

DISEÑO Y VALIDEZ DE UN PROTOCOLO PARA IDENTIFICAR DESINCRONÍA NEURAL AUDITIVA

IRMA CARVAJALINO MONJE¹ DIANA WALTEROS²,

Mónica Edith Gómez Álvarez, Diana Paola Gómez Rojas

Marcela Patricia González Eslava, Liliana Isabel Neira Torres

Corporación Universitaria Iberoamericana

RESUMEN

La desincronía neural auditiva o neuropatía (desde ahora DNA) es un tipo de alteración fisiológica auditiva en la cual falla el flujo convencional de liberación de neurotransmisores a partir de las células ciliadas internas o en otras conexiones neurales de la vía auditiva, produciendo que la información acústica no sea conducida sincrónicamente al cerebro (Sparr & Sininger, 2002).

El objetivo general de la investigación fue diseñar y validar un protocolo para la identificación de desincronía neural auditiva en población infantil colombiana, contando con la participación de 10 niños con pérdida auditiva neurosensorial de grado severo a profundo, de estos cinco niños con diagnóstico de DNA y cinco niños sin diagnóstico de DNA a partir de la evaluación audiológica, entre los 3 y 12 años, sin otras patologías asociadas, que asisten a la fundación CINDA con previo consentimiento informado de sus padres. Al aplicar el protocolo se pudo determinar la estrecha relación entre éste y las pruebas audiológicas que se realizan. Igualmente, la evidencia parece indicar que aquellos niños que audiológicamente son detectados con DNA sus respuestas en el protocolo tienen mayor efectividad ante la demanda con señas que ante la demanda auditiva y presentan alteraciones en el área de Integración sensorial.

Palabras clave: Desincronía Neural, Pérdida Auditiva Neurosensorial, Diseño, validez, protocolo.

¹ irmacarvajalino@gmail.com

² dwalteros@yahoo.com

DISEÑO Y VALIDEZ DE UN PROTOCOLO PARA IDENTIFICAR
DESINCRONÍA NEURAL AUDITIVA

IRMA CARVAJALINO MONJE³ DIANA WALTEROS⁴

Mónica Edith Gómez Álvarez, Diana Paola Gómez Rojas

Marcela Patricia González Eslava, Liliana Isabel Neira Torres

Corporación Universitaria Iberoamericana

ABSTRAC

The desincronía auditory nerve or neuropathy (now DNA) is a type of altered physiological hearing in which the failure of conventional flow neurotransmisores release from ciliated cells or on neural connections in the auditory pathway, producing the information sound is not conducted synchronously andalusia brain (Sininger & Sparr, 2002).

The overall objective of the research was to design and validate a protocol for the identification of neural desincronía hearing children in Colombia, with participation of 10 children with sensorineural hearing loss from severe to profound, these five children diagnosed with DNA and five children without a diagnosis of DNA from the audiological evaluation, between 3 and 12 years, without other associated diseases, attending the founding CINDA with prior informed consent of their parents. In implementing the protocol was to determine the close connection between this and audiological tests that are performed. Similarly, the evidence indicates those children who are detected with DNA audiological their responses in the protocol are more effective to address that demand with the demand and auditory alterations in the area of sensory integration.

Keywords: Neural Desincronía, Sensorineural Hearing Loss, Design, validity.

³ irmacarvajalino@gmail.com

⁴ dwalteros@yahoo.com

Introducción

La audición es un proceso complejo que inicia cuando las señales acústicas llegan al pabellón auricular, y empiezan a sufrir una serie de transformaciones hasta llegar a convertirse en neuroseñales. Estas pasan desde el oído a través de la cóclea y redes neurales hasta llegar al cerebro donde se realizan los procesos de análisis, reconocimiento y comprensión auditiva. La audición es el punto de partida para la adquisición del lenguaje ya que el ser humano aprende a hablar escuchando a los demás.

El proceso auditivo puede verse alterado a nivel de la sensibilidad auditiva, la transducción de la onda acústica mecánica en señal bioeléctrica o en el procesamiento de esta señal. Las alteraciones sensoriales pueden generarse por dificultades en la conducción del sonido o en la recepción que hacen las células ciliadas de las características acústicas del sonido por fallas estructurales o funcionales. La señal es transformada desde una fase mecánica hacia la fase bioquímica de liberación de componentes químicos y neurotransmisores que generan el impulso eléctrico en la primera porción del nervio auditivo para convertirse en fase bioeléctrica, fases en las cuales pueden presentarse alteraciones de alguno de los procesos. Finalmente, la señal acústica se procesa en centros corticales para la identificación, discriminación y asociación de la información.

Una de las alteraciones que afecta la transducción de la señal acústica es la desincronía neural auditiva o neuropatía, ya que probablemente se altera la liberación de neurotransmisores haciendo que se produzca una desincronía

que modifica la transducción de la información por vía auditiva. La desincronía neural auditiva o neuropatía (desde ahora DNA) es un tipo de alteración fisiológica auditiva en la cual falla el flujo convencional de liberación de neurotransmisores a partir de las células ciliadas internas o en otras conexiones neurales de la vía auditiva, produciendo que la información acústica no sea conducida sincrónicamente al cerebro. Así, la cóclea se caracteriza por mantener un estado normal de las células ciliadas con un mal funcionamiento a nivel del VIII par: coclear o auditivo, por una falla en la liberación de neurotransmisores entre las células ciliadas internas y la primera porción del nervio (Sparr & Sininger, 2002).

Esta alteración puede presentarse tanto en personas con pérdidas auditivas leves como en personas sin restos auditivos, independientemente de la edad, género y condición social. La influencia de factores genéticos ha sido demostrada como causa de neuropatía, así como otros desórdenes neurológicos entre los que se encuentra el síndrome de Charcot – Marie Tooth y la Ataxia de Friedreich, al igual que la hiperbilirrubinemia (Akman, 2004), problemas metabólicos, inflamatorios, tóxicos, neuritis del VIII par, patologías severas en el periodo neonatal e hipoxia (Berlín, Morlet & Hood 2003).

La evaluación de esta alteración requiere el uso de un protocolo que de cuenta del estado auditivo periférico, de modo tal que los resultados de la evaluación permitan la correlación de datos y así determinar la presencia o ausencia de ésta. Autores como Berlin & Hood 2001, Dunkley, Farnsworth, Mason, Dodd & Gibbin 2003; Marco, Morant, Orts, Pitarch & Garcia 2000;

Tapia, & Savio, 2005; entre muchos otros, han dado a conocer los tipos de exámenes audiológicos pertinentes para aplicar en casos de sospecha de una DNA y han determinado los resultados a encontrar y la forma de correlacionar los datos; éstos protocolos audiológicos son utilizados a nivel internacional pero en Colombia se aplican de forma no rigurosa, principalmente en niños.

Autores como Dankley et al, 2003; Marco et al, 2000; Tapia & Savio, 2005; Spinelli, Fávero-Breuel & Silva, 2001; Berlin et al, 2003; Aldosari, 2003; Attias, Buller, Rubel & Raven, 2006; Kumar & Jayaran, 2006 reportan que para establecer el diagnóstico de DNA en niños es necesario realizar diferentes pruebas audiológicas del protocolo básico como son: Audiometría tonal, Logaudiometría e Inmitancia Acústica, complementadas con pruebas audiológicas electroacústicas y electrofisiológicas como: Emisiones Otoacústicas (OAEs), Potenciales Evocados Auditivos de Estado estable (PAEee), potenciales evocados auditivos de tallo cerebral (BERA) y Microfónicos cocleares (MC). Kumar & Jayaran (2006) adicionan una evaluación neurológica completa, de modo tal, que los resultados de las pruebas sugieran por medio de correlación una integridad a nivel coclear (células ciliadas) y desincronía neural (mal funcionamiento en la liberación de neurotransmisores).

La literatura indica que al realizar una evaluación audiológica básica los resultados arrojados no permiten detectar una neuropatía auditiva y pueden sugerir una pérdida auditiva neurosensorial. Regularmente, estas pérdidas auditivas son tratadas por medio de amplificadores que no mejoran el

desempeño auditivo de las personas con DNA, dado que aumentan la ganancia con la cual se escucha un sonido pero no regulan la cantidad de neurotransmisores que son liberados tras la descarga de este. La combinación de factores como falta de habilidades para escuchar en ambientes ruidosos, fallas en discriminación de la palabra, poca ayuda de los amplificadores auditivos, entre otros, produce un estancamiento o involución en el desarrollo auditivo y por ende comunicativo de los niños con DNA (Starr & Sininger, 2001).

Berlín, et al (2003) proponen una forma de correlacionar los datos y una forma específica de aplicar potenciales evocados auditivos de tallo cerebral para el diagnóstico y manejo audiológico que busca la identificación de la neuropatía, pretendiendo mejorar su enfoque re/habilitativo con proyección a una comunicación funcional, en la cual se incluye pruebas audiológicas básicas, pruebas electroacústicas y electrofisiológicas para la evaluación, así como la estimulación del lenguaje por medio de exposición visual a lengua de señas, claves auditivas (*Cue Speech*), empleo de señas naturales para el seguimiento a la intervención. Aunque Berlín (2003) y autores como Core-Wesson (2004) y Spinelli (2001) han sugerido el empleo de estimulación visual para establecer comunicación en casos de DNA, ninguno de ellos reporta el uso de evaluaciones de comportamientos comunicativos verbales y no verbales como parte del protocolo diagnóstico de la DNA.

En Colombia, el Centro de Investigación e Información en Deficiencias Auditivas (CINDA) ha trabajado en la descripción y análisis de casos clínicos de población diagnosticada con pérdida auditiva sensorial que por sus

características comportamentales, auditivas, visuales , táctiles y de integración sensorial han evidenciado alteraciones en la sincronía de la liberación de neurotransmisores del nervio auditivo. A partir de observaciones sistemáticas, la identificación de signos y la correlación de éstos, se pudo determinar la presencia de una DNA en dicho grupo de sujetos.

Cómo resultado de esta correlación, se han identificado diferentes comportamientos en niños ante demandas auditivas y señales visuales como señas naturales que podrían ser utilizadas en la práctica clínica como método de identificación de la DNA. De allí surge la necesidad de incluir en la evaluación audiológica para identificación de DNA, sesiones estructuradas para el chequeo de habilidades comunicativas basadas en demanda auditiva verbal, demanda auditiva más señas, demanda con señas y habilidades de integración sensorial.

Al complementar las pruebas audiológicas en niños con la observación de los comportamientos comunicativos ante diferentes demandas, se estaría generando una propuesta de evaluación que requiere de un proceso de diseño y validación con el fin de agotar las fases establecidas por la comunidad científica para construir herramientas de evaluación.

El proceso de diseño de cualquier instrumento o protocolo para evaluar, debe pasar por una serie de etapas. Cohen & Swerdlik (2001), proponen que la elaboración de una prueba contempla cinco etapas: conceptualización de la prueba, construcción de la prueba, ensayo de la prueba, análisis de reactivos y revisión de la prueba. Desde esta perspectiva, el proceso de diseño se hace

preciso a partir de dos necesidades específicas, la primera, cumplir con las características técnicas de todo instrumento de construcción y la segunda, incluir los aportes que desde la práctica ha construido la fundación CINDA. Esta última, dado que las instituciones dedicadas a la evaluación y re/habilitación de las deficiencias auditivas no incluyen todas las herramientas diagnósticas de origen audiológico para detectar una DNA y adicionalmente no hay protocolos de identificación de esta alteración.

Al continuar con el proceso actual de evaluación audiológica en la población infantil de la que se sospecha pueden tener o desarrollar DNA, se emitirán diagnósticos tardíos, se llevará al evaluador a clasificar algunas pérdidas auditivas como desincronías o a desconocer la entidad diagnóstica, lo que repercute sobre la implementación de acciones no acordes a las necesidades de esta población. Adicionalmente, los avances realizados por CINDA son un aporte para la evaluación integral de la DNA hechas desde la clínica a la construcción del conocimiento y al fortalecimiento de la profesión, que de no ser contemplados en el protocolo de identificación, se desaprovecharían.

Por las necesidades descritas anteriormente, es necesario diseñar una propuesta de evaluación que se recogería bajo el concepto de protocolo desde dos perspectivas. La primera, desde las especificaciones técnicas de cualquier protocolo de evaluación propuestas por Cohen & Swerdlik (2001) y la segunda, la inclusión de sesiones estructuradas de observación de comportamientos ante

demandas auditivas, demandas auditivas con señas, demandas con señas naturales y habilidades de integración sensorial.

En este caso, para el diseño se pretende desarrollar tres etapas: conceptualización de la prueba que se basará en las pruebas audiológicas que se describen en la literatura y las experiencias particulares de la fundación CINDA, construcción de la prueba en términos de listas de chequeo de comportamientos comunicativos ante diferentes demandas y elaboración de criterios de registro, calificación y correlación de resultados y finalmente, la revisión de la prueba respecto a la evidencia de validez a partir del método de grupos diferentes.

De esta manera, se espera ofrecer al gremio de audiólogos un protocolo que satisfaga las necesidades de este para emitir un diagnóstico diferencial que se enriquezca de los avances alcanzados internacionalmente y de las contribuciones hechas desde la clínica aportada por la fundación CINDA.

La posibilidad que tienen los especialistas de contar con este protocolo repercutirá favorablemente sobre el ejercicio y el juicio profesional. Por tal motivo, contar con un protocolo a nivel nacional para identificar la desincronía neural auditiva (neuropatía) en niños, permite garantizar procesos diagnósticos adecuados y por ende su intervención. De igual forma, aporta al enriquecimiento de la calidad en la prestación de servicios audiológicos, incrementando la credibilidad en el gremio a partir de sustentos científicos que apoyen la toma de decisiones clínicas a favor de la población infantil, contribuyendo a solucionar una problemática social y profesional.

La realización de esta investigación aportará a la fundación CINDA sustento conceptual, científico y metodológico para llevar a cabo la detección precoz de niños con desincronía neural auditiva a partir de un trabajo interdisciplinar. De la misma manera, podrá ser acogido por otras instituciones y profesionales interesados en el abordaje de esta alteración.

La población infantil con DNA se verá beneficiada al recibir una evaluación e intervención pertinentes con sus habilidades comunicativas, dificultades y posibilidades de desarrollo e integración educativa, social y personal.

Dado que este tipo de alteración no ha sido abordado ampliamente en Latinoamérica, los resultados de esta investigación servirán como sustento teórico para promover desarrollos futuros en esta temática, principalmente en Colombia.

El presente proyecto formula el diseño y validación de un protocolo para la identificación de desincronía neural auditiva (neuropatía) en población infantil colombiana.

Para dar respuesta al problema de investigación se plantean las siguientes subpreguntas: a) ¿Cuáles son los comportamientos que se evidencian ante tareas de demanda auditiva verbal, demanda con señas y habilidades de integración sensorial, que permiten complementar el proceso de evaluación audiológica para identificar desincronía neural auditiva en población infantil colombiana? b) ¿Cuál es la correlación entre la impresión diagnóstica a partir de la evaluación de comportamientos comunicativos propuesta y la

evaluación audiológica tradicional para identificar desincronía neural auditiva?
c) Cuáles son las especificaciones técnicas y procedimentales que se deben contemplar al aplicar e interpretar los resultados del protocolo propuesto para identificar desincronía neural auditiva en población infantil colombiana? d) ¿Existen diferencias entre un grupo de niños con y sin desincronía neural auditiva a partir de la aplicación del protocolo propuesto?

Para dar respuesta a la formulación del problema de investigación, es necesario hacer una revisión teórica acerca del desarrollo embriológico y funcionamiento normal de la audición, conceptos de integración sensorial y neurodesarrollo, para posteriormente entender el concepto de Desincronía Neural Auditiva / Neuropatía Auditiva (DNA), la etiología, sintomatología, factores de riesgo, evaluación, diagnóstico diferencial e intervención, dentro de lo que se incluye las pruebas audiológicas, su procedimiento o aplicación, los resultados reportados en la literatura y otros postulados para su identificación y manejo. Posterior a esta revisión bibliografía se hará una descripción de los hallazgos observados a partir de estudios de caso realizados por la fundación CINDA de niños con DNA y finalmente los criterios de diseño y validación de pruebas de evaluación.

El oído como cualquier estructura del cuerpo humano requiere gran precisión y coordinación en la formación, evolución y funcionamiento de los sistemas. Iniciamos describiendo el desarrollo del oído para analizar desde la embriología estas condiciones.

Desarrollo del oído. El receso tubofaríngeo se separa de los elementos de la línea media por la expansión lateral de la luz de la faringe frente a los arcos primero, segundo y tercero. El receso tubotimpánico se halla constreñido en parte en su porción medial por la migración hacia adelante del tercer arco hacia la base de la lengua. Este forma una cavidad ensanchada que contiene las prolongaciones laterales de los arcos primero, segundo y tercero, así como las bolsas endodérmicas (primera y segunda) que se interponen. La parte lateral del receso tubotimpánico se convierte en el oído medio y el pasaje que la conecta con los elementos de la línea media de la faringe se convierte en la trompa faringotimpánica o de Eustaquio, la cual se halla limitada por detrás por el tercer arco, la arteria de éste arco (carótida interna) se sitúa detrás de la trompa en el adulto y corre hacia adelante encima de la trompa como prolongación anterior de la aorta dorsal (Paparella, 1994).

El Conducto Auditivo Externo (CAE) se desarrolla como un engrosamiento del ectodermo en el extremo superior de la primera hendidura faríngea externa. El piso del surco se profundiza en el mesodermo subyacente, formando un tapón meatal cilíndrico que se aplica a la pared lateral y al piso del extremo expandido del receso tubotimpánico. El contacto con éste se entabla de modo que, al formarse en la interfaz entre las superficies ectodérmica y endodérmica, la membrana timpánica adopta una orientación oblicua que hace que el techo y la pared anterior del conducto auditivo externo sean más cortos que el piso y la pared posterior. Después el tapón meatal ectodérmico se ahueca para formar un conducto en el cual se desarrollan folículos pilosos y

glándulas ceruminosas. La membrana timpánica es el área circular de contacto entre el tapón meatal y el endodermo del receso tubotimpánico (Paparella, 1994).

