

El Síndrome de Procesamiento Auditivo Central (SPAC): nuevas perspectivas hacia la evaluación de los síntomas

Montserrat Díaz Rosell¹

Fecha de recepción: 14 de enero de 2019

Fecha de aprobación: 18 de marzo de 2019

Resumen

El estudio de niños y adultos con déficit auditivo y de comprensión auditiva que no se justifica por un perfil auditivo deficitario en el audiograma, ha despertado el interés de numerosos grupos de investigación en las últimas décadas cuyo resultado ha sido la definición y recopilación de evidencias hacia la evaluación del Síndrome Procesamiento Auditivo Central (SPAC). En este artículo, se hará un recorrido histórico por la definición del síndrome y los diferentes instrumentos utilizados en la actualidad para su diagnóstico.

Palabras clave: Síndrome procesamiento auditivo central, audición, evaluación.

¹ quieroescucharbien@gmail.com, Centro Integral San Lorenzo.

The Central Auditory Processing Syndrome (CAPS) new perspectives towards the evaluation of symptoms

Montserrat Díaz Rosell¹

Abstract

The study of children and adults with hearing and listening comprehension deficits that is not justified by a deficit hearing profile on the audiogram, has aroused the interest of numerous research groups in recent decades, the result of which has been the definition and compilation of evidence regarding the evaluation of Central Auditory Processing Syndrome (CAPS). In this article, a historical tour was made through the definition of the syndrome and the different instruments currently used for its diagnosis.

Keywords: Central auditory processing syndrome, hearing, evaluation.

¹ quieroescucharbien@gmail.com, San Lorenzo Integral Center.

Introducción

Se detalla los diferentes acercamientos teóricos y prácticos en la investigación y definición del Síndrome de Procesamiento Auditivo Central (SPAC). Las primeras definiciones surgen de Katz, quien propone la primera definición del síndrome o trastorno del procesamiento auditivo como “lo que hacemos con lo que oímos” (Katz, Stecker & Henderson, 1992, p. 5). Esta definición, aunque parezca simplista, esconde el primer acercamiento teórico sólido. Para ellos, el procesamiento auditivo implica más que el sistema central y la percepción auditiva, por ello recomiendan el uso del término procesamiento auditivo central definido como “El procesamiento serial y paralelo del sistema auditivo responsable de la atención auditiva, detección e identificación de señales auditivas, decodificación del mensaje neural, como así también el almacenamiento y recuperación de la información relativa a la audición” (Katz et al., 1992, p. 41). De esta definición, se infiere la existencia de una audición e inteligencia normal en los sujetos con SPAC.

En 2005, la American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) describió las habilidades auditivas necesarias a valorar para indicar la presencia del SPAC, estas son: localización y lateralización, discriminación auditiva, aspectos temporales de la audición (enmascaramiento, resolución, integración y ordenamiento temporal) y ejecución auditiva con señales acústicas competitivas.

En 2010, la American Academy of Audiology (AAA) propone que el SPAC hace referencia a las dificultades encontradas en el procesamiento perceptivo de la información auditiva en el sistema nervioso central y a la actividad neurobiológica subyacente a este procesamiento que da lugar a los potenciales auditivos electrofisiológicos (Goll, Crutch & Warren, 2010).

La British Society of Audiology (BSA) entiende que el SPAC se caracteriza por una percepción pobre del habla y de los sonidos no verbales con un origen neurológico (2011). Las dificultades en la percepción y comprensión del habla pueden tener varias causas, aunque no justifica la existencia de un trastorno de procesamiento auditivo. La BSA establece tres categorías de clasificación del SPAC: evolutivo, adquirido y secundario (Moore & Hunter, 2013).

En 2012, el grupo de trabajo de la Canadian Interorganizational Steering Group for Speech Language Pathology and Audiology (CISFSLPA) publicó una conceptualización del SPAC desde la perspectiva neurobiológica, haciendo necesario el uso de instrumentos para su diagnóstico (Bellis & Bellis, 2015).

A pesar de la prevalencia del problema, en torno al 2-7% de la población (Bellis & Bellis, 2015), un enfoque sistemático para el diagnóstico y la rehabilitación del SPAC en los niños sólo ha comenzado a ser relevante en los últimos 40 años.

Es importante reconocer que el SPAC es un trastorno heterogéneo y el impacto del déficit en las habilidades funcionales es único en cada sujeto. Por ello, el diag-

nóstico y el proceso de intervención deben estar basados en el paradigma de caso único (Chermak & Musiek, 2014; Musiek & Chermak, 2014).

Este trabajo pretende mostrar las diferentes pruebas necesarias para realizar una valoración del SPAC desde una perspectiva integradora, teniendo en cuenta la utilidad clínica y la versatilidad de su uso en la consulta.

Método

Se revisaron los artículos en castellano e inglés publicados en las bases de datos de diferentes buscadores de artículos científicos como Scopus, Researchgate o ScienceDirect. Los artículos no se acotaron en la fecha de publicación porque se buscaba desde las primeras publicaciones donde apareciera la palabra SPAC o CAPD hasta la actualidad.

En las bases de datos se utilizaron las palabras clave “auditory disorder” “evaluation of auditory disorder” o “evaluación de procesamiento auditivo”. El criterio utilizado para la selección de artículos era que apareciera en su resumen investigaciones sobre instrumentos de evaluación del SPAC. Se incluyeron los artículos y las publicaciones de textos que ofrecían datos sobre fiabilidad y validez de la prueba, aunque como la propia valoración del SPAC implica el paradigma de caso único, también se ofrecen datos de instrumentos de valoración que carecen de estos datos.

Resultados

En la búsqueda bibliográfica, se pudo comprobar que las primeras líneas de investigación que buscaban la definición del SPAC se encaminaban hacia los procesos auditivos deficitarios y su evaluación. Por esta razón, además de las pruebas específicas del procesamiento auditivo, se recogieron datos de la historia clínica, evaluación audiométrica y las funciones neuropsicológicas (ASHA, 2005a; 2005b).

Una de las primeras referencias es de 1954, de Myklebust quien enfatizó la necesidad de nombrar los trastornos perceptivos que no se podían atribuir a una pérdida auditiva periférica. En 1956, Berry y Eisenson, también identificaron a niños con este tipo de dificultades perceptuales. Los primeros informes de evaluación clínica de la disfunción auditiva aparecieron en 1963 en un artículo de Bocca y Calero. Estos rudimentarios test despertaron el interés por las pruebas funcionales que permitiesen identificar una lesión en un área concreta del sistema nervioso central a partir de estímulos auditivos.

El primer test ampliamente utilizado como medida clínica del procesamiento auditivo, aunque solo evalúa el proceso de discriminación auditiva, fue desarrollado en 1958 por Wepman y Reynolds, con el nombre de Wepman Auditory Discrimination Test.

En la misma línea inicial de evaluación, en 1959, Matzker describió la prueba Fusión Binaural, Katz diseñó la prueba SSW Test en 1962 y Speaks y Jerger publicaron la Prueba de Identificación de Frases Sintéticas en 1965. La falta de sensibilidad y especificidad diagnósti-

ca de estas pruebas hizo que dejaran de ser utilizadas, aunque son consideradas el inicio de la investigación clínica (Jerger, 1987).

En la década de 1970, se empezaron a desarrollar las primeras pruebas específicas para la población infantil, el Test de Flowers Costello de Habilidades Centrales Auditivas (Flowers, Costello & Small, 1970). Por esa época también se publica el Test de Discriminación Auditiva de Goldman Fristoe Woodcock (Goldman, Fristoe & Woodcock, 1970). Katz y Fletcher (1998) desarrollaron el Phonemic Synthesis Test en 1972 y Willeford (1974) desarrolló el Colorado Test Battery.

El Willeford Test Battery (Willeford, 1977) fue un primer intento de desarrollar una batería completa de pruebas y posteriormente Keith (2000b) presentó el SCAN-C Test for Auditory Processing Disorders in Children.

En la actualidad, se plantea que la evaluación del SPAC se articula en tres líneas diferentes: la evaluación psicofísica, la evaluación psicométrica o conductual y la evaluación electrofisiológica (Weihsing et al., 2015).

Evaluación psicofísica del procesamiento auditivo central

Escucha dicótica. Se evalúa tanto la separación como la integración binaural (Ilaniszewski, Urrutia, García, Quintana, & Peña, 2016; Zenker, Suárez, Marro & Barajas, 2007). Un ejemplo es la batería SCAN (Keith, 2000b), la SSI-CCM que ha sido adaptada al español (Benítez & Speaks, 1968) y las pruebas SSW (Katz, 1962).

