

11237
20
64



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

HOSPITAL INFANTIL DE MEXICO

MADURACION DE LA VIA AUDITIVA EN EL RECIEN
NACIDO A TERMINO.

(Estudio comparativo de eutróficos con hipotróficos)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

ESPECIALISTA EN PEDIATRIA

P R E S E N T A :

Dra. Ma. Guadalupe López-Vallejo y García

Director de Tesis: DRA. MARTHA ROSETE DE DIAZ



MEXICO, D. F.

FALLA DE ORIGEN

1880



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 de contenido.

Introducción.

- I. Hipótesis.
- II. El sentido del oído.
 - a) Embriología.
 - b) Anatomía.
 - c) Fisiología.
- III. La vía auditiva.
 - a) Origen y desarrollo normal del Sistema Nervioso.
 - b) Anatomofisiología de la vía auditiva desde el punto de vista neurológico.
- IV. Historia.
- V. Antecedentes bibliográficos.
- VI. Clasificación de Potenciales Evocados Auditivos.
- VII. Elementos de la investigación.
 - a) Población estudiada.
 - b) Equipo manejado.
 - c) Procedimiento.
- VIII. Resultados.
 - a) Morfología de las respuestas.
 - b) Latencia de la onda V.
 - c) Esquematisaciones.
- IX. Conclusiones.
- X. Bibliografía.
- XI. Glosario de términos.

INTRODUCCIÓN.

En los últimos años, la Otorrinolaringología ha sufrido en su desarrollo cada vez más funcional, la misma evolución que la medicina y la cirugía. La razón de este gran desenvolvimiento ha sido la notable curiosidad fisiológica que lleva a los investigadores a profundizar, con mayor cuidado y acuciosidad, los relevantes problemas funcionales.

La fisiología general, la psicofisiología, la histoquímica representan ahora elementos básicos de toda mejora, que se desarrolla cada día con una cadencia acelerada tanto en el terreno diagnóstico como en el de la terapéutica y la readaptación funcionales.

El oído es un ejemplo particularmente sorprendente de este avance científico, ya que ha llegado hasta el análisis metódico de los problemas propuestos por la integración central del mensaje auditivo: el lenguaje.

En este caso tan especial, nuestra finalidad, a través del presente estudio, no es tanto diagnosticar alteraciones en la audición, se trata de detectar desde el nacimiento el grado de integridad funcional de la vía auditiva, que dará como resultado un niño, un adulto audiológicamente normal. Dicha integridad neurológica deberá de coincidir con la completa maduración del sistema nervioso central, característica que se presupone en todo neonato "a término"; datos que se obtendrán a través de la estimulación temprana de la vía auditiva.

La enorme importancia de detectar anomalías durante el periodo neonatal es insoslayable, ya que desde el nacimiento del niño se inicia la relación con el exterior por medio de los sentidos y de las percepciones, de éstos un buen porcentaje son auditivos.

Hemos comprendido que la educación y el entrenamiento sensorial del pequeño se inician desde las primeras horas de vida. Si éste aprende los patrones lingüísticos por imitación de aquéllos a los que escucha, a partir de su nacimiento, se impone la imprescindible necesidad de hallar a muy temprana edad cualquier circunstancia que lo limite en este aspecto y... ¿qué más si los constantes avances científicos nos han proporcionado los medios suficientes como para prever y evitar problemas venideros, así como para detectar y controlarlos desde el nacimiento ?!

Es pues nuestra la obligación como médicos pediatras de prevenir, evitar y/o detectar carencias, deficiencias auditivas en el neonato a través de la revisión neurológica.

HIPÓTESIS

Es sabido que un recién nacido a término debe de permanecer en el útero materno de 38 a 40 semanas de vida gestacional para considerarse como tal; pero también se admite, que ese grupo de niños presentan diferencias anatomofisiológicas que dependen de la relación edad/peso al nacer (4).

Por más que sea difícil interpretar científicamente la influencia de la nutrición de la gestante sobre el crecimiento de su hijo, nos parece que es claro y lo demuestran diversos estudios que la carencia nutricional de la embarazada lo mismo en cuanto al contenido calórico-proteico en su dieta, determinan menor crecimiento embrionario y fetal; así como el peso y las condiciones orgánicas de los hijos de gestantes en privación es notablemente inferior a los de los hijos de aquellas mujeres que han tenido alimentación normal. (2)

Del planteamiento anterior, surge la siguiente interrogante: ¿hasta dónde se pueden distinguir neurológica y audiológicamente los neonatos eutróficos de los hipotróficos?. La desnutrición en útero da lugar a una disfunción neurológica ya definida, con disminución del número de células del sistema nervioso central y una deficiencia en el proceso de mielinización, pero... ¿hasta qué punto podrá resultar una maduración auditiva normal, o desde qué punto de partida dependerá su total integración auditiva?. (21) (29)

Lo que este estudio pretende comprobar es que, la maduración de la vía auditiva es completa en todos los recién nacidos a término independientemente de su peso al nacer; cabe subrayar que se hará referencia comparativa en la integración del sistema auditivo en neonatos eutróficos y desnutridos en útero; ambos grupos estarán evaluados como recién nacidos a término, según sus caracteres físicos, basándose en la escala de la Dra. Lubchenco, y su respuesta neurológica, según los conceptos de Dubowitz.

EL SENTIDO DEL OÍDO.



EMBRIOLOGÍA DEL OÍDO.

1. Formación de la vesícula auditiva. El esbozo del laberinto membranoso es el primero en aparecer en el mecanismo del oído. En los embriones, al comienzo de la tercera semana (estado de dos somitas), se advierte un engrasamiento poco marcado del ectodermo superficial a ambos lados de la placa neutral, aún abierta. Este engrasamiento es el comienzo de la PLACODA AUDITIVA que hacia mediados de la tercera semana (estado de siete somitas), se marca muy claramente. Hacia finales de la tercera semana, la placoda auditiva aparece como un engrasamiento perfectamente circunscrito en ectodermo, a ambos lados, del mielencéfalo en desarrollo. Durante la cuarta semana, la placoda se invagina para formar la FOSA AUDITIVA. Esta se profundiza y finalmente se cierra su abertura superficial y el revestimiento epitelial constituye un saco cerrado, conocido con el nombre de VESÍCULA AUDITIVA (vesícula ótica).

2. Diferenciación de la vesícula auditiva para formar el laberinto membranoso. A medida que crece, la vesícula auditiva va perdiendo su forma originariamente esférica y se alarga en sentido dorsoventral. Aproximadamente donde el epitelio de la vesícula se separó del ectodermo superficial, se desarrolla una prolongación tubular de la vesícula llamada conducto endolinfático. Mientras la vesícula auditiva se expande lateralmente, el conducto endolinfático ocupa una posición cada vez más central con relación al resto de la vesícula. Casi desde el comienzo de su diferenciación, la porción distal más expandida de la vesícula auditiva con la cual está conectado el conducto endolinfático puede ser identificada como el esbozo del segmento vestibular del laberinto membranoso, y la extensión ventral, más delgada, puede ser reconocida como el esbozo del caracol.

Hacia fines de la sexta semana del desarrollo aparecen unos rebordes en la porción vestibular de la vesícula auditiva, anunciando la diferenciación de los CANALES SEMICIRCULARES. A medida

que estos canales emergen de la vesícula principal, adoptan la forma de evaginaciones semicirculares aplanadas; sus porciones centrales adelgazan y finalmente se reabsorben de manera que el pliegue en forma de media luna se convierte en un conducto curvado. Se forman tres de estos conductos (canales), cada uno de los cuales ocupan un plano en el espacio que corta en ángulo recto a los otros dos. En el hombre superior, el canal vertical anterior se llama habitualmente superior, el vertical posterior se llama "posterior", y el horizontal cambia su nombre por el "lateral". Mientras han tomado su forma los canales semicirculares, la porción vestibular de la vesícula aditiva es subdividida por una constricción que se profundiza progresivamente en una porción dorsal o utrículo y una porción ventral o sáculo. Cuando se ha producido esta división, los canales semicirculares se abren en el utrículo. Cerca de uno de los puntos de comunicación con el utrículo, cada canal semicircular presenta un ensanchamiento llamado AMPOLLA. Dentro de éste se desarrolla una zona diferenciada llamada CRESTA, que contiene células neuroepiteliales con prolongaciones parecidas a pelos que se proyectan hacia la luz de la ampolla. Estos receptores especializados son inervados por ramificaciones de la rama vestibular del octavo par craneano.

En el sáculo y el utrículo se desarrollan áreas especializadas llamadas MÁCULAS. Estas contienen células neuroepiteliales similares en su carácter general a las que se encuentran en las crestas de los conductos semicirculares, y como ellos son inervadas por ramificaciones de la rama vestibular del octavo par.

El CARACOL DEL LABERINTO MELIBRANOSO se alarga en la sexta semana y en los embriones de 11 a 13 milímetros muestra una evidente curva hacia adelante en su extremidad distal. El crecimiento continúa con un ritmo acelerado durante la séptima y octava semanas, y la curva inicial rápidamente se convierte en una espiral de dos vueltas y media. A mediados que el caracol se diferencia de esta manera, su conexión originalmente amplia con la por-

ción vestibular del laberinto membranoso se estrecha hacia reducirse al delgado "canalis reuniens". La rama coclear del octavo par sigue al caracol en los cambios motivados por el crecimiento, y sus fibras se extienden en forma de abanico para distribuirse a lo largo de toda la longitud del conducto coclear. Adyacente al conducto coclear, se forma un ganglio semejante a una cinta, que propiamente se llama GANGLIO ESPIRAL DEL CARACOL.

3. Desarrollo del laberinto óseo y de los espacios perilinfáticos. Hacia el principio del tercer mes del desarrollo, el laberinto membranoso ha alcanzado prácticamente su configuración adulta. Faltan solamente cambios de poca importancia, tales como la separación del sáculo y el utrículo, mismos que quedarán comunicados a través de una conexión en forma de Y con el conducto endolinfático, y el alargamiento y adelgazamiento de "canalis reuniens". Mientras el laberinto membranoso ha sido tomando forma, gradualmente se ha concentrado el mesénquima a su alrededor, en el momento en que la parte epitelial del complejo ha adoptado su aspecto definitivo, el mesénquima circundante se ha transformado en cartílago. Entre el laberinto membranoso y el cartílago en el cual se halla alojado queda aún espacio parcialmente ocupado al principio por células mesenquimáticas laxamente unidas. Hacia el cartílago, estas células se organizan formando una hoja pericondrial de tejido conjuntivo. Alrededor de los saco y conductos epiteliales primarios del laberinto membranoso, el mesénquima adyacente se organiza para formar un revestimiento fibroso externo. Entre las paredes del laberinto membranoso, así reforzado, y el cartílago circundante, se desarrollan delicadas fibras de tejido conjuntivo que suspenden al laberinto membranoso dentro del laberinto cartilaginoso. Las redes muy laxas formadas por este tejido de sostén atraviesan un espacio conocido con el nombre de perilinfático (periótico), lleno de un líquido.

4. Órgano de Corti. El verdadero mecanismo tonorreceptor del oído es una cresta de células epiteliales modificadas que se encuentra en el conducto coclear. Estas células descansan sobre

la membrana basilar, que sostiene el conducto coclear en el canal óseo. Esta cresta celular, debido a su forma característica, recibe el nombre de órgano espiral. También es conocido por el órgano de Corti.

El comienzo de la diferenciación del órgano de Corti aparece en embriones de tres meses como un engrosamiento del epitelio del piso del conducto coclear. Sobre este engrosamiento del epitelio se implanta una curiosa estructura fibrilar y gelatinosa, llamada membrana tectoria. Desde el tercero hasta el quinto mes, todo el conducto coclear experimenta una considerable expansión. La membrana tectoria se amplía y el órgano de Corti situado por debajo de la membrana comienza a diferenciarse. En su porción exterior se distinguen tres o cuatro filas de células neuroepiteliales denominadas CELULAS CILIARES EXTERNAS. Un poco más cerca del centro de la espiral aparece una sola fila de elementos neuroepiteliales llamada CELULAS CILIADAS INTERNAS. Durante el sexto mes involucran algunas de las células adyacentes de la línea de implantación de la membrana tectoria. Este hecho, junto con un cierto grado de reordenamiento celular, profundiza la hendidura del borde interno del órgano de Corti, y forma el llamado SURCO ESPINAL INTERNO. Al mismo tiempo, se opera una reabsorción parcial dentro del órgano de Corti mismo, dejando un espacio entre las células ciliadas internas y externas, llamado "túnel interno", y un espacio más pequeño en la periferia de las células ciliadas externas designado "túnel externo". Las células adyacentes al túnel interno desarrollan fibrillas y se convierten en elementos de sostén; son las CELULAS PILARES.

5. Oído medio. Al mismo tiempo que se desarrolla el mecanismo receptor del oído de manera que se acaba de describir, también van formando las estructuras del aparato transmisor del oído medio.

El comienzo de la diferenciación del órgano de Corti aparece

en un principio, los primeros sacos faríngeos se extienden lateralmente de manera que su envoltura endodérmica se pone en contacto con el ectodermo en la parte inferior del primer surco branquial a ambos lados para formar la lámina branquial. La porción distal del saco se mantiene algo agrandada y forma el esbozo de la cavidad del oído medio, o caja timpánica, pero la porción proximal pronto se estrecha para formar la trompa auditiva (EUSTAQUIO). El contacto primitivo entre el endodermo del saco faríngeo y el ectodermo del piso del surco branquial, no persiste largo tiempo. La extremidad externa ciega del saco, que constituye el esbozo de la cavidad timpánica, se separa de la superficie y, adyacente al mismo, se concentra el mesénquima. A medida que avanza el desarrollo, las células mesenquimatosas de esta masa primordial se organizan formando los precursores cartilagosos de los huesecillos auditivos, hallándose entre el oído interno en desarrollo y el resto del primer surco branquial del que ahora se pueden decir que constituye el esbozo del meato auditivo externo. En este estadio, los huesecillos se encuentran sobre la cavidad timpánica primordial, completamente empotrada en un tejido conectivo embrionario muy indefinido. Durante la última parte de la vida intrauterina, el tejido conectivo en torno a los huesecillos comienza a reabsorberse rápidamente, con la consecuente expansión de la cavidad timpánica. Finalmente, los huesecillos permanecen suspendidos dentro de la cavidad timpánica agrandada con sólo una delgada hoja de epitelio replegada sobre su envoltura priostial. En el momento del nacimiento, sin embargo, hay aún un resto de tejido conjuntivo embrionario no absorbido, que llena parcialmente el espacio y amortigua en mayor o menor grado el libre movimiento de los huesecillos.