La capsula ótica es la masa cartilaginosa que encierra al oído interno y que después da origen al peñasco o porción petrosa del hueso temporal. Esta cápsula se halla sobre el extremo externo del receso tubotimpánico. El cartílago del primer arco está delante del receso tubotimpánico, y el cartílago del segundo arco se halla detrás. Estos dos cartílagos no tardan en unirse por medio de unas condensaciones, primero fibrosas y después cartilaginosas, que forman unos engrosamientos en el techo que cubre al receso tubotimpánico, entre éste y la cápsula ótica que está mas arriba. Los engrosamientos o procesos tectoriales, a su vez, se convierten en el cuerpo del martillo y de yunque. Con posterioridad, los engrosamientos de estos dos huesecillos van a construir las apófisis larga y corta del yunque y también la apófisis anterior e inferior del martillo. Esta última se prolonga hacia abajo por fuera del receso tubotimpánico y después queda atrapado entre éste y el tapón meatal (Paparella, 1994).

El techo del tímpano se forma como una pestaña que crece desde la capsula ótica por encima y delante del receso tubotimpánico, constituyendo el techo y la pared ósea anterior del receso tubotimpánico. El cartílago mandibular escapa debajo del borde libre del techo del tímpano para entrar en el maxilar inferior. En una capa ulterior la capsula ótica y el techo del tímpano se cubren de una capa de hueso membranoso o dérmico que es la escama del

temporal, la cual con el tiempo crece más que el peñasco, con excepción de la apófisis mastoides y el borde libre del techo del tímpano, en relación con el piso de la fosa temporomaxilar. La parte superior del cartílago de Meckel, forma el martillo y el yunque con sus diversas apófisis óseas. El resto del cartílago de Meckel se transforma en el ligamento anterior del martillo y en el ligamento esfenomaxilar (Paparella, 1994).

El anillo timpánico se forma en el tejido membranoso que rodea el área donde entran en contacto el tapón meatal y el receso tubotimpánico. Al nacer el anillo existe, pero todavía no se ha elongado para formar un meato óseo definido, de modo que en el neonato la membrana timpánica es muy superficial y es fácil lesionarla al introducir una pinza o realizar un examen instrumental. Como al nacer también falta la apófisis mastoides, el nervio facial emerge del agujero estilomastoideo muy cerca de la superficie y es fácil que se lesione al hacer el parto con fórceps. Después del nacimiento, el anillo timpánico se extiende mediante osificación intramembranosa adicional. El hueso nuevo se agrega por fuera, de manera que se forma un conducto auditivo externo óseo en cuyo extremo medial o profundo está la membrana timpánica. A medida que se establece el CAE óseo, también se completan la fosa temporomaxilar y sus complejas cisuras. La cisura de Glaser, que está en el piso de la fosa temporomaxilar, es una cisura compuesta. Por fuera, se halla entre la escama del temporal y el hueso timpánico y por dentro, la cisura escamotimpánica aparece subdividida por la interpolación del borde libre del techo del tímpano, de modo que la Cisura de Glaser se convierte en cisura petroescamosa por

delante y una cisura petrotimpánica por detrás a causa del desarrollo del techo del tímpano, o sea por la cisura petrotimpánica (Paparella, 1994).

La cápsula de la articulación temporomaxilar se inserta a lo largo de la cisura de Glaser. La fosa que se halla detrás de ésta es ocupada por una prolongación de la glándula parótida y también por el nervio auriculotemporal, íntimamente adosado a la cápsula articular. El cartílago del segundo arco da origen a la apófisis estiloides, al ligamento estilohioideo, al hueso del asta menor y a la parte superior del cuerpo del hueso hioides. El estribo derivaría de la condensación que se forma en el extremo superior del cartílago de Reichert (Paparella, 1994).

La membrana timpánica se establece en el área de contacto entre el tapón meatal ectodérmico y el receso tubotimpánico. Como éste contacto es oblicuo, la membrana timpánica se sitúa oblicuamente en relación con el eje del CAE. El nervio cuerda del tímpano, el mango del martillo y una capa de mesodermo quedan atrapados entre el tapón meatal y el receso tubotimpánico. La membrana timpánica consta de tres capas: una capa ectodérmica exterior que se continua con la piel del CAE, una capa mesodérmica intermedia que contiene el mango de martillo y el nervio cuerda del tímpano, y una capa interior endodérmica que se continúa con la membrana mucosa del oído medio. La inervación de la membrana timpánica refleja su origen porque la superficie ectodérmica es inervada por la rama auriculotemporal del trigémino y por la rama auricular del vago por detrás. Este último nervio es la única rama aferente somática del nervio vago y representaría el último resto de un sistema

que había sido extenso en los vertebrados inferiores e incluía el sistema de la línea lateral de los peces. Los mismos nervios de la membrana timpánica también inervan al CAE (Paparella, 1994).

El oído interno se desarrolla como un engrosamiento o plácoda de ectodermo en la superficie externa de la cabeza, a nivel del cuarto ventrículo en embriones de 4 mm. Más tarde la plácoda se profundiza, formando primero una fosita y después una vesícula que se separa de la superficie. A continuación, la vesícula u otocisto emite un divertículo en su superficie dorsal, el conducto endolinfático, en embriones de 6 mm. Los conductos semicirculares aparecen en embriones de 15 mm, a los 37 días, como pestañas que sobresalen de la superficie del otocisto. Después las paredes de estas pestañas entablan contacto en su parte central, donde se fraccionan y originan unos conductos que ya están bien desarrollados cuando el embrión llega a la etapa de los 30 mm. La cóclea, que aparece en la etapa de 15 mm, como un divertículo en el polo inferior del otocisto, describe una espiral hasta adquirir dos vueltas y tres cuartos hacia el final del periodo embrionario. El otocisto se estrecha en su punto medio, entre la parte que da origen a los conductos semicirculares y la que genera la cóclea, formándose el utrículo y el sáculo. El conducto endolinfático se desvía mediante crecimiento diferencial, entablando la conexión entre el utrículo y el sáculo, de modo que, en última instancia, queda unido con el conducto utriculosacular. Los estatorreceptores (máculas) se desarrollan mediante diferenciación del epitelio ectodérmico que tapiza al utrículo y al sáculo, pero en las ampollas de los conductos semicirculares

también se forman unos receptores similares que responden al movimiento. La diferenciación del Órgano de Corti se opera todo a lo largo de la pared del conducto coclear. Las neuronas de los ganglios vestibulares y cocleares se desarrollan mediante proliferación en las paredes del otocisto y sus subdivisiones. Como estas neuronas aparecen de una manera que recuerda el origen de la cresta neural, el ectodermo que da lugar al otocisto se conoce como cresta neural presuntiva. Las células ganglionares vestibulares se mantienen junto al sáculo y utrículo, y emiten unas fibras periféricas que penetran en las ampollas y en las maculas del utrículo y sáculo para entablar sinápsis con los receptores sensoriales que están en ellas. Las células ganglionares del sistema coclear se disponen todo a lo largo de la espiral del caracol. Las prolongaciones periféricas de estas células entablan sinápsis con las células sensitivas del órgano de Corti (Paparella, 1994).

Las máculas se forman a partir del epitelio que tapiza las áreas donde los nervios entran en la pared del sáculo y utrículo. En estas zonas del epitelio se modifica constituyendo una capa pseudoestratificada compleja. Existen 2 tipos de células, las sensitivas que tienen un ribete libre en cepillo, y las de sostén. Las células de sostén secretan una sustancia gelatinosa que forma una membrana almohadilla, la membrana otolítica, que cubre el epitelio modificado y contiene unos depósitos calcáreos superficiales, las otoconias. La diferenciación empieza entre la séptima y la octava semana de la vida fetal. Hacia la décima a duodécima semana se reconocen los tipos celulares distintivos y la membrana otolítica se halla en vías de formación. En los fetos

de 14 a 16 semanas las paredes individuales de las máculas están bien formadas y son similares a las que se ven en el adulto (Paparella, 1994).

El nervio vestibular envía una rama para cada una de las tres ampollas de los conductos semicirculares. La cresta ampollar es la porción modificada y elevada del epitelio de una ampolla, dentro de la cual penetran las fibras terminales de un nervio ampollar. Aquí el epitelio se eleva, formando un pliegue a modo de cresta, y sus células se modifican de manera similar a la diferenciación que tiene lugar en la mácula. Las crestas ya se disciernen en el feto de 8 semanas como unos montículos. Mientras se opera la diferenciación de la cresta, el tejido mesenquimático circundante del feto de 10 semanas se convierte en la pared cartilaginosa del laberinto y en el tejido periótico vacuolado de la etapa de 15 semanas. Cuando la cresta prácticamente alcanza la estructura y tamaño del adulto en el feto de 23 semanas, se forma la pared capsular en el hueso periósteo y el laberinto periótico queda bien establecido (Paparella, 1994).

El órgano sensitivo terminal del conducto coclear se desarrolla en el epitelio que está a lo largo de la pared posterior, donde entran en él las fibras del nervio coclear. Lo mismo que las máculas y las crestas, el órgano espiral aparece al comienzo de la vida fetal y alcanza las proporciones del adulto hacia la mitad de la gestación. Ya en el estado placodal y también en la etapa vesicular, el epitelio es estratificado. Esta estratificación todavía es un rasgo bien definido en el feto de 8 semanas, pero en la pared anterior del conducto es mucho más fina que en las paredes posterior y lateral. Las otras partes de la

cóclea empiezan a diferenciarse al comienzo de la octava semana; estos elementos son: cápsula ótica circundante, modiolos central y rampa timpánica y vestibular. El diámetro de estas rampas es mayor que el del conducto coclear. El intervalo es surcado por una repisa espiral que se extiende entre las rampas desde el modiolos hasta la pared posterior de la rampa media. A medida que el tamaño de los elementos aumenta, el corte transversal del conducto coclear se convierte de redondeado en oval primero y triangular después, de modo que adquiere tres paredes: anterior, posterior y exterior (Paparella, 1994).

La pared anterior se fusiona con la pared de la rampa vestibular, formando la membrana vestibular. La pared posterior se fusiona con la pared de la rampa timpánica para construir la membrana basilar; su pared exterior descansa sobre el ligamento espiral y el ángulo interior del conducto coclear se inserta en la superficie anterior de la lámina espiral ósea, cerca del borde libre de esta última. A medida que estos elementos siguen creciendo, el conducto epitelial se modifica poco a poco. A lo largo de la pared anterior, en el área de la futura membrana vestibular, pierde su estratificación y se convierte en un epitelio columnar simple en el feto de 11 semanas; a las 14 semanas este epitelio es cúbico y poco después se aplanan, formando un epitelio pavimentoso simple que persiste por el resto de la vida. El epitelio de la pared exterior se modifica a modo de un epitelio glandular. La capa epitelial cubre un tejido conectivo vascular, la estría vascular, que, a su vez, descansa sobre el ligamento espiral. El epitelio de la pared posterior se modifica mucho para

convertirse en el órgano espiral de Corti y en la membrana tectoria (Paparella, 1994).

El epitelio del órgano de Corti no se diferencia en sus partes definitivas en todas las vueltas del caracol hasta después de la mitad de la gestación. El progreso es más acelerado en la vuelta basal y más lenta en la apical. En el feto de 11 semanas el epitelio de la vuelta apical es una gruesa capa pseudoestratificada; a lo largo de la superficie libre de este epitelio, en la vuelta inferior, hay una membrana gelatinosa mal definida, la membrana tectoria; en la vuelta inferior el epitelio ya exhibe un abultamiento y aflojamiento de sus células en la región de las células en cepillo exteriores. En el feto de 16 semanas esta situación en la vuelta inferior es más acentuada, pero en la vuelta apical todavía no se ha operado la diferenciación. En la misma etapa comienza a aparecer el túnel de Corti en la vuelta basal, pero no en la apical. En el mes siguiente este órgano completa poco a poco su desarrollo hacia su extremo apical, de manera que en el feto de 21 semanas el túnel de Corti existe en todas las vueltas. Más o menos a esta edad o poco después, el oído interno adquiere su tamaño máximo y queda encerrado por completo en su cápsula ósea. En el feto de 25 semanas el órgano espiral es muy parecido al del adulto (Paparella, 1994).

Inervación. El ganglio del trigémino y sus 3 ramas están delante de la cápsula ótica. Cada una de las tres ramas se asocia con ganglios parasimpáticos: ciliar, esfenopalatino, ótico y submaxilar. El nervio facial queda atrapado en la condricación de la cápsula ótica, de modo que transcurre en un conducto en la sustancia de ésta, y vira de pronto justo detrás del oído medio, a

nivel del ganglio geniculado. Este ganglio es análogo a un ganglio de una raíz dorsal y contiene las neuronas de todas las fibras aferentes viscerales del nervio facial. De este ganglio emerge a este nivel el petroso superficial mayor, nervio parasimpático secretomotor originado en la columna eferente visceral del tallo encefálico. Sus fibras transcurren por un conducto que está en la cápsula ótica y emergen en la superficie anterior de ésta, en la profundidad de la rama mandibular del nervio trigémino, para entrar después en la parte superior del agujero rasgado anterior, sin pasar en realidad por el, y se les unen filetes simpáticos provenientes del plexo carotidosimpático que corre con la arteria carótida interna. Los dos grupos de fibras constituyen el nervio del conducto pterigoideo, que pasa hacia adelante hasta el ganglio esfenopalatino (Paparella, 1994).

El nervio cuerda del tímpano nace del nervio facial en el conducto estilomastoideo, más o menos medio centímetro antes de su emergencia. Es un nervio visceral porque posee fibras de la sensibilidad gustativa provenientes de los dos tercios anteriores de la lengua y también fibras secretomotoras para las glándulas submaxilares y sublinguales. Estas últimas se originan en la columna eferente visceral del tallo encefálico. El nervio cruza la membrana timpánica marchando entre la membrana mucosa del oído medio y el mango del martillo, para abandonar el oído medio, cubierto por el borde libre del techo del tímpano, por la cisura petrotimpánica, surcar la espina del esfenoides y descender con el ligamento esfenomaxilar, hasta que por último, se une con el

nervio lingual, que lo distribuye por la lengua y las glándulas submaxilares y sublinguales (Paparella, 1994).

Los nervios glossofaríngeo y vago pasan detrás de la cápsula ótica, en el agujero rasgado posterior. Cada uno de ellos tiene dos ganglios sensoriales. La rama timpánica del nervio glossofaríngeo se origina en el IX par craneal poco después de su salida del agujero rasgado posterior y vuelve a entrar en el cráneo inmediatamente por un conductillo que está en la cresta ósea comprendida entre el conducto carotídeo y el agujero rasgado posterior. A continuación entra en el oído medio y forma un plexo sobre el promontorio, donde recibe fibras del nervio facial y corre hacia delante como nervio petroso superficial menor, el cual emerge en la pared anterior del peñasco y abandona el cráneo por el agujero oval o por un pequeño orificio que está detrás. Después entra en el ganglio ótico, donde establece conexiones sinápticas. Las fibras posganglionares se distribuyen en la glándula parótida por medio del nervio auriculotemporal. La rama timpánica del nervio glossofaríngeo es el principal nervio sensorial del oído medio y parte exterior de la trompa de Eustaquio, y también aporta fibras parasimpáticas para la membrana mucosa (Paparella, 1994).

Ahora es necesario abarcar el sistema nervioso teniendo en cuenta el cerebro como un ente operativo de procesamiento dinámico dando origen a la complejidad comportamental del ser humano.

En los albores del siglo XX, consolidada la doctrina de la neurona y definida como la unidad fundamental del sistema nervioso aparecen en escena

las grandes incógnitas sobre los mecanismos de comunicación interneural (Zuluaga, 2001).

Los logros en el estudio histológico del sistema nervioso alcanzados por Santiago Ramón y Cajal a partir de las tinciones desarrolladas por Camilo Golgi (citados por Zuluaga, 2001) permiten la universalización de la teoría celular, la doctrina de la neurona se gesta sin limitar las descripciones morfológicas sino que trasciende a la fisiología con propuestas como la de polarización dinámica neuronal y la de especificidad neuronal ; diferentes tipos neuronales, variedad de conexiones, diversidad y especificidad de funciones.

El desarrollo de la comunicación y del lenguaje como principales predictores de disfunción cognitiva implica la inclusión en el análisis de los elementos preverbales, permitiendo una visión amplia que asocia la organización motora, sensorial, comportamental y ante todo de integración, para el desarrollo de la función comunicativa (Zuluaga, 2001).

El conjunto de acontecimientos para llegar al organismo maduro con todas sus funciones y potencialidades se denomina ontogenia y a la forma natural como este organismo funciona y a la manera como se desempeña en respuesta a las exigencias del medio y en interacción con este se le denomina fisiología (Lizcano, 2001).

Cada una de las múltiples etapas de este proceso ocurren como consecuencia de una secuencia ordenada de encendido y apagado de genes, cada uno de los cuales genera productos funcionales que dirigen los procesos de maduración y de diferenciación, adicionalmente se debe resaltar que este

microambiente de interacción molecular está inmerso a su vez en un ambiente especial de interacción madre-fruto, el ambiente uterino y después del nacimiento el macroambiente con la dinámica entorno – individuo (Lizcano, 2001).

Las primeras etapas del desarrollo son responsables de la existencia y diferenciación de todas las partes del organismo, por lo tanto para establecer hipótesis acerca de como funciona normalmente el proceso de desarrollo, es importante basar el reconocimiento de todos aquellos eventos anormales que se presentan cuando este proceso no funciona bien (Lizcano, 2001).