Habla monoaural de baja redundancia (cierre auditivo). Dentro de esta categoría se encuentran las pruebas de habla en ruido, mensajes competitivos, habla filtrada y habla comprimida (Chermak & Musiek, 2014; Peñaloza et al., 2009; Salesa et al., 2013).

Prueba de interacción binaural. Se refiere a las tareas donde la información alcanzada por ambos oídos debe interactuar (Masquelier, 2003).

Pruebas de ordenamiento o secuenciación temporal de estímulos. Existen dos pruebas, la "Pitch Pattern Sequence" (Pinheiro, 1977) y la "Frequency Pattern Test" (Musiek & Chermak, 2014).

Pruebas de resolución temporal. La prueba de "Random Gap Detection" (Keith, 2000a) y la prueba de "Gaps in Noise" (Musiek & Chermak, 2014).

Evaluación psicométrica del procesamiento auditivo central

Análisis del Retraso del Lenguaje (A-RE-L). Puede valorar el estado y evolución de la competencia lingüística de niños entre 3 y 6 años (Pérez & Serra, 1998). No recoge datos estadísticos.

Batería de Exploración Verbal para Trastornos de Aprendizaje (BEVTA). (Bravo & Pinto, 2007) construyeron esta prueba para niños entre 7 y 12 años, esta determina la relación entre la recepción y la retención inmediata de la información verbal. Tiene una consistencia interna entre 0.30 y 0.50, fiabilidad entre 0.72 y 0.82 y validez de 0.09.

Batería del Lenguaje Objetiva y Criterial – Revisada (BLOC-R). Esta prueba mide semántica, morfosintaxis y pragmática del lenguaje de niños entre 5 y 14 años (Puyuelo, Renom, Solanas & Wiig, 2006). Esta prueba tiene una consistencia interna de 0.88, fiabilidad entre 0.97 y 0.98 y la validez de los 5 factores explican el 60.89% de la varianza.

CEG. Test de Comprensión de Estructuras Gramaticales. Esta prueba de Mendoza, Carballo, Muñoz y Fresneda de 2008 determina el nivel de comprensión del vocabulario de niños de 4 a 11 años. La consistencia interna es de 0.90, la fiabilidad entre 0.779 y 0.866 y la validez de criterio es de 0.809.

Children's Auditory Performance Scale (CHAPPS). Es una escala diseñada por Smoski, Brunt y Tannahill (1998) para niños entre 7 y 8.11 años y provee información de las variaciones en la función auditiva según las condiciones del ambiente. Los datos de fiabilidad oscilan entre 0.67 y 0.88.

Conceptos Básicos para la Educación Infantil y Primaria (CONCEBAS I y II). Evalúa conceptos básicos para niños entre 4 y 8 años (García & Yuste, 2007). Presenta una fiabilidad entre 0.79-0.86.

DST-J. Test para la detección de la dislexia en niños. (Fawcett & Nicholson, 2012). Se aplica entre los 6.6 y 11.6 años con el objetivo de detectar síntomas de dislexia y poder realizar el diagnóstico diferencial del SPAC. Este test presenta una fiabilidad de 0.88 y una validez de 0.90.

El desarrollo de la morfosintaxis en el niño (TSA). Esta prueba para niños entre 3 y 7 años evalúa etapas de construcción sintáctica (Aguado, 2014). No dispone de estadísticos.

El Test de Memoria Auditiva y Visual de Dígitos (VADS). La finalidad del test es evaluar la capacidad de integración sensorial y memoria inmediata visual y auditiva para niños de 5.6 a 12 años. La fiabilidad está entre 0.74 y 0.92 (Koppitz, 1981).

Escala Reynell de desarrollo del lenguaje III. Esta prueba pretende determinar el nivel de lenguaje comprensivo y expresivo de niños entre un 1.6 y 7 años. La prueba tiene una fiabilidad entre 0.75 y 0.83 y la validez entre 0.68 y 0.75 (Edwards et al., 1997)

Estimación del vocabulario (EVOCA). Esta prueba de Suárez, Seisdedos y Meara (1998) evalúa la evocación y expresión del vocabulario en niños entre 8 y 16 años. No dispone de estadísticos.

Evaluación de la Discriminación Auditiva y Fonológica (EDAF). Esta prueba pretende detectar posibles alteraciones en la discriminación auditiva en niños entre los 2.8 y los 7.4 años. La fiabilidad oscila entre 0.24 y 0.84 y la validez de constructo es de 0.01 (Branca, Alcántud, Ferrer & Quiroga, 2007).

Evaluación del Conocimiento Fonológico de tipo Silábico y Fonémico (PECO). (Ramos & Cuadrado, 2006). Evalúa en niños de 5 años el nivel de conocimiento fonológico de tipo silábico y fonémico. Ofrece una fiabilidad de 0.801.

Evaluación del lenguaje oral. En esta prueba se realiza una valoración del lenguaje en niños entre 4 y 8 años. Presenta una validez de 0.80 y una fiabilidad de 0.91 (Ramos, Cuadrado & Fernández, 2008).

Evaluación fonológica del habla infantil. Esta prueba (Bosch, 2004) realiza un perfil fonético-fonológico para niños entre 3 y 7 años. Ofrece datos de fiabilidad entre el 0.98 y 0.99 (Bosch, 2004).

Inventarios de desarrollo comunicativo MACARTHUR. Con esta prueba López, Gallego, Gallo, Karousou, Mariscal y Martínez (2005) valoran la adquisición del lenguaje en niños entre 8 y 30 meses. Presenta una consistencia interna entre 0.70 y 0.99 y una fiabilidad entre 0.83 y 0.97 y una validez entre 0.66 y 0.96.

Listening Inventory for Education-Revised (LIFE-R) Esta escala diseñada por Anderson, Smaldino y Spangler (2012) es un autoinforme para niños desde 8 años y recoge información sobre situaciones de ruido en el aula. No recoge estadísticos.

Los trastornos de la articulación, exploración, prevención, diagnóstico y tratamiento (Borregón, 2010). Esta prueba valora los trastornos fonéticos y fonológicos del niño y permite diferenciar los fonemas afectados en el niño. No recoge estadísticos.

Luria Inicial. Evaluación Neuropsicológica en la edad Preescolar. Estudia cuatro funciones neuropsicológicas en niños entre 4 y 6 años: lenguaje, memoria, rapidez de procesamiento y motricidad. Además, explora la lateralidad. La consistencia interna es de 0.861 (Ramos & Manga, 2006).

Prueba Aptitudes en Educación Infantil (AEI). Desarrollada por de la Cruz (1999) evalúa las aptitudes de los niños de 2º y 3º de educación infantil. La fiabilidad está entre 0.68 y 0.90 y la validez entre 0.10 y 0.65.

Prueba de Articulación de Fonemas (PAF). Evaluación de la dislalia. Evalúa aspectos de la articulación del lenguaje en niños entre 5 y 8 años (Vallés, 1990). No ofrece estadísticos.

Prueba de Dígitos directos e inversos de la WISC-IV, Escala de Inteligencia de Wechsler para niños. El Test de Dígitos del WISC-IV (Wechsler, 2005) mide esencialmente la memoria auditiva a corto plazo, la capacidad de seguir una secuencia en niños de 6 a 16 años. La fiabilidad está entre 0.80 y 0.89 y la validez de constructo está entre 0.90 y 0.98.

Prueba de discriminación de la prueba Análisis del Retraso del Habla (AREHA). El objetivo es valorar los contrastes fonológicos de la lengua en niños entre 3 y 6 años. (Aguilar & Serra, 2003). No ofrece datos estadísticos.

Prueba de discriminación perceptivo auditiva de la Evaluación Vocabulario Comprensivo y Expresivo (ELCE). Para niños entre 2.6 y 9 años, se valora percepción de sonido, ritmo, discriminación de sonidos y discriminación fonética (López et al., 2002). No ofrece estadísticos.

Prueba de lenguaje general de la WPPSI-III, Escala de Inteligencia de Wechsler para los niveles de preescolar y primaria (Wechsler, 2004). Evalúa la capacidad para entender instrucciones verbales y la discriminación auditiva en niños de 2.6 a 7.3 años. Tiene una consistencia interna de 0.80-0.95, fiabilidad de 0.90-0.98 y validez de 0.68 a 0.92.

Prueba de Lenguaje Oral de Navarra (PLON-R). Evalúa el lenguaje del niño entre 2 y 6 años (Aguinaga, Armentia, Fraile, Olangua & Uriz, 2004). Los componentes de la prueba evalúan forma, contenido y uso del lenguaje. Tiene una consistencia interna entre 0.66 y 0.699 y fiabilidad entre 0.745 y 0.774.