La plena movilidad de los huesecillos se adquiere dentro de un lapso de algunos meses después del nacimiento; cuando se reabsorbe el tejido conjuntivo restante. Una vez que ocurre esto, el movimiento impartido por las ondas sonoras al tímpano es transmitido libremente por los huesecillos a la membrana de la ventana oval, a la cual se une el estribo.

6. Oído externo. El pabellón de la oreja se forma por el crecimiento del tejido mesenquimático que flanquea el primer surco branquial del embrión joven. Durante el segundo mes, aparecen nódulos, algunos de los cuales tienen su origen en el tejido del arco mandibular situado en posición anterior respecto al primer surco branquial y otros del arco hioideo, a lo largo del borde caudal del surco. La unión de estos nódulos y su desarrollo ulterior moldea el pabellón de la oreja. En razón de la cantidad de centros de crecimiento independientes que intervienen, no es sorprendente que la configuración del oído externo del adulto presente una amplia gama de variaciones.

ANATOMÍA DEL OÍDO.

Pueden considerarse dos grupos de estructuras anatómicas:

- 1o. Las que sirven para la transmisión de los sonidos: aparato de transmisión; dicho aparato comprende: el oído externo; el oído medio con el aparato de acomodación osicular; tímpano, martillo, yunque, estribo, ligamentos, músculos; el paso a nivel de la cápsula ótica por las ventanas: ventana oval, donde se engarza la platina del estribo, ventana redonda; los medios líquidos del oído interno, las membranas del canal coclear, y principalmente, la membrana basilar.

- 2o. Otras que sirven para la percepción de los sonidos: aparato de percepción o aparato nervioso: éste comprende el órgano de Corti, con células sensoriales y con terminaciones nerviosas, el nervio auditivo, las escalas, las vías y centros superiores.
(Lo anterior se verá ampliado en el capítulo correspondiente al tema).

El aparato anatómico en conjunto recibe el nombre de OIDO, el cual se divide en tres porciones: porción externa u oído externo.
porción media u oído medio.
porción interna u oído interno.

El oído externo.

Comprende dos partes:

- 1a. Pabellón del oído u oreja. Es una expansión laminada situada en las partes laterales de la cabeza delante de la apófisis mastoidea y detrás de la articulación temporomaxilar. Libre en sus dos tercios posteriores, unida a la cabeza por su tercio anterior. Su constitución anatómica comprende tres partes: cartilago de la oreja propiamente dicha, ligamentos y músculos. Es irrigado por las arterias provenientes de la temporal superficial (inferior, media y superior) y de la auricular posterior (ar-

terias perforantes y arterias circundantes). Las venas se dividen en anteriores (que van a la temporal superficial) y posteriores (que terminan en la yugular externa y algunas en la vena mastoidea). Los linfáticos forman dos redes, la cara externa y la cara interna. Es innervado por nervios motores y sensitivos, proceden del facial y los segundos del aurículo temporal auricular del plexo cervical.

- 2a. Conductor auditivo externo. Se extiende desde la concha al oído medio; está formado por una parte interna, ósea excavada del temporal y otra parte externa o fibrinocartilaginosa formada por partes blandas. Tiene una dirección oblicuamente adentro, adelante y algo hacia abajo, es de forma cilíndrica y se forma de esqueleto óseo, esqueleto fibrocartilaginoso y de revestimiento cutáneo. Está irrigado por arterias que proceden de la temporal superficial y de la auricular posterior. Sus venas son también anteriores y posteriores, las cuales llegan a la yugular externa, maxilar interno y plexo pterigoideo. Sus ganglios desembocan en ganglio preauricular y ganglios paratoideo y cervicales profundos; innervado por plexo cervical y facial. (40)

El oído medio.

Es una cavidad llena de aire, caja del tímpano, excavada en su porción temporal que se encuentra entre el conductor auditivo y el oído interno; dentro de éste se encuentran los huesecillos del oído, por delante con la faringe, con la Trompa de Eustaquio, por detrás con las cavidades mastoideas y es tapizada por la membrana timpánica.

- a) Caja del tímpano. Tiene la forma de un tambor; su diámetro es de 15 mm; su anchura de 4 a 6 mm y se reduce por dentro hasta 1.5 a 2 mm; está formado por tres

partes: pared externa, pared interna y circunferencia.

En su porción externa, se encuentra la membrana timpánica, delgada, transparente, regularmente circular, extendida y situada entre el conducto auditivo externo y la caja del tímpano. En su porción interna se encuentra la ventana redonda, la ventana oval y entre ambas el seno timpánico.

- b) Cadena de los huesecillos. Están colocados, uno detrás de otro, formando una cadena sin interrupción, que se extiende en forma transversal de la pared externa a la pared interna. Esta cadena está sometida a la acción de dos músculos principales: músculo del martillo y músculo del estribo.
- c) Revestimiento de la caja timpánica. Tapizada por una mucosa delgada, transparente, de coloración grisácea, íntimamente unida al perlostio, revigite a los huesecillos y sus ligamentos.
- d) Vasos y nervios de la caja. Proceden de la arteria estilomastoidea, de la arteria timpánica, de la meningeo media, de la faríngea y de la carótida interna; se anastomosizan entre sí para formar una red.
- e) Trompa de Eustaquio. Conducto que comunica a la faringe con la caja del tímpano. Se compone de dos partes, la ósea y dura, y la porción blanda, fibrocartilaginosa o de partes blandas; su dirección se encuentra oblicuamente de atrás hacia adelante, de fuera hacia adentro, de arriba hacia abajo; su longitud es de 35 a 45 mm, cuyas porciones son 2/3 de cartilaginosa y otro tercio óseo, esta formado por un aparato de sostén o armazón, una mucosa y unos músculos, lo irrigan las arterias provenientes de la faríngea: la meningeo media y la vidiana. Las venas son las del plexo pterigoideo, y lo inervan los filetes nerviosos

motores y los filetes sensitivos. (40)

El oído interno.

Está situado en el espesor del peñasco, por dentro y algo de atrás de la caja del tímpano. Se compone de varias estructuras llamadas "laberinto óseo"; éstas encierran cavidades más pequeñas, de paredes blandas y membranosas que forman lo que se llama laberinto membranoso. Las cavidades membranosas están llenas de un líquido, la endolinfa, y sumergidas en otro líquido, la perilinfa. (40)

El laberinto óseo se forma a su vez de tres partes principales:

- a) vestíbulo óseo: cavidad situada por dentro de la vena oval.
- b) conductos semicirculares óseos: situados detrás y encima del vestíbulo; son tres: superior, posterior y externo.
- c) caracol óseo: el caracol óseo o cóclea tiene la forma de una masa conoidea, situada en el espesor del peñasco; se le consideran tres partes: el núcleo, la lámina de los contornos y la lámina espiral.
- d) conducto auditivo interno: se localiza en la parte posterior-superior del peñasco; se divide en dos partes, por la cresta falciforme: el piso superior y el piso inferior.

El laberinto membranoso comprende todas las partes blandas alojadas en las tres cavidades del laberinto óseo, a saber:

- a) utrículo, pequeña vesícula situada junto a la fosita semiovoidea; es la estructura que recibe las extremidades ampliadas y no ampliadas de los conductos semicirculares membranosos.
- b) sáculo, se encuentra debajo del utrículo; es una vesícula redondeada, colocada en la fosita hemisférica.
- c) porción inicial del conducto coclear.
- d) conducto endolinfático.

Los conductos semicirculares membranosos son tres: superior, posterior y externo, dentro de los conductos semicirculares óseos.

El caracol membranoso está representado por un conducto de gran longitud, llamado éste conducto coclear.

Los líquidos del oído interno son dos: la endolinfa y la perilinfa. La primera llena todas las cavidades que forman el laberinto membranoso, es un líquido claro, fluido como el agua, ligeramente rojizo en el feto, incoloro en el adulto. La perilinfa, por su parte, llena todo el espacio comprendido entre las formaciones blandas del laberinto membranoso y las paredes del laberinto óseo; líquido claro, incoloro y fluido.

Al oído interno lo irrigan arterias accesorias, ramas de la auditiva, rama del tronco basilar: rama vestibular, rama coclear. La sangre venosa corre por tres vías principales: vena auditiva interna, vena del acueducto y vena del caracol. Lo innervan dos ramas del nervio acústico: rama coclear, y la rama vestibular con su rama superior, inferior y posterior. (40)

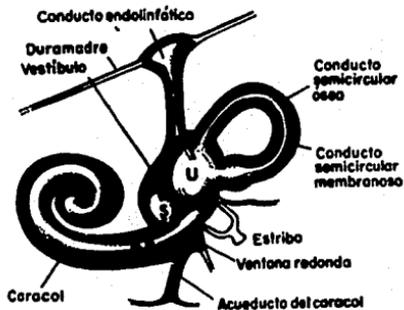


Laberinto óseo.

- A) conducto semicircular superior.
- B) conducto semicircular posterior.
- C) conducto semicircular externo.

Laberinto membranoso.

- S: sáculo.
- U: utrículo.
- SM: conducto coclear.



F I S I O L O G Í A D E L O Í D O .

Prácticamente, la fisiología del oído puede verse resumida en tres puntos principales, a saber:

1. Transmisión de los sonidos. El sonido captado por el pabellón hace vibrar el tímpano y al aparato osicular. La impedancia de éste puede ser modificada momentáneamente por el juego de sus músculos.

a) función del tímpano. La membrana timpánica vibra con el efecto de las ondas acústicas y transmite este movimiento a la cadena de los huesecillos. Funciona igualmente que la membrana de un micrófono por presión. Se concibe que una simple perforación del tímpano pueda determinar una pérdida auditiva. (6)

b) función de los huesecillos. Los huesecillos puestos en movimiento por el juego del tímpano aseguran una transmisión global y masiva de las vibraciones. Si se compara la superficie del tímpano con la de la platina del estribo, se ve que el sistema tímpanoosicular desempeña también un papel de multiplicación de la presión de las ondas sonoras, casi únicamente debido a la relación de la superficie del tímpano con la del estribo, que es del orden de 1 a 20. Este crecimiento es, pues, alrededor de 20 veces, pero es por la presencia de los músculos cuya contracción puede hacer variar las características físicas, ya que el sistema osicular posee igualmente un papel de protección del oído interno.

Cabe incluir aquí el papel que presentan los músculos. La cadena de huesecillos vibra en bloque con el efecto de la captación de las ondas sonoras por el tímpano con la intensidad que depende parcialmente de la tensión de los músculos del martillo y del estribo. Estos tienen clásicamente una acción antagonista, pero su contracción es refleja y simultánea; el resultado es un

aumento de la impedancia por rigidez del sistema de transmisión osicular, lo que disminuye la amplitud de las vibraciones. El sistema muscular tiene un papel de protección del oído interno contra las vibraciones sonoras demasiado intensas. La rigidez que procura la tensión de los dos músculos hace disminuir principalmente los sonidos de frecuencias graves, dejando pasar, por el contrario, los sonidos agudos. Si la intensidad del sonido estímulo es excesivamente fuerte, los dos músculos se contraerán al máximo, inmovilizando totalmente la cadena de los huesecillos, con lo cual el sonido no podrá, pues, impresionar a los líquidos del oído interno más que por la ventana redonda, procurando así la mayor disminución posible de las vibraciones acústicas, ya que no hay más que una única ventana que funciona. El papel de protección está bien demostrado por el hecho experimental, de que en animal de experimentación se le seccionan los músculos osiculares, se convierte más rápidamente en sordo con la acción del traumatismo sonoro.

c) Función de las ventanas. Las vibraciones acústicas pasan rápidamente al oído interno por el intermedio de la platina del estribo, poniendo en movimiento los líquidos perilinfáticos, gracias a la acción compensadora de la ventana redonda.

Dentro de los líquidos perilinfáticos no podría haber transmisión de la onda sonora sin la existencia de la ventana redonda, pues los líquidos son incomprensibles. El movimiento de la platina del estribo en la ventana oval transmite el sonido a los líquidos y la ventana redonda, provista de membrana elástica, desempeña el papel de un manómetro dinámico. Esta acción compensadora no es posible más que si existe la diferencia de presión o de fase en las vibraciones acústicas que se producen en una u otra ventana.

En estado fisiológico, el sistema tímpanoosicular capta las vibraciones para transmitir las únicamente a la ventana oval y protege, por el contrario, a la ventana redonda. La diferencia en el resultado es tal que permite a la membrana de la ventana redonda mo-

verse en el sentido inverso del de la platina del estribo, lo que asegura la existencia de movimiento de líquido endolaberíntico y por tanto la excitación del VIII par.

d) Función de los líquidos y del canal coclear: La presión alternante de la palatina del estribo determina en cada ciclo dos fenómenos distintos, pero indisociables y ligados por una relación de causa-efecto:

1. Un desplazamiento de masa inmediato y brusco de una parte de los líquidos laberínticos, que no puede hacerse más que gracias a la acción compensadora de la ventana redonda.