Los tres hitos del proceso de desarrollo son la aparición de líneas celulares, la segmentación y la especialización regional. Este desarrollo que ocurre mayoritariamente en el útero, desde la perspectiva estructural se divide en tres estadios: a). Pre-embionario: desde la concepción hasta los diecinueve días, b). Embionario: Desde la cuarta semana hasta la semana quince, c). Fetal: desde la semana dieciséis hasta el término (Lizcano, 2001).

Nuestro sistema nervioso cambia constantemente, desde el momento de la concepción hasta la muerte. Son cambios anatómicos que se evidencia anatómicamente, cambio celulares que se reconocen microscópicamente y cambios moleculares que requieren de técnicas especiales de rastreo para ser detectados (Zuluaga, 2001).

Movimiento, memoria, emociones, aprendizaje, evolución. Todos estos eventos dependen de cambios sinápticos a mayor o menor escala. La experiencia vital a través de los estímulos sensoriales, toca cada proceso

organizativo, redefine las reglas de interacción comunicativa y garantiza un individuo adaptado al contexto ambiental en el cual se desarrolla. De estos cambios depende la diversidad misma de la vida y la dinámica cultural y social (Zuluaga, 2001).

La multiplicidad celular lleva desde las primeras divisiones a la formación de grupos y poblaciones celulares morfológica y funcionalmente diferentes. De la primera etapa de organización embrionaria se destaca la formación de tres láminas celulares, a). Ectodermo: es la lámina superficial que forma el dorso del embrión y del cual se origina el sistema nervioso, junto con la piel y otras estructuras asociadas, b). Mesodermo: es la capa media, da origen a las estructuras musculares y óseas, así como a otros elementos del tejido conectivo, c). Endodermo: es el grupo celular interno que forma el área ventral del embrión y del cual se originan total o parcialmente vísceras, paredes de revestimiento y órganos internos entre otras estructuras (Zuluaga, 2001).

Elementos intrínsecos del embrión como los factores de crecimiento y los neurotransmisores que integran las poblaciones neuronales y gliales desde etapas tempranas; los receptores de membrana para dichas sustancias o aquellos vinculados al registro celular de los cambios ambientales; los segundos mensajeros intracelulares vinculados al manejo interno de la información y a la regulación de la expresión génica y de los eventos del ciclo celular; los iones relacionados con los potenciales y corrientes de membrana; y los elementos extrínsecos al embrión, como la experiencia sensorial, el aporte nutricional, las condiciones ambientales no registrables por el sistema de

manera directa, todos estos elementos que garantizan la función madura del organismo, son los mismos que guían y posibilitan la negociación de la organización embriológica (Zuluaga, 2001).

Las redes neuronales y los modelos computacionales abren ventana a la comprensión de lo que generan las modificaciones de las velocidades de procesamiento y las diferencias sustanciales en los elementos de procesamiento (Zuluaga, 2001).

Las proteínas como consecuencia primaria de aminoácidos son codificadas por los genes, pero luego de liberarse de su molde, sufren modificaciones relativas a su singular estructura espacial y tridimensional. Estas modificaciones son dinámicas, abiertas a múltiples factores y de una complejidad infinita (Zuluaga, 2001).

El sistema nervioso humano, con un número aproximado de cien mil millones de neuronas establece conexiones sinápticas, los aproximadamente sesenta mil genes que se calculan hoy conforman el genoma humano, son por un amplio margen insuficientes para determinar la conectividad neuronal. El ambiente moldea y modifica los procesos vinculados al desarrollo biológico (Zuluaga, 2001).

A partir de las mismas células precursoras del ectodermo y gracias a la expresión diferencial de su material genético se lleva a cabo la proliferación neuronal. Tras dividirse repetidamente, las células precursoras dan lugar a diferentes poblaciones neuronales que se disponen a ocupar un lugar definido en la corteza cerebral en el desarrollo (Zuluaga, 2001).

Son múltiples las condiciones genéticas y/o ambientales que se pueden asociar, dando origen a la gran diversidad de alteraciones en el desarrollo del sistema nervioso. Dubbling (citado por Zuluaga, 2001) define como periodos críticos el desarrollo aquellos intervalos en los cuales, a partir de los procesos fisiológicos subyacentes, el organismo en general y sus diferentes sub-sistemas en particular, son más susceptibles de ser afectados o modificados en su desarrollo por las condiciones medioambientales.

Ahora bien, estas estructuras deben conjugar su funcionamiento con los demás sistemas sensoriales del cuerpo humano para poder generar respuestas coordinadas a través de la Integración Sensorial.

Como se ha revisado anteriormente, el sistema nervioso es una red interconectada de células nerviosas distribuidas en todo el cuerpo. El complejo conjunto de estas células que se encuentran en el cráneo forma el cerebro y el atado de células nerviosas que se extiende a lo largo de la columna vertebral se llama médula espinal. El cerebro junto con la médula espinal forma el sistema nervioso central. Las células fuera de este sistema están esparcidas en la piel, músculos, articulaciones, órganos internos y órganos sensoriales de la cabeza (Ayres, 1998).

La integración es un tipo de organización. Integrar es conjuntar y organizar varias partes en un todo, y cuando algo es integral, sus partes trabajan en conjunto como una unidad completa. El sistema nervioso central y especialmente el cerebro están diseñados para organizar infinidad de trozos de información sensorial en una sola experiencia integral. La integración sensorial

es la organización de sensaciones para su uso y fluyen al cerebro como arroyos a un lago. Nuestros sentidos nos dan información acerca de las condiciones físicas de nuestro cuerpo y del ambiente que nos rodea. Incontables trozos de información sensorial entran a nuestro cerebro a cada momento, no solo por nuestros ojos y oídos sino también de cada punto de nuestro cuerpo. Poseemos un sentido especial que detecta la fuerza de gravedad y los movimientos de nuestro cuerpo con relación a la tierra (Ayres, 1998).

El cerebro debe organizar todas estas sensaciones si la persona debe moverse, aprender y comportarse normalmente. El cerebro localiza, clasifica y ordena las sensaciones de manera similar en la que un policía dirige automóviles en movimiento. Cuando estas sensaciones fluyen de manera organizada o integrada, el cerebro usa estas sensaciones para formar percepciones, comportamientos y aprendizaje. Cuando el caudal de sensaciones está desorganizado, la percepción, comportamiento y aprendizaje son como un embotellamiento de tráfico en las horas pico. Las sensaciones son torrentes de impulsos eléctricos. También hay agentes bioquímicos que participan en la producción de impulsos, y estos impulsos deben integrarse para dar sentido a las sensaciones en percepción. Percibimos nuestro cuerpo y a otras personas y objetos porque nuestro cerebro ha integrado los impulsos sensoriales en formas y relaciones con significado. Cuando vemos la naranja, nuestro cerebro integra las sensaciones de los ojos, de tal manera que experimentamos su color y su forma. Conforme tocamos la naranja, las

sensaciones de nuestros dedos y manos se integran para formar el conocimiento de que es rugosa por fuera y jugosa por dentro. La integración de sensaciones de la nariz nos dice que la naranja tiene un olor cítrico (Ayres, 1998).

La integración sensorial en la vida. La integración sensorial empieza en la matriz cuando el feto siente los movimientos del cuerpo de su madre. Una enorme cantidad de integración sensorial debe ocurrir y desarrollarse para que podamos gatear y ponernos de pie, y esto sucede durante el primer año de vida. Los juegos de la infancia conducen a mucha información sensorial a medida que el niño organiza las sensaciones de su cuerpo y la gravedad junto con la vista y el oído. La lectura requiere que una compleja organización de sensaciones de los ojos, músculos, ojos y cuello y de un órgano sensorial muy especial: el órgano vestibular. Tantos retos físicos durante la infancia. El mayor desarrollo de integración sensorial ocurre durante una respuesta adaptativa (Ayres, 1998).

Una respuesta adaptativa es una respuesta a una experiencia sensorial, provista de un propósito y una meta. Por ejemplo un bebé ve un sonajero e intenta alcanzarlo, el intento de alcanzarlo es una respuesta adaptativa. Agitar las manos sin propósito no lo es. Ocurre una respuesta adaptativa más compleja cuando el bebé percibe que el sonajero está lejos y entonces gatea para asirla. En respuesta adaptativa vencemos el reto y aprendemos algo nuevo. Al mismo tiempo la formación de una respuesta adaptativa ayuda en la propia organización y al desarrollo del cerebro. La mayoría de los adultos ven

esto como un juego, sin embargo, el juego consiste en las respuestas adaptativas que dan lugar a la integración sensorial. El niño que aprende a organizar su juego tendrá más posibilidades de organizar su trabajo en la escuela y volverse un adulto organizado (Ayres, 1998).

Como hasta los siete años de edad, el cerebro es básicamente una máquina de procesamiento sensorial. Esto quiere decir que siente las cosas y adquiere su significado directamente de las sensaciones. Un niño pequeño no tiene muchos pensamientos o ideas acerca de las cosas, únicamente se ocupa de sentir las y de mover su cuerpo en relación con esas sensaciones. Sus respuestas adaptativas son más musculares o motoras que mentales. Por eso los primeros siete años de vida se llaman de desarrollo sensoriomotor (Ayres, 1998).

A medida que el niño crece, las respuestas mentales y sociales reemplazan parte de esta actividad sensoriomotriz; sin embargo, las funciones mentales y sociales del cerebro se basan en un fundamento de procesos sensoriomotores. La integración sensorial que se lleva a cabo al moverse, hablar y jugar, es la base de una integración sensorial más compleja que es necesaria para leer, escribir y para un buen comportamiento. Si en los primeros siete años de vida los procesos sensoriomotores están bien organizados, al niño le resultará más fácil aprender habilidades mentales y sociales posteriormente (Ayres, 1998).

El comportamiento y el aprendizaje académico de un niño son las expresiones visibles de la actividad invisible del sistema nervioso y son los

aspectos visibles de la integración sensorial. La estructura del sistema nervioso incluye dos grandes hemisferios cerebrales, un cerebelo más pequeño, un tallo cerebral, una médula espinal y cierto número de nervios que se extienden a cada parte del cuerpo. Cada una de estas estructuras contiene muchas células nerviosas llamadas neuronas, y cada una tiene una fibra que conduce impulsos eléctricos. Las neuronas que conducen impulsos del cuerpo hacia el cerebro se llaman neuronas sensoriales; aquellas que conducen impulsos desde el cerebro hasta los músculos y los órganos internos se llaman neuronas motoras (Ayres, 1998).

La tarea principal de las neuronas es proporcionar información acerca de nuestro cuerpo y de nuestro ambiente, y producir y dirigir nuestras acciones y pensamientos. Cada parte de nuestro cuerpo tiene órganos sensoriales receptores, los cuales recogen la energía de esa parte del cuerpo de la misma manera en que un receptor de radio recoge las ondas de aire. Los receptores de ojos recogen las ondas luminosas, los receptores de la nariz reciben olores, y aquellos de los músculos son sensibles a la contracción y estiramiento muscular. Cada receptor cambia la energía por corrientes de impulsos eléctricos que fluyen a través de las fibras de los nervios sensoriales hacia la médula espinal y el cerebro. Las corrientes de energía eléctrica que fluyen hacia el cerebro se llaman entrada sensorial (Ayres, 1998).

La médula espinal, el tallo cerebral, el cerebelo y los hemisferios cerebrales utilizan la entrada sensorial para producir el estado de conciencia, la percepción, el conocimiento; y también la postura corporal, los movimientos, la

planeación y coordinación de los mismos, las emociones, pensamientos, recuerdos y aprendizaje. Aproximadamente 80% del sistema nervioso participa en el procesamiento o la organización de la entrada sensorial porque el cerebro es principalmente una máquina de procesamiento sensorial (Ayres, 1998).

El procesamiento sensorial es extremadamente complejo, pues los diferentes tipos de entradas sensoriales se entremezclan en todo el cerebro. Este procesamiento sensorial produce un mensaje en el cerebro y entonces las neuronas motoras lo transmiten al cuerpo. Cada músculo recibe muchas neuronas motoras, cuyos impulsos eléctricos ocasionan que el músculo se contraiga. Son muchas las contracciones musculares que deben combinarse para hacer que la cabeza y los ojos se volteen a ver algo o para mover las manos y los dedos que manipulen algún objeto o para mover el cuerpo de un lugar a otro (Ayres, 1998).

Para que las contracciones musculares sean coordinadas y efectivas, la actividad cerebral debe estar bien organizada. La integración sensorial es el proceso que organiza las entradas sensoriales para que el cerebro produzca una respuesta corporal útil, así como emociones, percepciones y pensamientos también útiles. La integración sensorial selecciona, ordena y en un momento dado, une todas las entradas sensoriales en una sola función cerebral. Cuando las funciones del cerebro están integradas y balanceadas, los movimientos del cuerpo son altamente adaptativos y resulta fácil aprender, también resulta natural un buen comportamiento (Ayres, 1998).

A continuación se analizarán más detalladamente las estructuras y funciones cerebrales.

Partes del sistema nervioso. Neurona. Esta es la unidad básica del sistema nervioso. Hay alrededor de 12 mil millones (12.000.000.000) de neuronas en una persona promedio (Ayres, 1998).

Cada neurona consiste en un cuerpo celular y una fibra que se ramifica en fibras más pequeñas y algunas de estas ramificaciones se conectan con cierto número de puntos de otras neuronas. La mayoría de las fibras tiene miles de ramas y eso permite la conexión con miles de neuronas diferentes. Las ramificaciones de todas estas neuronas se entrelazan como las ramas de los árboles en un denso bosque, pero con una complejidad mucho mayor. Las señales viajan en una sola dirección en cada neurona, pero dado el caso, algún impulso puede regresar y actuar en la primera neurona. El flujo de impulsos eléctricos a lo largo de esta complicada red produce nuestro aprendizaje y comportamiento (Ayres, 1998).

Las fibras nerviosas conducen cientos de impulsos por segundo y estos impulsos se ramifican y fluyen en muchas direcciones simultáneamente. Se ha calculado que un impulso se extiende a través de hasta 2 millones de neuronas en distintas partes del cerebro en un segundo. Es así como un solo sonido o el roce de un dedo puede producir un estado de conciencia, significado, pensamientos, emociones, aprendizaje y comportamiento, todo en el mismo instante. En este momento y en todo momento de la vida, la actividad dentro de

su sistema nervioso es mucho más complicada de lo que cualquiera pueda imaginar. Organizar esta actividad es toda una hazaña (Ayres, 1998).

Tractos Nerviosos y Núcleo. El conjunto de neuronas que forman largos manojos delgados se llaman tracto nervioso. La mayoría de los tractos nerviosos lleva un tipo de información sensorial o respuesta motora de algún lugar del sistema nervioso a otro. Algunos llevan más de un tipo de entrada y la disposición ordenada de estos tractos evita que la información se embrolle, de manera similar como la mayoría de las líneas telefónicas llevan cada conversación por separado. Tenemos tractos para las sensaciones visuales, sonido, olor y así sucesivamente (Ayres, 1998).

Por otra parte, los núcleos son grupos de cuerpos de células nerviosas que sirven como centro de negocios en los procesos sensoriales o motores. Toman la entrada sensorial, reacomodan y refinan la información y la relacionan con otra información del sistema nervioso. Por ejemplo, la información visual de los ojos pasa a través de los núcleos del tallo cerebral, los cuales reacomodan y refinan la información, la integran con otros tipos de entrada sensorial y finalmente mandan los mensajes integrados a distintas partes de los hemisferios cerebrales, los que a su vez refinan la información más detalladamente y la mandan a los centros, sean motores o de otro tipo, los cuales organizan cada respuesta. Cada localización, conjunta varios tipos de información en un solo mensaje más complejo (Ayres, 1998).

Medula Espinal. La médula espinal contiene muchos tractos nerviosos que transmiten información al cerebro y a otros tractos que emiten mensajes

motores a los nervios, los cuales a la vez los transfieren a los músculos y a los órganos. Una parte de la actividad que se transmite a través de la médula espinal, para la mayoría se lleva a cabo en el cerebro; pero este está mejor diseñado para la integración sensorial porque sus neuronas tienen el mayor número de interconexiones. Por lo tanto, las disfunciones de integración sensorial ocurren en el cerebro y no en la médula espinal (Ayres, 1998).

El tallo cerebral. El tallo cerebral es un pequeño cilindro de neuronas que se encuentra aproximadamente a la altura de los oídos. Los tractos sensoriales de la médula espinal continúan en el tallo cerebral, pero además de estos tractos, el tallo cerebral contiene muchísimos núcleos muy complejos e importantes. En muchos de estos núcleos se conjuntan dos o más tipos de sensaciones. El tallo cerebral es el lugar donde las diferentes sensaciones se convierten en una experiencia integral. Casi toda la actividad del tallo cerebral es automática y tienen lugar involuntariamente y sin siquiera pensar en ella (Ayres, 1998).

La parte central del tallo cerebral es un grupo de neuronas y núcleos que podrían compararse a una red para pescar. Algunos científicos que observaron el sistema nervioso bajo un microscopio de alto poder le dieron el nombre de formación reticular. La palabra reticular significa -en forma de red- y la formación reticular es aun más compleja y enredada que el resto del cerebro, pues contiene fibras que la conectan con todos los sistemas sensoriales, con muchas neuronas motoras, y con gran parte del resto del cerebro. Estas conexiones permiten que la formación reticular tenga una función importante en

el procesamiento y en la integración de las actividades sensoriomotoras (Ayres, 1998).

La formación reticular del tallo cerebral contiene los núcleos automáticos que procesan la información del torrente sanguíneo y de los órganos internos y utiliza esta información para regular el ritmo cardíaco, la espiración y la digestión. Otros núcleos reticulares actúan como centros de alertamiento para todo el sistema nervioso; estos centros nos despiertan, nos calman o nos excitan. Otros núcleos reticulares tienen una función importante en la organización de las actividades de los hemisferios cerebrales, lo que nos permite cambiar nuestro foco de atención y entonces los acontecimientos cotidianos v tienden a sobreexcitarla (Ayres, 1998).