Prueba de Memoria verbal de palabras, frases y relatos de las Escalas McCarthy de aptitudes y psicomotricidad para niños. Esta prueba (McCarthy, 1977) se aplica a niños desde los 2.6 años a 8.6 años. Se valora la capacidad de memoria inmediata. Presenta una consistencia interna entre 0.77 y 0.8 y una validez de 0.81.

Batería Evaluadora de las Habilidades Necesarias para el Aprendizaje de la Lectura y Escritura (BENHALE). Esta prueba contiene dos escalas, la prueba de memoria auditiva lógica inmediata y la prueba de percepción y discriminación auditiva para niños de 5 y 6 años. Estas pruebas presentan fiabilidad de 0.71 y 0.79 y una validez de 0.75 (Mora, 1999).

Prueba de valoración de la percepción auditiva. Es un instrumento que valora la percepción auditiva de ruidos y sonidos del lenguaje para niños entre 3.6 y 7 años (Gotzens & Marro, 2001). Esta prueba no ofrece datos estadísticos.

Prueba Memoria Auditiva Inmediata (MAI). Esta prueba desarrollada por Cordero (1997) para niños entre los 9 y 13 años valora la memoria lógica, memoria numérica o memoria asociativa. Esta prueba tiene una fiabilidad de 0.79 y una validez de 0.20.

Registro fonológico inducido. Esta prueba de Monfort y Juárez (1989) recoge entre una de sus pruebas el registro de la articulación espontánea y dirigida de las palabras presentadas en niños entre 3 y 7 años. No ofrece datos estadísticos.

Test Boehm de Conceptos básicos-3. Evalúa la comprensión de conceptos básicos en niños entre los 4 y 7 años (Boehm, 2012). Los datos de fiabilidad son de 0.80-0.93 y presenta una validez de 0.50-0.84.

Test de Habilidades Metalingüísticas (THM). Evalúa el nivel de desarrollo metalingüístico en niños entre 5 y 6 años (Gómez, Valero, Buades & Pérez, 1995). Este test tiene una consistencia interna de 0.81, fiabilidad de 0.95 y validez de 0.83.

Test de problemas auditivos Fisher. Diseñada por Fisher en 1976, ofrece información sobre el funcionamiento del comportamiento auditivo de los niños entre los 5 y 11.11 años. El test no ofrece datos estadísticos.

Test de Vocabulario en Imágenes (TEVI). Mide la comprensión de vocabulario administrado oral en niños entre los 2.6 y 17 años (Echeverría, Herrera & Vega, 1987). Presenta una consistencia interna de 0.91-0.95 y una fiabilidad de 0.96.

Test de vocabulario en imágenes PEABODY. Evalúa desde los 2 años el vocabulario comprensivo en niños (Dunn & Marín, 1986). Tiene una consistencia interna de 0.96, fiabilidad de 0.77 y validez de 0.88.

Test Illinois de Aptitudes Psicolingüísticas (ITPA). Este

test (Kirk, McCarthy & Kirk, 1999) evalúa a niños entre los 2.5 y 10.5 años. El test ITPA, en un estudio de Sineiro, Nogueira, Fernández y Gómez de 1985, recoge datos de consistencia interna (0.89 y 0.92) y fiabilidad (0.62 y 0.85). Las subpruebas del test que valoran síntomas del SPAC son las siguientes: a) prueba de comprensión auditiva, b) prueba de asociación auditiva, c) prueba de integración auditiva, d) prueba de reunión de sonidos, y e) memoria secuencial auditiva.

Evaluación electrofisiológica del procesamiento auditivo central

El BIC. Es un test electrofisiológico empleado para evaluar las competencias centrales auditivas de integración interhemisférica. Se utiliza como una medida objetiva de la interacción binaural (Delb, Strauss, Hohenberg, & Plinkert, 2003).

El P300. Es un potencial evocado endógeno provocado por el procesamiento cognitivo de estímulos sensoriales. La P3a, refleja procesos de atención originados en el lóbulo frontal y la P3b relacionada con la memoria de trabajo por la actividad en las regiones centrales auditivas del circuito córtico (Chermak & Musiek, 2014; Morales, 2012; Parthasarathy, 2014).

El PEALM. Este tipo de potenciales evocados ocurren entre 10 y 80 ms. tras el inicio del estímulo sonoro. Algunos estudios señalan que puede servir de indicador en el estudio de la disfunción de la vía auditiva. (Cañete, 2006; Micallef, 2015).

El PEATC. Representan la actividad bioeléctrica generada en el sistema auditivo nervioso central a la altura del tronco cerebral tras la presentación de un estímulo acústico. Se obtienen entre 1 y 15 milisegundos tras el estímulo auditivo. Esta actividad se registra por fluctuaciones de voltaje positivas y negativas visibles en el EEG (Cañete, 2006; Micallef, 2015).

La MMN. Es otra medida electrofisiológica del SPAC. Se observa cuando el sistema identifica un cambio en el sonido o habla y puede ocurrir sin que el sujeto deba responder a este cambio. El mecanismo neuronal de disparidad generador de MMN se localiza en el córtex supratemporal auditivo. (Chermak & Musiek, 2014; Musiek & Chermak, 2014).

Discusión

Los estudios que evalúan los instrumentos de valoración del SPAC son escasos y centrados en un solo instrumento. Se necesitan estudios con instrumentos de todas las modalidades presentadas y con gran población muestral para poder ofrecer una batería de pruebas con referencias estadísticas de calidad (DeBonis, 2015).

Las directrices futuras se encaminan hacia una combinación de los instrumentos en las tres líneas actuales: psicofísica, psicométrica y electrofisiológica con baremos en niños y nuevas herramientas que permitan la obtención de datos sobre el procesamiento auditivo en niños en diferentes edades.

Referencias

Aguado, G. (2014). Desarrollo de la morfosintaxis en el niño (TSA). Madrid: CEPE.

Aguilar, E. M., & Serra, M. (2003). Análisis del retraso del habla. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona.

Aguinaga, G., Armentia, M. L., Fraile, A., Olangua, P., & Uriz, N. (2004). Prueba de lenguaje oral de Navarra (PLON-R). Madrid: TEA Ediciones.

American Academy of Audiology (2010). Guidelines for the diagnosis, treatment, and management of children and adults with central auditory processing disorder. Recuperado de http://audiology-web.s3.amazonaws.com/migrated/CAPD%20Guidelines%208-2010.pdf_539952_af956c79.73897613.pdf.

American Speech Language Hearing Association (2005a). Central auditory processing disorders. Recuperado de <http://www.asha.org/policy/TR2005-00043/>. doi: 10.1044/policy.TR2005-00043

American Speech Language Hearing Association (2005b). (Central) auditory processing disorders –The role of the audiologist. Recuperado de <http://www.phon.ucl.ac.uk/courses/spsci/audper/ASHA%202005%20CAPD%20statement.pdf>. doi: 10.1044/policy.PS2005-00114

Anderson, K., Smaldino, J., & Spangler, C. (2012). Listening Inventory for Education - Revised (L.I.F.E.-R) - Teacher Appraisal of Listening Difficulty. Recuperado de <http://successforkidswithhearingloss.com/wp-content/uploads/2011/09/Starting-School-LIFE.pdf>.

Bellis, T. J., & Bellis, J. D. (2015). Central auditory processing disorders in children and adults. *Handbook of Clinical Neurology*, 1(29), 537-556. doi: 10.1016/B978-0-444-62630-1.00030-5

Benitez, L., & Speaks, C.A. (1968). A test of speech intelligibility in the Spanish language. *International Journal of Audiology*, 7(1), 16-22. doi: 10.3109/05384916809074301

Berry, M., & Eisenson, J. (1956). *Speech disorders-Principles and practices of therapy*. Ventura: Bank of Books.

Bocca, E., & Callearo, C. (1963). Central hearing processes. En: J. Jerger, *Modern developments in audiology* (pp. 337-370). New York: Academic Press.

Boehm, A. E. (2012). *Test Boehm de Conceptos básicos – 3*. Madrid: Pearson.