2. Este desplazamiento en masa de los líquidos laberínticos engendra una deformación de la membrana basilar. Del heco de las características físicas y de las posibilidades de resonancia de esta estructura, la repetición alternativa de esta deformación provoca una onda de propagación a lo largo de la membrana basilar. Esta onda camina desde la región de las ventanas hacia el helicotrema entrando en reposos y avanzando la onda delante de la zona de reposo. Así, estas ondas se apagan bruscamente cuando llegan a un nivel tanto más alejado de la región de las ventanas cuando más grave sea el sonido; inversamente, las ondas se detienen a un nivel en la escala coclear tanto más aproximado a la región de las ventanas cuanto más agudo sea el sonido-estímulo. El sonido más grave en gendra, pues, unas ondas que recorren toda la escala coclear hasta el helicotrema, lo que provocará la excitación de todas las fibras del nervio auditivo. Un sonido muy agudo determinará una onda de propagación que morirá muy rápidamente cerca de su origen en el comienzo de la primera espiracoclear: sólo las fibras nerviosas de esta región serán excitadas.

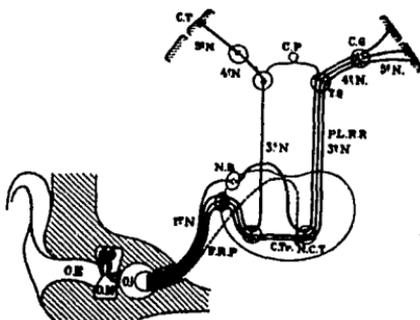
El conjunto de estas diferentes estructuras que incuben al oído externo, oído medio, cápsula ótica (ventana) o al oído interno (medio humoral, membrana basilar), contribuye así a la "transmisión" de las vibraciones hasta el órgano de Corti.

2. Aparato de percepción. Las vibraciones acústicas se efectúan por estas transmisiones sucesivas que así llegan hasta las células sensoriales. Estas últimas son excitadas en el momento de la onda de propagación, la longitud de la membrana basilar por desplazamiento de su superficie en relación con la membrana tectoria, sobre la cual contactan sus cilios.

Percepción propiamente dicha: En esta sección es en donde realmente se comprenderá la audición; es el primer estadio de integración auditivo en el sistema nervioso. El órgano de Corti funciona a manera de un "transductor" de energía mecánica en energía nerviosa. Es un verdadero "selector" que debe traducir en influjos nerviosos las vibraciones acústicas con todas sus cualidades.

Por tanto, es la transformación en influjos específicos de las diferentes características del sonido lo que constituye el papel del órgano de Corti. Cualquiera que sean los mecanismos íntimos de la excitación de las fibras nerviosas a su nivel, veremos cómo las características del estímulo pueden ser traducidas en impulsos nerviosos. Tomaremos entre las cualidades del sonido, la frecuencia y la intensidad. (6)

ORIGEN Y DESARROLLO NORMAL
DEL SISTEMA NERVIOSO.



ORIGEN Y DESARROLLO NORMAL
DEL SISTEMA NERVIOSO.

Para interpretar cualquier aspecto de la conducta humana desde el sencillo reflejo rotuliano hasta la creación de un poema, o la fusión de un átomo, tiene importancia fundamental el conocer la morfología y función del sistema nervioso. Dotado de mecanismos nerviosos delicadamente sintonizados para recibir noticia de las alteraciones que ocurren en su ambiente externo e interno, y de aquellos otros que le permiten reaccionar a ellos adecuadamente, el hombre ve y oye, reacciona, hace, analiza y considera y guarda en su encéfalo registros de su experiencia. (38)

Tiene importancia central para comprender la maduración neonatal el percatarse del desarrollo del sistema nervioso. Este conocimiento es crítico, de manera más patente porque hay gran diversidad de trastornos de desarrollo neutral que son el tema de este estudio, ya que hay efectos característicos en parte porque el cerebro está desarrollándose bajo múltiples maneras peculiares y con enorme rapidez.

Por lo menos en los dos primeros trimestres de la gestación, el cerebro en desarrollo es capaz de generar las reacciones neurológicas y de otra clase a la lesión que sirven como orientaciones útiles a los ataques ambientales que ocurren en etapas ulteriores.

Se realizará una revisión de las etapas más importantes, durante las cuales ocurre el progreso del fenómeno evolutivo; deberá de considerarse como un fenómeno global: la maduración se realiza, en términos generales, como una sucesión de acontecimientos individuales. (33) (29)

1.- Inducción dorsal (Neuralización): La etapa se realiza en la tercera y cuarta semanas de gestación. El sistema nervioso comienza en la porción dorsal del embrión como una placa del tejido que se diferencia en la porción media del ectodermo; de esta manera la notocorda y el cordamesodermo subyacentes inducen la formación de la placa neural, cuyos bordes laterales se invaginan y se cierran dorsalmente para formar el tubo neural. Durante este cierre se forman las células de la cresta neural que originan ganglios de las raíces dorsales, ganglios sensitivos de los pares craneales, ganglios autónomos, células de Schwann, células de la pia-aracnoides, al igual que melanocitos, células de la médula suprarrenal y algunos elementos esqueléticos de cabeza y cara. El tubo neural da origen al sistema nervioso central. El cierre del tubo neural comienza en la región del bulbo y continúa en dirección cefálica y caudal. La última región que se cierra es la lumbar. La interacción del tubo neural con el mesodermo adyacente origina la duramadre y el esqueleto axial, esto es, cráneo y vértebras.

Quando hay perturbación de los fenómenos inductivos dorsales, resultan diversos errores del cierre del tubo neural, acompañados de alteraciones del esqueleto axial, al igual que los revestimientos meningo-vascular y dérmico; ejemplos: anencefalia, mielosis, encefalocele, etcétera.

2.- Inducción ventral: Ocurre durante el segundo mes de la gestación, particularmente durante la quinta y la sexta semanas; lo que en este caso interesa es la relación inductiva entre el mesodermo precordial y el proencefalo. Esta interacción ocurre ventralmente en el extremo rostral del embrión, de ahí el nombre de "inducción ventral". La interacción inductiva influye en la formación de la cara al igual que el proencefalo, por lo cual los trastornos del desarrollo cerebral en esta fecha producen anomalías faciales muy notables, como por ejemplo: holoprosencefalias, malformaciones faciotelencefálicas, etcétera.

3.- Proliferación (neuronal): Corresponde a los meses segundo y cuarto de gestación. Todas las neuronas y la glia provienen de las zonas subependimaria, ventricular y subventricular, que se presentan en todos los niveles del sistema nervioso en desarrollo. es patente que este es un período muy crítico que guarda relación con la integridad de todos los sistemas del aparato neural. Se realizó un estudio, por DOBBING en 1973, en el que diferencia este periodo en dos etapas características:

- a) la primera ocurre entre la 10a. y la 18ava. semanas de gestación; se acompaña de proliferación neuronal.
- b) la segunda que acontece entre la 30a. semana de gestación hasta el año, después del nacimiento, guarda relación con la multiplicación de la neuroglia. Los aspectos dinámicos de la proliferación celular en la pared del tubo neuronal se han descrito ya por Sauer, en 1935; se comprobó que las células situadas profundamente en la zona ventricular duplican el DNA, emigran hasta la superficie orientada al interior del tubo, se dividen y las dos células hijas emigran hacia la periferia de la zona ventricular; esta emigración celular se repite cuando vuelve a duplicarse el DNA y hay mitosis. En ciertos sitios del prosencéfalo pueden tener una zona supraventricular de células de proliferación, las cuales se dividen sin desplazarse a la zona orientada hacia el interior del tubo. En el período inicial no pueden diferenciarse las dos clases de células, aunque después originarán neuronas y las clases principales de neuroglia, astrocitos y oligodendroglia. Cuando hay alteraciones en esta fase de desarrollo del SN puede haber también trastornos como microcefalia y macrocefalia.

4.- Migración. Ocurre del tercero al sexto mes de la gestación. Se dan los más notables acontecimientos, ya que las células emigran de su sitio de origen hacia las zonas ventricular y subventricular hasta lugares dentro del sistema nervioso central, donde

permanecen durante toda la vida. La regulación de la cronometración y la migración simultánea es un proceso ordenado muy seguramente, aún no hay nada de conocimientos de firmeza, sobre esta última. La migración radial de células desde su origen en las zonas ventriculares y subventriculares es el mecanismo primario para la formación de la corteza y de las estructuras nucleares profundas. La migración tangencial, o sea, la migración de las células generadas en las zonas germinativas, inicialmente sobre la superficie externa de la corteza cerebral y después hacia adentro, pueden tener alguna importancia. Una capa de células, la capa granular subpial descrita por Brun en 1965, alcanza la anchura máxima a las 22 semanas de gestación; puede originar unas neuronas pequeñas y neuroglia de la porción superficial de la corteza.

En el cerebelo la migración radial produce las células de Purkinje y los núcleos dentados. La capa granular externa es resultado de la migración de las zonas germinativas, hacia el labio rombico y el paso sobre la superficie del cerebelo; después emigran hacia dentro para formar la capa granular interna de la corteza cerebelosa.

Para las 20 a 24 semanas de gestación, la corteza cerebral humana tiene su número total de neuronas; puede haber en el último trimestre, o después del nacimiento migración hacia la capa VI.

Las células de la capa granular externa después emigran hacia el interior a través de los árboles dendríticos en desarrollo de las células de Purkinje en la ~~capa~~ capa molecular. Las células granulares externas también se originan en la zona subventricular y siguen también las guías neuróglícas radiales.

Los trastornos ocurridos en esta época causan alteraciones graves en la función neurológica; todas son compatibles con la vida, pero la mayoría de estos trastornos se manifiesta en los primeros días de su nacimiento. Ejemplo: la hipoplasia o agenesia del cuerpo calloso, esquizoencefalia, lisencefalia, paquigiria, etcétera.

5.- Organización. Desde los seis meses de gestación hasta un año de vida después del nacimiento se da esta etapa. Dicha organización se caracteriza por lo siguiente:

- 1o. Alcanzar la alineación, orientación y disposición en capas características de las neuronas corticales.
- 2o. Elaborar ramificaciones axónicas y dendríticas.
- 3o. Establecer contactos sinápticos.
- 4o. Proliferación y diferenciación de la neuroglia.

En 1960, Conel estudia la corteza cerebral desde el nacimiento hasta los dos años de edad, demostrando un enriquecimiento progresivo de los plexos dendríticos y axónicos con aumento mucho menor de las dimensiones y sin aumento proporcional del número de neuronas consideradas aisladamente. De manera simultánea a estas ramificaciones, aparecen conexiones sinápticas, se desarrollan neurofibrillas y aumenta la magnitud de la sustancia de Nissl en el citoplasma celular. En esta época también hay modificaciones bioquímicas, con aumento en la concentración cerebral del RNA así como de las proteínas relacionadas con DNA.

Los cambios de maduración ocurren con mayor rapidez en el lóbulo rínico (hipocampo), en forma más lenta pero más constante en los lóbulos límbicos y supralímbico.

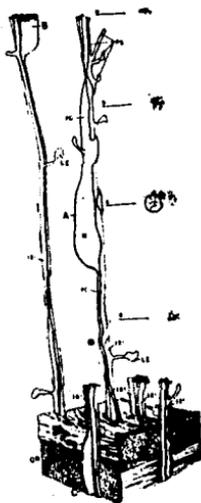
Los trastornos que pueden aparecer si hay lesión en esta etapa de maduración pueden ser ejemplificados con Trisomía 21, Trisomía 13, Trisomía 15, ataques perinatales, retardo mental, etcétera. (36)

6.- Mielinización. La etapa de mielinización en el ser humano es larga; comienza desde el segundo trimestre de gestación y continúa hasta la vida adulta. Este proceso dentro del Sistema Nervioso Central progresa de manera más rápida después del nacimiento; este fenómeno comienza con proliferación de oligodendrocitos; se piensa que existe una etapa apresurada del de-

pósito de DNA en el cerebro humano que ocurre después de las 20 a las 30 semanas de gestación y de esta manera se diferencia de la multiplicación de neuroblastos que termina hacia el quinto mes.

Para describir el proceso de mielinización, nombraremos ciertos estudios realizados por Yakovlev y Leucours en 1967, los cuales definieron la mielinización en 25 áreas del sistema nervioso humana, llegando a las siguientes conclusiones:

- 1a. En el sistema nervioso periférico, donde comienza la mielinización, ocurre antes en las raíces motoras que en las sensitivas.
- 2a. En el sistema nervioso central, la mielinización de los sistemas sensoriales precede a la mielinización de los sistemas aferentes mayores, por ejemplo: lemnisco medial, tubérculo cuadrigémino posterior o inferior, etcétera.
- 3a. La mielinización dentro de los hemisferios cerebrales, principalmente en zonas en donde participan funciones asociativas a alto nivel y discriminación sensorial, ocurre después del nacimiento y se eleva después de varios decenios. Como ejemplos de trastornos en esta época del desarrollo neurológico: leucodistrofia metacromática, alteraciones en el metabolismo de aminoácidos, alteraciones bioquímicas de lípidos, con falta de mielinización, etcétera. (37) (25).

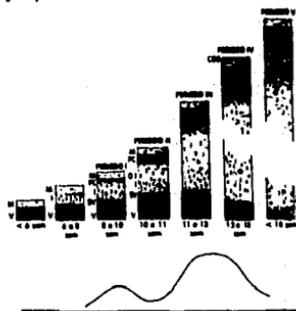


Proliferación neuronal.

Entre el segundo y el cuarto mes de la gestación, las neuronas y la glia provienen de la zona subventricular, ventricular y subventricular.

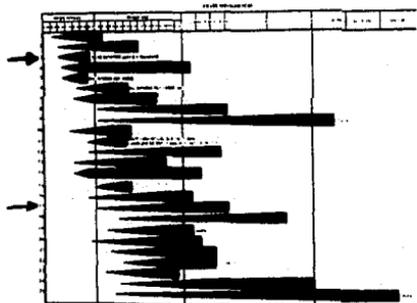
(R.L.Sidman y P. Rakic, 1973)

14 Joseph J. Volpe



Ciclos mielógenos en el cerebro humano.

