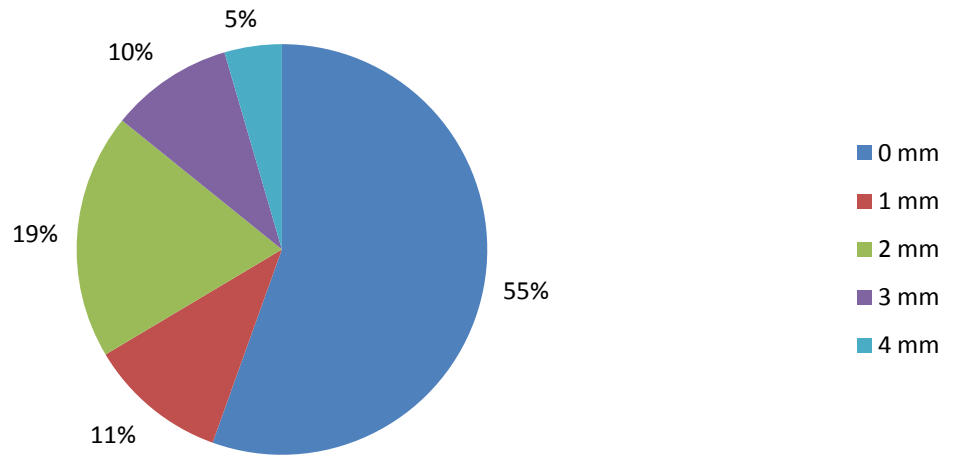
GRÁFICA 3

Posición de amígdalas cerebelosas Total de pacientes masculinos



GRÁFICA 4

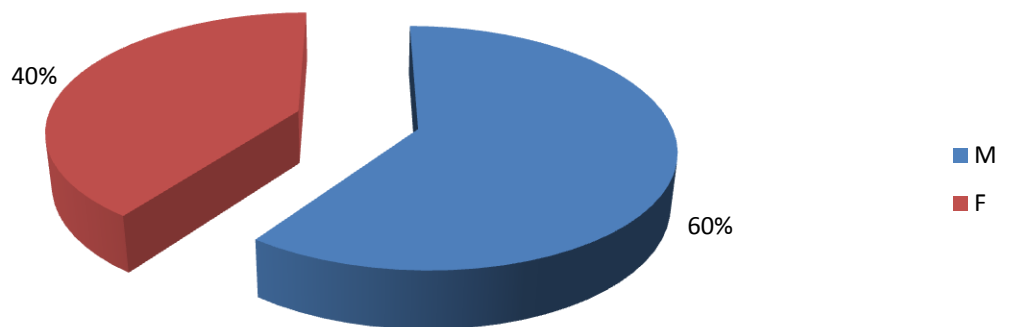
Posición de amígdalas cerebelosas Total de pacientes femeninos