- Borregón, S. (2010). Los trastornos de la articulación, exploración, prevención, diagnóstico y tratamiento. Madrid: CEPE.
- Bosch, L. (2004). Evaluación fonológica del habla infantil. Barcelona: Masson.
- Branca, M., Alcantud, F., Ferrer, A., & Quiroga, M. (2007). Evaluación de la Discriminación Auditiva y Fonológica. Madrid: TEA Ediciones.
- Bravo, L., & Pinto, A. (2007). Batería de exploración verbal para trastornos de aprendizaje. Santiago: Biopsique.
- British Society of Audiology (2011). Auditory processing disorder. Recuperado de http://www.thebsa.org.uk/wp-content/uploads/2014/04/BSA_APD_Position_Paper_31March11_FINAL.pdf.
- Canadian Interorganizational Steering Group for Speech Language Pathology and Audiology (2012). Canadian guidelines on auditory processing disorder in children and adults: Assessment and intervention. Recuperado de <http://sac-oac.ca/sites/default/files/resources/Canadian-Guidelines-on-Auditory-Processing-Disorder-in-Children-and-Adults-English-2012.pdf>.
- Cañete, O. (2006). Desorden del Procesamiento Auditivo Central (DPAC). *Revista de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello*, 66, 263-273. doi: 10.4067/S0718-48162006000300014
- Chermak, G. D., & Musiek, F. E. (2014). Handbook of central auditory processing disorder. Vol. 2. Comprehensive intervention. San Diego: Plural Publishing.
- Cordero, A. (1997). Memoria auditiva inmediata. Madrid: TEA Ediciones.
- De la Cruz, M. V. (1999). AEI: Aptitudes en educación infantil. Madrid: TEA Ediciones.
- DeBonis, D. A. (2015). It is time to rethink central auditory processing disorder protocols for school-aged children. *American Journal of Audiology*, 24, 124-136. doi: 10.1044/2015_AJA-14-0037
- Delb, W., Strauss, D. J., Hohenberg, G., & Plinkert, P. K. (2003). The Binaural Interaction Component (BIC) in children with Central Auditory Processing Disorders (CAPDs). *International Journal of Audiology*, 42, 401-412. doi: 10.3109/14992020309080049
- Dunn, LL. M., & Pereda Marín, S. (1986). Test de vocabulario en imágenes PEABODY. Madrid: TEA Ediciones.
- Echeverría, M. S., Herrera, M. O., & Vega, M. (1987). Test de Vocabulario en Imágenes (TEVI). Santiago de Chile: Ediciones de la Universidad Concepción de Chile.
- Edwards, S., Fletcher, P., Garman, M., Hughes, A., Letts, C., & Sinka, I. (1997). Escala de desarrollo del lenguaje de Reynell III. Madrid: PSYMTEC.
- Fawcett, A. J., & Nicholson, R. I. (2012). DST-J. Test para la detección de la dislexia en niños. Madrid: TEA Ediciones.
- Fisher, L. (1976). Fisher Auditory Problem Checklist. Iowa: Cedar Rapids. Grant Woods Area Educational Agency.
- Flowers, A., Costello, M. R., & Small, V. (1970). Flowers-Costello tests of central auditory abilities. Michigan: Perceptual Learning Systems.
- García, E. M., & Yuste, J. (2007). Conceptos básicos para la educación infantil y primaria (CONCEBAS I y II). Barakaldo: Grupo ALBOR-COHS.
- Goldman, R., Fristoe, M., & Woodcock, R. W. (1970). G-F-W Diagnostic Auditory Discrimination Test. Minnesota: American Guidance Service.
- Goll, J. C., Crutch, S. J., & Warren, J. D. (2010). Central auditory disorders: Toward a neuropsychology of auditory objects. *Current Opinion in Neurology*, 23, 617-627. doi: 10.1097/WCO.0b013e32834027f6
- Gómez, P., Valero, I., Buades, R. & Pérez, A. (1995). Test de Habilidades Metalingüísticas (THM). Madrid: Instituto de Orientación Educativa EOS.
- Gotzens, M. A., & Marro, S. (2001). Prueba de valoración de la percepción auditiva. Barcelona: Masson.
- Ianiszewski, A., Urrutia, G., García, P., Quintana, M. J., & Peña, E. (2016). Elaboración y validación de una prueba de bisílabos dicóticos en español. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 36, 64-70. doi: 10.1016/j.rlfa.2015.06.003
- Jerger, S. (1987). Validation of the pediatric speech intelligibility test in children with central nervous system lesions. *Audiology*, 26, 298-311.
- Katz, J. (1962). The use of staggered spondaic words for assessing the integrity of the Central Auditory Nervous System. *Journal of Auditory Research*, 2, 327-337.
- Katz, J., & Fletcher, C. (1998). Phonemic Synthesis Test. Vancouver: Precision Acoustics.

- Katz, J., Stecker, N. A., & Henderson, D. (1992). Introduction to central auditory processing. In: J. Katz, N. A. Stecker & D. Henderson (Eds.). *Central auditory processing: A Transdisciplinary view*. (pp. 3-8). St. Louis: Mosby Year Book, Inc.
- Keith, R. W. (2000a). *Random Gap Detection Test*. St. Louis: Auditec.
- Keith, R. W. (2000b). Development and standardization of SCAN-C Test for Auditory Processing Disorders in Children. *Journal of American Academy of Audiology*, 11, 438-444.
- Kirk, S.A., McCarthy, J.J., & Kirk, W.D. (1999). *Test Illinois de Aptitudes Psicolingüísticas*. Madrid: TEA Ediciones.
- Koppitz, E. M. (1981). The Bender Gestalt and VADS test performance of learning disabled middle school pupils. *Journal of Learning Disabilities*, 14, 96-98. doi: 10.1177/002221948101400213
- López, M.J., Redón, A., Zurita, M.D. García, I., & Santamaría, J. (2002). *Exploración del Lenguaje Comprensivo y Expresivo (ELCE)*. Madrid: CEPE.
- López, S., Gallego, C., Gallo, P., Karousou, A., Mariscal, S., & Martínez, M. (2005). *Inventarios de desarrollo comunicativo MacArthur*. Madrid: TEA Ediciones.
- Masquelier, M. P. (2003). Management of auditory processing disorders. *Acta Otorhinolaryngol Belg.*, 57(4), 301-310.
- Matzker, J. (1959). Two new methods for the assessment of central auditory functions in cases of brain disease. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, 68, 1185-1197. doi: 10.1177/000348945906800420
- McCarthy, D. (1977). *MSCA, Escalas McCarthy de aptitudes y psicomotricidad para niños*. Madrid: Pearson.
- Mendoza, E., Carballo, G., Muñoz, J., & Fresneda, M. D. (2008). *CEG. Test de Comprensión de Estructuras Gramaticales*. Madrid: TEA Ediciones.
- Micallef, L. A. (2015). Auditory processing disorder (APD): Progress in diagnostics so far. A mini-review on imaging techniques. *Journal of International Advanced Otolaryngology*, 11, 257-261. doi: 10.5152/iao.2015.1009
- Monfort, M. & Juárez, A. (1989). *Registro fonológico inducido*. Madrid: CEPE.
- Moore, D. R., & Hunter, L. L. (2013). Auditory processing disorder (APD) in children: A marker of neurodevelopmental syndrome. *Hearing, Balance & Communication*, 11, 160-167. doi: 10.3109/21695717.2013.821756
- Mora, J. A. (1999). *Batería Evaluadora de las Habilidades Necesarias para el Aprendizaje de la Lectura y Escritura*. Madrid: TEA Ediciones.
- Morales, M. (2012). *Desorden del procesamiento auditivo central y lenguaje*. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario.
- Musiek, F. E., & Chermak, G. D. (2014). *Handbook of central auditory processing disorder*. Vol. 1. Diagnosis. San Diego: Plural Publishing.
- Myklebust, H. (1954). *Auditory disorders in children*. New York: Grune and Stratton.
- Parthasarathy, T. K. (2014). *An introduction to auditory processing disorders in children*. New York: Psychology Press.
- Peñaloza, Y. R., Olivares, M. R., Jiménez, S., García, F., & Pérez, S. J. (2009). Procesos centrales de la audición evaluados en español en escolares con dislexia y controles. *Pruebas de fusión binaural y de palabras filtradas. Acta Otorrinolaringológica Española*, 60, 415-421. doi: 10.1016/j.otorri.2009.06.002
- Pérez, M., & Serra, E. (1998). *Análisis del retraso del lenguaje (A-RE-L)*. Madrid: ARIEL.
- Pinheiro, M. (1977). Tests of central auditory function in children with learning disabilities. In: R. Keith (Ed.), *Central auditory dysfunction* (p 223-256). New York: Grune & Stratton.
- Puyuelo, M., Renom, J., Solanas, A., & Wiig, E. H. (2006). *Batería de Lenguaje Objetiva y Criterial (BLOC)*. Madrid: TEA Ediciones.
- Ramos, F., & Manga, D. (2006). *Luria inicial. Evaluación neuropsicológica en la edad preescolar*. Madrid: TEA Ediciones.
- Ramos, J. L., & Cuadrado, I. (2006). *Evaluación del conocimiento fonológico de tipo silábico y fonémico (PECO)*. Madrid: Instituto de Orientación Educativa EOS.
- Ramos, J. L., Cuadrado, I., & Fernández, I. (2008). *Evaluación del lenguaje oral*. Madrid: Instituto de Orientación Educativa EOS.
- Salesa, E., Perelló, E., & Bonavida, A. (2013). *Tratado de Audiología*. Barcelona: Elsevier Masson.
- Sineiro, C., Nogueira, A., Fernández, M. L., & Gómez, D. (1985). Prueba de habilidades psicolingüísticas de Illinois (I): Propiedades psicométricas de la versión castellana. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 40, 435-456.