(Dr. Paul Yakovlev, 1973)



ANATOMOFISIOLOGIADE LA VIA AUDITIVA.

La audición, como la mayor parte de los sentidos somáticos, es un sentido mecanoceptivo, pues el oído responde a la vibración mecánica de las ondas sonoras del aire. La fisiología de la vía auditiva se refiere a la explicación que hasta el momento, según el autor GAYTON, en su libro Tratado de fisiología médica, describe los mecanismos por virtud de los cuales el oído recibe ondas sonoras, describe sus frecuencias y, finalmente, transmite información auditiva hacia el sistema nervioso central. Se deben recordar, pues, los siguientes puntos importantes:

1. Los impulsos de cada oído son transmitidos a ambos lados del tallo cerebral con solamente una preponderancia ligera de la transmisión de la vía contralateral.
2. Muchas fibras colaterales de las vías auditivas pasan directamente al sistema activador reticular del tallo cerebral; este sistema se proyecta en forma difusa hacia arriba, hasta la corteza cerebral, y hacia abajo, hacia la médula espinal.
3. La vía para la transmisión de impulsos sonoros desde el caracol hasta la corteza incluye por lo menos cuatro neuronas a veces hasta seis. Las neuronas pueden hacer o no hacer sinopsis en los núcleos olivares superiores, en los núcleos del lemnisco lateral y en los cuerpos geniculares inferiores. Por lo tanto, algunos de los haces son más directos que otros, lo cual significa que algunos impulsos llegan a la corteza mucho antes que los demás a pesar de que pueden haberse originado exactamente al mismo tiempo.
4. También hay varias vías importantes que van del sistema auditivo al cerebelo:

- a) directamente desde los núcleos cocleares.
- b) desde los tubérculos cuadrigéminos inferiores.
- c) desde la substancia reticular del tallo cerebral.
- d) desde las zonas auditivas cerebrales; éstas activan el vermicerebeloso instantáneamente en caso de un ruido brusco.

La integración de la información auditiva en los núcleos de relevo sería la siguiente: en realidad, el autor refiere que se sabe poco acerca de la función de los diferentes núcleos que hay en la vía auditiva. Una de las características importantes de la transmisión auditiva a través de los núcleos de relevo es la orientación espacial de las vías para sonidos de diferente frecuencia. (41)

Como ya se ha mencionado en capítulos anteriores, se ha dicho que la percepción de los sonidos se realiza a través del sistema nervioso, el cual se concreta en lo que se ha llamado "vía auditiva". Existen dos clases de fibras en ésta: las fibras sensoriales o aferentes y las fibras eferentes. Veamos sus características:

- a) fibras sensoriales o aferentes: la primera neurona tiene su célula en el ganglio espiral de Corti y transporta el influjo desde el órgano de Corti a los núcleos bulbares acústicos, el núcleo acústico anterior, situados ambos en la parte lateral del pedúnculo cerebeloso inferior, haciendo sinapsis. La segunda neurona pasa directamente a través de la masa bulbar hasta el núcleo del cuerpo trapezoide homolateral y heterolateral; puede igualmente, para llegar a éste último, seguir las estrias acústicas sobre el suelo del cuarto ventrículo (núcleo olivar superior). La tercera neurona puede adoptar tres trayectos:
 - puede ser heterolateral: sale, pues, directamente del cuerpo trapezoide del lado opuesto, se dirige a la parte lateral de la cinta de Reil y llega al tubérculo cuadrigémimo posterior opuesto.

- puede ser homolateral: sube, pues, directamente desde el núcleo del cuerpo trapezoide homolateral hasta el tubérculo cuadrigémino posterior por la parte lateral de a cinta de Reil y no pasa jamás la línea media.
- puede nacer en el cuerpo trapezoide del mismo lado, pero independientemente después atravesar la línea media del cuerpo trapezoide, en seguida dirigirse a la parte lateral de la cinta de Reil del lado opuesto, para llegar al tubérculo cuadrigémino heterolateral.

La cuarta neurona va desde el tubérculo cuadrigémino posterior hasta el cuerpo geniculado interno, donde realiza sinapsis hasta el cortex temporal, a nivel del centro auditivo, de manera que cada oído está en relación con los dos cortex (circunvolución temporal superior). (5)

- b) fibras eferentes: Desde estos últimos años, se tiene la prueba morfológica de la presencia de fibras eferentes que van desde el bulbo al órgano de Corti. Su trayecto bulbar y radicular fue bien estudiado por Rasmussen; su trayecto coclear y sus terminaciones, por M. Portann y otros colaboradores. Estas fibras nacen en la parte superior de la olivahomo y contralateral, es decir parcialmente en el núcleo del cuerpo trapezoide, dirigiéndose al cuarto ventrículo pasando la línea media, caminando hacia los núcleos después del nervio vestibular, enrollándose en espiral hasta llegar alrededor del nervio auditivo en la coquea, para terminar en el órgano de Corti junto a las células sensoriales. Este fascículo eferente es parte de un vasto sistema de control de escalas inferiores por los centros superiores a lo largo de la vía auditiva. (5)

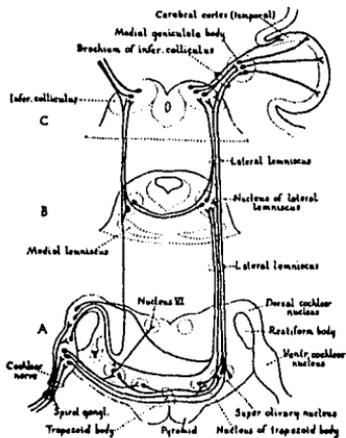
Las dos vías, derecha e izquierda, finalizan en los dos cortex como ya se mencionó, existiendo un predominio contralateral al parecer por el hemisferio izquierdo en el ser humano diestro. En el nivel de las células corticales se produce la transfor

mación del influjo nervioso en sensación consciente del sonido, es decir el fenómeno neurosensorial puro.

En resumen: el fenómeno acústico cesa en el nivel del oído interno, donde la estimulación física es traducida en influjo nervioso. La coclea "pone en forma" al mensaje bajo el aspecto de potenciales nerviosos característicos, que ya no son regidos por las leyes de la acústica, sino por las de la Neurofisiología. La imagen del influjo así creada recorre las vías nerviosas, las escalas donde sufre modificaciones, resultantes del aporte de otras adherencias periféricas y de otras funciones nerviosas, que terminan integrándola en el funcionamiento del sistema nervioso central.

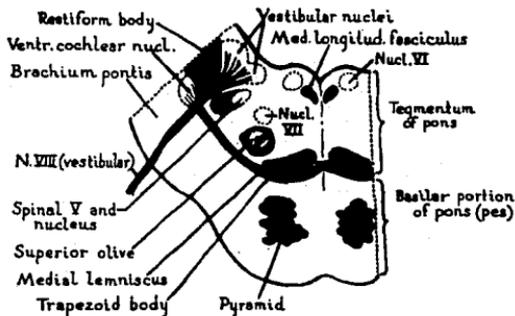
Esta imagen del influjo llega a nivel de las áreas corticales auditivas, donde toma cuerpo la conciencia elemental que lo ha hecho nacer. Esto corresponde al fenómeno auditivo neurosensorial puro, pero a los diversos estímulos sonoros podrán ligarse unas significaciones particulares.

LA VÍA AUDITIVA.



ORIGEN REAL DEL NERVIO VESTIBULAR.

(VIIIo. par)



HISTORIA

Las respuestas eléctricas evocadas en el sistema nervioso por estimulación, tienen por objeto la evidencia de la capacidad funcional del Sistema Nervioso Central. Esta actividad eléctrica puede ser visual, auditiva y somática. Los potenciales evocados han sido estudiados minuciosamente en los últimos cuarenta años, inicialmente en animales de experimentación y posteriormente en el propio humano.

La historia de los potenciales evocados sensoriales en el cerebro surgió con la electroencefalografía y con el descubrimiento de la actividad eléctrica espontánea de la corteza (Caton, 1875). En un sentido, los potenciales evocados - antecedieron a la actividad espontánea del cerebro, ya que - este autor buscaba respuesta a una estimulación sensorial y encontró fluctuaciones en la línea basal de sus registros - eléctricos.

Fue un conejo el animal de su experimentación y su instrumento de detección el galvanómetro de Thompson de movimiento lento. Después, Hans Berger en 1929 registró el electroencefalograma del hombre. El primer potencial evocado auditivo que fue identificado en un ser humano fue el "complejo K", mismo que aparece en los estadios medios del sueño; es una respuesta difusa e inespecífica para una gran variedad de estímulos sensoriales.

En 1937 y 1948, Davis distingue las ondas rápidas y lentas del complejo K; los cuales se usaron como estímulos acústicos breves, descargas eléctricas a nervios cutáneos y destellos de luz con los párpados cerrados, interrumpidos, interpretándose el complejo K como una breve reacción de alertamiento general. No estará de más anotar que estas respuestas registradas fueron poco más que espigas de 100 a 200 mseg. de duración con amplitudes del orden de 20 uV.

El potencial evocado del vertex en respuesta al inicio de un tono a un click fue confirmado por Gastaut en 1953 y colaboradores, introdujeron el término de "espigas del vertex", estas respuestas no tuvieron mayor interés, hasta el advenimiento de la suma o promediación de las respuestas - por medio de una computadora. Hacia 1954 Dawson descubre el primer analizador electrónico. Y fue en 1958, Gaisler ocupa para sus estudios una gran computadora, y describe - sus "espigas en vertex", como respuestas pequeñas con latencias cortas, muchos contemporáneos de este investigador las creen con etiología neurogénica o miogénica.

Davis hacia 1966, presenta su trabajo, acerca de la respuesta de un sujeto despierto, produciéndose picos en vertex negativos, la latencia se alarga con estímulos abajo de 30dB, lo que se llamó potenciales lentos y tardíos. Hacia 1967, Portman trabajo sobre respuestas evocadas, a nivel coclear, lo que llamó potenciales tempranos. También en los estudios realizados por Jewett y Williston, en 1970, dan una descripción definitiva de las ondas obtenidas en estudios de respuestas evocadas, en tallo cerebral (potenciales rápidos), ellos son los que numeran las ondas obtenidas, y las relacionan con un sitio anatómico.

ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.

Es conveniente aclarar que en algunos padecimientos del Sistema Nervioso Central interviene como causa original la inmadurez del propio sistema. Para detectar anomalías en este fenómeno formativo, se debieron estudiar los diferentes mecanismos a través de los cuales se llega a una integridad nerviosa, así como una anatómica.

Durante la gestación se presentan diferentes factores que contribuyen a que ambas integridades no lleguen nunca a alcanzarse. En el presente estudio se ha referido como principal causa a la desnutrición en útero. El doctor Ernesto Díaz del Castillo (2) en sus investigaciones indica que cuando dicha situación es dada, hay productos que nacen pequeños para su edad gestacional, ya que la función placentaria no es adecuada ofreciendo niños que ni anatómica ni fisiológicamente son normales; para esta apreciación no se ha tomado en cuenta el que los pequeños hayan permanecido en útero de 38 a 40 semanas.

Un gran aviso sobre la integridad neurológica es investigar el grado de maduración de la vía auditiva, lo que se realiza en este estudio a través de potenciales evocados auditivos de tallo. Dicho procedimiento enunciado por Jewett, ayuda a dar un valor pronóstico ya que el tallo cerebral madura y mieliniza más tempranamente que el resto del Sistema Nervioso Central.

En los trabajos de Pujol (21) sobre la maduración de la vía auditiva describe que desde el nacimiento hay una inhibición de las vías eferentes muy efectiva, por lo que todos los niños nacen inmaduros; anomalía que se corrige hasta los cinco días de vida. Sin embargo, según averiguaciones sobre el origen y desarrollo del sistema auditivo, se confirma que un niño recién nacido a término neurológicamente es maduro (37), porque durante la ges-

tación se cumplen los pasos de desarrollo embrionario del Sistema Nervioso Central (neuralización, inducción ventral, proliferación, migración, organización y mielinización); éste no es el caso del niño prematuro, quien nace con cierta deficiencia en el proceso de mielinización, según los trabajos realizados por Graziani, en los cuales compara la respuesta auditiva a través de potenciales evocados en neonatos a término con niños prematuros (29).

Graziani estudia las diferentes respuestas de amplitud, frecuencia y actividad en estimulación temprana auditiva y óptica en forma comparativa con trazos de EEG. Como puntos básicos para llegar a su conclusión tomó en cuenta dos puntos, las ondas III y la onda V.

Sobre la complejidad de la maduración auditiva, se describe en la investigación de Carlier (33), que se relaciona con la presencia funcional de células ciliadas, esto es, se refiere que el buen funcionamiento de células ciliares internas son las responsables de una buena sinapsis eferente y así de una buena función auditiva, independientemente de la existencia de una mielinización completa.

Se han efectuado varios estudios de potenciales tempranos para diagnosticar el grado de maduración del sistema nervioso y/o vía auditiva, generalmente en relación con los niños pre-término (35) (32) (26) (22) (20) (19) (11) llegando a la conclusión de que este método poco conocido puede ser ayuda para medir la edad gestacional y puede detectar problemas perinatales, coadyuvantes a un nacimiento prematuro.

Krumholz (35) realizó un estudio de monitoreo para detectar la problemática de maduración en neonatos de 30 a 42 semanas de gestación utilizando el método de PEA-TC encontrando que existía una desviación standard de la onda V a diferentes edades gestacionales.

Fior (26), en un estudio realizado en 1978, sobre métodos audiológicos en el recién nacido, menciona que la detección tem

prana en defectos auditivos de los neonatos es muy importante como una moderna profilaxis que permita una rehabilitación de cerca del 2% de estos niños.