GRÁFICA 5

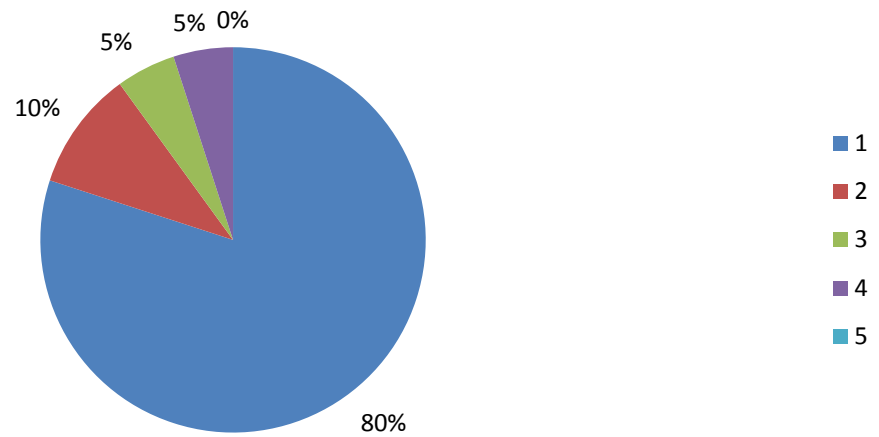
Gráficas grupo lactantes

Distribución por sexo Grupo lactantes



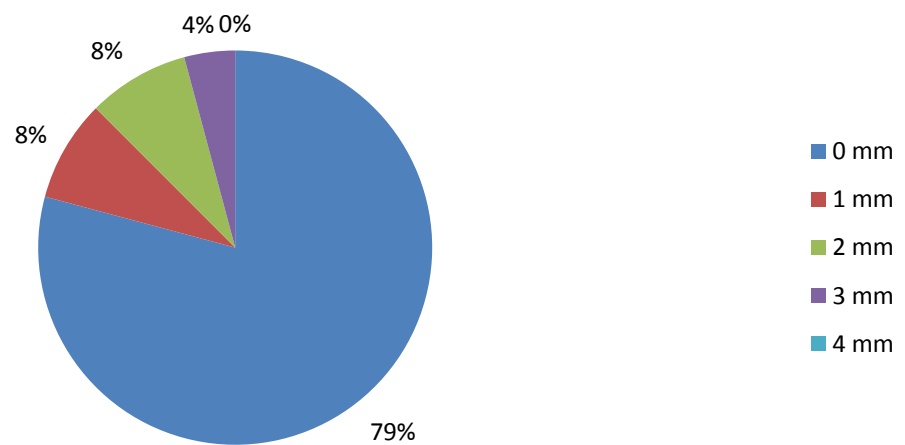
GRÁFICA 6

Posición de amígdalas cerebelosas Total del grupo lactantes



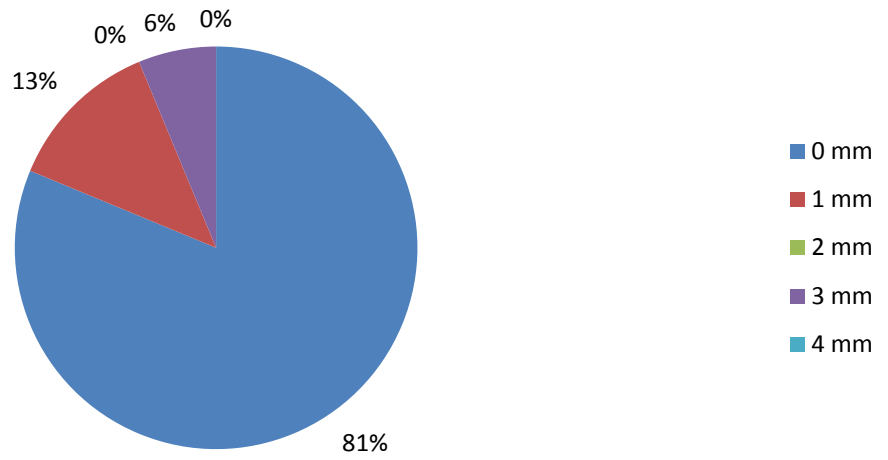
GRÁFICA 7

Posición de amígdalas cerebelosas lactantes masculinos



GRÁFICA 8

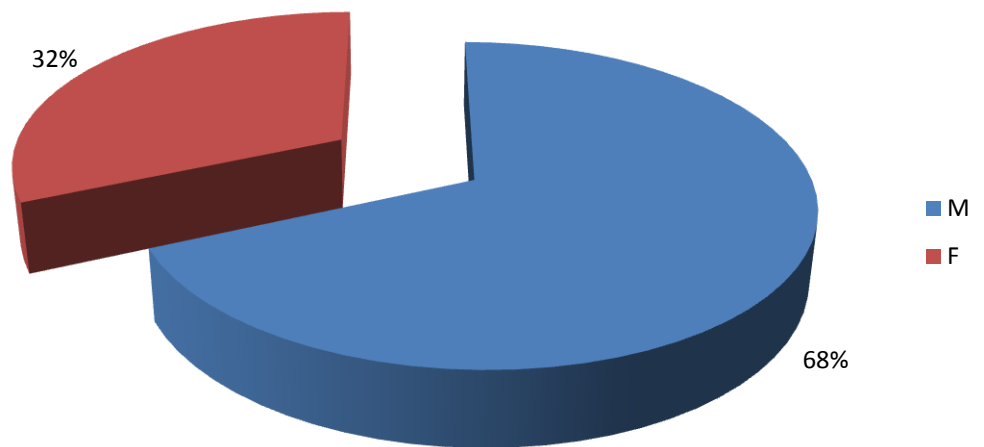
Posición de amígdalas cerebelosas lactantes femeninos