- Smoski, W. J., Brunt, M. A., & Tannahill, J. C. (1998). Children's Auditory Performance Scale. Tampa: Educational Audiology Association.
- Speaks, C., & Jerger, J. (1965). Method for measurement of speech identification. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 37, 1205-1205. doi: 10.1121/1.1939554
- Suárez, A., Seisdedos, N., & Meara, P. (1998). Estimación del vocabulario (EVOCA). Madrid: TEA Ediciones.
- Vallés, A. (1990). Prueba de Articulación de Fonemas. PAF. Evaluación de la dislalia. Madrid: CEPE.
- Wechsler, D. (2004). WPPSI-III. Escala de Inteligencia de Wechsler para los niveles de preescolar y primaria. Madrid: Pearson.
- Wechsler, D. (2005). WISC-IV, Escala de Inteligencia de Wechsler para niños. Madrid: Pearson.
- Weihing, J., Guenette, L., Chermak, G., Brown, M., Ceruti, J., Fitzgerald, K... Musiek, F. (2015). Characteristics of pediatric performance on a test battery commonly used in the diagnosis of central auditory processing disorder. *Journal of the American Academy of Audiology*, 26, 652-669. doi: 10.3766/jaaa.14108
- Wepman, J. M., & Reynolds, W. M. (1958). Wepman Auditory Discrimination Test. Chicago: Author.
- Willeford, J. A. (1974). Central Auditory Function in Children with Learning Disabilities. Paper presented at the Annual Convention of the American Speech and Hearing Association.
- Willeford, J. A. (1977). Assessing central auditory behavior in children: A test battery approach. In: R. W. Keith (Ed.), *Central auditory dysfunction* (pp. 43-68). New York: Grune and Stratton.
- Zenker, F. J., Suárez, M., Marro, S., & Barajas, J. J. (2007). La evaluación del procesamiento auditivo central: El test de dígitos dicóticos. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 27, 74-85. doi: 10.1016/S0214-4603(07)70076-1

The Central Auditory Processing Syndrome (CAPS) new perspectives towards the evaluation of symptoms

Montserrat Díaz Rosell¹

Abstract

The study of children and adults with hearing and listening comprehension deficits that is not justified by a deficit hearing profile on the audiogram, has aroused the interest of numerous research groups in recent decades, the result of which has been the definition and compilation of evidence regarding the evaluation of Central Auditory Processing Syndrome (CAPS). In this article, a historical tour was made through the definition of the syndrome and the different instruments currently used for its diagnosis.

Keywords: central auditory processing syndrome, hearing, evaluation

¹ quieroescucharbien@gmail.com, San Lorenzo Integral Center.

Introduction

The different theoretical and practical approaches in the investigation and definition of Central Auditory Processing Syndrome (CAPS) are detailed. The first definitions came from Katz, who proposes the first definition of auditory processing syndrome or disorder as “what we do with what we hear” (Katz, Stecker & Henderson, 1992, p. 5). This definition, although it seems simplistic, hides the first solid theoretical approach. For them, auditory processing involves more than the central system and auditory perception; for this reason, they recommend the use of the term central auditory processing defined as “The serial and parallel processing of the auditory system responsible for hearing care, detection and identification of auditory signals, decoding of the neural message, as well as the storage and retrieval of information related to hearing” (Katz et al., 1992, p. 41). From this definition, the existence of normal hearing and intelligence in subjects with CAPS is inferred.

In 2005, the American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) described the auditory skills necessary to assess to indicate the presence of CAPS, these are: localization and lateralization, auditory discrimination, temporal aspects of hearing (masking, resolution, integration and temporal ordering) and auditory performance with competitive acoustic signals.

In 2010, the American Academy of Audiology (AAA) proposed that the CAPS makes reference to the difficulties found in the perceptual processing of auditory information in the central nervous system and the neurobiological activity underlying this processing that gives rise to electrophysiological auditory potentials (Goll, Crutch & Warren, 2010).

The British Society of Audiology (BSA) understands that CAPS is characterized by a poor perception of speech and non-verbal sounds with a neurological origin (2011). Difficulties in the perception and understanding of speech can have several causes, although it does not justify the existence of an auditory processing disorder. The BSA establishes three CAPS classification categories: evolutionary, acquired, and secondary (Moore & Hunter, 2013).

In 2012, the working group of the Canadian Interorganizational Steering Group for Speech Language Pathology and Audiology (CISFSLPA) published a conceptualization of CAPS from a neurobiological perspective, requiring the use of instruments for its diagnosis (Bellis & Bellis, 2015).

Despite the prevalence of the problem, around 2-7% of the population (Bellis & Bellis, 2015), a systematic approach to the diagnosis and rehabilitation of CAPS in children has only begun to be relevant in the last 40 years.

It is important to recognize that CAPS is a heterogeneous disorder and the impact of the deficit on functional abilities is unique in each subject. Therefore, the diagnosis and the intervention process must be based on the single case paradigm (Chermak & Musiek, 2014; Musiek & Chermak, 2014).

This research work is intended to show the different tests necessary to perform an assessment of the CAPS from an integrative perspective, taking into account the clinical utility and the versatility of its use in the consultation.

Method

Articles in Spanish and English published in the databases of different search engines for scientific articles such as Scopus, Researchgate or ScienceDirect were reviewed. The articles were not limited to the date of publication because the search was made from the first publications where the word CAPS or CAPD appeared up to the present.

In the databases, the keywords “auditory disorder” “evaluation of auditory disorder” or “auditory processing evaluation” were used. The criteria used for the selection of articles was that research on CAPS assessment instruments should appear in their abstract. Articles and publications of texts that offered data on the reliability and validity of the test were included, although since the CAPS assessment itself implies the single case paradigm; data from assessment instruments that lack these data are also provided.

Results

In the bibliographic search, it was found that the first lines of research that sought the definition of the CAPS were directed towards impaired hearing processes and their evaluation. For this reason, in addition to the specific auditory processing tests, data from the medical history, audiometric evaluation and neuropsychological functions were collected (American Speech Language Hearing Association [ASHA], 2005a; 2005b).

One of the first references is from 1954, by Myklebust who emphasized the need to name perceptual disorders that could not be attributed to a peripheral hearing loss. In 1956, Berry and Eisenson also identified children with these types of perceptual difficulties. The first reports of clinical evaluation of hearing dysfunction appeared in 1963 in an article by Bocca and Calero. These rudimentary tests aroused interest in functional tests that allowed identifying a lesion in a specific area of the central nervous system from auditory stimuli.

The first test widely used as a clinical measure of auditory processing, although it only evaluates the auditory discrimination process, was developed in 1958 by Wepman and Reynolds, under the name Wepman Auditory Discrimination Test.

Along the same initial line of evaluation, in 1959, Matzker described the Binaural Fusion test, Katz designed the SSW Test in 1962 and Speaks and Jerger published the Synthetic Phrase Identification Test in 1965. The lack of diagnostic sensitivity and specificity of these tests made them stop being used, although they are considered the beginning of the clinical research (Jerger, 1987).

In the 1970s, the first specific tests for children began to be developed, the Flowers Costello Test of Central Auditory Skills (Flowers, Costello & Small, 1970). At that time, the Goldman Fristoe Woodcock Hearing Discrimination Test was also published (Goldman, Fristoe & Woodcock, 1970). Katz and Fletcher (1998) developed the Phonemic Synthesis Test in 1972 and Willeford (1974) developed the Colorado Test Battery. The Willeford Test Battery (Willeford, 1977) was a first attempt to develop a complete battery of tests and later Keith (2000b) presented the SCAN-C Test for Auditory Processing Disorders in Children. At present, it is proposed that the evaluation of the CAPS is articulated in three different lines: the psychophysical evaluation, the psychometric or behavioral evaluation and the electrophysiological evaluation (Weihsing et al., 2015).

Psychophysical evaluation of central auditory processing

Dichotic listening. Both separation and binaural integration are evaluated (Ilaniszewski, Urrutia, García, Quintana, & Peña, 2016; Zenker, Suárez, Marro & Barajas, 2007). An example is the SCAN battery (Keith, 2000b), the SSI-CCM that has been adapted to Spanish (Benitez & Speaks, 1968) and the SSW tests (Katz, 1962).