Propiocepción. Se refiere a la información sensorial causada por la contracción y el estiramiento de los músculos al doblar, enderezar, jalar y comprimir las articulaciones que se encuentran entre los huesos. Las membranas que cubren los huesos también contienen propioceptores. El término viene de la palabra latina *propius*, que significa perteneciente a uno mismo. Las sensaciones del propio cuerpo ocurren especialmente durante el movimiento, pero también cuando estamos quietos, pues los músculos y las articulaciones constantemente mandan información al cerebro para decirnos acerca de nuestra posición. Dado que existen tantos músculos y articulaciones en nuestro cuerpo, el sistema propioceptivo es casi tan grande como el sistema táctil. La propiocepción va por la medula espinal hasta tallo cerebral y cerebelo y parte de ella llega a los hemisferios cerebrales (Ayres, 1998).

Casi toda la entrada propioceptiva se procesa en regiones del cerebro que no producen un estado de conciencia, por lo que rara vez notamos las sensaciones de los músculos y de las articulaciones a menos que pongamos atención deliberada a nuestros movimientos. Aun si se trata de ser conscientes de ella, se siente una fracción de toda la propiocepción que esta presente durante el movimiento. Si hubiera menos propiocepción los movimientos de cada persona serían más lentos, más torpes y requerirían de mayor esfuerzo. Si la propiocepción de las manos no fuera suficiente para decir lo que estas hacen, sería difícil abotonarse la ropa, sacar algo del bolsillo, tapar un frasco o recordar hacia que lado se debe girar la llave del agua. Sin la propiocepción adecuada proveniente del tronco y las piernas sería muy difícil subirse o bajarse de un automóvil, subir las escaleras o practicar algún deporte. Se tendría la tendencia a apoyarse en la información visual, viendo de cerca lo que el cuerpo hace. Los niños con una propiocepción insuficiente organizada por lo general tienen mucha dificultad para hacer algo cuando no pueda verse (Ayres, 1998).

El sentido vestibular. El oído interno contiene el laberinto. El laberinto es el encargado de recoger información auditiva y visual para establecer la ubicación del cuerpo en el espacio, por lo cual contiene receptores auditivos y visuales. Un tipo de receptor responde a la fuerza de gravedad. Estos receptores consisten en diminutos cristales de carbonato de calcio que están sujetos a unas neuronas en forma de pelos. La gravedad atrae estos cristales hacia abajo y el movimiento de las células pilosas activa las fibras nerviosas del

nervio vestibular. Este nervio lleva la entrada sensorial vestibular a los nervios vestibulares del tallo cerebral como la gravedad siempre está presente en este planeta, los receptores de la gravedad mandan un caudal perpetuo de mensajes vestibulares en toda nuestra vida. Cuando la cabeza se dobla hacia un lado, cuando se mueve hacia arriba y hacia abajo o se mueve en cualquier dirección que cambie la tracción de la gravedad sobre los cristales de carbonato de calcio, la entrada vestibular proveniente de los receptores de la gravedad cambia la información del sistema vestibular. Los receptores de la gravedad también son sensibles a las vibraciones de los huesos que mueven los cristales (Ayres, 1998).

El segundo tipo de receptor vestibular se encuentra en unos minúsculos tubos completos e independientes que se llaman canales semicirculares. Estos canales están llenos de fluido. Cuando la cabeza se mueve aceleradamente en cualquier dirección, la presión que el fluido ejerce al moverse en los canales estimula los receptores que se encuentran dentro de éstos y entonces los receptores producen impulsos que fluyen a través del nervio vestibular hacia los núcleos vestibulares. La entrada sensorial cambia cuando la velocidad o la dirección del movimiento de la cabeza cambian, y es por esto que a la entrada de los canales semicirculares la llamamos sentido del movimiento. Técnicamente debería llamarse sentido de aceleración o desaceleración de la cabeza. La combinación de la entrada de los receptores de la gravedad y de los canales semicirculares es muy precisa y nos dice donde estamos

exactamente en relación con la gravedad, si estamos en movimiento o quietos y que tan rápido vamos y en que dirección (Ayres, 1998).

Resulta difícil darse cuenta que esta información en realidad se procesa en el cerebro, porque la información es tan fundamental que no podemos imaginar lo que sería no procesarla. El sistema vestibular es tan sensible que los cambios en la posición o en el movimiento tienen un efecto muy poderoso en el cerebro, que se modifica incluso con los cambios de posición o de movimiento más sutiles. En efecto empieza muy temprano en la vida del feto; los núcleos vestibulares aparecen nueve semanas antes de la concepción y empiezan a funcionar alrededor de la semana 10 u 11. Al quinto mes de gestación, el sistema vestibular se encuentra bien desarrollado y junto con el sistema visceral y táctil produce casi toda la entrada sensorial del cerebro del feto (Ayres, 1998).

En el transcurso de casi todo el embarazo, la madre estimula el sistema vestibular del feto con los movimientos de su cuerpo. Las sensaciones vestibulares se procesan, en su mayoría, en los núcleos vestibulares y en el cerebelo. Entonces ambos se mandan por la médula espinal hacia el tallo cerebral, donde cumplen una poderosa función integrativa. Algunos impulsos se mandan desde el tallo cerebral, hacia los hemisferios cerebrales y los que bajan por la medula espinal interactúan con otros impulsos sensoriales y motores para ayudar con la postura, el equilibrio y el movimiento. Los que suben a los niveles superiores del cerebro, interactúan con impulsos táctiles, propioceptivos, visuales y auditivos para darnos la percepción del espacio, la

posición y orientación en el mismo. Rara vez se es consciente de la entrada vestibular excepto después de que se gira en círculos y la entrada es tan intensa que marea y se siente que el mundo gira alrededor. Incluso cuando la sobreestimulación del sistema vestibular hace marearse, y se siente que el problema se tiene en el cuerpo y no en el oído interno (Ayres, 1998).

Las sensaciones y el cerebro íntegro. Cuando la actividad de un sistema sensorial se vuelve más organizada, o cuando varios sistemas sensoriales se integran más entre sí, el sistema nervioso funciona de manera integral. El sistema vestibular es el sistema unificador, debido a que forma la relación básica de la persona con la fuerza de gravedad y con el mundo físico. Todos los demás tipos de sensaciones se procesan en relación con esta información vestibular básica. La actividad en el sistema vestibular proporciona la estructura para los otros aspectos de nuestra experiencia. Parece ser que la entrada vestibular prepara todo al sistema nervioso para que funcione de manera eficaz. Cuando el sistema vestibular no funciona consistentemente y con precisión, la interpretación de otras sensaciones también será inconsistente e imprecisa y el sistema nervioso tendrá dificultad para funcionar (Ayres, 1998).

Planeación motora. Todas las acciones requieren planeación motora. En los niños, la planeación motora es, en cierto modo, la forma de función más alta y compleja. Dado que se requiere de una atención consciente, está estrechamente ligada a las funciones mentales e intelectuales. Depende de una integración sensorial muy compleja en el tallo cerebral y en los hemisferios cerebrales. El cerebro dice a los músculos que hacer, pero las sensaciones del

cuerpo le permiten al cerebro decirlo. La planeación motora es el puente entre los aspectos sensoriomotores e intelectuales de las funciones cerebrales (Ayres, 1998).

Desórdenes. Integración bilateral. Un sistema vestibular subactivo con frecuencia interfiere con la especialización, debido a que el niño desarrolla habilidades similares con cada mano y con cada hemisferio cerebral. En lugar de usar una sola mano para el trabajo motor fino, como escribir y usar su herramienta, tiende a usar su mano derecha en el lado derecho de su cuerpo y la mano izquierda en el lado derecho. Se le puede considerar ambidiestro, pero en realidad no es especialmente hábil con ninguna de sus manos; o es posible que se vuelva zurdo cuando genéticamente es diestro. Mientras tanto, dentro del cerebro con sus dos hemisferios cerebrales están haciendo cosas similares en lugar de especializarse para una mayor eficiencia total. El niño trata de desarrollar el lenguaje en ambos hemisferios, pero no lo hace muy bien en ninguno de los dos, pues esto causa dificultad en el habla, la lectura y la escritura. Es posible que el habla aparezca tardíamente y, por lo general, el niño entiende más de lo que puede hablar. Una vez que el habla se desarrolla, generalmente es normal, o casi normal, tanto en calidad como en cantidad (Ayres, 1998).

La carencia de la lateralización de habilidades en los niños con desórdenes vestibulares bilaterales lleva a especular que estos niños no tienen una comunicación normal con sus dos hemisferios. Cuando los dos lados del

cerebro no pueden comunicarse, tampoco pueden trabajar de manera natural y eficiente (Ayres, 1998).

Aprendiendo a aprender. La interacción de los sistemas sensorial y motor por medio de sus incontables interconexiones, da significado a las sensaciones y propósito a los movimientos; los sistemas vestibular y táctil proporcionan la información básica, y el sistema propioceptivo que también transmite información esencial, estos tres sentidos dan significado a lo que vemos, asociando la información visual con las experiencias del movimiento y táctiles. La vista ayuda a dar significado que se da a las sensaciones, ayuda a formar el pensamiento abstracto y cognoscitivo. Sin la interacción con el ambiente físico, aprender es muy difícil. La mayor parte de nuestros aprendizajes debe darse, primero, mediante la integración de nuestros sistemas sensoriales. El aprendizaje académico e intelectual puede darse mas adelante, en la corteza cerebral, y la interacción sensoriomotora proporciona el fundamento para las funciones cognoscitivas posteriores. Puede parecer que cuando el niño juega no está aprendiendo nada, pero de hecho, esta aprendiendo algo básico: esta aprendiendo a aprender. El aprendizaje es una función del sistema nervioso. Mientras más trabajen en conjunto los sistemas sensoriales, podrá aprender más y le será más fácil. El aprendizaje comienza con la gravedad y con el cuerpo. Con la capacidad desarrollada en un nivel sensoriomotor, el niño es capaz de aprender a sumar dos números, a escribir una frase o relacionarse con amigos (Ayres, 1998).

Tono muscular y coordinación. Las sensaciones de los sistemas vestibular y propioceptivo proporcionan el tono muscular que mantiene el cuerpo erguido y energético. Frecuentemente, el niño con disfunción integrativa sensorial tiene bajo tono muscular, por lo que parece débil. Tiene que hacer mucho esfuerzo para sostener la cabeza y el cuerpo erguidos contra la atracción de la gravedad, por lo que se cansa muy rápido. Como el cuello carece del tono muscular adecuado, tiene que apoyar la cabeza en la mano o en el brazo cuando se sienta frente a un escritorio. Se apoya contra la pared o contra alguna columna, porque pararse por sí solo le cuesta demasiado trabajo. Cuando los sistemas vestibular, propioceptivo y táctil no trabajan bien, el niño está propenso a tener una coordinación motora insuficiente. Puede perder el equilibrio y tropezar fácilmente. Es posible que deje caer el lápiz más veces que los otros niños y algunos se caen de la silla porque no sienten con exactitud donde se encuentran en el asiento. A menudo, los movimientos torpes son causados por un procesamiento insuficiente de las sensaciones del cuerpo y de la gravedad, aunque las causas también puedan ser otras condiciones neurológicas. El juego inmaduro es una señal temprana muy común en la disfunción integrativa sensorial. El niño que no puede construir con block, ni manipular juguetes, ni armar rompecabezas, probablemente tiene un problema de integración sensorial (Ayres, 1998).

Hiperactividad y distractibilidad. Dado que la hiperactividad o hiperkinesia es tan obvia y tan trastornante, frecuentemente es la primera señal de una disfunción interactiva sensorial. El niño se está moviendo casi todo el

tiempo, generalmente corre en lugar de caminar, y mucha de su actividad carece de propósito; estarse quieto y concentrarse es casi imposible. La distractibilidad es un gran problema en la escuela, porque como el niño no puede cancelar los ruidos, la luz y la confusión de tanta gente haciendo cosas diferentes, nunca puede trabajar de acuerdo con su potencial. Si un cerebro no puede organizar la entrada sensorial ni la actividad motora, entonces tampoco puede organizar un armario lleno de ropa, un estante con libros, papeles y lápices (Ayres, 1998).

Dispraxia del desarrollo. Es una disfunción cerebral que dificulta la organización de las sensaciones táctiles y en ocasiones también de las sensaciones vestibulares y propioceptivas e interfiere con la habilidad para la planeación motora. Dado que las herramientas son una extensión del propio cuerpo, se requiere de una representación corporal precisa y clara para usarlas. La facilidad con la que el niño se sienta y camina con frecuencia confunde a los padres. Recuerdan que el niño se sentó a la misma edad que otros bebés, también aprendió a caminar a la edad de los otros niños y ahora camina hacia una silla y se sienta en ella sin ningún problema, por tanto, esperan que se vista y se ate los cordones de los zapatos tan bien como cualquier otro niño. Pero caminar y sentarse están basados en una programación central y, no es ahí donde reside el problema del niño. Los padres que no entienden que el problema práctico es otra cosa, a menudo dicen: podría hacerlo si en verdad quisiera, y no se dan cuenta del esfuerzo que implica hacerlo. Los padres

llegan a confundirse al ver que su niño aprende habilidades postizas específicas (Ayres, 1998).

Después de revisar el desarrollo ontogenético del sistema auditivo y su interacción con los diferentes sistemas, ya es posible abarcar el tema de investigación, la Desincronía Neural Auditiva (DNA) ó Neuropatía Auditiva (NA).

La Neuropatía Auditiva ha sido definida por Starr (1996) y Berlin (1998, citado por Rivas et al, 2007) como una desincronía del nervio auditivo bilateral y en algunos casos unilateral causada por la alteración de células ciliadas internas o funciones retrococleares.

La Neuropatía auditiva puede darse como un proceso aislado, sin acompañarse de ninguna otra alteración del organismo ni causa que la justifique. Sin embargo, existen seis grupos entre las que aparecen asociadas.

Según Starr y Sininger (2001), el primer grupo es de origen genético, dentro de los que se encuentran Neuropatía periférica y pérdida auditiva, ataxia de Friedreich, enfermedad de Charcot-Marie-Tooth, síndrome de Usher, enfermedad de Refsum, enfermedad genética mitocondrial, síndrome Mohr-tranevjaerg. Un segundo grupo de factores tóxicos y metabólicos que generan daño o pérdida de las células ciliadas y que incluye diabetes mellitus, intoxicación orgánica por mercurio, uremia, Neuropatía alcohólica, e hiperbilirrubinemia. En un tercer grupo se encuentran los factores inmunológicos tales como poliartritis nodosa, síndrome de Cogan, lupus eritematoso y esclerosis múltiple. Un cuarto grupo de enfermedades

degenerativas en donde se encuentra principalmente la presbiacusia neural. Un quinto grupo de factores idiopáticos tales como síndrome de Meniere, neuropatía paraneoplásica, y pérdida auditiva neurosensorial ideopática repentina. El último grupo lo forman los factores infecciosos tales como meningitis micótica, herpes zoster ótico y enfermedades de citomegalovirus. Cone-Wesson (2004) incluye la neuropatía hipóxico isquémica como otra causa para la aparición de la desincronía neural en recién nacidos.

Sin importar la etiología, la lesión causante de la hipoacusia debe encontrarse en algún lugar de la vía auditiva aferente.

Las posibilidades son:

1. Mal funcionamiento o ausencia de las células ciliadas internas, lugar en donde se produce la transducción del estímulo: Las células ciliadas internas tienen una función transductora que cumplen una etapa mecánica, una bioquímica y luego una bioeléctrica, es decir, ellas realizan la transición entre lo mecánico y lo neurofisiológico en la función auditiva. Las células ciliadas internas se despolarizan segmentadamente de acuerdo a la frecuencia de la onda sonora. Se encuentran organizadas de forma tal que dependen de filamentos proteicos que constituyen el esqueleto de la célula sensorial. Estos filamentos están constituidos por proteínas como actina, fimbrina, alfa-actinin, miosina, tropomiosina y tubulina. La onda sonora genera cambios graduados del potencial de la célula ciliada. La señal mecánica percibida por los estereocilios podría ser transferida a una molécula del receptor o a un complejo supramolecular que ocasiona la apertura de los canales para los iones de

potasio (K). Esta apertura por mecanismo químico transfiere la información a una neurona que hace sinapsis en su base (Vergara, 1996). Si las células ciliadas internas se encuentran ausentes o con un inadecuado funcionamiento se podría producir una DNA.

2. Lesión localizada a nivel de las sinapsis aferentes entre las células ciliadas internas y las terminaciones de las neuronas tipo I (mielínicas) del ganglio de Corti: Las células ciliadas internas son estructuras anatómicas especializadas, tienen y liberan una gran cantidad de neurotransmisores que actúan sobre sitios receptores ubicados en las dendritas del nervio auditivo y causan un potencial de acción. Los desórdenes durante la sinapsis pueden ser presinápticos (que alteran la función de la célula ciliada interna) o postsinápticos (que alteran los receptores sobre las dendritas del nervio auditivo) (Starr & Sininger, 2001).

3. Alteración de las neuronas tipo I del ganglio de Corti: Las células del ganglio espiral constituyen la neurona número uno de la vía aferente y sus ramificaciones conectan las células ciliadas del órgano de Corti con los núcleos cocleares del bulbo raquídeo. Sus neuronas se distribuyen en espiral reproduciendo las dos vueltas y media del caracol. El ganglio de Corti está constituido por las neuronas tipo I y tipo II. Las tipo I constituyen entre el 90% y 95% y son las de mayor tamaño. Están recubiertas por una densa capa de mielina, dan lugar a fibras mielínicas radicales que proveen la inervación aferente de las células ciliadas internas, mientras que las tipo II son menos

abundantes del 5% al 10 % del total y de menor tamaño, e inervan las células ciliadas externas (Starr & Sininger, 2001).

El tronco del ganglio espiral presenta una organización tonotópica, de manera tal que las frecuencias agudas se encuentran ubicadas en la periferia o superficie y provienen de la base de la cóclea y las graves en el centro del tronco proveniente del vértice (Vergara, 1996).