GRÁFICA 9

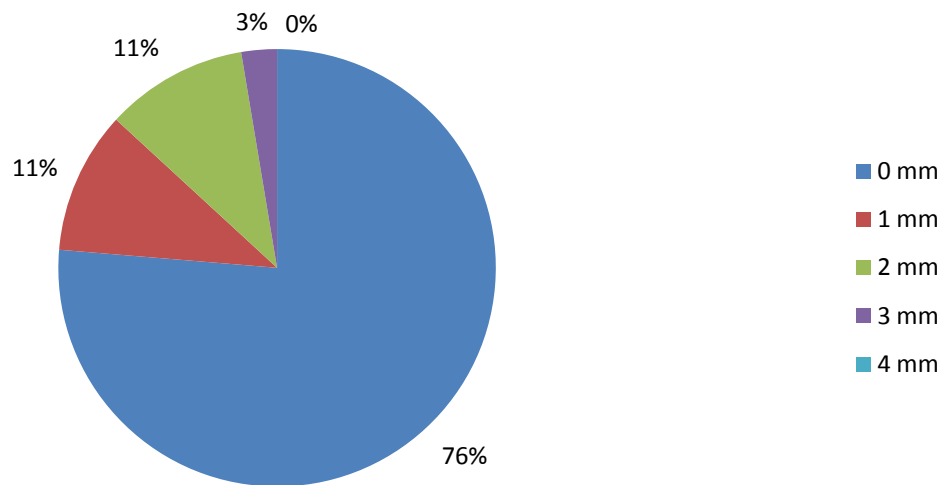
Gráficas grupo preescolares

Distribución por sexo Grupo preescolares



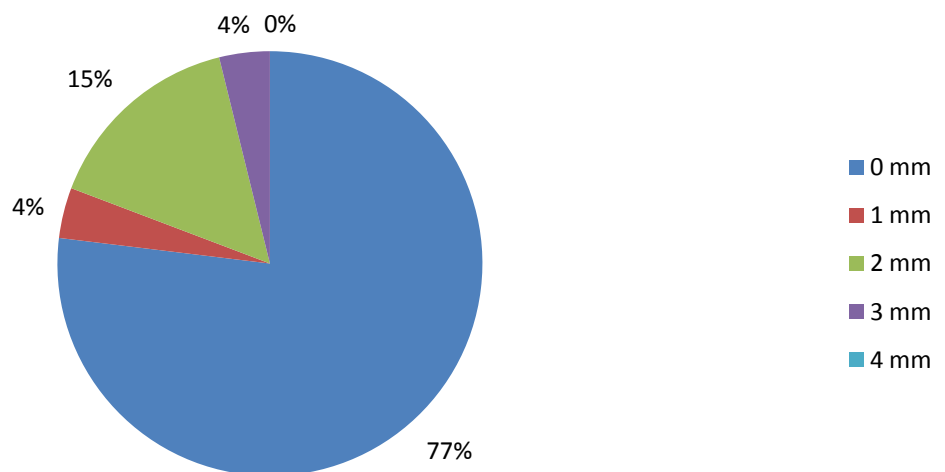
GRÁFICA 10

Posición de amígdalas cerebelosas Total del grupo preescolares



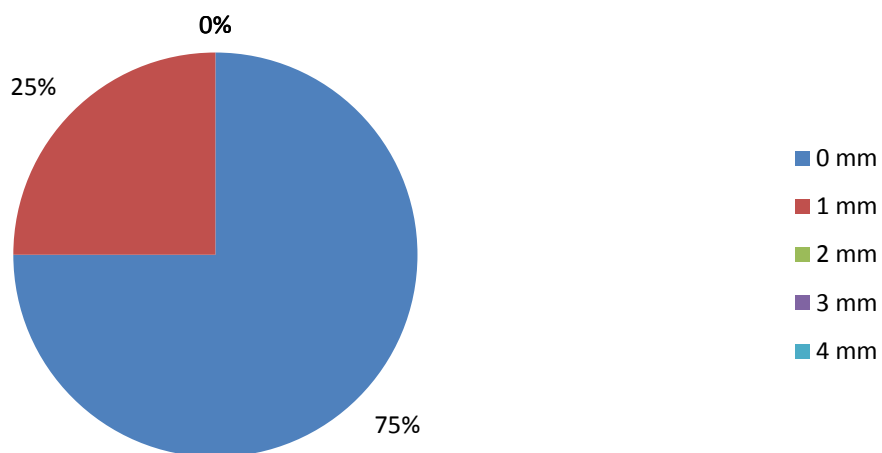
GRÁFICA 11

Posición de amígdalas cerebelosas preescolares masculinos



GRÁFICA 12

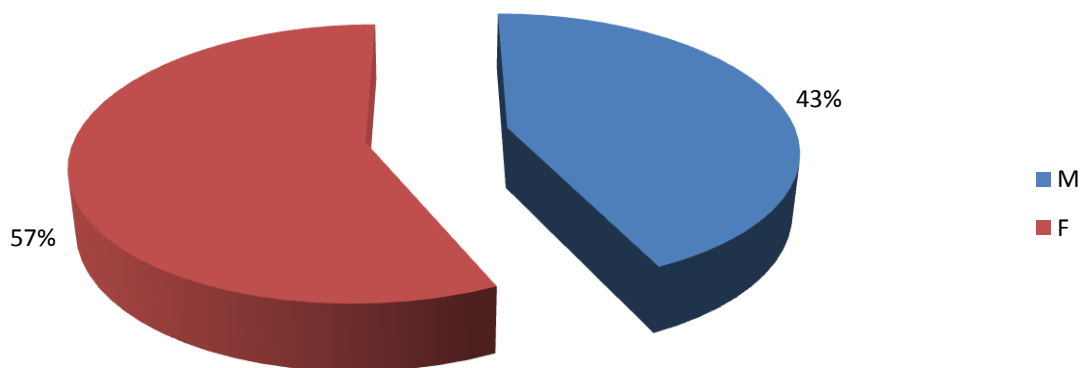
Posición de amígdalas cerebelosas preescolares femeninos