Low redundancy monaural speech (auditory closure). In this category, tests of speech in noise, competitive messages, filtered speech and compressed speech are found (Chermak & Musiek, 2014; Peñalosa, Olivares, Jiménez, García, & Pérez, 2009; Salesa, Perelló & Bonavida, 2013).

Binaural interaction test. It refers to the tasks where the information perceived by both ears must interact (Masquelier, 2003).

Stimulus temporal ordering or sequencing tests. There are two tests, the Pitch Pattern Sequence (Pinheiro, 1977) and the Frequency Pattern Test (Musiek & Chermak, 2014).

Temporal resolution tests. The Random Gap Detection test (Keith, 2000a) and the Gaps in Noise test (Musiek & Chermak, 2014).

Psychometric assessment of central auditory processing

Analysis of Language Delay (A-RE-L). It can assess the state and evolution of the linguistic competence of children between 3 and 6 years old (Pérez & Serra, 1998). It does not collect statistical data.

Battery of Verbal Exploration for Learning Disorders (BEVTA). Bravo & Pinto (2007) made this test for children between 7 and 12 years old. It determines the relationship between reception and immediate retention of verbal information. It has an internal consistency between 0.30 and 0.50, reliability between 0.72 and 0.82, and validity of 0.09.

Objective and Criterial Language Battery - Revised (BLOC-R). This test assesses semantics, morphosyntax and pragmatics of the language of children between 5 and 14 years old (Puyuelo, Renom, Solanas & Wiig, 2006). This test has an internal consistency of 0.88, reliability between 0.97 and 0.98 and the validity of the 5 factors explains 60.89% of the variance.

CEG. Comprehension Test of Grammar Structures. Mendoza, Carballo, Muñoz and Fresneda (2008) designed this test that determines the level of vocabulary comprehension of children from 4 to 11 years old. The internal consistency is 0.90, the reliability between 0.779 and 0.866 and the criterion validity is 0.809.

Children's Auditory Performance Scale (CHAPPS). It is a scale designed by Smoski, Brunt and Tannahill (1998) for children between 7 and 8.11 years old and it provides information on the variations in auditory function according to environmental conditions. The reliability data ranges between 0.67 and 0.88.

Basic Concepts for Early Childhood and Primary Education (CONCEBAS I and II). It evaluates basic concepts for children between 4 and 8 years old (García & Yuste, 2007). It presents a reliability between 0.79-0.86.

DST-J. Test for the detection of dyslexia in children. (Fawcett & Nicholson, 2012). It is applied between 6.6 and 11.6 years in order to detect symptoms of dyslexia and be able to carry out the differential diagnosis of CAPS. This test has a reliability of 0.88 and a validity of 0.90.

The development of morphosyntax in the child (TSA). This test for children between 3 and 7 years old assesses stages of syntactic construction (Aguado, 2014). It does not have statistics.

The Visual and Auditory Digit Memory Test (VADS). The purpose of the test is to assess the capacity for sensory integration and immediate visual and auditory memory for children from 5.6 to 12 years old. Reliability is between 0.74 and 0.92 (Koppitz, 1981).

Reynell scale of language development III. This test aims to determine the level of comprehensive and expressive language of children between 1.6 and 7 years old. The test has a reliability between 0.75 and 0.83 and validity between 0.68 and 0.75 (Edwards et al., 1997)

Vocabulary estimation (EVOCA). This test by Suárez, Seisdedos and Meara (1998) assesses the evocation and expression of vocabulary in children between 8 and 16 years old. It does not have statistics.

Evaluation of Auditory and Phonological Discrimination (EDAF). This test aims to detect possible alterations in hearing discrimination in children between 2.8 and 7.4 years old. The reliability ranges between 0.24 and 0.84 and the construct validity is 0.01 (Branca, Alcántud, Ferrer & Quiroga, 2007).

Evaluation of Phonological Knowledge of Syllabic and Phonemic type (PECO). (Ramos & Cuadrado, 2006). It assesses the level of syllabic and phonemic phonological knowledge in 5-year-old children. It offers a reliability of 0.801.

Oral language assessment. In this test, a language assessment is performed in children between 4 and 8 years old. It has a validity of 0.80 and a reliability of 0.91 (Ramos, Cuadrado & Fernández, 2008).

Phonological evaluation of children's speech. This test performs a phonetic-phonological profile for children between 3 and 7 years old. It offers reliability data between 0.98 and 0.99 (Bosch, 2004).

MACARTHUR communication development inventories. With this test, López et al. (2005) value the acquisition of language in children between 8 and 30 months. It presents an internal consistency between 0.70 and 0.99, a reliability between 0.83 and 0.97 and a validity between 0.66 and 0.96.

Listening Inventory for Education-Revised (LIFE-R) This scale designed by Anderson, Smaldino and Spangler (2012) is a self-report for children from 8 years old and collects information on noisy situations in the classroom. It does not collect statistics.

Joint disorders, exploration, prevention, diagnosis and treatment (Borregón, 2010). This test assesses the child's phonetic and phonological disorders and makes it possible to differentiate the affected phonemes in the child. It does not collect statistics.

Initial Luria. Neuropsychological evaluation in preschool age. It studies four neuropsychological functions in children between 4 and 6 years old: language, memory, speed processing and motor skills. Besides, it assesses laterality. The internal consistency is 0.861 (Ramos & Manga, 2006).

Test Aptitudes in Early Childhood Education (AEI). Developed by De la Cruz (1999), it assesses the aptitudes of children in 2nd and 3rd grade of early childhood education. Reliability is between 0.68 and 0.90 and validity between 0.10 and 0.65.

Phoneme Articulation Test (PAF). Assessment of dyslalia. It evaluates aspects of language articulation in children between 5 and 8 years old (Vallés, 1990). It does not offer statistics.

Forward and Inverse Digits Test of the WISC-IV, Wechsler Intelligence Scale for Children. The WISC-IV Digit Test (Wechsler, 2005) essentially measures auditory short-term memory, the ability to follow a sequence in children ages 6 to 16. The reliability is between 0.80 and 0.89 and the construct validity is between 0.90 and 0.98.

Discrimination test from the Speech Delay Analysis (AREHA) Test. The objective is to assess the phonological contrasts of the language in children between 3 and 6 years old. (Aguilar & Serra, 2003). It does not offer statistical data.

Auditory perceptual discrimination test of the Comprehensive and Expressive Vocabulary Assessment (ELCE). For children between 2.6 and 9 years old; perception of sounds, rhythm, discrimination of sounds and phonetic discrimination are assessed (López, Redón, Zurita, García & Santamaría, 2002). It does not offer statistics.

General language test of the WPPSI-III, Wechsler Intelligence Scale for preschool and primary levels (Wechsler, 2004). It assesses the ability to understand verbal instructions and auditory discrimination in children from 2.6 to 7.3 years old. It has an internal consistency of 0.80-0.95, reliability of 0.90-0.98, and validity from 0.68 to 0.92.

Navarra Oral Language Test (PLON-R). It evaluates the language of a child between 2 and 6 years old (Aguinaga, Armentia, Fraile, Olangua & Uriz, 2004). The components of the test assess form, content and use of language. It has an internal consistency between 0.66 and 0.699, and reliability between 0.745 and 0.774.

Verbal memory test of words, phrases and stories of the McCarthy Scales of skills and psychomotor skills for children. This test (McCarthy, 1977) is applied to children from 2.6 to 8.6 years old. Immediate memory capacity is assessed. It presents an internal consistency between 0.77 and 0.8 and a validity of 0.81.

Evaluation Battery of Necessary Skills for Learning to Read and Write (BENHALE). This test contains two scales, the immediate logical auditory memory test and the auditory perception and discrimination test for children aged 5 and 6. These tests present reliability of 0.71 and 0.79 and a validity of 0.75 (Mora, 1999).

Auditory perception assessment test. It is an instrument that assesses the auditory perception of noises and sounds of language for children between 3.6 and 7 years old (Gotzens & Marro, 2001). This test does not provide statistical data.

Immediate Auditory Memory Test (MAI). This test developed by Cordero (1997) for children between 9 and 13 years old assesses logical memory, numerical memory or associative memory. Its reliability is 0.79; and its validity, 0.20.

Induced phonological register. This test by Monfort and Juárez (1989) includes among one of its tests the registration of the spontaneous and directed articulation of the words showed to children between 3 and 7 years old. It does not offer statistical data.

Boehm Basic Concepts Test – 3. It assesses the understanding of basic concepts in children between 4 and 7 years old (Boehm, 2012). Its reliability is 0.80-0.93; and its validity, 0.50-0.84.