El estudio de potenciales tempranos, cuando se aplica en la revisión de la vía auditiva, no sólo detecta su maduración neurológica, sino también nos refiere si existe un bloqueo para su buena transmisión del impulso desde la cochlea hasta la corteza auditiva. Es un método diagnóstico para cualquier problema neurológico en este nivel (30), así como en estados de coma de otros orígenes, decide la muerte cerebral y detecta la falta, o la disminución del riego sanguíneo en ciertas zonas cerebrales.

En nuestro análisis fue el mejor método empleado, ya que nos brindó una mayor información en lo que respecta a recién nacidos, tomando en cuenta nuestro principal objetivo, LA MADURACIÓN DE LA VÍA AUDITIVA; tomemos ahora en consideración que existen un sinnúmero de factores que pueden alterarla; entre éstos pueden mencionarse los siguientes:

1. factores hereditarios: cromosopatías, o asociaciones con otras patologías.
2. factores prenatales:
 - a) virosis materna durante el primer trimestre del embarazo, ejemplo: la rubeola.
 - b) malformaciones de oído, nariz, o garganta, ya que todas estas estructuras se derivan del segundo arco braquial (36). Se encuentran alteraciones en la integridad auditiva, asociadas con malformaciones cráneo-faciales. Ejemplo: síndrome de Treacher, síndrome de Franceschetti, Crouzon, etcétera.
 - c) exposición a radiaciones o medicamentos durante el primer trimestre del embarazo; como por ejemplo estarían la quinina, talidomina, etétera.
3. factores perinatales: prematuridad, la pérdida es bilateral, simétrica.

4. factores postnatales:

- a) Hiperbilirrubinemia.
- b) Insuficiencia respiratoria, ya que causa hipoxia, disminución en el riego sanguíneo, disminución de la oxigenación neuronal.
- c) Uso de antibióticos ototóxicos; bien conocida la kanamicina, gentamicina, estreptomycin, etcétera. La mayoría de los antibióticos antes señalados dañan las células ciliadas externas, el órgano de Corti, etcétera.

En resumen, tomando en cuenta las investigaciones que se han realizado sobre los Potenciales auditivos tempranos, se llega a la conclusión de que tienen sus limitaciones, pero son los de mayor información y ayuda diagnóstica.

- d) Solventes: el contacto con hexaclorofeno.

CLASIFICACIÓNDE LOSPOTENCIALES EVOCADOS AUDITIVOS

Las respuestas eléctricas auditivas son el registro de la actividad eléctrica provocada en cualquier parte de la vía - auditiva por estímulos acústicos. Estos últimos pueden ser de dos tipos:

- click, un estímulo muy breve que contiene todo el espectro de frecuencias, con forma de pulso cuadrado y de poca duración (microsegundos).
- el pip, un estímulo de una sola frecuencia y de mayor duración (milisegundos), que no es de tipo cuadrado sino ondulatorio con ascenso y descenso paulatino.

Actualmente se usan más para las respuestas eléctricas - auditivas los click, ya que éstos causan la excitación de toda la cóclea, por lo que cada fibra genera un impulso eléctrico al mismo tiempo. Esta sincronía hace fácil su registro, llamándose potencial de acción neural, mientras que otros tipos de estimulación no producirían descarga sincrónica, siendo - potenciales de acción neural de pequeña amplitud. De esta manera, el impulso generado viajará sincrónicamente por la vía auditiva y de acuerdo a las estructuras que participen - y relevos que se efectúen, se dará la configuración del - registro. Considerando que el potencial de acción se propaga como un dipolo de actividad eléctrica, tendremos así que al ser registrado por los dos electrodos, era visto en forma positiva cuando se acerca el electrodo explorador y en forma negativa cuando se aleja de él. Esto es válido cuando los electrodos se usen en vertex, mastoides o lóbulo auricular y teniendo el indiferente colocado en la frente.

CLASIFICACION DE LOS
POTENCIALES EVOCADOS AUDITIVOS

<u>Tipo</u>	<u>Proviene de</u>	<u>Latencia (mseg)</u>
I. ELECTROCOCLEOGRAFIA (RAPIDOS)	Organo de Corti Nervio auditivo	1-4
II. TEMPRANOS	Nervio auditivo Tallo cerebral	1-12
III. MEDIOS	Neurogénicos Miogénicos	12-50
IV. LENTOS	Corteza II (vigilia) Corteza III (sueño)	50-300 200-800
V. TARDIOS	Corteza IV	250-600 cambio DC

El Dr. Hallowell Davis, padre de los llamados "potenciales evocados auditivos", realiza la clasificación anterior, basándose en la diferencia de la latencia. (13)

I. POTENCIALES EVOCADOS RAPIDOS: Son también conocidos por trazo de electrococcleografía, es una técnica que brinda información muy útil en el diagnóstico audiológico del órgano sensorial. Las respuestas se derivan directamente de la cóclea y el nervio auditivo. El registro se realiza mediante la colocación de un electrodo transtimpánico, el cual ameritaría una intervención quirúrgica, por lo que se ha colocado dicho electrodo en ambos conductos auditivos externos, sobre el tímpano o en el lóbulo de la oreja; sin embargo este procedimiento reduce notablemente la amplitud de las ondas, y se pueden obtener resultados erróneos, al tratar de establecer umbrales.

Su latencia es muy corta, de 1 a 4 ms, los registros que - logran son: la microfónica coclear, los potenciales de sumación y los potenciales de acción; siendo estas respuestas de la primera parte de la vía auditiva. El análisis de estas respuestas nos ayuda para el diagnóstico diferencial entre - pérdidas conductivas, sensoriales y neuronales. Se describe como una finalidad primordial, el de la información directa del órgano sensorial.

II. POTENCIALES EVOCADOS TEMPRANOS: Se nombran también como - potenciales auditivos del tallo cerebral (PEA-TC), se llaman tempranos, ya que son los primeros en aparecer registrando desde el vertex, con una latencia de 1-12 milisegundos. Estos potenciales tienen el voltaje bajo, por lo - que requieren de la relajación completa del paciente, así como el uso de las técnicas de amplificación computarizada. La forma de investigación es a través del estímulo - "pip" o "click", entre más corto sea, más amplitud tendrán las ondas y las diferentes intensidades provocan cambios en la latencia, la cual aumenta al disminuir la intensidad. Otra información que dan este tipo de potenciales es el grado de maduración del sistema nervioso central, según la curva obtenida, esto es, la aparición más tardía de las - ondas puede estar indicando el bloqueo que existe y que - impide la llegada del estímulo hasta la corteza auditiva. Este tipo de estudio, también se caracteriza por la colocación de sus electrodos: uno en vertex y dos más en ambas apofisis mastoideas. Es el mejor método para pacientes que no pueden cooperar, como son los neonatos del estudio.

Jewett y Williston en 1971 dieron una descripción definitiva y numeraron las ondas, siendo siete, enunciadas en números romanos; cada onda tiene su origen en los primeros relevos de la vía auditiva, esto es:

I. Nervio auditivo

II. Núcleo coclear

III. Complejo olivar superior, cuerpo trapezoide y otros

IV. Lemnisco lateral

V. Colículo inferior, "onda guía"

VI. Cuerpo geniculado medio

VII. Probablemente tálamo (aún en estudio)

Nor malmente las ondas II, III, IV y V aparecen a intervalos muy constantes de casi un milisegundo después de la onda I. Entonces la onda Vm que es la respuesta del tallo cerebral más identificable a intensidades bajas, sigue a la I por 4 msec, - sin importar la intensidad u otros parámetros del estímulo. La latencia de la onda I varía importantemente con los parámetros del estímulo, pero las ondas más tardías como grupo, reflejan las mismas variaciones con exactitud si pueden ser identificadas. Las primeras ondas dejan de ser identificadas por abajo de 30 a 40 decibeles o a intervalos de repetición muy rápidos pronto la onda V es identificable hasta el umbral conductual.

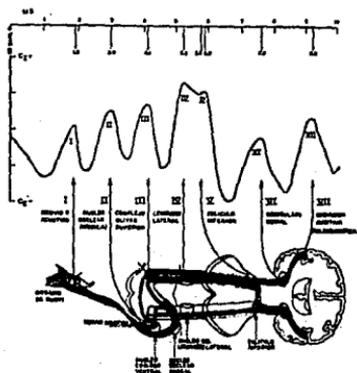
Para exploración neurológica, incluyendo el estudio postnatal inmediato, temprano, un click no filtrado fuerte, es el estímulo de elección. La característica importante es un frente de onda rápida que facilitará una descarga de impulsos nerviosos bien sincronizados en un gran número de fibras. La onda V refleja estos cambios muy exactamente, por eso es llamada "onda guía". Las ondas aumentan su latencia y disminuyen su amplitud. Los PEA-TC es una prueba que brinda importante información audiológica y neurológica. Su uso en Audiología es para evaluar a aquellos sujetos que no pueden cooperar con una audimetría tonal, como ocurre con niños muy chicos o con problemas motores, deficientes y neonatos. Su uso en el estudio neurológico es para el diagnóstico topográfico de lesiones ocupativas a lo largo de la vía auditiva, así como el tiempo de conducción de los estímulos a lo largo de la misma. (13) (15)

Hay varias entidades clínicas, cuyo diagnóstico preciso, se ha podido realizar con la ayuda de los PEA-TC, como son las lesiones del ángulo pontocerebeloso, en neurinoma del acústico y el meningioma, solo se encontró presente la onda I en el lado afectado. Otro efecto ejemplificador, son las lesiones del tallo cerebral, focales, como en el geminoma de la glándula pineal, la cual invade la parte superior del tallo

REGISTRO DE LAS RESPUESTAS AUDITIVAS DE TALLO CEREBRAL.

MEDICIÓN DE LATENCIAS EN ADULTOS.

CORRELACIÓN ANATÓMICA.



cerebral, en donde se encontró el registro de ondas I, II y III normales, onda IV y V pequeñas, de latencia prolongada. En esclerosis tuberosa y astrositoma, en donde se encontró la amplitud de las ondas IV y V corta, y en el lado más afectado solo se registró la coincidente con la coclea (onda I).

Las lesiones diseminadas por tumores, infarto y encefalomalacia, en donde no se pudieron identificar ninguna de las ondas ya mencionadas, en algunos casos de infarto se encontraron ondas I, IV y V de baja amplitud.

Otra de las indicaciones de la aplicación de los PEA-TC es cuando hay sospecha de lesión difusa de tallo cerebral por anoxia, cuando hay lesiones microscópicas en los tubérculos cuadrigéminos inferiores y superiores, se encontraron ondas I con latencia prolongada, trazo comparativo, en donde hay anoxia. Una de las utilidades más importantes, es para el diagnóstico de muerte cerebral, como se realizó en Harvard en 1968, concluyeron que en la muerte cerebral, se encuentra: onda I normal en amplitud y latencia. (15)

III. POTENCIALES EVOCADOS MEDIOS: También llamados talámicos, su latencia abarca de 12 a 50 milisegundos. Son los potenciales neurogénicos que viene probablemente del tálamo, se pueden confundir con las respuestas miogénicas, que son el reflejo somomotor a click de alta intensidad; no se alteran con el sueño o con el estado de somnolencia; su estímulo es también a través de pip o click, y es necesaria la relajación completa del paciente. Sus respuestas se caracterizan por ser una serie de ondas de picos negativos a 12, 26 y 51 milisegundos. Los electrodos se colocan en los musculos del cuello y en el musculo auricular posterior, tienen como desventaja que tienen una gran interferencia de los potenciales musculares, por lo que no son muy empleados.

(13)

IV. POTENCIALES EVOCADOS LENTOS: Se les denomina así por su polaridad y por latencia lenta, que va desde 50 a 300 - milisegundos y de 200 a 800 milisegundos. Los potenciales lentos o de corteza abarcan dos tipos de respuestas: cuando el sujeto está despierto y cooperando y viene probablemente de la corteza auditiva primaria; y otro grupo de - respuestas más tardías, que aparecen en el período de sueño, cuya latencia y morfología se ven afectadas según la profundidad del sueño; se registran mejor con electrodo en vertex y en mastoides. Esta clase de potenciales comprenden de las "espigas del vertex" enunciadas por Davis en 1939, y el conocido "complejo K". Sobre el primer grupo, su - relación de la amplitud del potencial auditivo del vertex a la intensidad del estímulo es compleja, esto quiere decir que de 20 dB hacia arriba, la amplitud aumenta más lentamente como al doble del voltaje de 20 dB a 80 dB, a'un no se ha determinado el origen de este efecto, otra de sus características es la presencia del intervalo interestímulo, el cual es largo, de más de 10 segundos. Sobre lo que es llamado "complejo K", se refiere a la estructura dada a través de potenciales evocados lentos durante el sueño, que es una serie de ondas más lentas, más pequeñas y tienen umbrales más altos que las ondas II, III y IV, carecen del componente lento final.

V. POTENCIALES AUDITIVOS TARDIOS: Son los que aparecen más tardíamente, de ahí su nombre, con latencias de 250 a 600 milisegundos, miden las funciones corticales de alto nivel, esto es la formación de conceptos, pertenecen al campo de la psicología, ya que dependen del estado del sujeto. Consiste en el potencial de una caída de corriente eléctrica (DC), que aparece después de una señal de aviso, mientras el sujeto espera otra señal. Otro estudio realizado, con este tipo de potenciales es la "onda de expectación", es una onda positiva que sigue a un estímulo de cualquier modalidad que tenga algún significado para el sujeto, o sea que se trata que el paciente esté esperando el siguiente estímulo, al parecer no tiene mucha utilidad en este momento.

ELEMENTOS DE LAINVESTIGACION.Población estudiada.