GRÁFICA 13

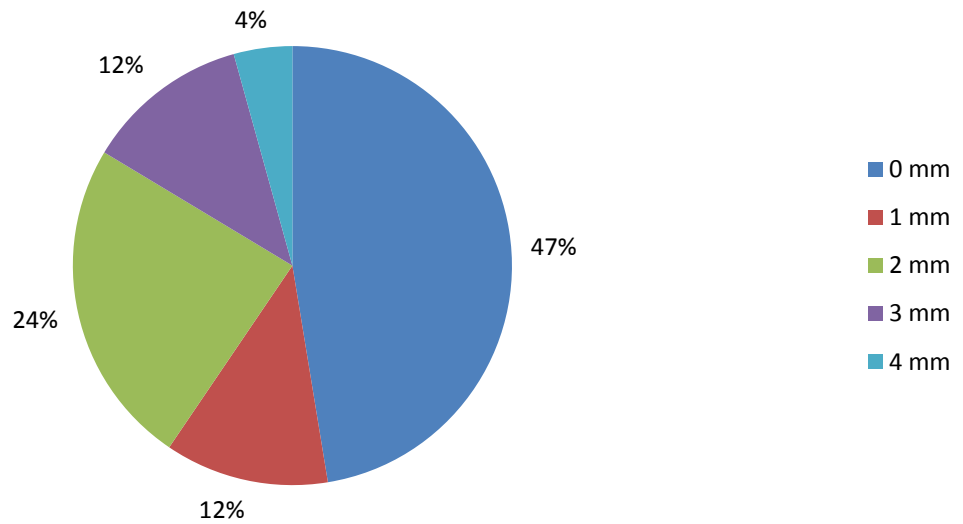
Gráficas grupo escolares

Distribución por sexo Grupo escolares



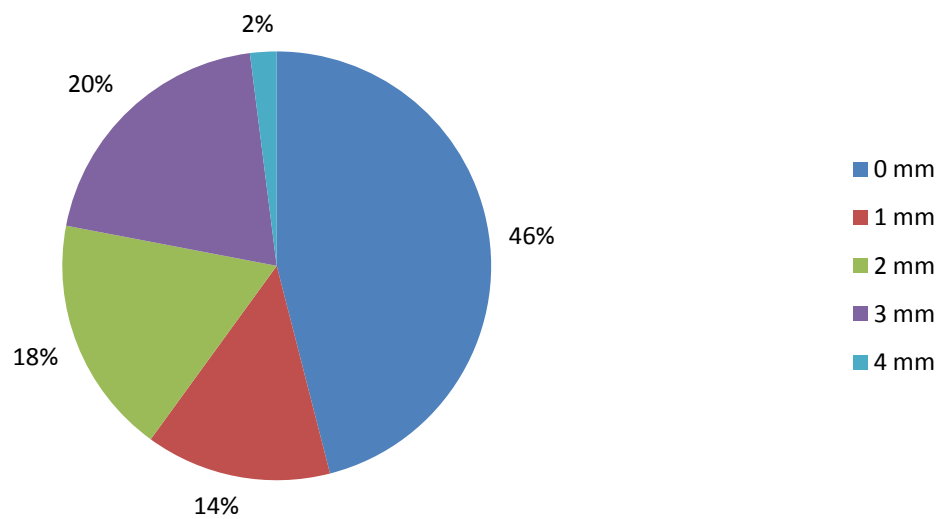
GRÁFICA 14

Posición de amígdalas cerebelosas Total del grupo escolares



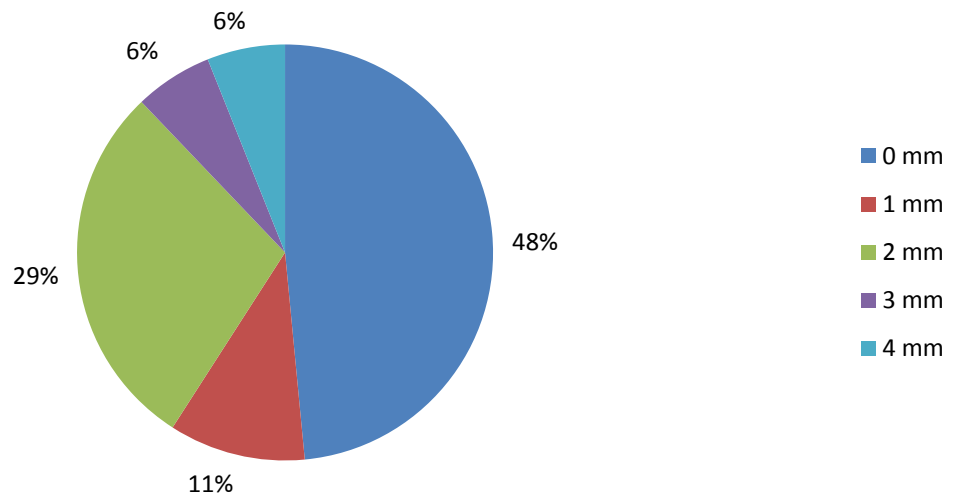
GRÁFICA 15

Posición de amígdalas cerebelosas escolares masculinos



GRÁFICA 16

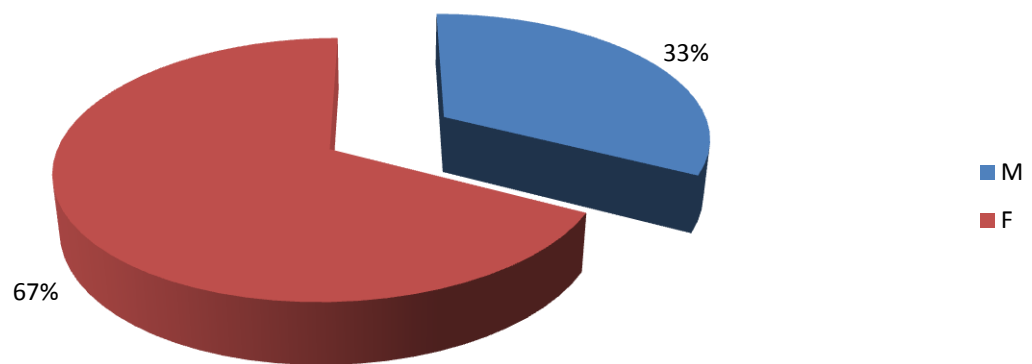
Posición de amígdalas cerebelosas escolares femeninos