Las células del ganglio espiral pueden verse afectadas por degeneraciones neurales incluidas los cambios patológicos en el ganglio espiral, dendritas periféricas y decrecimiento en el número de aferencias en la base y al interior de las células (Vergara, 1996).

4. Desincronización en el mensaje sonoro transmitido por los axones de las células tipo I del ganglio de Corti, tal vez por desmielinización de aquellos: La neuropatía podría ser causada por la desmielinización primaria o por un daño axonal. Esta última clasificación se basa en una evaluación histológica de la velocidad en la amplitud del potencial de acción durante la conducción nerviosa. La desmielinización del nervio produce una resistencia en la transmisión del potencial de acción (Starr & Sininger, 2001).

Una propiedad temporal de las fibras del nervio auditivo es la sincronización de las descargas, que se refiere al periodo del estímulo y el tiempo en que aparece la descarga en la fibra nerviosa. Una respuesta es sincronizada, cuando la descarga sucede dentro del tiempo correspondiente al periodo del estímulo. Cuando una descarga ocurre fuera de este tiempo, se considera desincronizada (Vergara, 1996).

Con respecto a estas cuatro posibilidades, existen algunos trabajos que apoyan fundamentalmente las posturas dos y cuatro. En 2001, Sawada, publica un trabajo experimental en el que demuestra, que la hipoxia crónica de grado medio lesiona fundamentalmente las sinapsis del glutamato, que son las que transmiten el impulso entre las células ciliadas internas y la primera neurona de la vía auditiva aferente.

Con relación a la sintomatología de la DNA hay que diferenciar entre los casos que se presentan en niños pequeños que por su edad aún no deben haber aprendido el uso de la palabra, y que deben diagnosticarse lo más pronto posible, de aquellos casos de niños mayores quienes evidencian un retraso en el aprendizaje del lenguaje y cuya audición, al menos al principio, no está seriamente afectada.

La correlación de las pruebas audiológicas básicas generalmente ofrecen resultados como los que se presentan a continuación. La audiometría tonal liminar expone una hipoacusia neurosensorial pura, con curva plana o descendente hacia las frecuencias agudas y es frecuente que se vaya deteriorando progresivamente.

La logaudiometría demuestra grave perturbación de la percepción de la palabra la cual empeora cuando se hace en ambiente ruidoso y no es concordante con el grado de hipoacusia. El trastorno de la percepción de la palabra y, por tanto, la ausencia de lenguaje (a no ser que la neuropatía auditiva se instaure después de la adquisición de éste), debe ser diferenciado del que produce la agnosia oral auditiva, como ha puesto de manifiesto Kaga

(2002), la cual se caracteriza por ser una afectación del reconocimiento de sonidos, con una conservación de la audición periférica (Junqué & Barroso, 2001).

El registro de los potenciales evocados del tronco encefálico, es completamente desestructurado, cuyo resultado no permite identificar las ondas típicas siendo la onda V mandatoria para realizar pruebas diagnósticas complementarias. En las otoemisiones acústicas se obtienen generalmente respuestas normales que tienden a desaparecer con el tiempo en algunos casos (Vergara, 2000).

Se ha comprobado en estudios realizados por Rance et al y Zeng et al (2001, citado por Cone – Wesson, 2004), que los niños tienen dificultad para percibir el habla en la dimensión temporal y para detectar los pequeños cambios frecuenciales de la misma, como las que suceden al iniciar o finalizar una sílaba o una frase. El problema se plantea en niños en edad prelocutiva y que por lo tanto la ausencia de lenguaje no puede tenerse como un síntoma. En estas edades el diagnóstico de Neuropatía Auditiva no es evidente, a no ser que se busque expresamente con una evaluación exhaustiva que incluya potenciales evocados auditivos en donde, si hay ausencia de la onda I se puede sospechar de un daño en una porción proximal al núcleo coclear y /o una disfunción de la vía auditiva.

En estos niños, la Neuropatía Auditiva se muestra como un cuadro exploratorio. Coincidirán en el paciente unos potenciales auditivos evocados del tronco cerebral seriamente desestructurados o nulos, con unas otoemisiones

acústicas normales. Naturalmente éstas últimas, siempre que no exista un proceso de oído medio que haga imposible su registro. En estos casos, debe resolverse y comprobarse después con la timpanometría la ausencia de líquido en caja timpánica. Puede obtenerse también una ausencia de los reflejos del músculo del estribo (Vergara, 2000).

Se piensa que para llegar al diagnóstico de DNA, no debe conformarse con las exploraciones que se han mencionado, pues la ausencia de potenciales evocados auditivos del tronco, puede deberse, tanto a una desincronización de los impulsos nerviosos después del estímulo auditivo, o a una lesión de los núcleos o de la vía auditiva a niveles superiores hasta colículo inferior (Vergara, 2000).

Por otra parte, en los lactantes es frecuente que una falta de maduración de la vía auditiva se manifieste por graves alteraciones del trazado de los potenciales evocados auditivos del tronco. En estos casos, el potencial de acción, determinado por electrococleografía es normal, lo que servirá para hacer un diagnóstico diferencial (Vergara, 2000).

Berlín (1999) recomienda que debe realizarse la evaluación de la DNA bajo el siguiente orden para ayudar a interpretar la audiometría tonal y realizar un diagnóstico diferencial: 1) Inmitancia acústica: timpanometría y reflejos estapediales; 2) Emisiones otoacústicas, 3) Logoaudiometría.

A estas pruebas audiológicas deben incluirse cuatro aspectos electrofisiológicos, en los que se encuentran: microfónicos cocleares, potencial de acción, potencial de sumación, potenciales evocados auditivos de las

diferentes porciones del nervio. Por medio de la evaluación de Otoemisiones acústicas, Electrocoqueografía, Potenciales evocados auditivos.

La timpanometría debe hacerse en primer lugar con el fin de descartar alteraciones del oído medio. Si la timpanometría es normal, se debe realizar evaluación de reflejos estapediales y emisiones otoacústicas que se esperan tengan un resultado normal. Si es así, se esperaría que el potencial evocado auditivo esté presente, al igual que los microfónicos cocleares y los potenciales de acción, por lo que se esperaría una sincronía suficiente para que se presenten los reflejos, lo que sugiere un nervio auditivo intacto (Berlin, 1999)

Sin embargo, si la timpanometría es normal, los reflejos están ausentes, y las emisiones están presentes, es probable que tengan una persona con células ciliadas externas normales, pero con sincronía neural pobre. Estos pacientes, pueden tener audiogramas que van desde lo normal hasta pérdida auditiva profunda, pero con emisiones otoacústicas presentes. Estos casos se diagnostican como neuropatía auditiva, pero son mejor descritas como pacientes con Desincronía Neural (Berlin, 1999)

Por otro lado, si la timpanometría es anormal y no vemos reflejos o emisiones, sabemos que el verdadero estado del oído interno es todavía poco claro y es necesario otros exámenes para aclarar el diagnóstico. Si se empieza con audiometría de tonos puros no se cuenta con las herramientas suficientes para realizar un diagnóstico diferencial, ya que una audiometría normal o con pérdida no descarta una DNA (Berlin, 1999).

Aunque la preponderancia del daño coclear es significativa respecto a las lesiones retrococleares en los neonatos y lactantes con hipoacusia neurosensorial, si verdaderamente se busca un tamizaje neonatal efectivo, se propone realizar inicialmente unos potenciales evocados auditivos de tallo cerebral (PEATC) automatizados por la eficacia y rapidez en su ejecución; ante cualquier alteración de los mismos, se llevará a cabo unas otoemisiones acústicas trascientes (OEAT); si estas últimas son normales, puede entonces tratarse de un lactante con una neuropatía auditiva, siendo necesario un seguimiento otorrinolaringólogo (ORL) y audiológico exhaustivo para su confirmación (Berlin, 1999).

En el momento actual los programas de detección precoz de la hipoacusia con OEAT y PEATC nos permiten identificar estos pacientes desde los primeros meses de vida, pudiendo intervenir precozmente y así, los resultados terapéuticos son más favorables. Un tamizaje limitado a la población de riesgo no detectará la DNA hasta edades más tardías (Berlin, 1999).

En estudios de caso realizados en la Fundación CINDA, se han detectado niños con características de DNA, mediante una evaluación audiológica completa, complementada por sesiones estructuradas de observación, de comportamientos comunicativos frente a demandas auditivas y demandas auditivas con señas transparentes. Los resultados de estas observaciones incentivan la inclusión de registros dentro de un protocolo para la identificación de la DNA

Por tanto, la presente investigación se propone como objetivo general diseñar y validar un protocolo para la identificación de desincronía neural auditiva en población infantil colombiana, y como objetivos específicos a) Determinar los comportamientos que se evidencian ante tareas de demanda auditiva verbal, demanda con señas y habilidades de integración sensorial, que permiten complementar el proceso de evaluación audiológica para identificar desincronía neural auditiva en población infantil colombiana. b) Determinar la correlación que existe entre la impresión diagnóstica a partir de la evaluación de comportamientos comunicativos propuesta y la evaluación audiológica para identificar desincronía neural auditiva. c) Determinar las especificaciones técnicas y procedimentales que se deben contemplar al aplicar e interpretar los resultados del protocolo propuesto para identificar desincronía neural auditiva en población infantil colombiana. d) Determinar si existen o no diferencias significativas entre un grupo de niños con y sin desincronía neural auditiva a partir de la aplicación del protocolo propuesto.

Marco Metodológico

Tipo de estudio

Por el alcance de los resultados que se lograron, el presente proyecto es de tipo descriptivo, ya que buscó describir indicadores de identificación de DNA y evidencia de validez del protocolo.

Método

El presente estudio utilizó la metodología específica del diseño y construcción de instrumentos propuesta por Cohen & Swerdlik (2001). En la fase de validación de evaluación de comportamientos comunicativos se recogió evidencia convergente entre la impresión diagnóstica a partir de la evaluación audiológica propuesta por Berlin y lo propuesto en esta investigación a partir de un estudio de grupos diferentes.

Participantes

En la fase de construcción se contó con la participación de una Terapeuta Ocupacional y una Fonoaudióloga Especialista en Audiología quienes hacen parte de la fundación CINDA.

En la fase de validación de los indicadores se utilizó un diseño de evidencia de grupos diferentes en el cual se contó con la participación de 10 niños con pérdida auditiva neurosensorial de grado severo a profundo, de estos cinco niños con diagnóstico de DNA y cinco niños sin diagnóstico de DNA a partir de la evaluación audiológica, entre los 3 y 12 años, sin otras patologías asociadas, que asisten a la fundación CINDA con previo consentimiento informado de sus padres.

Instrumentos

Se utilizaron los siguientes instrumentos:

a. Otoscopio marca Welch Allyn con luz alógena: Instrumento que permite realizar la exploración del conducto auditivo externo, tímpano e indirectamente del oído medio de manera subjetiva.

b. Audiómetro Starkey AA30: Para Gallego y Sánchez (1992) es un instrumento que tiene por objeto medir la audición mediante el paso de tonos puros, evaluando la frecuencia en Hertz y la intensidad en Decibeles.

c. Inmitanciometro Ampliad 724: Según Rivas y Ariza (1992) Es un instrumento electrónico que consta de un puente electroacústico que mide la facilidad y oposición con que el sonido es transmitido a los líquidos del oído interno, teniendo la oportunidad de realizar la toma del volumen físico del canal, timpanograma, valores absolutos de complacencia, presión de la caja timpánica, además de realizar pruebas de permeabilidad tubárica, umbral del reflejo estapedial, pruebas de fatiga y reclutamiento auditivo.

d. Equipo de Otoemisiones Acústicas: Según Rivas y Ariza (1992) es un instrumento electrónico que consta de un software, preamplificador, y sonda que evalúa las células ciliadas externas cuya función es el control natural de la amplificación. El examen a realizar se conoce como emisiones otoacústicas las cuales son pruebas pre-neurales de evocación a nivel electroacústico.

e. Equipo para potenciales evocados auditivos: Los potenciales evocados auditivos son eventos electrofisiológicos que suceden a lo largo de la vía auditiva: Nervio coclear a la corteza auditiva.

f. Cabina sonoamortiguada: Es un cubículo diseñado herméticamente para amortiguar ruido ambiental con el fin de poder evaluar audiológicamente al paciente.

g. Consentimiento informado: Ver anexo (A).

Procedimiento

Fase 1. Conceptualización de la desincronía neural auditiva.

Esta fase se llevó a cabo a partir de la revisión teórica y la descripción de los hallazgos a partir de estudios de caso realizados por la fundación CINDA. En esta fase se utilizó tanto la deducción como la inducción con el fin de operacionalizar el constructo.

Fase 2. Diseños de listas de chequeo de comportamientos ante demandas auditivas, auditivas más señas, solo señas y perceptuales y motoras.

Este diseño estuvo a cargo de fonoaudiólogas, audiólogas y una terapeuta ocupacional expertas en el manejo de la alteración.

Fase 3. Validación de las listas de chequeo.

A partir de la evidencia de validez de criterio o convergente se halló la correlación entre la impresión diagnóstica obtenida desde la evaluación de comportamientos comunicativos producto de las fases anteriores y la evaluación audiológica para identificar desincronía neural auditiva.

Fase 4. Ajustes y especificaciones técnicas y procedimentales del protocolo.

De acuerdo con lo observado en la fase de validación de los indicadores se llevaron a cabo los ajustes necesarios. Posteriormente se realizaron los

ajustes de tipo técnico y procedimental para la construcción del protocolo en donde se incluyó la evaluación tradicional complementada con las listas de chequeo creadas, estructurando dichos procedimientos bajo los lineamientos de los protocolos de la asociación colombiana de audiología.

Fase 5. Validación del protocolo para identificación de DNA en población infantil.

En esta fase se halló evidencia de validez a partir del método de grupos diferentes por medio de la aplicación del protocolo a un grupo de niños con y sin diagnóstico de DNA con el fin de probar la hipótesis de diferencias entre los grupos en la impresión diagnóstica a partir de la aplicación del protocolo.

Resultados

La Desincronía Neural Auditiva DNA es una alteración en la liberación y/o suficiencia de neurotransmisores del nervio auditivo o entre las células ciliadas de la cóclea y la primera porción del nervio. Esta entidad se encuentra bien referenciada por Berlin (1999) para ser identificada por medio de pruebas audiológicas básicas, electroacústicas y electrofisiológicas. Sin embargo, observaciones directas del comportamiento comunicativo de niños con desincronía neural auditiva demuestran fallas en la integración sensorial y preferencias comunicativas por modalidades de comunicación no verbal, esto se evidencia particularmente en estudios de caso realizados en la Fundación CINDA.

El presente estudio partió de la revisión de las características comportamentales de los niños identificados con DNA por medio de pruebas audiológicas en ambientes terapéuticos dentro de la Fundación CINDA. Las observaciones de la terapeuta ocupacional, fonoaudiólogas y especialistas en audiología evidenciaron comportamientos sistemáticos y repetitivos de los niños. Dentro de estos comportamientos fueron identificadas deficiencias a nivel de integración sensorial específicamente en la planeación motora, en la percepción, en la aceptación de estímulos táctiles y en la adaptación de posiciones y estabilidad del movimiento en el espacio que se relacionaban con aspectos vestibulares.

Las observaciones clínicas durante la realización de terapia ocupacional mostraron que ante demandas de realización de actividades motoras que

requerían una secuencialidad y una planeación previa, los niños fallaban al realizar la actividad. Del mismo modo, era fácilmente identificable inestabilidad ante actividades que requerían equilibrio, ajuste posturales y secuencialidad motora. Finalmente, con relación a la sensibilidad táctil, la mayor parte de los niños mostraron rechazo ante actividades de contacto con diferentes texturas. Los comportamientos identificados se asociaron siempre a diagnósticos de fallas en la integración sensorial.

Del mismo modo, dentro de las intervenciones fonoaudiológicas se hizo evidente el rechazo a la comunicación oral. Esto se reflejaba en comportamientos agresivos, de aislamiento y de cese de actividades cuando se solicitaban actividades por medio de la modalidad auditiva y oral o cuando se solicitaba la producción de palabras a los niños. En la mayor parte de los casos los niños antes de ser diagnosticados con DNA presentaban diagnósticos audiológicos de hipoacusia neurosensorial de moderada a profunda. Dentro del proceso de rehabilitación, permanecieron con prótesis auditivas adaptadas según sus necesidades audiológicas de forma adecuada y se intervino terapéuticamente en la modalidad de rehabilitación auditiva verbal, a pesar de ello, el constante estudio de los casos determinó modificar el tratamiento y encaminar en un proceso de comunicación que no fuera el oral, se decide manejo a través de señas transparentes, en donde los niños mejoraban su interacción social y comunicativa.

A partir de estos estudios de casos, la comunidad profesional consideró la inclusión de la observación sistemática de estos comportamientos al

protocolo de evaluación audiológico propuesto por Berlin (1999), con el fin de complementar los procedimientos de evaluación con características clínicas observadas dentro de procesos de evaluación e intervención ocupacional y fonoaudiológica para favorecer la temprana identificación de esta alteración, máxime cuando la prevalencia conocida del diagnóstico es mínima.

El proceso de sistematización consistió en hallar evidencia de cada uno de los comportamientos en las diferentes áreas de trabajo terapéutico a partir del reporte de los profesionales y la identificación de actitudes y respuestas permanentes y similares en los niños con este tipo de diagnóstico. Así, se realizó una selección de rasgos típicos que podrían servir de diferenciadores frente a otros niños con pérdida auditiva pero sin DNA.

El proceso se llevó a cabo a partir de grupos de expertos que permitió la selección de áreas, componentes, modalidades de aplicación, diseño de actividades con su correspondiente objetivo y material a utilizar y los indicadores de calificación de cada actividad. (Ver anexo D fichas del manual). Con el interés de correlacionar y validar los resultados de la observación directa de comportamientos se diseñó un formato de calificación binaria (Si- No) de los comportamientos comunicativos y de integración sensorial y de los signos clásicos evidentes en la evaluación audiológica descritos por Berlín.