Metalinguistic Skills Test (THM). It evaluates the level of metalinguistic development in children between 5 and 6 years old (Gómez, Valero, Buades & Pérez, 1995). This test has an internal consistency of 0.81; reliability, 0.95; and validity, 0.83.

Fisher hearing problems test. Designed by Fisher in 1976, it provides information on the functioning of the auditory behavior of children between the ages of 5 and 11.11. The test does not offer statistical data.

Vocabulary in Pictures Test (TEVI). It measures the comprehension of orally administered vocabulary in children between 2.6 and 17 years old (Echeverría, Herrera & Vega, 1987). It presents an internal consistency of 0.91-0.95 and a reliability of 0.96.

PEABODY picture vocabulary test. It assesses comprehensive vocabulary in children from 2 years old (Dunn & Pereda Marín, 1986). It has an internal consistency of 0.96, reliability of 0.77, and validity of 0.88.

Illinois Test of Psycholinguistic Aptitudes (ITPA). This test (Kirk, McCarthy & Kirk, 1999) evaluates children between 2.5 and 10.5 years old. The ITPA test, in a 1985 study by Sineiro, Nogueira, Fernández and Gómez, collects data on internal consistency (0.89 and 0.92) and reliability (0.62 and 0.85). The subtests of this test that assess CAPS symptoms are the following: a) listening comprehension test, b) auditory association test, c) auditory integration test, d) sound gathering test, and e) auditory sequential memory.

Electrophysiological evaluation of central auditory processing

The BIC. It is an electrophysiological test used to evaluate the central auditory competencies of interhemispheric integration. It is used as an objective measure of binaural interaction (Delb, Strauss, Hohenberg, & Plinkert, 2003).

The P300. It is an endogenous evoked potential caused by the cognitive processing of sensory stimuli. The P3a reflects attention processes originated in the frontal lobe and the P3b is related to working memory due to the activity in the central auditory regions of the cortical circuit (Chermak & Musiek, 2014; Morales, 2012; Parthasarathy, 2014).

The PEALM. These types of evoked potentials occur between 10 and 80 ms. after the starting of the sound stimulus. Some studies indicate that it can serve as an indicator in the study of the auditory pathway dysfunction. (Cañete, 2006; Micallef, 2015).

The PEATC. They represent the bioelectric activity generated in the central nervous auditory system at the level of the brain stem after the presentation of an acoustic stimulus. They are registered between 1 and 15 milliseconds after the auditory stimulus. This activity is recorded by positive and negative voltage fluctuations visible in the EEG (Cañete, 2006; Micallef, 2015).

The MMN. It is another electrophysiological measure of the CAPS. It is observed when the system identifies a change in sound or speech and it can occur without the subject having to respond to this change. The neuronal disparity mechanism that generates MMN is located in the supratemporal auditory cortex. (Chermak & Musiek, 2014; Musiek & Chermak, 2014).

Discussion

The studies that evaluate the CAPS assessment instruments are scarce and focused on a single instrument. Studies with instruments of all the modalities presented and with a large sample population are needed to be able to offer a battery of tests with quality statistical references (DeBonis, 2015).

Future guidelines are aimed at a combination of instruments in the three current lines: psychophysical, psychometric and electrophysiological with scales for children and new tools that allow obtaining data on auditory processing in children at different ages.

Referencias

Aguado, G. (2014). *Desarrollo de la morfosintaxis en el niño (TSA)*. Madrid: CEPE.

Aguilar, E. M., & Serra, M. (2003). *Análisis del retraso del habla*. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona.

Aguinaga, G., Armentia, M. L., Fraile, A., Olangua, P., & Uriz, N. (2004). *Prueba de lenguaje oral de Navarra (PLON-R)*. Madrid: TEA Ediciones.

American Academy of Audiology (2010). *Guidelines for the diagnosis, treatment, and management of children and adults with central auditory processing disorder*. Recuperado de http://audiology-web.s3.amazonaws.com/migrated/CAPD%20Guidelines%208-2010.pdf_539952_af956c79.73897613.pdf.

American Speech Language Hearing Association (2005a). *Central auditory processing disorders*. Retrieval from <http://www.asha.org/policy/TR2005-00043/>. doi: 10.1044/policy.TR2005-00043

American Speech Language Hearing Association (2005b). *(Central) auditory processing disorders –The role of the audiologist*. Recuperado de <http://www.phon.ucl.ac.uk/courses/spsci/audper/ASHA%202005%20CAPD%20statement.pdf>. doi: 10.1044/policy.PS2005-00114

Anderson, K., Smaldino, J., & Spangler, C. (2012). *Listening Inventory for Education - Revised (L.I.F.E.-R) - Teacher Appraisal of Listening Difficulty*. Recuperado de <http://successforkidswithhearingloss.com/wp-content/uploads/2011/09/Starting-School-LIFE.pdf>.

Bellis, T. J., & Bellis, J. D. (2015). *Central auditory processing disorders in children and adults*. *Handbook of Clinical Neurology*, 1(29), 537-556. doi: 10.1016/B978-0-444-62630-1.00030-5

Benitez, L., & Speaks, C.A. (1968). *A test of speech intelligibility in the Spanish language*. *International Journal of Audiology*, 7(1), 16-22. doi: 10.3109/05384916809074301

Berry, M., & Eisenson, J. (1956). *Speech disorders-Principles and practices of therapy*. Ventura: Bank of Books.

Bocca, E., & Calearo, C. (1963). *Central hearing processes*. En: J. Jerger, *Modern developments in audiology* (pp. 337-370). New York: Academic Press.

Boehm, A. E. (2012). *Test Boehm de Conceptos básicos – 3*. Madrid: Pearson.

- Borregón, S. (2010). Los trastornos de la articulación, exploración, prevención, diagnóstico y tratamiento. Madrid: CEPE.
- Bosch, L. (2004). Evaluación fonológica del habla infantil. Barcelona: Masson.
- Branca, M., Alcántud, F., Ferrer, A., & Quiroga, M. (2007). Evaluación de la Discriminación Auditiva y Fonológica. Madrid: TEA Ediciones.
- Bravo, L., & Pinto, A. (2007). Batería de exploración verbal para trastornos de aprendizaje. Santiago: Biopsique.
- British Society of Audiology (2011). Auditory processing disorder. Retrieval from http://www.thebsa.org.uk/wp-content/uploads/2014/04/BSA_APD_PositionPaper_31March11_FINAL.pdf.
- Canadian Interorganizational Steering Group for Speech Language Pathology and Audiology (2012). Canadian guidelines on auditory processing disorder in children and adults: Assessment and intervention. Retrieval from <http://sac-oac.ca/sites/default/files/resources/Canadian-Guidelines-on-Auditory-Processing-Disorder-in-Children-and-Adults-English-2012.pdf>.
- Cañete, O. (2006). Desorden del Procesamiento Auditivo Central (DPAC). *Revista de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello*, 66, 263-273. doi: 10.4067/S0718-48162006000300014
- Chermak, G. D., & Musiek, F. E. (2014). Handbook of central auditory processing disorder. Vol. 2. Comprehensive intervention. San Diego: Plural Publishing.
- Cordero, A. (1997). Memoria auditiva inmediata. Madrid: TEA Ediciones.
- De la Cruz, M. V. (1999). AEI: Aptitudes en educación infantil. Madrid: TEA Ediciones.
- DeBonis, D. A. (2015). It is time to rethink central auditory processing disorder protocols for school-aged children. *American Journal of Audiology*, 24, 124-136. doi: 10.1044/2015_AJA-14-0037
- Delb, W., Strauss, D. J., Hohenberg, G., & Plinkert, P. K. (2003). The Binaural Interaction Component (BIC) in children with Central Auditory Processing Disorders (CAPDs). *International Journal of Audiology*, 42, 401-412. doi: 10.3109/14992020309080049
- Dunn, LL. M., & Pereda Marín, S. (1986). Test de vocabulario en imágenes PEABODY. Madrid: TEA Ediciones.
- Echeverría, M. S., Herrera, M. O., & Vega, M. (1987). Test de Vocabulario en Imágenes (TEVI). Santiago de Chile: Ediciones de la Universidad Concepción de Chile.
- Edwards, S., Fletcher, P., Garman, M., Hughes, A., Letts, C., & Sinka, I. (1997). Escala de desarrollo del lenguaje de Reynell III. Madrid: PSYMTEC.
- Fawcett, A. J., & Nicholson, R. I. (2012). DST-J. Test para la detección de la dislexia en niños. Madrid: TEA Ediciones.
- Fisher, L. (1976). Fisher Auditory Problem Checklist. Iowa: Cedar Rapids. Grant Woods Area Educational Agency.
- Flowers, A., Costello, M. R., & Small, V. (1970). Flowers-Costello tests of central auditory abilities. Michigan: Perceptual Learning Systems.
- García, E. M., & Yuste, J. (2007). Conceptos básicos para la educación infantil y primaria (CONCEBAS I y II). Barakaldo: Grupo ALBOR-COHS.
- Goldman, R., Fristoe, M., & Woodcock, R. W. (1970). G-F-W Diagnostic Auditory Discrimination Test. Minnesota: American Guidance Service.
- Goll, J. C., Crutch, S. J., & Warren, J. D. (2010). Central auditory disorders: Toward a neuropsychology of auditory objects. *Current Opinion in Neurology*, 23, 617-627. doi: 10.1097/WCO.0b013e32834027f6
- Gómez, P., Valero, I., Buades, R. & Pérez, A. (1995). Test de Habilidades Metalingüísticas (THM). Madrid: Instituto de Orientación Educativa EOS.
- Gotzens, M. A., & Marro, S. (2001). Prueba de valoración de la percepción auditiva. Barcelona: Masson.
- Ianiszewski, A., Urrutia, G., García, P., Quintana, M. J., & Peña, E. (2016). Elaboración y validación de una prueba de bisílabos dicóticos en español. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 36, 64-70. doi: 10.1016/j.rlfa.2015.06.003
- Jerger, S. (1987). Validation of the pediatric speech intelligibility test in children with central nervous system lesions. *Audiology*, 26, 298-311.
- Katz, J. (1962). The use of staggered spondaic words for assessing the integrity of the Central Auditory Nervous System. *Journal of Auditory Research*, 2, 327-337.
- Katz, J., & Fletcher, C. (1998). Phonemic Synthesis Test. Vancouver: Precision Acoustics.