GRÁFICA 17

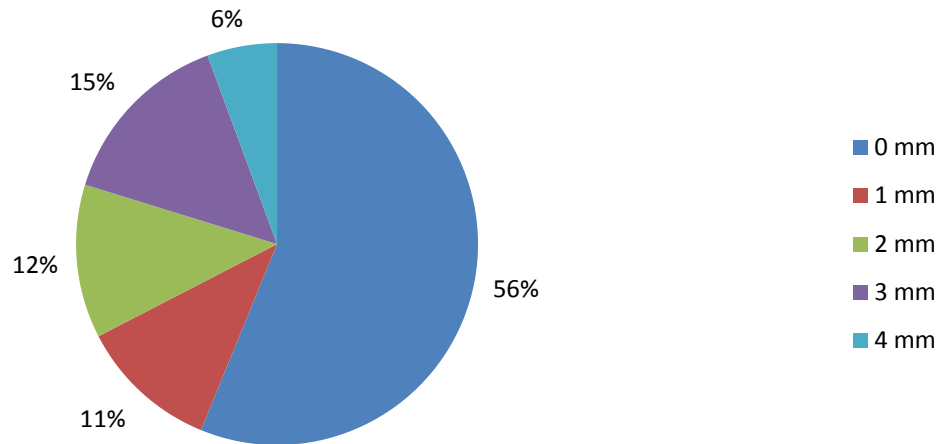
Gráficas grupo adolescentes

Distribución por sexo Grupo adolescentes



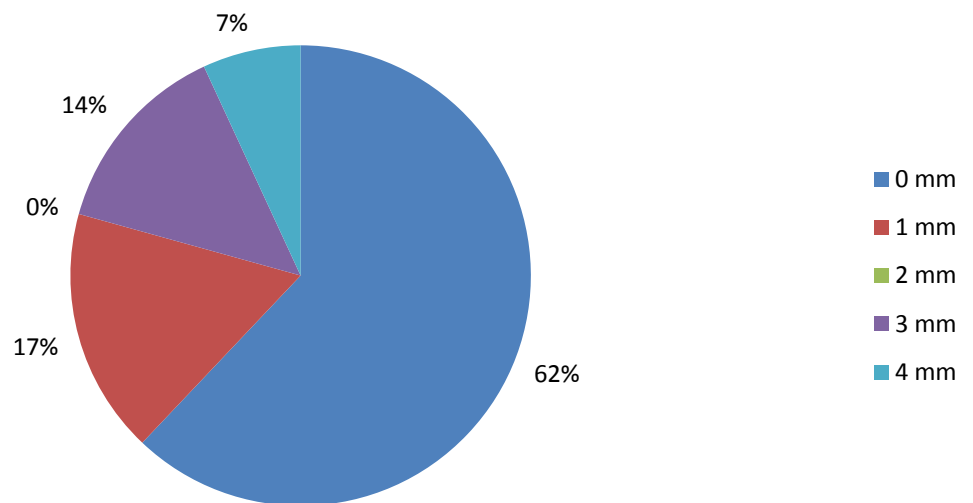
GRÁFICA 18

Posición de amígdalas cerebelosas Total del grupo adolescentes



GRÁFICA 19

Posición de amígdalas cerebelosas adolescentes masculinos



GRÁFICA 20

Posición de amígdalas cerebelosas adolescentes femeninos

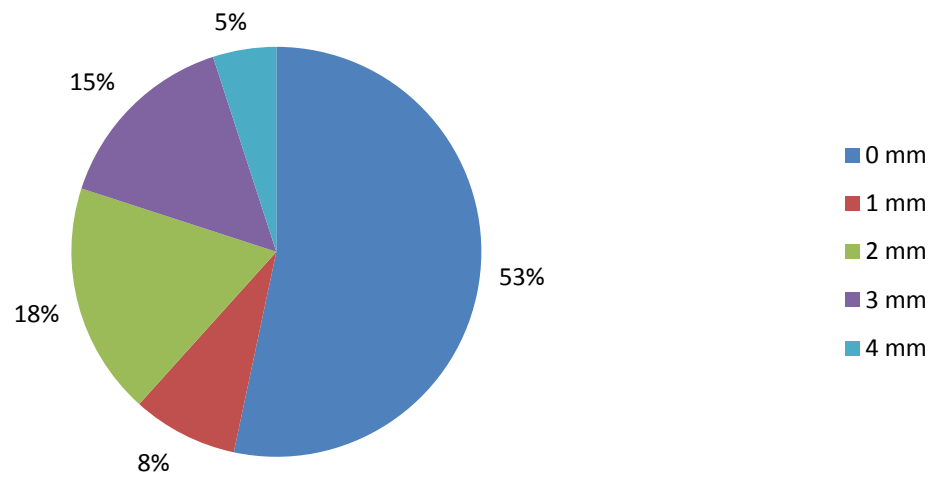


GRÁFICO 21

13.- RESULTADOS

Se midió la posición de las amígdalas cerebelosas, en pacientes a los que se les realizó resonancia magnética de cráneo y que se reportó sin evidencia de alteración estructural. La medición se realizó tomando como referencia la línea de Chamberlain en un corte sagital por RM potenciado en T1. Los datos anteriores fueron registrados en la hoja de recolección de datos y analizados por un médico radiólogo con amplia experiencia.

1. Se obtuvieron un total de 314 pacientes; de los cuales se excluyeron 30 de ellos por no cumplir los criterios en cuanto a técnica de estudio al presentar artefactos por movimiento; quedando un total de 284 pacientes que reunieron todos los criterios de inclusión de los cuales 155 eran del sexo femenino (55%) y 129 eran del sexo masculino (45%) (Gráfica 1).
2. En cuanto a la distribución de pacientes por grupo se obtuvieron 1 recién nacido, 40 lactantes, 38 preescolares, 116 escolares y 89 adolescentes (Gráfica 2).
3. La posición de las amígdalas cerebelosas para todos los pacientes de todos los grupos de edad fueron 166 pacientes con 0 mm (58%), 32 pacientes con 1 mm (11%), 45 pacientes con 2 mm (16%) y 10 pacientes con 4 mm (4%). (Gráfica 3).
4. La posición de las amígdalas cerebelosas para el total de pacientes del sexo masculino fueron: 80 pacientes con 0 mm (62%), 15 pacientes con 1 mm (12%), 15 pacientes con 2 mm (12%), 16 pacientes con 3mm (12%) y 3 pacientes con 4 mm (2%). (Gráfica 4).
5. En el total de pacientes del sexo femenino se encontró que la posición de las amígdalas cerebelosas fue la siguiente: 86 pacientes con 0 mm (55%), 17 pacientes con 1 mm (11%), 30 pacientes con 2 mm (19%), 15 pacientes con 3 mm (10%) y 7 pacientes con 4 mm (5%). (Gráfica 5). A continuación se anexa el análisis estadístico del total de pacientes (Ver Tabla 1):

Tabla 1. Estadística Total de pacientes

| | |
|-------------------------------|------------|
| Media | 0.89788732 |
| Error típico | 0.07246424 |
| Mediana | 0 |
| Moda | 0 |
| Desviación estándar | 1.22118915 |
| Varianza de la muestra | 1.49130294 |

| | |
|----------------------------------|-------------|
| Curtosis | -0.26397893 |
| Coefficiente de asimetría | 1.02897703 |
| Rango | 4 |
| Mínimo | 0 |
| Máximo | 4 |
| Suma | 255 |
| Cuenta | 284 |

En cuanto al grupo de recién nacidos solo se obtuvo 1 paciente el cual presentó una posición de la amígdala cerebelosas en relación a la línea de Chamberlain de 3 mm.