Una vez establecidas las actividades a realizar, se seleccionaron 5 niños asistentes a la fundación CINDA diagnosticados con DNA a partir del protocolo audiológico y 5 niños con similares edades y diagnosticados audiológicamente con pérdidas auditivas pero con desempeños comunicativos y lingüísticos

óptimos dentro de su edad auditiva. Se realizó la aplicación de las pruebas en contexto clínico con una Fonoaudióloga siguiendo el protocolo establecido que contempla inicialmente la aplicación de la actividad con demandas por señas y posteriormente con demanda auditiva.

Se describirán a continuación los resultados particulares de cada uno de los cinco niños evaluados sin Neuropatía Auditiva quienes se identificaran a partir de este momento con las siguientes iniciales C.M, S.B, C.H, M.G, y N.Q.

a). C.M; Quien presenta una pérdida auditiva neurosensorial profunda bilateral, se encuentra amplificada con un implante coclear, su edad auditiva es de 2 años, su desempeño a nivel lingüístico y auditivo son óptimos para esta edad, dentro de las observaciones clínicas realizadas se observó que a nivel de lenguaje comprensivo: conoce la función de objetos cotidianos, relaciona algunos objetos con eventos y usa los objetos representando un juego. A nivel de lenguaje expresivo: asocia elementos a la categoría con producción de algunas palabras y palabra frase. A nivel auditivo discrimina aspectos suprasegmentales de duración en conjunto de dos o tres; de igual modo discrimina y empieza a identificar sonidos ambientales correspondientes a los animales de la granja y los medios de transporte y algunas palabras de su contexto.

Dentro de las actividades de integración sensorial en su componente de planeación motora y dentro de las dos modalidades de evaluación la niña logra ejecutar la actividad. En el componente de percepción logra identificar las relaciones especiales, en el componente vestibular adopta la posición y el

movimiento en el espacio, en el componente táctil aceptó y exploró la textura. Todo lo anterior fue realizado tanto por demanda por señas como por demanda auditiva.

En el área de comunicación en el componente de comprensión tuvo la capacidad de seguir instrucciones frente a una demanda, en el componente de expresión se refleja la habilidad de expresarse a nivel oral, pero no logra realizarla la actividad a través de demanda por señas, en el componente de intención comunicativa la niña manifiesta interés de comunicarse únicamente a través de demanda auditiva, en el componente de interacción social logra interactuar con el evaluador bajo las dos modalidades teniendo más habilidad en la demanda auditiva.

b). S.B: Quien presenta una pérdida auditiva neurosensorial moderada severa bilateral, se encuentra amplificado con audífonos, su edad auditiva es de 1 año, su desempeño a nivel lingüístico y auditivo son óptimos para esta edad; a nivel auditivo discrimina en un conjunto cerrado de varias opciones, secuencias de tres elementos destacados en un mensaje. A nivel lingüístico se observó nominación de sustantivos tanto en singular como plural, usa verbos en gerundio y realiza combinaciones de tres a cuatro palabras.

Dentro de las actividades de integración sensorial en su componente de planeación motora y dentro de las dos modalidades de evaluación, el niño logra ejecutar la actividad; en el componente de percepción logra identificar las relaciones espaciales, en el componente vestibular adopta la posición y el movimiento en el espacio, en el componente táctil aceptó y exploró la textura,

todo lo anterior fue realizado tanto por demanda por señas como por demanda auditiva.

En el área de comunicación en el componente de comprensión tuvo la capacidad de seguir instrucciones frente a las dos demandas, en el componente de expresión se refleja la habilidad de expresarse a nivel oral, pero no logra realizar la actividad a través de demanda por señas, en el componente de intención comunicativa el niño manifiesta interés de comunicarse únicamente a través de demanda auditiva, en el componente de interacción social logra interactuar con el evaluador mediante expresión verbal únicamente.

c). C.H: quien presenta una Hipoacusia neurosensorial severa a profunda en oído izquierdo e hipoacusia neurosensorial severa en oído derecho. Se encuentra amplificado con unos audífonos desde hace 7 años 11 meses, su desempeño a nivel auditivo es equiparable con su edad auditiva, comprende auditivamente dentro de un conjunto abierto, escucha una historia auditivamente y responde a preguntas en contexto abierto, a nivel lingüístico produce oralmente frases ricas en contenido y estructura gramatical. Dentro de las actividades de integración sensorial en su componente de planeación motora y dentro de las dos modalidades de evaluación el niño logra ejecutar la actividad, en el componente de percepción logra identificar las relaciones especiales, en el componente vestibular adopta la posición y el movimiento en el espacio, en el componente táctil aceptó y exploró la textura, todo lo anterior fue realizado tanto por demanda por señas como por demanda auditiva. En el

área de comunicación en el componente de comprensión tuvo la capacidad de seguir instrucciones solo mediante la modalidad de expresión verbal, en el componente de expresión se refleja la habilidad de expresarse a nivel oral, pero no logra realizar la actividad a través de demanda por señas, en el componente de intención comunicativa el niño manifiesta interés de comunicarse únicamente a través de demanda auditiva, en el componente de interacción social logra interactuar con el evaluador mediante expresión verbal.

d). M.G: quien presenta una pérdida auditiva profunda bilateral, amplificado hace 2 años con un implante coclear, que le ha permitido el avance a nivel de lenguaje y audición. Sigue instrucciones que contengan dos elementos destacado dentro de un conjunto cerrado de tres o cuatro opciones solamente a través de su audición a nivel de lenguaje. Sigue instrucciones simples de acuerdo a las características de los objetos dados durante la evaluación, asimila y relaciona atributos tales como: color y forma.

Dentro de las actividades de integración sensorial en su componente de planeación motora y dentro de las dos modalidades de evaluación el niño logra ejecutar la actividad. En el componente de percepción logra identificar las relaciones especiales, en el componente vestibular adopta la posición y el movimiento en el espacio, en el componente táctil aceptó y exploró la textura, todo lo anterior fue realizado tanto por demanda por señas como por demanda auditiva. En el área de comunicación en el componente de comprensión tuvo la capacidad de seguir instrucciones solo mediante la modalidad de expresión verbal, en el componente de expresión se refleja la habilidad de expresarse a

nivel oral, pero no logra realizarla la actividad a través de demanda por señas, en el componente de intención comunicativa el niño manifiesta interés de comunicarse únicamente a través de demanda auditiva, en el componente de interacción social logra interactuar con el evaluador mediante expresión verbal.

e). N.Q: presenta una Hipoacusia neurosensorial profunda bilateral, se encuentra amplificado con un implante coclear desde hace 3 años, su desempeño a nivel de rehabilitación auditiva verbal va de acuerdo con su edad de audición. Comprende auditivamente frases semicomplejas, instrucciones de cuatro a seis elementos. A nivel de lenguaje interactúa de manera natural y espontánea con las diferentes personas que le rodean, en especial con las personas más familiares a él, manifiesta sus necesidades y experiencias de manera verbal, logrando de esta forma comunicarse con su entorno.

Dentro de las actividades de integración sensorial en su componente de planeación motora y dentro de las dos modalidades de evaluación el niño logra ejecutar la actividad, en el componente de percepción logra identificar las relaciones especiales, en el componente vestibular adopta la posición y el movimiento en el espacio, en el componente táctil aceptó y exploró la textura, todo lo anterior fue realizado tanto por demanda por señas como por demanda auditiva.

En el área de comunicación en el componente de comprensión tuvo la capacidad de seguir instrucciones bajo las dos modalidades, en el componente de expresión se refleja la habilidad de expresarse a nivel oral, pero no logra realizar la actividad a través de demanda por señas, en el componente de

intención comunicativa el niño manifiesta interés de comunicarse únicamente a través de demanda auditiva, en el componente de interacción social logra interactuar con el evaluador mediante expresión verbal únicamente.

Se describirán a continuación los resultados particulares de cada uno de los cinco niños evaluados con Neuropatía Auditiva quienes se identificaran a partir de este momento con las siguientes iniciales E.V, S.P, J.P, S.A, y S.M.

a). E.V: su diagnóstico audiológico es una Hipoacusia moderada a severa bilateral, se encuentra amplificada desde hace 6 meses con audífonos, su desempeño lingüístico es mínimo, su comunicación es a partir de señas no estructuradas, y vocalizaciones. A nivel auditivo inicia la identificación de algunos sonidos onomatopéyicos. Dentro de las actividades de integración sensorial en su componente de planeación motora, y dentro de las dos modalidades de evaluación la niña no logra ejecutar la actividad, en el componente de percepción no identifica las relaciones especiales, en el componente vestibular no adopta la posición ni el movimiento en el espacio, en el componente táctil rechaza y manifiesta desagrado con la textura, todo lo anterior no se llevó a cabo en ninguna de las dos modalidades.

En el área de comunicación en el componente de comprensión tuvo la capacidad de seguir instrucciones frente a la demanda por señas, en el componente de expresión se refleja la habilidad de expresarse a nivel de señas no estructuradas, en el componente de intención comunicativa la niña manifiesta interés de comunicarse únicamente a través de demanda por señas,

en el componente de interacción social logra interactuar con el evaluador bajo la modalidad de señas.

b). S.P: cuenta con una Hipoacusia neurosensorial profunda bilateral, esta amplificado con un implante coclear hace 1 año, su nivel de lenguaje es mínimo, produce vocales y consonantes bilabiales, su comunicación es a través de señas transparentes, sus habilidades auditivas son la detección de sonidos graves a alta intensidad, su amplificación en el momento de la evaluación estaba recientemente programada. Dentro de las actividades de integración sensorial en su componente de planeación motora, y dentro de las dos modalidades de evaluación el niño no logra ejecutar la actividad en expresión verbal, en el componente de percepción no identifica las relaciones especiales, en el componente vestibular no adopta la posición ni el movimiento en el espacio, en el componente táctil rechaza y manifiesta desagrado con la textura, todo lo anterior no se llevó a cabo en ninguna de las dos modalidades.

En el área de comunicación en el componente de comprensión tuvo la capacidad de seguir instrucciones frente a la demanda por señas, en el componente de expresión se refleja la habilidad de expresarse a nivel de señas no estructuradas, en el componente de intención comunicativa el niño manifiesta interés de comunicarse únicamente a través de demanda por señas, en el componente de interacción social logra interactuar con el evaluador bajo la modalidad de señas.

c). J.P: el niño se encuentra diagnosticado con una Hipoacusia neurosensorial profunda bilateral , es amplificado hace 1 año con un implante

colear, su comunicación es a través de gestos y señas no estructuradas, recurrió a vocalizaciones durante la evaluación cuando solicitaba algo. Dentro de las actividades de integración sensorial en su componente de planeación motora, y dentro de las dos modalidades de evaluación el niño no logra ejecutar la actividad en expresión verbal, en el componente de percepción no identifica las relaciones espaciales, en el componente vestibular no adopta la posición ni el movimiento en el espacio, en el componente táctil rechaza y manifiesta desagrado con la textura, todo lo anterior no se llevó a cabo en ninguna de las dos modalidades.

En el área de comunicación en el componente de comprensión tuvo la capacidad de seguir instrucciones frente a la demanda por señas, en el componente de expresión se refleja la habilidad de expresarse a nivel de señas no estructuradas, en el componente de intención comunicativa el niño manifiesta interés de comunicarse únicamente a través de demanda por señas, en el componente de interacción social logra interactuar con el evaluador bajo la modalidad de señas.

d). S.A: el niño cuenta con una pérdida auditiva severa a profunda bilateral, y se encuentra amplificado con audífonos desde hace 7 años. Su desempeño dentro de terapia auditiva verbal era muy básica y no correspondía a su edad auditiva. Actualmente el niño se encuentra en un colegio de modalidad comunicativa por señas, el cual le ha permitido una comunicación con su entorno, su desempeño dentro de la evaluación fue a partir de lenguaje manual básico y algunas palabras que reproduce oralmente, auditivamente

discrimina palabras dentro de un contexto semiabierto. Dentro de las actividades de integración sensorial en su componente de planeación motora, y dentro de las dos modalidades de evaluación el niño no logra ejecutar la actividad en expresión verbal a través de la modalidad auditiva, en el componente de percepción identifica las relaciones espaciales en la modalidad por señas, en el componente vestibular no adopta la posición ni el movimiento en el espacio en ninguna de las dos modalidades, en el componente táctil rechaza y manifiesta desagrado con la textura únicamente en demanda auditiva, en el área de comunicación en el componente de comprensión tuvo la capacidad de seguir instrucciones frente a la demanda por señas, en el componente de expresión se refleja la habilidad de expresarse a nivel de señas no estructuradas aunque utiliza en expresión verbal algunas palabras aisladas, en el componente de intención comunicativa el niño manifiesta interés de comunicarse únicamente a través de demanda por señas, en el componente de interacción social logra interactuar con el evaluador bajo la modalidad de señas y algunas palabras, debido a que este niño recibió intervención terapéutica en fonoaudiología mediante estrategias de comunicación oral por un largo periodo de tiempo, actualmente recibe rehabilitación con lengua manual.

e). S.M: el niño se encuentra diagnosticado con una Hipoacusia neurosensorial moderada a severa bilateral, es amplificado hace 6 meses con audífonos bilateralmente y sistema de frecuencia modulada, su comunicación es a través de miradas y gestos, no recurrió a producciones orales durante la

evaluación, interactúa solamente a través de gestos y señas no estructuradas. Se irrita con facilidad si no adquiere lo que el necesita.

Dentro de las actividades de integración sensorial en su componente de planeación motora, y dentro de las dos modalidades de evaluación el niño no logra ejecutar la actividad, en el componente de percepción no identifica las relaciones espaciales, en el componente vestibular no adopta la posición ni el movimiento en el espacio, en el componente táctil rechaza y manifiesta desagrado con la textura, todo lo anterior no se llevó a cabo en ninguna de las dos modalidades, en el área de comunicación en el componente de comprensión tuvo la capacidad de seguir instrucciones frente a la demanda por señas, en el componente de expresión no presenta habilidad de expresarse tanto a nivel de señas ni mediante expresión verbal, en el componente de intención comunicativa el niño manifiesta interés de comunicarse únicamente a través de demanda por señas, en el componente de interacción social logra interactuar con el evaluador bajo la modalidad de señas.

Dentro de los comportamientos que se evidencian en la evaluación de los cinco niños sin Neuropatía Auditiva se pueden registrar los siguientes resultados: Dentro de las actividades de integración sensorial los niños realizan en el componente de planeación motora ejecución de la actividad motora, dentro del área de percepción identifican las características de relaciones espaciales en si mismo y en un objeto, en el componente vestibular adoptan la posición y mantienen el equilibrio, en el componente táctil manifiestan agrado ante estímulos táctiles. En el área de comunicación en el componente de

expresión demuestran habilidad para expresarse ante una demanda, en el componente de intención comunicativa manifiestan intención de comunicarse, en el componente de interacción comunicativa se relacionan con su par comunicativo estableciendo interacción. Los anteriores resultados se evidencian con mayor naturalidad en la modalidad de demanda auditiva ya que las respuestas en la modalidad por señas fueron muy artificiales.

Dentro de los comportamientos que se evidencian en la evaluación de los cinco niños con DNA se pueden registrar los siguientes resultados: Dentro del área de integración sensorial en su componente de planeación motora y dentro de las dos modalidades (demanda auditiva y demanda por señas) los niños no logran ejecutar la actividad, en el componente de percepción la mayoría de los niños no identificaron las características espaciales consigo mismo ni con respecto a los objetos, en el componente vestibular logran adoptar la posición y establecen ajustes posturales en el espacio, en el componente táctil los niños manifestaron desagrado ante el estímulo presentado, evidenciado en actitudes como el llanto, retirando las extremidades y frunciendo el ceño. En el área de comunicación dentro del componente de comprensión se evidenció la capacidad de seguimiento de instrucciones frente a la demanda con señas, excepto un caso en donde hubo comprensión ante la demanda auditiva; en el componente de expresión se evidenció la habilidad de comunicarse con lenguaje manual transparente, excepto un caso en el cual ya tiene esta modalidad de comunicación con mayor estructura. En el componente de intención comunicativa se evidencia el interés por comunicarse con su

interlocutor a través de lenguaje signado no estructurado, en el componente de interacción comunicativa se evidencia formas de relación mediante señas transparentes y estructuradas dependiendo del nivel de lengua de señas en el que se encuentre y no se evidencia desempeño a nivel oral.

Se puede determinar del mismo modo la estrecha relación entre las pruebas audiológicas y el protocolo diseñado para la identificación de comportamientos en niños con DNA, en la cual se puede observar que aquellos niños que audiológicamente son detectados con DNA sus respuestas en el protocolo tienen mayor efectividad ante la demanda con señas que ante la demanda auditiva y mismo modo presentan alteraciones en el área de Integración sensorial.

De este modo, la evidencia parece demostrar sistematicidad en los resultados obtenidos, encontrando los mismos comportamientos comunicativos y de integración sensorial en el grupo con DNA detectada por medio de pruebas audiológicas y otros comportamientos muy similares en el grupo de niños sin DNA descartado por las mismas pruebas. Lo que parece sugerir la posibilidad de caracterizar la población a partir de los indicadores calificados en el protocolo propuesto.

Discusión

Este estudio propone varios aspectos positivos para el diagnóstico de niños con DNA basado en el desempeño comunicativo y de integración sensorial, resultado de la observación sistemática en estudios de caso realizados en la Fundación CINDA. Sin embargo, la descripción precisa de estos aspectos en la vida social y académica de estos niños permanece como una problemática debido a la complejidad de los factores relacionados con el proceso de diagnóstico y de intervención.

Los beneficios de la intervención fonoaudiológica solo pueden alcanzarse con un diseño y ejecución consistente y apropiada de un programa terapéutico interdisciplinario. Para ello es importante asegurar que padres, familiares, maestros y profesionales que trabajan con población con DNA, tengan información adecuada, la comprendan y se hagan partícipes del proceso. Así, esta investigación se constituye en una fuente de información para la comprensión de ésta alteración, la cual evidencia una baja prevalencia y poco sustento teórico para el abordaje de la misma.