La mala nutrición determina en el feto alteraciones anatómicas y funcionales que dependen, como en cualquiera edad de la etapa del crecimiento del ser humano, de la severidad de la privación nutricional, del tiempo durante el cual hubiere estado presente y del momento de la evolución en que se presentó, y están en íntima relación etiológica con la disponibilidad de los nutrientes y el aprovechamiento de ellos de acuerdo con la capacidad que tenga individualmente el ser afectado para formar nuevos tejidos. Pero en la etapa gestacional la relación simbiótica del homógénito con su progenitora y la existencia de la placenta que interviene en el aporte, en la síntesis y en la regulación de importantes elementos nutricionales le imprimen matices particulares y, además, el hecho de producirse la privación nutricional en una etapa como la intrauterina en la que la velocidad del crecimiento precisa de aportes substanciales y constantes de principios alimenticios para la propia estructura anatómica y para el crecimiento de masa, determina que su carencia distorsione severa y a veces irreversible el crecimiento físico pondoestatural y sus componentes, es decir, el crecimiento particular de cada órgano, entre los cuales alguno como el cerebro tiene particular jerarquía ya que si su retraso y de saceleramiento formativo resultan irrecuperables se afecta el desarrollo intelectual. (2)

Es válido el concepto de que los neonatos desnutridos in útero, pequeños para la edad gestacional como también se les conoce, unos lo son porque se concibieron pequeños; otros, porque

nacen pequeños y algunos más porque son empequeñecidos durante la gestación. Estos últimos neonatos constituyen exactamente el grupo de nuestra investigación; aquéllos que cumplieron su gestación in útero, pero que al nacer su peso no coincide con el tiempo de gestación. (4)

Gracias a los trabajos de Gruenwald y el amplio apoyo que merecieron sus conceptos influyeron considerablemente en la regulación del empleo del peso al nacimiento sólo como índice de madurez de los niños recién nacidos. Aunque el peso natal no perdió importancia, se estableció la necesidad de relacionarlo con el tiempo de gestación. Clínicamente es de importancia, ya que estos neonatos presentan muy diferentes problemas que los de los niños que tienen al mismo tiempo de gestación, pero que se agrupan en "de buen peso al nacer"; así como difieren de su crecimiento físico, perspectivas mentales y neurológicas, incidencia de anomalías congénitas y varios otros parámetros fisiológicos.

En nuestro estudio, se analizan a 20 recién nacidos que por sus antecedentes y su exploración física se encuentran a término; lamentablemente, fue difícil la exactitud de la edad gestacional por los datos maternos, por lo que se prefirió apoyarse más en las características físicas de estos neonatos estudiados basándonos en la clasificación realizada por la Doctora Lubchenco, en donde clasifica según peso-edad a los neonatos en tres grupos, a saber:

- a) grandes para su edad gestacional (hipertrofos según la clasificación del Doctor Jurado).
- b) apropiado para su edad gestacional (eutrofos según la clasificación del Doctor Jurado).
- c) pequeños para su edad gestacional (hipotrofos según la clasificación del Doctor Jurado).

Una vez que colocamos a nuestros pacientes en el grupo de

recién nacidos a término, se dividen en dos grandes grupos:

- 10 recién nacidos de buen peso al nacer.
- 10 recién nacidos de bajo peso al nacer.

Para seleccionar a estos niños nos basamos en un criterio de inclusión que básicamente se refería a lo siguiente:

1. Deberían tener de 38 a 40 semanas de gestación.
2. Deberían presentar trabajo de parto de menos de 24 horas.
3. Ser productos únicos.
4. Ser productos de parto eutócico.
- 5- Haber obtenido la calificación de Apgar de más de 7 en el primer minuto de vida y más alto a los 5 y 10 minutos.
6. Tener buena evolución hasta el momento del estudio.
7. Realizar el estudio en las primeras 72 horas de vida.
8. Sin antecedentes de hipoacusia familiar y de malformaciones.
9. Sin la administración de drogas maternas durante la gestación.
10. Ausencia de distocias.
11. A la exploración física, que coincidiera con características de RN a término, según el criterio de Usher:
 - a) Nódulo mamario de más de 5 mm.
 - b) Presencia de pliegues plantares.
 - c) Pabellón auricular formado.
 - d) Presencia de pliegues escrotales.
 - e) Características del pelo.
12. Valoración neurológica basándose en el método de Dubowitz.

Los casos estudiados del grupo de pequeños para su edad gestacional fueron escogidos de tal forma que la causa de su bajo peso, fuera por desnutrición en útero, se descartaron infecciones, anomalías congénitas o genopatías y otros factores.

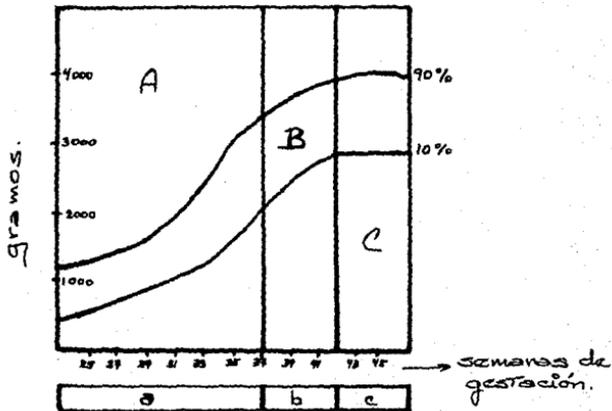
Signo	Puntaje					
	0	1	2	3	4	5
Paro						
Extensión limitada						
Dist. normal del cuello						
Extensión del brazo						
Extensión de la mano						
Aperto						
Flex. y pron.						
Aperto de la muñeca						
Codo de la mano						
Extensión						

Puntaje de los signos neurológicos de acuerdo con Dubowitz y colaboradores, adaptado de Amiel-Tison.

ESCALA ADAPTADA DE HATTAGLIA Y LA DOCTORA LUBCHENCO.

- A. Grandes para su edad gestacional.
- B. Adecuado para su edad gestacional.
- C. Pequeños para su edad gestacional.

- a - pretérmino.
- b - término.
- c - post-término.



Aunque se demostró que la insuficiencia nutricional origina retardo en el crecimiento intrauterino en una variedad de animales de laboratorio, no existen pruebas comparables con el ser humano. Esta diferencia hallaría una buena explicación en el crecimiento comparativamente lento del feto humano en relación con el tamaño de la madre. Todo problema nutricional puede ser catastrófico para el feto; esto naturalmente debe de ser cuando la agresión nutricional es prolongada y severa. (2)

Es evidente que muchos de estos recién nacidos fueron productos de mujeres de regiones urbanas pobres, las cuales se estiman según ingresos semanales, ocupación de la pareja, tamaño de la undad familiar, y algunos datos sobre su alimentación; dichas mujeres procrean con mayor frecuencia niños más chicos que los neonatos comparables de madres que disponen de mayores recursos económicos; así pues, se supone que el retardo intrauterino se pudiera originar en la deficiente nutrición materna, dicho concepto se basa en los estudios realizados por Smith, quien realizó hacia el final de la Segunda Guerra Mundial (1944-1945), cuando se dio el llamado "invierno de hambre", cuando existió una escasez tan grande de alimentos, las mujeres embarazadas tuvieron productos pequeños. Los estudios de Winick, por su parte, postulan a la insuficiencia nutricional como causa del retardo del crecimiento en el ser humano, revelan en forma dramática que en las embarazadas que sufren privaciones nutricionales la placenta no crece en forma adecuada, y dado que este órgano es la fuente calórica del producto, a éste no llegan los componentes necesarios para llevar a cabo un crecimiento y desarrollo normales.

Al comienzo de la vida fetal prácticamente todo el crecimiento se produce por el incremento de la cantidad de células. El aumento del tamaño celular empieza a predominar más en la segunda parte de la gestación. La interferencia en el crecimiento del feto

durante el periodo en que aumenta la cantidad de células hace que se formen órganos constituidos por menos células, pero éstas son de tamaño normal. Si la agresión tiene lugar durante el periodo de crecimiento caracterizado por el crecimiento o incremento del tamaño celular, la cantidad de células es normal, pero éstas son pequeñas.

Estudios realizados en el encéfalo humano revelan que la cantidad de células encefálicas continúan elevándose después del nacimiento. Sin embargo, existe cierta discrepancia acerca del momento en que la cantidad de las células deja de aumentar, pues las estimulaciones varían entre 8 y 15 meses a partir de las 40 semanas de gestación. Por lo tanto, la mala nutrición en cualquier momento previo a los 15 meses de vida postnatal, debe considerarse un peligro en potencia para el desarrollo del encéfalo; por lo que en nuestro trabajo queremos considerar la integración y la maduración de la vía auditiva, para considerar alguna relación entre la malnutrición en útero con patología del sistema nervioso central.

Equipo manejado.

Se somete a nuestros niños al estudio audiológico de Potenciales Evocados tempranos, de tallo cerebral (PEA-TC), ya que se consideró como la mejor prueba para obtener una información audiológica y neurológica más firme, el estudio indicado para pacientes que no cooperan (recién nacido), tiene una latencia de 1-12 ms., y nos informa sobre el estado de toda la vía auditiva desde el nervio auditivo hasta el tálamo a través de la escritura gráfica de 7 ondas con localización definida, las cuales presentan ciertas características morfológicas ya descritas, según la integridad y madurez existente.

Dicho equipo consta de varias partes, a saber:

- a) Equipo de estimulación. Este genera una señal acústica llamada "click", de muy corta duración (.1mseg), provocado por un pulso eléctrico cuadrado, que se aplica a

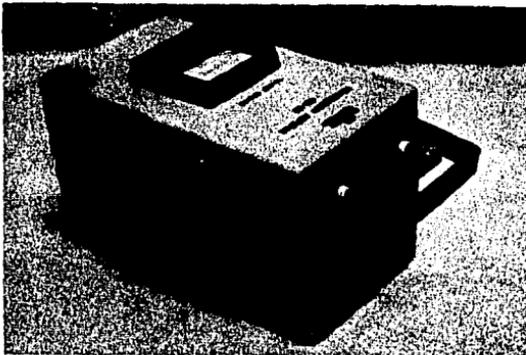
través de un electrodo. La brevedad del sonido es un factor muy importante, ya que esto permite la sincronización de un gran número de fibras nerviosas de la vía. Mientras más largo sea el estímulo, habrá más desincronización, o sea que las fibras responden a diferente tiempo. El "click" puede ser controlado en intensidad y en número de repeticiones por unidad de tiempo transmitiéndose por medio de los audifonos.

- b) Equipo de preamplificación: Se utiliza para ampliar las respuestas y filtrar las frecuencias deseables. Dicho equipo va unido a través de un cable a la promediadora continuando el circuito por los extremos de tres electrodos: uno hacia el vertex y los dos restantes hacia ambas apófisis mastoides; sirve también para medir previamente la impedancia eléctrica que se produce entre la piel y los electrodos, siendo ideal para nuestro estudio aquella que no exceda de 5 kilohms.
- c) Electrodos. Se usan tres electrodos de placa clorada en los cuales se coloca en los sitios arriba mencionados, a través de los cuales se transmite el impulso ordenado del equipo de computación.
- d) Equipo de computación. Se trata de un aparato complejo, con dos palabras de memoria (BITS) y que además consiste en una serie de variantes para el análisis, entre las cuales están: intensidades, memoria selectiva, amplitud, frecuencia de estimulación, duración, etcétera.

En nuestra investigación se manejaron las siguientes constantes para la propagación del estímulo:

- tiempo de análisis: 15 mseg.
- sensibilidad: 10 microvoltios.
- amplificación del ocloscopio: 16 o 32.

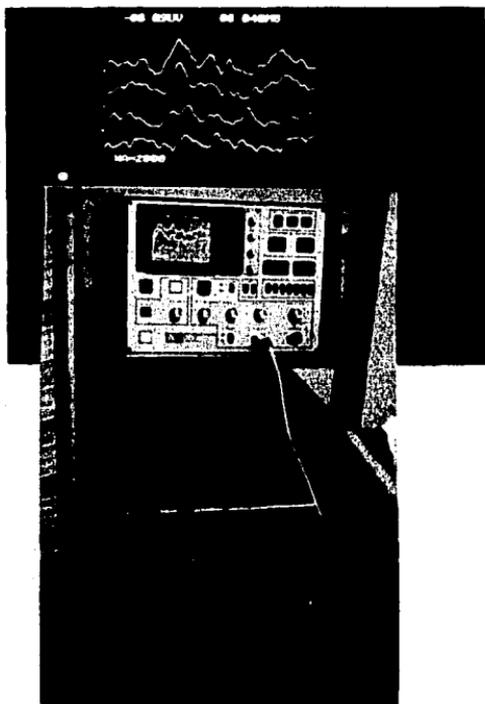
Equipo de preamplificación: se utiliza para ampliar las respuestas y filtrar las frecuencias. Este equipo se une a la proveedora, continuando el circuito por los extremos de los tres electrodos. Sirve también para medir la impedancia eléctrica que se produce entre la piel y los electrodos, siendo la ideal para esta investigación aquella que no pese de los 5 kilohms.



Aparato que se

utilizó

(equipo de computación)



- frecuencia de estimulación: 59 seg.
- intensidad: 70 a 20 decibeles, en pasos de 20 decibeles.
- filtros de frecuencia: bajo (150) y alto (1500).

e) Registrador X-Y. El aparato toma los trazos del osciloscopio y funciona con las líneas tonales de la memoria del analizador.

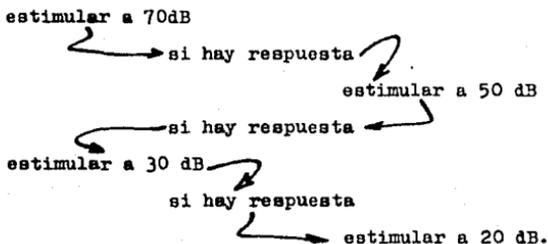
Procedimiento.

Como ya se ha mencionado aquí, en el presente estudio, se evaluaron nuestros pacientes a través de PAE-TC, ya que es una técnica simple, confiable, objetiva y no agresiva para detectar la audición de sujetos no cooperadores, no se altera la sedación, da información de toda la vía, desde el nervio auditivo hasta el tálamo inferior. Por medio de los PEA-TC se puede evaluar la maduración auditiva, hasta qué nivel se encuentra, si hay alguna lesión del tallo cerebral, etcétera.