6. En el grupo de lactantes se incluyeron un total de 40 pacientes; de los cuales 24 de ellos fueron del sexo masculino (60%) y 16 pacientes del sexo femenino (40%). (Gráfica 6).
7. La posición de las amígdalas cerebelosas en el total de pacientes del grupo lactantes se encontró 32 pacientes con una distancia de 0 mm (80%), 4 pacientes con una distancia de 1 mm (10%), 2 pacientes con una distancia de 2 mm (5%) y 2 pacientes con distancia de 3 mm (5%). (Gráfica 7).
8. En el grupo de lactantes, en los pacientes masculinos se encontró que la posición de las amígdalas cerebelosas fue la siguiente: 19 pacientes con 0 mm (79%), 2 pacientes con 1 mm (8%), 2 pacientes con 2 mm (8%) y 1 pacientes con 3 mm (4%). (Gráfica 8).
9. En ese mismo grupo, en los pacientes del sexo femenino se encontró: 13 pacientes con 0 mm (81%), 2 pacientes con 1 mm (13%) y 1 paciente con 3 mm (6%). (Gráfica 9). A continuación se anexa la estadística del grupo lactantes (Ver tabla 2):

Tabla 2. Estadística Grupo Lactantes

| | |
|----------------------------------|------------|
| Media | 0.35 |
| Error típico | 0.12684535 |
| Mediana | 0 |
| Moda | 0 |
| Desviación estándar | 0.80224045 |
| Varianza de la muestra | 0.64358974 |
| Curtosis | 5.03303262 |
| Coefficiente de asimetría | 2.40101328 |
| Rango | 3 |

| | |
|---------------|----|
| Mínimo | 0 |
| Máximo | 3 |
| Suma | 14 |
| Cuenta | 40 |

10. En el grupo de preescolares se obtuvieron un total de 38 pacientes, de los cuales 26 de ellos eran del sexo masculino (68%) y 12 pacientes eran del sexo femenino (32%). (Gráfica 10).
11. En el total de pacientes del grupo preescolares se encontró la posición de las amígdalas cerebelosas en relación a la línea de Chamberlain de la siguiente forma: 29 pacientes con 0 mm (76%), 4 pacientes con 1 mm (11%), 4 pacientes con 2 mm (11%) y 1 pacientes con 3 mm (3%). (Gráfica 11).
12. El género masculino en el grupo de preescolares mostró una posición de las amígdalas cerebelosas de la forma siguientes: 20 pacientes con 0 mm (77%), 1 paciente con 1 mm (4%), 4 pacientes con 2 mm (15%) y 1 paciente con 3 mm (4%). (Gráfica 12).
13. En las pacientes del sexo femenino del grupo de preescolares se encontró la posición de las amígdalas cerebelosas así: 9 pacientes con 0 mm (75%), y 3 pacientes con 1 mm (25%). (Gráfica 13). A continuación se anexa la estadística del total de pacientes del grupo de preescolares (Ver tabla 3):

Tabla 3. Estadística Grupo Preescolares

| | |
|--------------------------------|------------|
| Media | 0.39473684 |
| Error típico | 0.12811953 |
| Mediana | 0 |
| Moda | 0 |
| Desviación estándar | 0.78978183 |
| Varianza de la muestra | 0.62375533 |
| Curtosis | 2.77606435 |
| Coficiente de asimetría | 1.93029941 |
| Rango | 3 |
| Mínimo | 0 |
| Máximo | 3 |
| Suma | 15 |
| Cuenta | 38 |

14. Para el grupo de escolares se incluyeron un total de 116 pacientes, de los cuales 50 eran del sexo masculino (43%) y 66 eran del sexo femenino (57%). (Gráfica 14).
15. Incluyendo todos los pacientes del grupo de escolares se encontró la posición de las amígdalas cerebelosas de la siguiente forma: 55 pacientes con 0 mm (47%), 14 pacientes con 1 mm (12%), 28 pacientes con 2 mm (24%), 14 pacientes con 3 mm (12%) y 5 pacientes con 4 mm (4%). (Gráfica 15).
16. En los pacientes del grupo de escolares del sexo masculino se encontró la posición de las amígdalas cerebelosas de la siguiente manera: 23 pacientes con 0 mm (46%), 7 pacientes con 1 mm (14%), 9 pacientes con 2 mm (18%), 10 pacientes con 3 mm (20%) y 1 pacientes con 4 mm (2%). (Gráfica 16).
17. En el sexo femenino del grupo de escolares la posición de las amígdalas cerebelosas se encontró así: 32 pacientes con 0 mm (48%), 7 pacientes con 1 mm (11%), 19 pacientes con 2 mm (29%), 4 pacientes con 3 mm (6%) y 4 pacientes con 4 mm (6%), (Gráfica 17). A continuación se anexa la estadística del total de pacientes del grupo de escolares (Ver tabla 4):

Tabla 4. Estadística Grupo Escolares

| | |
|--------------------------------|-------------|
| Media | 1.13793103 |
| Error típico | 0.11673761 |
| Mediana | 1 |
| Moda | 0 |
| Desviación estándar | 1.25730251 |
| Varianza de la muestra | 1.5808096 |
| Curtosis | -0.83806869 |
| Coficiente de asimetría | 0.64315587 |
| Rango | 4 |
| Mínimo | 0 |
| Máximo | 4 |
| Suma | 132 |
| Cuenta | 116 |

18. Para el grupo de pacientes adolescentes se incluyeron 89 pacientes, de los cuales 29 eran del sexo masculino (33%) y 60 pertenecieron al sexo femenino (67%). (Gráfica 18)

19. La posición de las amígdalas cerebelosas en el total de pacientes del grupo de adolescentes se encontró así: 50 pacientes con una distancia 0 mm (56%), 19 pacientes con 1 mm (11%), 11 pacientes con 2 mm (12%), 13 pacientes con 3 mm (15%) y 5 pacientes con 4 mm (6%). (Gráfica 19).
20. En los pacientes del sexo masculino del grupo de adolescentes se encontró la posición de las amígdalas cerebelosas de la siguiente forma: 18 pacientes con 0 mm (62%), 5 pacientes con 1 mm (17%), 4 pacientes con 3 mm (14%) y 2 pacientes con 4 mm (7%). (Gráfica 20).
21. En el grupo de adolescentes, a las pacientes del sexo femenino se encontró la posición de las amígdalas cerebelosas de la siguiente manera: 32 pacientes con 0 mm (53%), 3 pacientes con 1 mm (8%), 11 pacientes con 2 mm (18%), 9 pacientes con 3 mm (15%) y 3 pacientes con 4 mm (5%) (Gráfica 21). A continuación se anexa la estadística del grupo de adolescentes (Ver tabla 5):