Los resultados complementan de manera importante el proceso de evaluación, determinando los indicadores a observar ante tareas comunicativas y de integración sensorial que contribuyen a discernir el diagnóstico al correlacionarlo con las pruebas audiológicas descritas por la literatura como parte del protocolo de DNA.

Tanto en los estudios de caso realizados por CINDA como en los resultados obtenidos de esta investigación, se demuestra que los sujetos con

DNA tienen un avance importante a nivel comunicativo al ser intervenidos bajo la modalidad de lengua de señas, resultados que no son obtenidos cuando se interviene únicamente a través de la modalidad oral. El hecho de que exista una modalidad de señas no implica que se omita la gesticulación de la producción de sonidos que aporten a la comprensión y expresión comunicativa. Por otro lado, los niños con DNA evidencian fallas a nivel de integración sensorial, independientemente de la modalidad comunicativa que se utilice para la evaluación y la intervención a la que hayan estado expuestos.

A pesar de los resultados anteriormente descritos, los avances dependen también de una intervención temprana a partir de la emisión de un diagnóstico diferencial. Aún sigue en controversia la modalidad comunicativa en la cual se debe trabajar durante la intervención y el empleo de nuevas estrategias que se podrían utilizar para facilitar la comunicación en estos sujetos.

Este estudio concluye la eficacia de un diagnóstico integral y abre nuevas posibilidades de intervención terapéutica que requieren investigaciones en el área, que contribuyan a ampliar la base de conocimientos y a abordar este tipo de alteración desde la fonoaudiología y la audiología, con el fin de potenciar las habilidades de los sujetos con DNA.

La investigación alrededor de esta alteración no puede limitarse al diagnóstico e intervención directa de los sujetos con DNA, sino que debe contemplar la asesoría y consejería a padres y maestros para que se realice una detección oportuna y abordaje integral en todos los ambientes en los

cuales se desempeñan los sujetos con DNA y que a su vez contribuirá a identificar las debilidades y fortalezas de cada uno de ellos.

Los elementos que se aportan en esta investigación se relacionan con dar importancia a la evaluación comunicativa y la evaluación ocupacional a partir de la integración sensorial como elementos diagnósticos del DNA que no se habían contemplado dentro de lo que reporta la literatura. De este modo, se proyecta una integración entre el trabajo interdisciplinar de fonoaudiólogos, audiólogos y terapeutas ocupacionales para llegar a un diagnóstico adecuado.

Conclusiones

En la presente investigación pueden concluirse varios aspectos importantes que contribuyen a emitir un diagnóstico más acertado en la evaluación de niños con desincronía neural auditiva (DNA) y por ende guiar el proceso de intervención terapéutica.

Se encontró que en los niños con DNA su desempeño en el área de lenguaje tiene mayor efectividad siempre y cuando la modalidad de interacción sea mediante señas ya sean estructuradas o transparentes, lo cual le permite mejor comprensión del mensaje; por otra parte en su desempeño lingüístico mediante la modalidad auditiva no se obtienen respuestas efectivas.

Del mismo modo, los niños con DNA presentan alteraciones en el área de integración sensorial en sus componentes de planeación motora, percepción, vestibular y táctil independientemente de la modalidad en que sea emitida la instrucción su resultado no es satisfactorio.

En los niños sin DNA se obtienen respuestas certeras en el área de lenguaje tanto en la modalidad auditiva como ante la demanda por señas y no presentan alteraciones en el área de integración sensorial.

A pesar de que los resultados obtenidos fueron satisfactorios, es necesario realizar nuevas investigaciones con una muestra más grande que permita establecer características comunes y alimentar los resultados.

El principal aporte de esta investigación es el diseño y construcción de un protocolo para identificar DNA, a partir del protocolo audiológico de Berlin y el

diseño de indicadores en el área de comunicación y de integración sensorial bajo dos modalidades comunicativas: demanda por señas y demanda auditiva.

Los resultados parecen indicar que los niños con DNA muestran comportamientos similares ante las tareas propuestas, que son claramente diferenciables de los obtenidos de niños sin DNA, sin embargo, los resultados tendrán que ser corroborados a partir de la aplicación e este protocolo a nuevos niños con y sin DNA.

Referencias

- Akmcm, I., Ozek, E., Turkdogan, D., Kuk'kci, S., Ceheci, D. & Akdas , F. (2004) Auditory neuropathy in hyperbilirubinemia: is there a correlation between serum bilirubin, neuron-specific enolase levels and auditory neuropathy? *International Journal of Audiology* 2004: 4.:51-52
- Aldosari, M. (2003) Delayed Visual Maturation Associated With Auditory Neuropathy/Dyssynchrony. Department of Pediatrics (Neurology) Received Jan 9, 2003.
- Attias, J.; Buller, M; Rubel, Y. & Raveh, E. (2006) Multiple Auditory Steady-State Responses in Children and Adults With Normal Hearing, Sensorineural Hearing Loss, or Auditory Neuropathy. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology* 115(4):268-276.
- Ayres, J. (1998). La integración sensorial y el niño. Traducción de Carmona T. Mexico: editorial Trillas. 226 p.
- Berlin, C. (1999). Auditory Neuropathy. *Curr Opin Otolaryngol. Head Neck Surg.* N° 6, 325-329.
- Berlin, C. & Hood, R. (2002) *On renaming auditory neuropathy as auditory dyssynchrony. En revista: Audiology Today.* (6). 15-17.
- Berlin, C. I., Morlet, T., & Hood, L. J. (2003). Auditory neuropathy/dyssynchrony: Its diagnosis and management. *Mental Retardation And Developmental Disabilities Research Reviews* 9: 225–231.
- Cianfrone, G., Turchetta, R., Mazzei, F. Bartolo, M. & Parisi, L. (2006) Temperature-Dependent Auditory Neuropathy: Is It an Acoustic Uthoff-

Like Phenomenon? A Case Report. *Annals of Otolaryngology & Laryngology* 115(7):518-527

Cohen, R. & Swerdlik, M. (2001). Pruebas y evaluaciones psicológicas: introducción a las pruebas y a la medición. México: McGraw-hill, 2001.

Cone-Wesson, B (2004). Auditory neuropathy. Evaluation and habilitation of hearing disability. 69-79 (2004)

Costa, N. & Brito, E. (2002) Adaptación cultural de instrumentos utilizados en salud ocupacional. *Rev Panam Salud Pública/Pan Am J Public Health* 11(2), 2002.

Dunkley, C., Farnsworth, A., Mason, S., Dodd, M. & Gibbin, K. (2003) Auditory neuropathy in hyperbilirubinemia: is there a correlation between serum bilirubin, neuron-specific enolase levels and auditory neuropathy? *Arch. Dis. Child. of auditory neuropathy*2003;88;25-26 . On line ADC.

Junqué, C. y Barroso, J.A. (2001). *Neuropsicología*. Madrid: Síntesis Psicología.

Kumar, A. & Jayaram, M. (2006) Prevalence and audiological characteristics in individuals with auditory neuropathy/auditory dys-synchrony. Prevalencia y características audiológicas de la neuropatía/disincronía auditiva. *International Journal of Audiology* 2006; 45:360_366

Lizcano, L. (2001). Fundamentos genéticos del desarrollo. En Zuluaga, J. Neurodesarrollo y estimulación. P 33-41. Colombia: editorial Panamericana.

Marco J, Morant A, Orts M, Pitarch MI, Garcia J. (2000). Auditory Neuropathy in Children. *Acta Otolaryngol* 2000; 120:201–204

- Paparella, M. (1994). Otorrinolaringología. Traducción de Carreras, M. 3ª edición. Vol. 2. Argentina: Editorial Médica Panamericana.
- Rivas, J, & Ariza, H. (2007). Tratado de Otología y Audiología. Diagnóstico y tratamiento médico-quirúrgico. Editorial Amolca. 23-59, (2007).
- Spinelli, M. Fávero-Breuel, M, & Silva, C. (2001). Neuropatía auditiva: aspectos clínicos, diagnósticos e terapêuticos. Auditory neuropathy: clinical, diagnostic and therapeutic aspects. Revista Brasileira de Otorrinolaringologia vol.67 no.6 São Paulo Nov.
- Starr, A, Picton, T, Sininger, Y, Hood, L, & Berlin, C. (1996) Auditory neuropathy. Brain. 119: 741-753.
- Tapia, T. & Savio, L. (2005) Potenciales evocados auditivos de estado estable en el estudio de dos pacientes con neuropatía auditiva. Acta Otorrinolaringología Española 2005; 56: 240-245
- Vergara, R. (2000). Audición y sordera. Editorial Lerner Ltda. 47-60, (2000).
- Zuluaga, J. (2001). Neurodesarrollo y estimulación. 20 edición. Bogotá: editorial panamericana.

Anexo A

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo _____ identificado con cédula de ciudadanía No. _____ de _____ residente en la ciudad de _____, y como representante legal de _____ con _____ años de edad, acepto que participe en el estudio titulado "Diseño y Validación de un Protocolo para desincronía Neural Auditiva (Neuropatía)" La participación esta sujeta a los fines académicos propios de la investigación y ésta implica la realización de una otoscopia, una audiometría, una logaudiometría, una inmitancia acústica, una prueba de otoemisiones acústica y unos potenciales evocados de tallo cerebral BERA.

La otoscopia es la inspección del pabellón auricular, el conducto auditivo externo y la membrana timpánica, la audiometría tonal es una prueba de sensibilidad auditiva que no implica ningún riesgo físico ni psicológico para el sujeto y que requiere de respuestas simples. La logaudiometría es una prueba que evalúa la discriminación de lenguaje por medio de la repetición de palabras, la inmitancia acústica es una prueba que mide el estado del oído medio por medio de presión de aire y presión sonora, las otoemisiones acústicas y los potenciales evocados son pruebas no invasivas que miden respuestas de la cóclea y del nervio auditivo ante la estimulación con un sonido. Adicionalmente participará en sesiones de evaluación de habilidades comunicativas.

Estos procedimientos no implican ningún costo adicional al establecido por prestación de servicios en la fundación CINDA, no generan riesgos personales y serán realizados en la Institución Universitaria Iberoamericana y la fundación CINDA. Los resultados de la evaluación serán entregados a los padres o acudientes como beneficio de la participación en la investigación. Del mismo modo, cualquier inquietud será resuelta en el momento que se solicite.

La información producto de la evaluación será usada exclusivamente para recolectar y analizar datos que contribuyan a diseñar y validar un instrumento para identificar desincronía neural auditiva, de la misma forma los resultados no podrán ser utilizados con fines diferentes a los expuestos en el presente documento, así como no podrán ser publicados los datos personales de los participantes.

Los padres o acudientes podrán retirar su consentimiento de participación en el estudio en cualquier momento durante el proceso de investigación. Por otro lado, la participación del niño(a) en este estudio no compromete a la Institución Universitaria Iberoamericana ni a la Fundación CINDA a futuras intervenciones terapéuticas.

Números de teléfono de fácil ubicación _____

En constancia firman,

C. C.
Acudiente

D.I.
Participante

C. C.
Investigador

Anexo B

HISTORIA CLÍNICA

FECHA:
NOMBRE:
EDAD:
SEXO:

ANTECEDENTES PRENATALES:

RUBEOLA MATERNA:
RETARDO EN EL CRECIMIENTO INTRAUTERINO:
OLIGOAMNIOS:
TOXOPLASMOSIS:
PRE-ECLAMPSIA:
VARICELA:
CITOMEGALOVIRUS:
DIABETES GESTACIONAL:
CONSAGUINIDAD:

ANTECEDENTES PERINATALES:

HIPERBILIRRUBINEMIA:
SUFRIMIENTO FETAL:
HIPOXIA – ANOXIA:
APGAR 1':
APGAR 5':
PESO:
SEMANAS DE GESTACION:
TIPO DE PARTO:
TALLA:

ANTECEDENTES POSTNATALES:

VENTILACIÓN MECANICA:
NUMERO DE DIAS DE VENTILACIÓN:
EXANGUINEOTRANSFUSIONES:
NUMERO DE EXANGUINEOTRANSFUSIONES:
FOTOTERAPIA:
NUMERO DE DIAS DE FOTOTERAPIA:
OTITIS MEDIA:

OTROS ANTECEDENTES

DIAGNÓSTICO AUDIOLÓGICO:

DIAGNÓSTICO COMUNICATIVO:

PROTESIS AUDITIVA SI___ NO___

CARACTERÍSTICAS:

ESCOLARIDAD

NIVEL:

REPITENCIA:

REHABILITACIÓN:

EDAD AUDITIVA

TIEMPO DE REHABILITACION _____

MODALIDAD COMUNICATIVA: _____

EVOLUCIÓN:

Anexo C

Protocolo para la identificación de Desincronía Neural Auditiva

El protocolo para identificación de neuropatía auditiva es una herramienta de apoyo para la identificación de características comunicativas y de integración sensorial, que correlacionadas con los resultados en pruebas audiológicas comportamentales y electrofisiológicas propuestas por Berlin (1999), permite la identificación de la alteración en la sincronía del nervio auditivo para la transmisión de información acústica.

La desincronía neural auditiva o neuropatía (desde ahora DNA) es un tipo de alteración fisiológica auditiva en la cual falla el flujo convencional de liberación de neurotransmisores a partir de las células ciliadas internas o en otras conexiones neurales de la vía auditiva, produciendo que la información acústica no sea conducida sincrónicamente al cerebro. Así, la cóclea se caracteriza por mantener un estado normal de las células ciliadas con un mal funcionamiento a nivel del VIII par: coclear o auditivo.

Berlín (1999) recomienda que debe realizarse la evaluación de la DNA contemplando las siguientes pruebas audiológicas comportamentales y electrofisiológicas para ayudar a correlacionar los resultados y realizar un diagnóstico diferencial: 1) Audiometría, 2) Inmitancia acústica: timpanometría y reflejos estapediales; 3) Emisiones otoacústicas, y 4) Potenciales Evocados Auditivos.

Como pruebas complementarias el presente protocolo incluye una evaluación de las áreas de comunicación e integración sensorial para complementar el diagnóstico, las cuales serán evaluadas bajo dos modalidades: demanda auditiva y demanda por señas.

La estructuración de éste, surge de la necesidad de identificar de forma rápida signos comportamentales y objetivos que permitan direccionar el diagnóstico del usuario y tomar decisiones de intervención acordes a las necesidades de la población identificada.

Con este protocolo se pretende: evaluar el estado auditivo del usuario; evaluar el estado de la comunicación; identificar necesidades específicas en cada usuario; orientar la intervención basada en las debilidades comunes vistas en cada usuario; analizar comparativamente de manera cuanti-cualitativa el desempeño del usuario en áreas como comunicación, audición e integración sensorial

Diseño del protocolo

El protocolo para la identificación de Desincronía Neural Auditiva cuenta en primer lugar con un formato de calificación que contempla los resultados de las evaluaciones audiológicas registradas individualmente de acuerdo a criterios establecidos para ello. Las siguientes pruebas: audiometría tonal, timpanometría, reflejos estapediales, otoemisiones acústicas y potenciales evocado auditivos con protocolo de DNA (polaridad de rarefacción y de condensación).

En segundo lugar se establecen dos áreas de evaluación: comunicación e integración sensorial. Cada área es valorada mediante cuatro actividades con criterios de calificación los cuales son presentados bajo dos modalidades: demanda auditiva y demanda por señas.

Se entiende demanda por señas aquella solicitud o instrucción que se da al sujeto por medio del señalamiento, señas transparentes o naturales y/o señas estructuradas. Las demandas auditivas son aquellas instrucciones dadas por medio de la comunicación verbal oral que pueden o no estar acompañadas de señalamiento.

De este modo, el protocolo contempla tres áreas con sus componentes respectivos de evaluación:

- | | |
|---------------------------|--------------------------------|
| 1. Evaluación audiológica | Audiometría Tonal |
| | Timpanometría |
| | Reflejos Estapediales |
| | Emisiones otoacústicas |
| | Potenciales evocados auditivos |
| | Microfónicos cocleares |
| 2. Comunicación | Comprensión |
| | Expresión |
| | Interacción comunicativa |
| | Intención Comunicativa |
| 3. Integración sensorial | Planeación motora |
| | Vestibular |

Percepción

Táctil

Cada uno de los componentes contiene indicadores que son calificados como si/no. Cada indicador puntúa individualmente y estas puntuaciones son susceptibles de ser sumadas con los resultados de los demás indicadores para dar un resultado cuantitativo. Finalmente, los resultados obtenidos de cada uno de los indicadores por componente y área son correlacionados para poder identificar la presencia o ausencia de desincronía neural auditiva.

Aplicación

Para la aplicación de las diferentes evaluaciones se requiere un ambiente silencioso que cuente con suficiente espacio para el libre desarrollo de las actividades propuestas.

El protocolo está diseñado para sea aplicado por un audiólogo con suficiente experticia y conocimiento del proceso comunicativo, con especial énfasis en los procesos de audición, lenguaje y desarrollo cognitivo. Es preferible realizar un entrenamiento previo a la aplicación del protocolo para dar mayor confiabilidad a los resultados del mismo.

El tiempo de aplicación del protocolo puede variar entre 6-8 horas aproximadamente, que serán divididas en diferentes sesiones de acuerdo a las necesidades y características del sujeto a evaluar. Este tiempo previsto incluye la aplicación de las pruebas audiológicas comportamentales y

electrofisiológicas y dos sesiones de observación de habilidades comunicativas y de integración sensorial.

Los materiales, procedimientos e instrucciones de aplicación se describen en cada ficha de modo que el evaluador siga fielmente las instrucciones para su desarrollo.