Una vez escogido al recién nacido, según las características ya apuntadas, se coloca a éste en la camilla especial del servicio, en decúbito dorsal, generalmente posterior a la ingesta de fórmula; en algunas ocasiones fue necesaria la sedación. El siguiente paso se refiere a la colocación de los electrodos, al aseo del sitio de éstos, se rasura vertex y ambas apófisis mastoideas, se limpia con gasa alcoholada, se coloca una pequeña cantidad de pasta conductora en dichas regiones; los electrodos se cargan también de dicha pasta y se sitúan en el cuero cabelludo del pequeño, se fijan con tela adhesiva (micropor); una vez colocados, se conectan los electrodos al preamplificador y se miden las impedancias de A⁻ (vertex) y de A⁺ (mastoide), la cual deberá ser menor de 5 kilohoms. Se cierra el circuito del preamplificador al equipo de computación. Se une el audífono colocado en el oído que se va a estudiar con el estimulador de frecuencias; se inicia la prueba con las variantes de análisis ya mencionadas.

La estimulación se lleva a cabo en forma neonaceral, a diferentes intensidades, iniciando con la mayor, o sea de 70 dB; si de ésta se obtiene respuesta, se pasa a 50 dB y así sucesivamente hasta llegar a 30 y 20 dB; una vez que ya tenemos los cuatro trazos, éstos se grafican y se leen las latencias de las diferentes ondas (I,II,III,V), así como la diferencia de I y V, tomadas del osciloscopio. Se procederá entonces al estudio del otro oído con el mismo procedimiento.

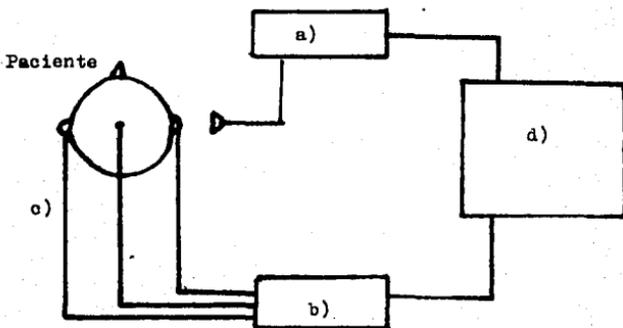
Para evaluar cada oído se tomó en cuenta el siguiente esquema según las respuestas obtenidas:



El último paso de nuestro estudio equivale a analizar ambos oídos según los datos de latencia de cada onda, graficar las respuestas, tal y como se explicará en la sección específica de los resultados.

El estudio audiológico de POTENCIALES EVOCADOS TÁLPRANOS o de tallo, se realiza en un equipo que comprende las siguientes partes:

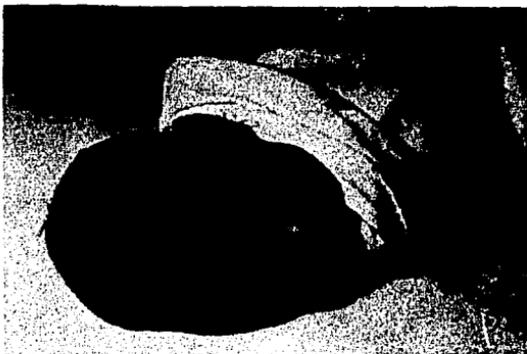
- a) Equipo de estimulación
- b) Equipo de preamplificador
- c) Electrodo
- d) Equipo de computación
- e) Equipo de registro



PROCEDIMIENTO

Para la colocación de los electrodos, se asea el area, se rasura el vertex y ambas apófisis mastoides, sitio, de colocación de cada uno de los electrodos.

V E R T E X



A P O F I S I S

M A S T O I D E S



Posterior a la colocación de los tres electrodos de
fijan, y se coloca el audifono.



Se colocan los audífonos, y se cierra el circuito para empezar a estimular a diferentes intensidades:



RESULTADOS

I. Morfología de las respuestas:

Después del estudio audiológico en recién nacidos a través de Potenciales evocados de tallo (tempranos), observamos, la gran diferencia que existe entre un trazo de adulto normal, con un trazo de neonato a término, independientemente de su peso al nacer.

Esto es, la respuesta del recién nacido, consiste principalmente en la diferencia de caracteres de las ondas, la onda III es de mayor amplitud que la onda V, así como de mayor voltaje; la onda negativa que se encuentra entre la onda I y la onda III presenta una gran amplitud. (figura)

El estudio como ya se ha mencionado, incluyó sólo neonatos que pertenecen al grupo de recién nacidos, calificados - como "a término", según caracteres físicos (Lubchenco), y - exploración neurológica (Dubowitz), así como datos obtenidos de la madre (Fecha de la última regla). Todos estos niños posterior a la investigación, obtuvieron trazos muy semejantes, es decir, las características ya mencionadas sobre su curva, todos resultaron con buena respuesta auditiva, neurólogicamente hablando, ya que en todos ellos apareció la onda V, en diferentes intensidades (70 dB, 50 dB, 30 dB y 20 dB), qui za con alguna diferencia insignificante entre ambos sídos.

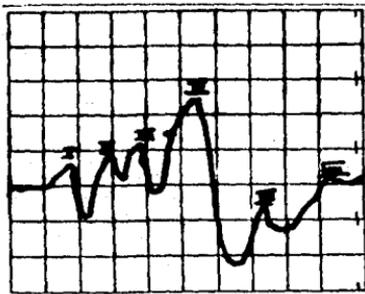
Se comprueba nuestra teoría, ya mencionada en el capítulo de Hipótesis, los resultados obtenidos como se describe en la gráfica adjunta, presentan menor latencia de onda V, y menor intervalo de onda I a V; entre más tiempo de gestación que tienen, independientemente de su peso, esto se comprobó haciendo un análisis comparativo de los resultados en niños de buen peso con pequeños al nacer. (figura).

MORFOLOGIA
DE LAS ONDAS

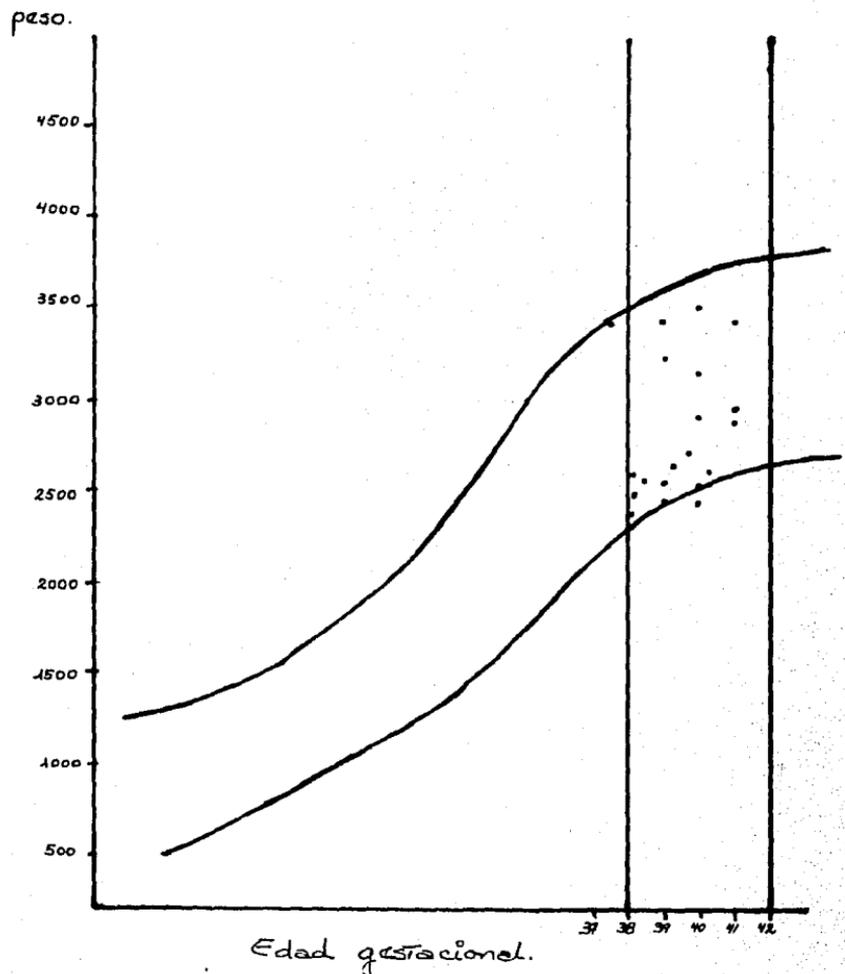
TRAZO
DE
ADULTO NORMAL



TRAZO
DE
RECIEN NACIDO



Escala de Lubchenco.



• recién nacidos a término, objeto de estudio.

II. Latencia de la onda V:

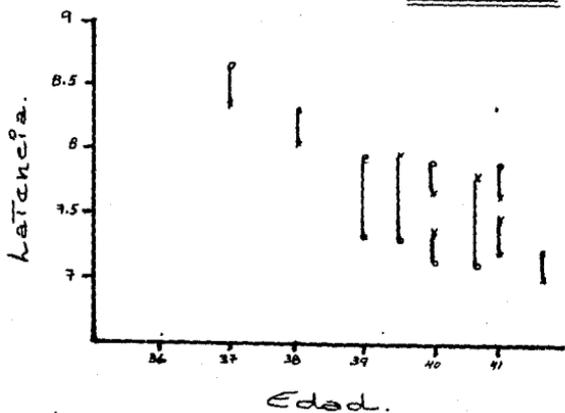
Encontramos a través de Potenciales del tallo cerebral, diferencia de la onda V, comparativamente con nuestros niños y en el adulto. En éste último la onda V aparece entre 5 y 6 mseg, en el lactante menor se describe de 8.8 a 8.7, y en los neonatos estudiados de 7 a 8.5, dependiendo de las semanas de gestación anotadas. (figura).

Se correlaciona, esta onda, con la edad gestacional, en forma comparativa con recién nacidos de buen peso con pequeños al nacer, se observa que existe un descenso importante de su latencia, la cual sigue la edad gestacional, dicha observación se tiene en los dos grupos de neonatos; esto es, entre menos tiempo de gestación se tenga, más grande será la latencia de onda V, así como entre más grande sea el neonato gestacionalmente hablando, la latencia de la onda V será más pequeña (figura).

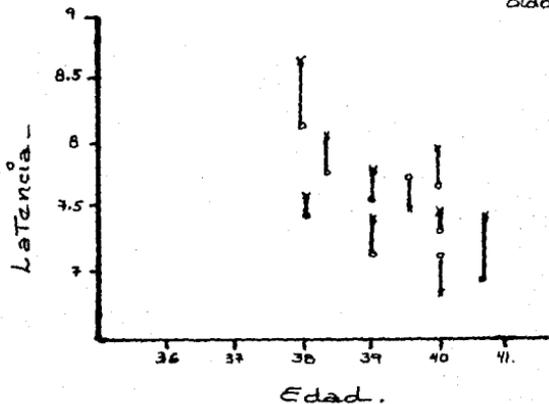
Se señala un ejemplo, de un recién nacido a término, de peso adecuado a su edad gestacional, en donde se encuentran los hallazgos ya mencionados:

1. onda III amplia y de mayor voltaje
2. onda V amplia y de mayor voltaje
3. negatividad entre onda I y III
4. respuesta a todas las intensidades indicadas
5. onda V con una latencia de 7.3 mseg para oído derecho y -
7.2 mseg para oído izquierdo

(figura)

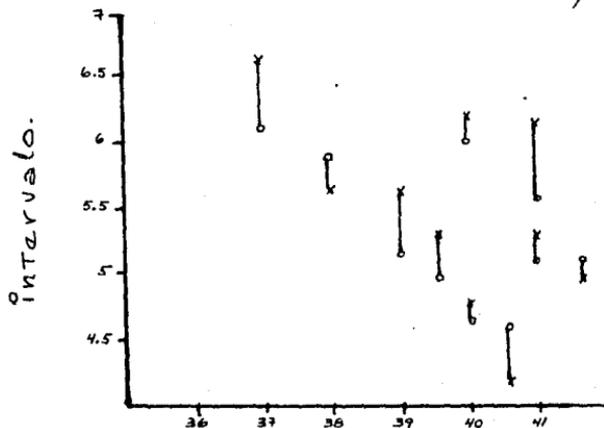
Onda V.Pesoadecuado.

x oído izquierdo.
o oído derecho.

Bajopeso.

Intervalo. 74

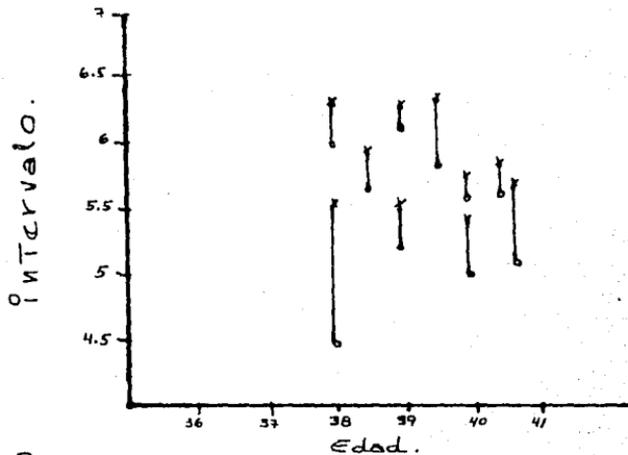
I/V



Paso
adecuado.

Edad.

x oído izquierdo.
o oído derecho.



Bajo
peso.

Edad.