- Katz, J., Stecker, N. A., & Henderson, D. (1992). Introduction to central auditory processing. In: J. Katz, N. A. Stecker & D. Henderson (Eds.). *Central auditory processing: A Transdisciplinary view*. (pp. 3-8). St. Louis: Mosby Year Book, Inc.
- Keith, R. W. (2000a). *Random Gap Detection Test*. St. Louis: Auditec.
- Keith, R. W. (2000b). Development and standardization of SCAN-C Test for Auditory Processing Disorders in Children. *Journal of American Academy of Audiology*, 11, 438-444.
- Kirk, S.A., McCarthy, J.J., & Kirk, W.D. (1999). *Test Illinois de Aptitudes Psicolingüísticas*. Madrid: TEA Ediciones.
- Koppitz, E. M. (1981). The Bender Gestalt and VADS test performance of learning disabled middle school pupils. *Journal of Learning Disabilities*, 14, 96-98. doi: 10.1177/002221948101400213
- López, M.J., Redón, A., Zurita, M.D. García, I., & Santamaría, J. (2002). *Exploración del Lenguaje Comprensivo y Expresivo (ELCE)*. Madrid: CEPE.
- López, S., Gallego, C., Gallo, P., Karousou, A., Mariscal, S., & Martínez, M. (2005). *Inventarios de desarrollo comunicativo MacArthur*. Madrid: TEA Ediciones.
- Masquelier, M. P. (2003). Management of auditory processing disorders. *Acta Otorhinolaryngol Belg.*, 57(4), 301-310.
- Matzker, J. (1959). Two new methods for the assessment of central auditory functions in cases of brain disease. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, 68, 1185-1197. doi: 10.1177/000348945906800420
- McCarthy, D. (1977). *MSCA, Escalas McCarthy de aptitudes y psicomotricidad para niños*. Madrid: Pearson.
- Mendoza, E., Carballo, G., Muñoz, J., & Fresneda, M. D. (2008). *CEG. Test de Comprensión de Estructuras Gramaticales*. Madrid: TEA Ediciones.
- Micallef, L. A. (2015). Auditory processing disorder (APD): Progress in diagnostics so far. A mini-review on imaging techniques. *Journal of International Advanced Otolaryngology*, 11, 257-261. doi: 10.5152/iao.2015.1009
- Monfort, M. & Juárez, A. (1989). *Registro fonológico inducido*. Madrid: CEPE.
- Moore, D. R., & Hunter, L. L. (2013). Auditory processing disorder (APD) in children: A marker of neurodevelopmental syndrome. *Hearing, Balance & Communication*, 11, 160-167. doi: 10.3109/21695717.2013.821756
- Mora, J. A. (1999). *Batería Evaluadora de las Habilidades Necesarias para el Aprendizaje de la Lectura y Escritura*. Madrid: TEA Ediciones.
- Morales, M. (2012). *Desorden del procesamiento auditivo central y lenguaje*. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario.
- Musiek, F. E., & Chermak, G. D. (2014). *Handbook of central auditory processing disorder*. Vol. 1. *Diagnosis*. San Diego: Plural Publishing.
- Myklebust, H. (1954). *Auditory disorders in children*. New York: Grune and Stratton.
- Parthasarathy, T. K. (2014). *An introduction to auditory processing disorders in children*. New York: Psychology Press.
- Peñaloza, Y. R., Olivares, M. R., Jiménez, S., García, F., & Pérez, S. J. (2009). Procesos centrales de la audición evaluados en español en escolares con dislexia y controles. *Pruebas de fusión binaural y de palabras filtradas. Acta Otorrinolaringológica Española*, 60, 415-421. doi: 10.1016/j.otorri.2009.06.002
- Pérez, M., & Serra, E. (1998). *Análisis del retraso del lenguaje (A-RE-L)*. Madrid: ARIEL.
- Pinheiro, M. (1977). Tests of central auditory function in children with learning disabilities. In: R. Keith (Ed.), *Central auditory dysfunction* (p 223-256). New York: Grune & Stratton.
- Puyuelo, M., Renom, J., Solanas, A., & Wiig, E. H. (2006). *Batería de Lenguaje Objetiva y Criterial (BLOC)*. Madrid: TEA Ediciones.
- Ramos, F., & Manga, D. (2006). *Luria inicial. Evaluación neuropsicológica en la edad preescolar*. Madrid: TEA Ediciones.
- Ramos, J. L., & Cuadrado, I. (2006). *Evaluación del conocimiento fonológico de tipo silábico y fonémico (PECO)*. Madrid: Instituto de Orientación Educativa EOS.
- Ramos, J. L., Cuadrado, I., & Fernández, I. (2008). *Evaluación del lenguaje oral*. Madrid: Instituto de Orientación Educativa EOS.
- Salesa, E., Perelló, E., & Bonavida, A. (2013). *Tratado de Audiología*. Barcelona: Elsevier Masson.
- Sineiro, C., Nogueira, A., Fernández, M. L., & Gómez, D. (1985). Prueba de habilidades psicolingüísticas de Illinois (I): Propiedades psicométricas de la versión castellana. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 40, 435-456.

- Smoski, W. J., Brunt, M. A., & Tannahill, J. C. (1998). Children's Auditory Performance Scale. Tampa: Educational Audiology Association.
- Speaks, C., & Jerger, J. (1965). Method for measurement of speech identification. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 37, 1205-1205. doi: 10.1121/1.1939554
- Suárez, A., Seisdedos, N., & Meara, P. (1998). Estimación del vocabulario (EVOCA). Madrid: TEA Ediciones.
- Vallés, A. (1990). Prueba de Articulación de Fonemas. PAF. Evaluación de la dislalia. Madrid: CEPE.
- Wechsler, D. (2004). WPPSI-III. Escala de Inteligencia de Wechsler para los niveles de preescolar y primaria. Madrid: Pearson.
- Wechsler, D. (2005). WISC-IV, Escala de Inteligencia de Wechsler para niños. Madrid: Pearson.
- Weihing, J., Guenette, L., Chermak, G., Brown, M., Ceruti, J., Fitzgerald, K... Musiek, F. (2015). Characteristics of pediatric performance on a test battery commonly used in the diagnosis of central auditory processing disorder. *Journal of the American Academy of Audiology*, 26, 652-669. doi: 10.3766/jaaa.14108
- Wepman, J. M., & Reynolds, W. M. (1958). Wepman Auditory Discrimination Test. Chicago: Author.
- Willeford, J. A. (1974). Central Auditory Function in Children with Learning Disabilities. Paper presented at the Annual Convention of the American Speech and Hearing Association.
- Willeford, J. A. (1977). Assessing central auditory behavior in children: A test battery approach. In: R. W. Keith (Ed.), *Central auditory dysfunction* (pp. 43-68). New York: Grune and Stratton.
- Zenker, F. J., Suárez, M., Marro, S., & Barajas, J. J. (2007). La evaluación del procesamiento auditivo central: El test de dígitos dicóticos. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 27, 74-85. doi: 10.1016/S0214-4603(07)70076-1