Tabla 5. Estadística Grupo Adolescentes

| | |
|--------------------------------|-------------|
| Media | 1.02247191 |
| Error típico | 0.14201376 |
| Mediana | 0 |
| Moda | 0 |
| Desviación estándar | 1.33975513 |
| Varianza de la muestra | 1.79494382 |
| Curtosis | -0.62611279 |
| Coficiente de asimetría | 0.91533036 |
| Rango | 4 |
| Mínimo | 0 |
| Máximo | 4 |
| Suma | 91 |
| Cuenta | 89 |

14.- DISCUSIÓN

Debido a la necesidad de obtener una referencia en cuanto a la posición de las amígdalas cerebelosas en la población pediátrica en éste hospital se realizó el presente estudio, los grupos etario se dividieron en recién nacidos, lactantes, preescolares, escolares y adolescentes, con el fin de evaluar si existe alguna correlación lineal entre la posición de las amígdalas cerebelosas y la edad.

En cuanto a la posición de las amígdalas cerebelosas por grupos de edad pediátrica se encontró solo 1 paciente recién nacido que cumplió los criterios de selección para el estudio siendo una muestra inadecuada por lo que no fue valorable y deberá ampliarse en estudios posteriores la muestra.

Los demás grupos etarios incluidos en el estudio no se observó una correlación lineal entre la posición de las amígdalas cerebelosas y la edad, solo se observó un incremento gradual en el rango de hasta 4 mm, pero el valor promedio en el grupo de lactantes y preescolares fue similar de 0.3 mm, así como lo fue con los escolares y adolescentes de 1 mm.

En cuanto a la diferencia entre sexo, no se observó diferencia alguna significativa para la posición de las amígdalas cerebelosas, ni tampoco hubo una correlación lineal con la edad. La moda para todos grupos de edad fue de 0 mm, sin importar el sexo.

La literatura describe que la posición de las amígdalas cerebelosas por debajo del agujero magno durante el desarrollo y las etapas tempranas de la vida es normal y se sugiere que el cráneo se expande debido al resultado de una influencia trófica del crecimiento rápido de los contenidos de la fosa posterior. Lo cual da como resultado que el volumen craneal de la fosa posterior tiende a ser ligeramente menor y no puede contener las estructuras del tallo cerebral y cerebelo, entonces las amígdalas son desplazadas por debajo del agujero magno durante éste tiempo. Con el cese del crecimiento del cerebro, la influencia de crecimiento del cerebro en expansión al cráneo se pierde. Entonces el volumen de la fosa posterior depende del tiempo en que el cráneo deja de crecer, aunque el cráneo puede continuar expandiéndose, acomodando completamente al cerebelo y a sus amígdalas (11).

Pero el presente estudio no correlaciono con lo descrito en la literatura pues en todos los etario la posición fue similar.

A pesar de los hallazgos en el presente estudio puede mostrar limitaciones debido a que no se evaluó el foramen magno, ni el volumen de la fosa posterior, así como el equipo utilizado en cuanto a la definición de las imágenes.

15.- CONCLUSIONES

1.- No existe una diferencia significativa en la posición de las amígdalas cerebelosas en la población pediátrica.

2.- El valor promedio obtenido para todos los grupos etarios fue de aproximadamente 1 mm con una desviación estándar de 1.2 mm, lo cual nos da un rango de 0 a 2 mm como valor normal, lo cual no correlaciona con lo descrito en la literatura.

3.-La utilización de la línea de Chamberlain para calcular la distancia resultó un método útil para la evaluación de la posición de las amígdalas cerebelosas.

4. En la valoración de la posición de las amígdalas cerebelosas debemos considerar anormal en todo paciente pediátrico de la U. M. A. E. Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza", Centro Médico Nacional "La Raza" un descenso mayor de 2 mm, y siempre hacer una adecuada correlación clínica.

16.- ANEXOS

Amígdalas Cerebelosas

Definición conceptual: es un lóbulo redondo en la superficie inferior de cada hemisferio cerebeloso, medialmente se continúa con la úvula del vermis cerebelar y superiormente al lóbulo floclonodular.

Línea de Chamberlain

Definición conceptual: es una sucesión trazada del paladar duro al opistión.

CASOS CLÍNICOS

Caso 1

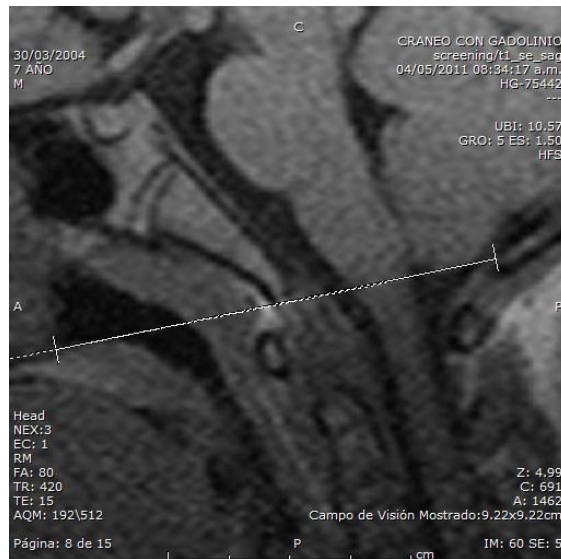


Figura 1.- RM de cráneo ponderada en T1, en corte sagital de paciente masculino de 7 años de edad, sin evidencia de alteración estructural, dónde se observa posición de las amígdalas cerebelosas a 0 mm de la línea de Chamberlain.