Materiales

Para la aplicación del protocolo se requiere de los siguientes instrumentos:

- Otoscopio
- Audiómetro
- Cámara Sonoamortiguada
- Inmitanciómetro
- Equipo de potenciales evocados auditivos
- Equipo de evaluación de otoemisiones acústicas
- Material didáctico (cada prueba específica el necesario)
- Fichas de registro
- Fichas de calificación y correlación.

Fichas de Aplicación

Las fichas diseñadas dentro del protocolo integran el área al que pertenece, el componente, el objetivo que se pretende, los materiales y el procedimiento al ser aplicado por medio de demanda por señas y demanda

auditiva. Posteriormente, se encuentran los criterios de calificación y la posibilidad de realizar descripción de observaciones durante la sesión.

A. EVALUACIÓN AUDIOLOGICA

ÁREA: Audiología

OBJETIVO: Evaluar la vía auditiva aferente.

Examen Audiológico	SI	NO
Audiometría Moderada a Severa Inconsistente		
Timpanogramas Tipo A		
Reflejos Estapediales Ausentes		
Emisiones Otoacústicas Presentes		
BERA topodiagnóstico Anormal		
Microfónicos cocleares con ondas en espejo		

B. ACTIVIDADES DE INTEGRACIÓN SENSORIAL

AREA: INTEGRACIÓN SENSORIAL

COMPONENTE: PLANEACIÓN MOTORA

OBJETIVO: Identificar características que evidencien la formulación y organización de una actividad motora ante una demanda determinada.

MATERIALES: Silla para niños, mesa de trabajo, 2 fichas rojas, 2 fichas azules y 2 fichas amarillas.

MODALIDAD DE INSTRUCCIÓN (Demanda por señas)

El evaluador toma una ficha de color azul y la coloca sobre una ficha de color rojo. Luego coloca encima una ficha amarilla formando una torre. Posteriormente entrega al niño una ficha de cada color y señala la secuencia de colores de la torre, para que el niño copie el modelo.

No.	RESULTADOS	SI	NO
1	El niño realiza planeación motora		

MODALIDAD DE INSTRUCCIÓN (Demanda auditiva)

El evaluador toma una ficha de color azul y la coloca sobre una ficha de color rojo. Luego coloca encima una ficha amarilla formando una torre. Posteriormente, entrega al niño una ficha de cada color y le dice: Vas a armar una torre con esas fichas. Coloca primero la ficha roja, luego coloca la ficha azul, luego coloca la amarilla. Para que el niño copie el modelo.

No.	RESULTADOS	SI	NO
1	El niño realiza planeación motora		

OBSERVACIONES

AREA: INTEGRACIÓN SENSORIAL

COMPONENTE: PERCEPCIÓN

OBJETIVO: Identificar relaciones espaciales.

MATERIALES: Silla de juguete, osos de peluche.

MODALIDAD DE LA INSTRUCCION (Demanda por Señas)

El evaluador se sube en el columpio indicándole la primera posición, luego se coloca debajo del columpio indicando que es esta la segunda posición, le solicita al niño que realice la misma actividad. Posteriormente el evaluador coge un oso de peluche y lo coloca encima del columpio indicándole la primera posición y luego debajo del columpio indicándole mediante señalamiento la posición en la que se encuentra. Luego entrega el oso de peluche al niño y le indica por medio de gestos que ubique el oso en las posiciones indicadas, primero encima y luego debajo.

No.	RESULTADOS	SI	NO
1	El niño logra identificar las relaciones espaciales		

MODALIDAD DE LA INSTRUCCION (Demanda auditiva)

El evaluador le dice al niño: “Súbete al columpio y luego ponte debajo del columpio.” Posteriormente el evaluador le pide al niño que coloque el oso de peluche encima del columpio y luego debajo del columpio y entrega el oso de peluche al niño.

No.	RESULTADOS	SI	NO
1	El niño logra identificar las relaciones espaciales		

OBSERVACIONES

AREA: INTEGRACIÓN SENSORIAL

COMPONENTE: VESTIBULAR

OBJETIVO: Identificar habilidades para adoptar posición y movimiento en el espacio

MATERIALES: Mesa de equilibrio

MODALIDAD DE LA INSTRUCCION (Demanda por Señas)

El evaluador se sube sobre la mesa de equilibrio y mantiene la estabilidad de pie por unos minutos. Luego le indica al niño de manera gestual que imite la acción y mantenga el equilibrio por lo menos por 30 segundos.

No.	RESULTADOS	SI	NO
1	El niño logra mantener el equilibrio		

MODALIDAD DE LA INSTRUCCION (Demanda auditiva)

El evaluador se sube sobre la mesa de equilibrio y mantiene la estabilidad de pie por unos minutos. Luego le dice al niño “sube a la mesa y mantén el equilibrio hasta que yo te diga”

No.	RESULTADOS	SI	NO
1	El niño logra mantener el equilibrio		

OBSERVACIONES

AREA: INTEGRACIÓN SENSORIAL

COMPONENTE: TÁCTIL

OBJETIVO: Identificar los diferentes comportamientos ante estímulos táctiles.

MATERIALES: Crema de manos con azúcar morena

MODALIDAD DE LA INSTRUCCION (Demanda por Señas)

Se sienta al niño y se le aplica crema con azúcar en las manos. Se frota por un tiempo y se permite al niño explorar la textura. Se observan los comportamientos frente al estímulo.

No.	RESULTADOS	SI	NO
1	El niño acepta y explora la textura.		

MODALIDAD DE LA INSTRUCCION (Demanda auditiva)

Se sienta al niño y se le aplica crema con azúcar en las manos. El evaluador le dice “te voy a aplicar crema en las manos”. Se frota por un tiempo y se permite al niño explorar la textura. El evaluador le pregunta al niño “te gusta”, “que sientes”. Se observan los comportamientos frente al estímulo.

No.	RESULTADOS	SI	NO
1	El niño acepta y explora la textura.		

OBSERVACIONES

C. ACTIVIDADES DE COMUNICACIÓN

AREA: COMUNICACIÓN

COMPONENTE: COMPRENSIÓN

OBJETIVO: Identificar la capacidad de seguimiento de instrucciones frente a una demanda.

MATERIALES: Silla para niños, mesa de trabajo, 2 fichas rojas, 2 fichas azules y 2 fichas amarillas.

MODALIDAD DE LA INSTRUCCIÓN (Demanda con señas)

El evaluador toma una ficha de color azul y la coloca sobre una ficha de color rojo. Luego coloca encima una ficha amarilla formando una torre. Posteriormente le indica con señas el orden de la secuencia de colores de la torre, señalando primero la ficha azul realizando el señalamiento del número 1 con el dedo, después la ficha roja indicándole que es el número 2 y finalmente la ficha amarilla indicándole que es el número 3, para que el niño copie el modelo.

No.	RESULTADOS	SI	NO
1	El niño comprende la instrucción dada.		

MODALIDAD DE LA INSTRUCCIÓN (Demanda auditiva)

El evaluador toma una ficha de color azul y la coloca sobre una ficha de color rojo. Luego coloca encima una ficha amarilla formando una torre. Posteriormente, entrega al niño una ficha de cada color y le dice: “ Vas a armar una torre con esas fichas. Coloca primero la ficha roja, luego coloca la ficha azul, luego coloca la amarilla.” Para que el niño copie el modelo.

No.	RESULTADOS	SI	NO
1	El niño comprende la instrucción dada.		

OBSERVACIONES

AREA: COMUNICACIÓN

COMPONENTE: EXPRESIÓN

OBJETIVO: Identificar la habilidad para expresarse ante una demanda.

MATERIALES: cuento llamativo de acuerdo a la edad del niño.

MODALIDAD DE LA INSTRUCCIÓN (Demanda con señas)

Se coloca al niño cerca de una mesa y se le entrega un cuento que sea llamativo para él. Se le muestran las imágenes de la historia y se apoya con señas el nombre de los personajes y objetos que se encuentren en. Luego se le permite al niño tomar el cuento y observarlo y se le pregunta qué pasa en el cuento apoyándose en las señas de “¿que paso?” “¿que es eso?” “¿quien es?” “¿donde esta?” etc... Se estimula al niño hasta lograr alguna respuesta.

No.	RESULTADOS	SI	NO
1	El niño se expresa mediante gestos, señas naturales o señas estructuradas		

MODALIDAD DE LA INSTRUCCIÓN (Demanda auditiva)

Se coloca al niño cerca de una mesa y se le entrega un cuento que sea llamativo para él. Se le muestran las imágenes de la historia y se nombran los personajes y objetos que se encuentren. Luego se le permite al niño tomar el cuento y observarlo y se le pregunta “¿qué pasa en el cuento?” “¿que paso?” “¿que es eso?” “¿quien es?” “¿donde esta?” etc... Se estimula al niño hasta lograr alguna respuesta.

No.	RESULTADOS	SI	NO
1	El niño se expresa mediante jerga, palabras o frases		

OBSERVACIONES

AREA: COMUNICACIÓN

COMPONENTE: INTENCIÓN COMUNICATIVA

OBJETIVO: Determinar si existe intención comunicativa.

MATERIALES: Rompecabezas de 5 fichas grandes

MODALIDAD DE LA INSTRUCCIÓN (Demanda con señas)

Se coloca al niño en la silla y se le ofrece un rompecabezas sencillo de máximo 5 fichas. El evaluador une las dos primeras fichas para mostrar al niño cómo debe hacerse. Le entrega al niño las fichas y deja una dentro de un sobre parcialmente visible. El evaluador permite al niño completar el rompecabezas y espera a que el niño solicite ayuda. Si la solicita le colabora a encontrar la ficha faltante, hasta hallarla para completar el rompecabezas.

No.	RESULTADOS	SI	NO
1	El niño manifiesta intención comunicativa.		

MODALIDAD DE LA INSTRUCCIÓN (Demanda auditiva)

Se coloca al niño en la silla y se le ofrece un rompecabezas sencillo de máximo 5 fichas. El evaluador dice: “une estas fichas”. Le entrega al niño las demás y deja una dentro de un sobre parcialmente visible. El evaluador le dice al niño “arma el rompecabezas”. Luego, le permite al niño completar el rompecabezas y espera a que solicite ayuda. Si la solicita le colabora a encontrar la ficha faltante hasta hallarla para completar el rompecabezas.

No.	RESULTADOS	SI	NO
1	El niño manifiesta intención comunicativa.		

OBSERVACIONES

AREA: COMUNICACIÓN

COMPONENTE: INTERACCIÓN SOCIAL

OBJETIVO: Identificar las formas de relación.

MATERIALES: Rompecabezas de 5 fichas grandes

MODALIDAD DE LA INSTRUCCIÓN (Demanda con señas)

Se coloca al niño en la silla y se le ofrece un rompecabezas sencillo de máximo 5 fichas. El evaluador une las dos primeras fichas para mostrar al niño cómo debe hacerse. Le entrega al niño las fichas y deja una dentro de un sobre parcialmente visible. El evaluador permite al niño completar el rompecabezas y espera a que el niño solicite ayuda. Si la solicita le colabora a encontrar la ficha faltante hasta hallarla para completar el rompecabezas.

NO	RESULTADOS	SI	NO
1	El niño interactúa con el evaluador		

MODALIDAD DE LA INSTRUCCIÓN (Demanda auditiva)

Se coloca al niño en la silla y se le ofrece un rompecabezas sencillo de máximo 5 fichas. El evaluador dice: “une estas fichas”. Le entrega al niño las demás y deja una dentro de un sobre parcialmente visible. El evaluador le dice al niño “arma el rompecabezas”. Luego, le permite al niño completar el rompecabezas y espera a que solicite ayuda. Si la solicita le colabora a encontrar la ficha faltante, hasta hallarla para completar el rompecabezas.

No.	RESULTADOS	SI	NO
1	El niño interactúa con el evaluador		

OBSERVACIONES

Calificación

Para la calificación del protocolo se parte de la aplicación de la evaluación audiológica básica (Audiometría, timpanometría y reflejos estapediales), las diferentes tareas comportamentales (comunicación e integración sensorial) y la realización de pruebas electrofisiológicas (Otoemisiones Acústicas y Potenciales Evocados Auditivos).

Las áreas de comunicación y de integración sensorial cuentan con 4 componentes y criterios de calificación. Cada componente debe ser observado bajo las dos modalidades y debe puntuarse de forma independiente.

Para su puntuación se debe tener en cuenta los siguientes elementos:

En la evaluación audiológica se busca dar cuenta de la integridad de la vía auditiva. En casos de Desincronía, se espera que los resultados de las evaluaciones estén de acuerdo con los siguientes criterios:

- Audiometría Tonal: siendo la Desincronía una falla en la liberación de neurotransmisores, el examen audiométrico puede presentar variabilidad en los resultados, fluctuando de una audiometría a otra. De acuerdo con esto, se pueden encontrar hipoacusias neurosensoriales de leves a profundas.
- Timpanometría: No están asociadas con la Desincronía las alteraciones conductivas, por lo que puede o no presentarse alteración en este examen. Se espera que haya integridad del oído medio.

- Reflejos Estapediales: al presentarse alteración en la transmisión de la información en el nervio, los reflejos se encuentran ausentes.
- Emisiones otoacústicas: Debido a que las células ciliadas externas se encuentran íntegras, éste examen no presenta alteración, indicando que la falla puede estar a nivel del nervio o posterior.
- Potenciales evocados auditivos: Debe realizarse un BERA con protocolo para estudio de DNA (polaridad de condensación y con polaridad de rarefacción); al comparar la onda I en ambas polaridades se evidenciará un pico y un valle, conocido como onda en espejo.
- Microfónicos cocleares: debido a que hay integridad de células ciliadas, se presentan los microfónicos que al modificar la polaridad evidencian ondas en espejo

Audiologicamente, la presencia de ondas en espejo son el principal indicador de Desincronía Neural Auditiva.

Comunicación:

- Comprensión: Las actividades realizadas deben evaluar que el usuario entienda instrucciones por medio de demandas auditivas o por señas.
- Expresión: por medio de una actividad que exija la expresión comunicativa, se evalúa la modalidad seleccionada por el sujeto.

- Interacción comunicativa: Mediante actividades que permitan la interacción con el usuario, determinar si éste establece contacto comunicativo con su interlocutor y mediante que modalidad.
- Intención Comunicativa: Mediante una actividad que facilite la comunicación, determinar si le interesa o no iniciar y mantener una comunicación con el interlocutor y bajo que modalidad.

Integración sensorial:

- Planeación motora: mediante una actividad motora que requiera formulación y organización ante una demanda determinada
- Vestibular: Una actividad que implique el adoptar posiciones y movimientos en el espacio, permitirá determinar la habilidad para integrar esta información.
- Percepción: Estímulos visuales que permitan solicitar al usuario ubicación espacial, y que implican la integración de información, serán necesarios para determinar si el usuario presenta o no fallas perceptuales.
- Táctil: La integración de la información táctil se evidencia al aceptar el contacto con diferentes tipos de texturas.

Cada actividad de las áreas de comunicación e integración sensorial puede ser complementada por medio de la observación de comportamientos no contemplados dentro de los criterios establecidos. Estas observaciones pueden registrarse en el formato dentro del espacio reservado para ello.

Durante la aplicación de este protocolo, se debe calificar la realización o no de cada uno de los indicadores (si-no), de acuerdo a la modalidad en que fue presentada la instrucción. Del mismo modo se deben calificar los indicadores para las pruebas audiológicas. Una vez hecho esto, se debe condensar la información en la ficha final desde la cual se comenzará a calificar.

Asigne un punto por cada actividad realizada bajo instrucción de demanda por señas y cero puntos por cada actividad realizada bajo instrucción de demanda auditiva, o no realizada.

Asigne dos puntos por cada signo presente dentro de las pruebas audiológicas.

Si al sumar los puntos, el resultado es mayor o igual a 13 y se presentan la mayoría de los signos descritos a continuación, hay una alta probabilidad de que se presente DNA.

Si al sumar la puntuación el resultado es menor o igual a 12 y se presentan pocos o ninguno de los siguientes signos, hay poca probabilidad de que se presente DNA.

Signos:

1. Presencia de todos los resultados audiológicos descritos anteriormente.
2. La evidencia muestra que los usuarios con DNA se comunican preferiblemente con señas ya sean estructuradas

o transparentes, rechazando la interacción mediante la modalidad verbal oral.

3. En casos de DNA se espera que las actividades se comprendan y acepten mejor mediante la demanda por señas.
4. Los usuarios con DNA prefieren el uso de las señas para expresarse y favorecen la modalidad por señas sobre la oral.
5. Se espera que el usuario con DNA presente dificultades para planear y realizar actividades motoras.
6. Los usuarios con DNA presentan mucha dificultad con actividades que implican el adoptar posiciones y movimientos en el espacio.
7. Los usuarios con DNA no logran la realización de actividades de ubicación espacial demostrando dificultad perceptual.
8. Los usuarios con DNA rechazan estímulos táctiles.

FICHA DE CALIFICACIÓN

AUDIOLOGIA		SI (2 puntos)	NO (0 puntos)
Audiometría Moderada a Severa Inconsistente			
Timpanogramas Tipo A			
Reflejos Estapediales Ausentes			
Emisiones Otoacústicas Presentes			
BERA topodiagnóstico Anormal			
Microfónicos cocleares con ondas en espejo			
INTEGRACION SENSORIAL	MODALIDAD Demanda por Señas	SI (1 punto)	NO (0 puntos)
Planeación motora			
Percepción			
Táctil			
Vestibular			
COMUNICACIÓN	MODALIDAD Demanda por Señas	SI (1 punto)	NO (0 puntos)
Comprensión			
Expresión			
Intención Comunicativa			
Interacción Social			
INTEGRACION SENSORIAL	MODALIDAD Expresión Verbal	SI (0 puntos)	NO (1 puntos)
Planeación motora			
Percepción			
Táctil			
Vestibular			
COMUNICACIÓN	MODALIDAD Expresión Verbal	SI (0 puntos)	NO (1 puntos)
Comprensión			
Expresión			
Intención Comunicativa			
Interacción Social			
Total			