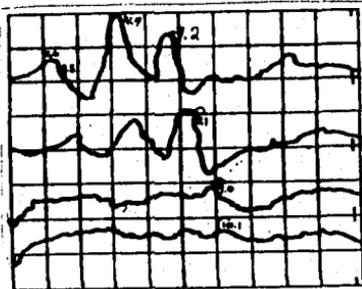
RESULTADO

(Ejemplo)

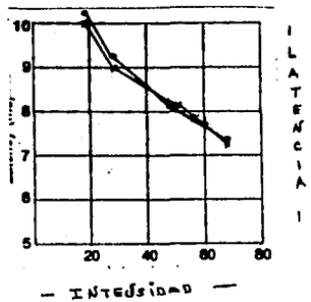


OIDO DERECHO: ○

OIDO IZQUIERDO ×



INTERPRETACION



CONCLUSIONES

El avance científico en el terreno de la Otorrinolaringología ha sido tal, que ahora se debe de considerar que existe una relación más estrecha entre la Audiología y la Neurología; ya que en este tiempo es posible hacer un valor diagnóstico sobre la maduración del sistema nervioso central, desde el período neonatal inmediato, a través de la revisión y exploración del tallo cerebral. Se realiza a través del estudio audiológico de Potenciales Evocados auditivos tempranos (tallo cerebral), ya que es sabido que para que exista una integridad completa del sistema nervioso, deben de suceder varios pasos embriológicos que sufre el tubo neural y el 2o. arco braquial; si el tallo cerebral no se encuentra maduro, muy probablemente el cerebro tampoco lo esté, ya que este proceso evolutivo se cumple primero a nivel de tallo, y posteriormente en corteza cerebral.

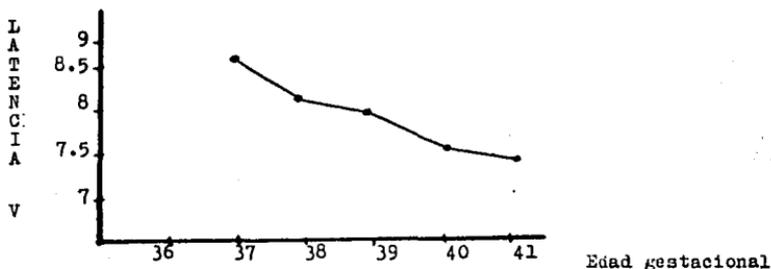
Este estudio audiológico, es el que nos brinda mayor ayuda diagnóstica, ya que nos reporta el estado neurológico de toda la vía auditiva, desde el nervio auditivo, hasta tálamo; además de ser muy confiable, no es agresivo, no se alteran sus resultados con la sedación, y es el más indicado para neonatos, en donde ellos no pueden cooperar con la investigación.

Según el trabajo de Krumholz realizado en 1973, menciona que la latencia de la onda V, se modifica por cada semana de gestación por .2 msec, en nuestra investigación, la relación de latencia con edad gestacional, fue más grande y con más variantes, esto es:

Semanas de gestación	Latencia promedio
37	8.7
38	8.2
39	8.1
40	7.6
41	7.4

(figura)

RELACION DE LA EDAD GESTACIONAL
CON LA LATENCIA DE LA ONDA V:



De lo que se deriva lo siguiente:

- a) De 37 a 38 semanas, hay una diferencia de latencia de la onda V de .5 mseg.
- b) De 38 a 39 semanas, hay una diferencia de latencia de la onda V de .1 mseg
- c) De 39 a 40 semanas, hay una diferencia de latencia de la onda V de .5 mseg.
- d) de 40 a 41 semanas, hay una diferencia de la tencia de la onda V de .2 mseg.

De lo anterior se concluye, basandose en el conocimiento - embriológico del Sistema Nervioso Central, que las etapas que - se encuentran en peligro de no ser terminadas es la de organiza_ ción celular (desde la 27a. semana hasta un año después del na_ cimiento), y la mielinización (desde 24o. semana de gestación - hasta la vida adulta), dicha anomalía se detecta a través de este estudio, para realizar el monitoreo de la maduración del sistema nervioso central, como una moderna profilaxis, que nos permitirá la rehabilitación temprana de cerca del 2% de estos pequeños niños. (35) (26).

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

G L O S A R I O D E T E R M I N O S .

- audiómetro, aparato que se usa para medir el umbral de audición, para cada frecuencia y en cada oído. Consta principalmente de una fuente de oscilaciones, un selector de frecuencias, un control de intensidad calibrado en dB nHL, un amplificador, un transductor (audífonos) y un interruptor del sonido.
- decibel, medida logarítmica de la proporción entre dos intensidades o presiones de sonido.
- dB nHL, decibel (normal hearing level), decibeles respecto a un nivel de referencia obtenido de los umbrales promedio de una población grande de oídos normales.
- dB SPL, decibel (sound pressure level) son decibeles medidos respecto a un nivel de referencia standard. La presión de referencia es 0.0002 dinas/cm², también escrita como 2×10^{-4} mictobares, o 2×10^{-5} Newton/m².
- frecuencia del sonido, propiedad física del sonido, número de vibraciones en un segundo, que da lugar a la sensación de altura o tono (sonidos graves o agudos).
- graficador, instrumento que convierte los registros eléctricos o de movimiento, en gráficas hechas en papel.
- kilohms, el ohm es una medida de la resistencia que opone un conductor al paso de una corriente eléctrica. Kilohm= mil ohms.
- microfónica coclear (MC), diferencia de potencial (voltaje) producido por las células ciliadas del órgano de Corti en la cóclea cuando son excitados por el sonido. Es un voltaje de

corriente alterna cuya forma de onda duplica la del sonido que lo inició.

- milisegundo, miliseg, ms, milésima parte de un segundo.
- potencial de acción (PA), fenómeno eléctrico que constituye la respuesta de toda célula nerviosa a un estímulo suficiente. Tiene la propiedad de propagarse a lo largo de la neurona a gran velocidad hasta el contacto entre ésta y otra neurona. Se puede considerar que es el "idioma" con el cual se comunican entre sí las neuronas, e intercambian información.
- potencial de sumación (PS), cambio eléctrico de corrientes directa que se produce en las células cilíndricas cuando el sonido estimulante es muy intenso. Se puede considerar como una forma de distorsión.
- promontorio, prominencia ósea, que hace la primera vuelta de la cóclea hacia el oído medio. Constituye la pared interna de la caja del tímpano.
- resistencia de la piel, la piel como cualquier otro conductor opone cierta resistencia al paso de la corriente eléctrica, que varía según el momento, de acuerdo a los cambios químicos del cuerpo.
- ruido blanco, es aquél en el que encontramos energía en todas las frecuencias, altas, medias y bajas, o sea que tiene un espectro plano.
- ruido filtrado, es aquel ruido blanco en el que han sido eliminados, mediante filtros, algunas frecuencias. Altas, medias o bajas.
- sistema nervioso autónomo, es la subdivisión del Sistema Nervioso Central, relacionado con los actos (movimientos o secreciones) involuntarios, le concierne la regulación interna del cuerpo. Por ej. glándulas endócrinas, o movimientos de las vísceras.

- Sistema nervioso central, constituido por los hemisferios cerebrales, los pedúnculos, la protuberancia anular, el cerebelo, el bulbo raquídeo y la médula espinal. A él llegan los nervios sensitivos y de él emergen los nervios motores.

- umbral auditivo, se llama así al límite inferior de la sensibilidad auditiva; la intensidad mínima de sonido audible determina el umbral. El umbral no es una medida de tipo físico, sino psicológico; es por lo tanto, variable y depende de las condiciones en que se mide.

B I B L I O G R A F I A .

1. Harper-Yoon.
Handbook of Neonatology.
Year Book Medical Publisiter, Inc.
35 East Wacker Drive/Chicago.
U.S.A.
2. Díaz del Castillo, Ernesto.
Pediatría perinatal.
Editorial Interamericana.
México, 1974.
3. Bradley M., Patten.
Embriología humana.
Ed. "El Ateneo".
4a. edición.
Buenos Aires, s/f.
4. Klaus H., Marshall.
Asistencia del recién nacido de alto riesgo.
Editorial Panamericana.
Buenos Aires, 1975.
5. Portmann, N. y Portmann, C.
Audiometría clínica.
Ed. Torax-Massun.
2a. edición.
Barcelona, 1975.
6. Howell, W. H.
A textbook of physiology.
10th. edición.
Philadelphia, 1928.
U.S.A.

7. Corvera, B. J.
Neurología clínica.
Editorial Salvat.
México, 1978.
8. Berendes, J.,
Link, R. y
Zöllner, F.
Tratado de Otorrinolaringología.
Ed. Científico-Médica.
vol. III.
Barcelona, 1969.
9. Hallowell, Davis.
"Principes of electric responses audiometry".
Annuary Otol. Suppl. 28, 85: 1-96.
mayo-junio, 1976.
10. Verger, James.
Modern Developpments in audiology.
2a. edición.
Ed. New York.
Academic Press, 1973.
11. Barnet, B. Ann.
"Auditory evoked potentials during sleep in normal children
from ten days to three years of ase".
Ed. E. G. Journal.
Vol. 39, págs. 29-41.
julio, 1975.
12. Picton T. W. Hillyard, S. A.
"Human auditory evoked potentials: evaluation of components."
Ed. E. G. Journal.
vol. 36, págs. 179-190.
agosto, 1973.

13. Hallowell, Davis.
Potenciales evocados auditivos en humanos.
s/cfr.
14. Starr, Arnold.
"Auditory Brainstem Responses in Brain Death".
Ed. E. G. Journal.
vol. 99, págs. 543-554.
s/f., 1976.
15. Feiner, Regina Salomón.
"Diagnóstico temprano de los problemas auditivos por potenciales evocados auditivos".
Tesis profesional. Fac. de Medicina, U.N.A.M.
México, 1979.
16. Halley, s/n.
Manual of Evoked Responses Recording.
s/cfr.
17. Spöndlin, H. y
Baumgartner, H.
"Electrocochleography and cochlear pathology".
Acta Otolaryngol, 83: 130-135.
1977.
18. Davis and Sk. K. Hirsh.
"Brain Stem Electric Response Audiometry".
Acta Otolaryngol, 83: 136-139.
1977.
19. Kurt Hecox.
"Brain Stem Auditory Evoked Responses in Human Infants and Adults".
Archivo Otolaryngol.
vol. 99, págs. 30-33.
enero, 1974.

20. Don L. Jewett.
"Human Auditory Evoked Potentials: Possible Brain Stem Components detected on the sleep".
Scienza, vol. 167, págs. 1517-1518.
marzo, 1970.
21. Pujol, R.
Maturation du systeme auditif.
Revue Laryng.
págs. 551-562.
Paris, 1976.
22. Grundfsat, K. M. et. al.
"Clinical applications of brainstem auditory electric response testing at a children's hospital".
Aosp. Ophthalmol-Otularyngol.
vol. 36, págs. 205-210.
U.S.A., 1978.
23. Krugh, H. J.
"Suction Pressure Electrodes for electric response audiometry".
Audiology (Basel), págs. 164-167.
U.S.A., 1977.
24. Karnahl, T. H.
"Age Dependent Electric Response Audiometry (Era) Findings in Correlation with Speech Development".
H. N. O. págs. 293-295.
Berlín, Germany West; 1975.
25. Russ, F. M.
"Five Years of Experience with Electric Response Audometry".
Journal Speech Hearing Responses; págs. 184-193.
U.S.A., 1974.

26. Fior, R.
"Audiologische Untersuchungen beim Neugeborenen".
Ost. Arzteztz, págs. 559-560.
Austria, 1975.
27. Goodin, P. S.
"Age Related Variations in Evoked Potentials to Auditory Stimuli in Normal Human Subjects".
J. Electroence Phalograph. Clin. Neurophysiol.
págs. 447-458.
1978.
28. Goff, S.A.
"The Scalp Topography of Human Somatosensory and Auditory Evoked Potentials Electroenceph. Clin Neurophysiol.
págs. 57-76.
1977.
29. Graziani, Leonard J.
"The Maturation and Interrelation ship of eyes patterns and Auditory evoked Reponses in Premature Indants".
Electroencephalography and Clin. Neurophysiology.
vol. 36, págs. 367-375.
s/f.
30. Starr, Arnold M. A.
"Auditory Brain Stem Responses in Neurological Disease".
Bach. Neurology.
vol. 32, págs. 761-768; noviembre.
1975.
31. Derald E. Brackmann, M. P.
"Electric Response Audiometry in a Clinical Practice".
The Laryngoscope.
vol. LXXXVII, núm. 5, págs. 1-32.
mayo, 1977.

32. Demarquez J.L., Patty.
"Maduration of Visual and Auditory Cerebral Evoked Potentials
in First Year of Life of the healthy child" (French)
Arch. Francaises de Pediatric.
vol. 36, Núm. 1, págs. 101.
1979.
33. Carlier, E. y
Pujol, R.
"Differential Maturation of Internal of External Ciliated
Cells Implication in Preliminary Auditory Conding" (French)
Journal de Physiologie.
vol. 74, núm. 4, págs. 10.
1978.
34. Fraser, M. D.
"Malformation, Syndromes with eye ear Involvement, Birth
Defects#.
vol. V, núm. 2, págs 130-138.
febrero, 1969.
35. Krumholz, A.
Serial maturation of Auditory Brainstem Evoked Potentials in
Pre-term Infants.
Pediatrics Research.
vol. 13, núm. 4, pág. 553.
1978.
36. Grabb, Williams C.
"The First and Second Branrise arch syndrome".
Plastic and Reconstructive Surgery.
vol. 36, núm. 5, págs. 485-503.
U.A.S. S/f.

37. Varios autores.
Clinicas de Perinatología.
Neurología Neonatal.
marzo, 1977.
38. Ranson, Clark.
Anatomía del Sistema Nervioso.
Edimex,
México, 1963.
39. Oliver S., Strong.
Human Neuroanatomy.
The Williams.
U.S.A., 1943.
40. Testut, L. y Latarjet, A.
Compendio de Anatomía Descriptiva.
Editorial Salvat.
Barcelona, 1968.
págs. 562-589.
41. Guyton, Arthur C.
Tratado de Fisiología Médica.
Editorial Interamericana.
3a. edición.
México, 1967.
págs. 689-701.