Caso 2

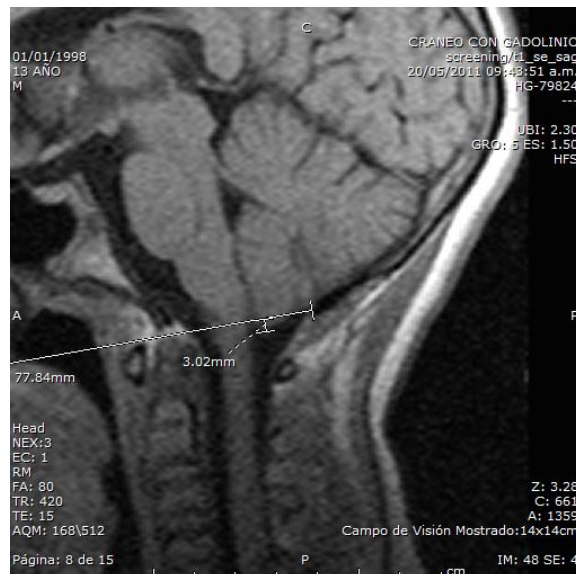


Figura 2.- RM de cráneo ponderada en T1, en corte sagital de paciente masculino de 13 años de edad, sin evidencia de alteración estructural, dónde se observa posición de las amígdalas cerebelosas a 3 mm de la línea de Chamberlain.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Fecha de inicio: 1º de julio del 2011

Fecha de terminación: 30 de octubre del 2011

| MES | Enero | Enero a Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Enero |
|--------------------------------------|----------------|------------------|-------|------|-------|-------|--------|-------|
| | 2010 - 2011 | | 2011 | | | | | 2012 |
| PLANEACIÓN | | | | | | | | |
| REDACCIÓN DE PROTOCOLO | | | | | | | | |
| PRESENTACIÓN AL COMITÉ APROBACIÓN | | | | | | | | |
| CAPTURA DE DATOS | | | | | | | | |
| ANÁLISIS ESTADÍSTICO | | | | | | | | |
| RESULTADOS Y CONCLUSIONES | | | | | | | | |
| REDACCIÓN DE TESIS | | | | | | | | |
| ENTREGA DE TESIS | | | | | | | | |
| PRESENTACIÓN EN CONGRESO | | | | | | | | |

**GRÁFICA DE GANT
PLANEACIÓN Y REALIZACIÓN**

| MES | Enero | Enero a | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Enero |
|-----------------------------------|--------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-------|
| | 2010 - | | 2011 | | | | | | 2012 |
| PLANEACIÓN | | | | | | | | | |
| REDACCIÓN DE PROTOCOLO | | | | | | | | | |
| PRESENTACIÓN AL COMITÉ APROBACION | | | | | | | | | |
| CAPTURA DE DATOS | | | | | | | | | |
| ANALISIS ESTADÍSTICO | | | | | | | | | |
| RESULTADOS Y CONCLUSIONES | | | | | | | | | |
| REDACCION DE TESIS | | | | | | | | | |
| ENTREGA DE TESIS | | | | | | | | | |
| PRESENTACIÓN EN CONGRESO | | | | | | | | | |

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

POSICIÓN DE LAS AMÍGDALAS CEREBELOSAS EN LA POBLACIÓN PEDIÁTRICA

FECHA REALIZACIÓN ESTUDIO: _____

NOMBRE: _____

APELLIDO PATERNO APELLIDO MATERNO NOMBRES
EDAD: _____ años _____ meses. **FN:** _____ **SEXO:** _____

AFILIACIÓN: _____ :

DIAGNÓSTICO POR RESONANCIA MAGNETICA: _____

1.-POSICIÓN DE LAS AMÍGDALAS CEREBELOSAS MEDIANTE LA LÍNEA DE CHAMBERLAIN

CORTE SAGITAL T1:

_____ mm. por debajo del agujero magno.

COMENTARIOS: _____

DX DE ENVÍO: _____

Síntomas iniciales motivo de envío: _____

17.- BIBLIOGRAFÍA

1. Patel S, Analysis and Classification of Cerebellar Malformations, *Am J Neuroradiol* 2002; 23: 1074-1087.
2. Barkovich J, Pediatric Neuroimaging, Chapter 5, Congenital Malformations of the Brain and Skull; Ed. Lippincott Williams & Wilkins, 4th Edition, 2005, 384-386.
3. Utsunomiya H, Rhombencephalosynapsis: Cerebellar Embryogenesis, *Am J Neuroradiol* 1998; 19: 547-549.
4. Kollias S, Cystic Malformations of the Posterior Fossa: Differential Diagnosis Clarified through Embryologic Analysis, *Radiographics* 1993; 13: 1211-1231.
5. Menezes A, Craniocervical developmental anatomy and its implications, *Childs Nerv Syst* 2008; 24: 1109-1122.
6. Pang D, Embryology and bony malformations of the craniovertebral junction, *Childs Nerv Syst*, 2010; 26: 897-908.
7. Ryan S, Capítulo 2: Sistema Nervioso Central, El cerebelo, Capítulo 3: Columna vertebral y estructuras contenidas, articulaciones y ligamentos de la columna vertebral, *Anatomía para el Diagnóstico Radiológico*, Ed. Marbán, 1ra edición 2007; 65-66, 91-92.
8. Menezes A, Anatomy and biomechanics of normal craniovertebral junction and biomechanics of stabilization, *Childs Nerv Syst* 2008; 24: 1091-1100.
9. Smoker W, Imaging the craniocervical junction, *Childs Nerv Syst* 2008; 24: 1123-1145.
10. Giedd, Quantitative Magnetic Resonance Imaging of Human Brain Development: Ages 4-18; *Cerebral Cortex* 1996; 6:551-560.
11. Mikulis D, Variance of the Position of the Cerebellar Tonsils with Age: Preliminary Report; *Radiology* 1992; 183: 725-728.
12. Henning Tiemeier, Cerebellum development during childhood and adolescence: A longitudinal morphometric MRI study; *NeuroImage* 2010; 49: 63–70.
13. Vannucci et al., Craniometric measures during development using MRI *NeuroImage* 2011; 56: 1855–1864.