

D. Hernández Barros¹
M. C. Pérez-Abalo¹
R. M. Morgades Fonte³
V. Reigosa Crespo¹
L. Galán García²
E. Santos Febles¹

Estudio de la negatividad de discrepancia auditiva en dos subtipos de niños con dislexia del desarrollo

¹ Departamento de Audición y Lenguaje. Centro de Neurociencias de Cuba

² Departamento de Neurofísica. Centro de Neurociencias de Cuba

³ Laboratorio de Neurofisiología Escuela Especial «Paquito Rosales»

Resumen

La caracterización neuropsicológica de subtipos en la dislexia del desarrollo contradice la idea de la existencia de un mecanismo cognitivo único que se encuentra dañado en esta entidad. Los potenciales relacionados con eventos permiten ubicar la disfunción subyacente dentro de la secuencia temporal de etapas de procesamiento implicadas en la lectura. El objetivo de este trabajo fue evaluar mediante la negatividad de discrepancia auditiva (MMN) el procesamiento perceptual auditivo de tonos puros en dos subtipos de dislexia del desarrollo. Se estudiaron 14 niños disléxicos y siete controles sanos. Mediante una tarea de lectura de palabras y pseudopalabras, se pudo dividir el grupo de disléxicos en los subtipos fonológico y superficial. Se registró la MMN en los sujetos estudiados, utilizando el paradigma clásico de discriminación auditiva entre tonos puros de 1.000 y 1.200 Hz presentados secuencialmente con una probabilidad relativa de 0,15 y 0,85 respectivamente. Se obtuvo MMN para el grupo control y el de disléxicos superficiales. En el grupo de disléxicos fonológicos no aparece este potencial. Las diferencias encontradas en los perfiles electrofisiológicos de los dos subtipos de dislexia del desarrollo, contradicen la idea de un mecanismo cognitivo único dañado como base de este trastorno. La mayor afectación en la amplitud del componente MMN encontrada en los disléxicos fonológicos sugiere una dificultad subyacente más generalizada del procesamiento auditivo central.

Palabras clave: Dislexia, negatividad de discrepancia auditiva, subtipos, PRE, procesamiento fonológico, procesamiento visual

Correspondencia: Luis Valero Aguayo
Departamento de Personalidad,
Evaluación y Tratamientos Psicológicos
Facultad de Psicología, Campus Teatinos,
29071 Málaga
Correo electrónico: lvalero@uma.es

The Mismatch Negativity ERP in two subtypes of children with developmental dyslexia

Neuropsychological characterization of subtypes in developmental dyslexia contradicts the idea of the existence of a unique cognitive mechanism damaged in this entity. The linguistic components of evoked related potentials (ERP) provide a functional window to find the underlying dysfunction within a temporal sequence of processing stages related with reading. The aim of this study was to evaluate with the mismatch negativity (MMN) in two subtypes of developmental dyslexia. Fourteen dyslexic children and seven siblings were examined. Using a words and pseudowords reading task, the dyslexic group was divided into two subtypes, phonologic or surface dyslexics respectively. A mismatch negativity (MMN) was measured in all this subjects, using the classical paradigm of auditory discrimination of pure tones (1.000 and 1.200 Hz) presented sequentially with a relative probability of 0.15 y 0.85 and 600 ms of interstimulus interval. An MMN was obtained to both, control subjects and the surface deficit group. Dyslexics with phonological deficit haven't got this component. Differences in electrophysiological patterns of these two subtypes of developmental dyslexia, contradict the idea of a unique cognitive mechanism damaged in this impairment. The highest differences in the amplitude in MMN found in the phonologic dyslexics suggest a more generalized underlying difficulty in central auditory processing.

Key words: Dyslexia, ERP, Mismatch Negativity (MMN), phonological processing, subtypes, visual processing

Introducción

Se ha estimado que del 3 al 10 % de los niños presentan problemas en las habilidades de lectura (dislexia del desarrollo) a pesar de tener una inteligencia normal, ausencia de déficit sensoriales obvios y la disponibilidad de recursos educacionales y socioeconómicos adecuados (Snowling, 2001). Esta dificultad del aprendizaje causa con frecuencia retardo en el desarrollo cognitivo y está relacionada también con problemas motivacionales y de baja autoestima, afectando la vida entera de los individuos que padecen este trastorno.

Para muchos autores los problemas en el aprendizaje de la lectura no tienen una explicación única, y defienden, por ello, la existencia de diversos subtipos, como los disfonéticos y disidéticos identificados por Elena Boder (1973), los disléxicos lingüísticos y perceptivos de Bakker (1992) y los lexicales y no lexicales de Just y Carpenter (1980).

Una de las clasificaciones más estudiadas es la de los disléxicos «fonológicos» y «superficiales» (Castles y Coltheart, 1993; Manis, Seidenberg, Doi, McBride-Chang y Petersen, 1996; Stanovich, Siegel y Gottardo, 1997), descritos a partir de la teoría de la doble ruta de la lectura (Carr y Pollatsek, 1985). Esta teoría postula la existencia de dos rutas de acceso al léxico. Una mediada por la fonología sublexical y otra por una representación ortográfica directa. El daño en una de estas rutas condicionaría, entonces, la presencia de uno de estos subtipos. Los disléxicos fonológicos, por tanto, poseen un déficit fonológico en la decodificación de la palabra escrita, mientras que los superficiales muestran un déficit visuosemántico al encontrarse dañada la ruta directa de acceso al léxico.

Los estudios resultantes de estos subtipos, no han alcanzado un consenso sobre las bases neurales subyacentes a las afectaciones encontradas en los sujetos disléxicos dando lugar a diferentes explicaciones. Las teorías más ampliamente aceptadas son la teoría del procesamiento fonológico (Habib, 2000), la teoría visual (Galaburda, 1994), y la teoría del procesamiento temporal (Tallal, 1980).

La naturaleza fonológica del déficit lector se encuentra al nivel de representación de los fonemas. El daño se encuentra en la habilidad para manipular de manera abstracta los sonidos que constituyen el lenguaje oral. En tareas que requieren el procesamiento de diferencias sutiles entre fonemas que son acústicamente similares, se ha encontrado que los sujetos disléxicos tienen más dificultades que controles pareados por edad cronológica o edad de lectura (Habib, 2000).

Estudios clínicos han reportado que los sujetos disléxicos cometen errores que obedecen más a mecanismos del dominio de la percepción visual que de las leyes estrictamente fonéticas. Este es el pensamiento básico de la segunda teoría que se basa en un posible trastorno del sistema magnocelular de la vía visual, el cual posee una alta sensibilidad al movimiento y a los cambios rápidos en los estímulos (Galaburda, 1994).

La teoría del procesamiento temporal sugiere que el déficit en la dislexia del desarrollo consiste en la incapacidad del cerebro de estos pacientes para procesar estímulos sucesivos rápidamente cambiantes como la transición de formantes que tiene lugar en el lenguaje humano y cuya duración es de decenas de milisegundos (Tallal y Piercy, 1973). La reducción de la velocidad del procesamiento que postula esta teoría no es específica del lenguaje y no es dependiente de la modalidad pues ha sido demostrado también usando tareas visuales y motoras (Tallal, Stark y Mellits, 1985).

Todas estas teorías apoyan la idea de la existencia de un mecanismo cognitivo básico que se encuentra dañado provocando las manifestaciones encontradas en la dislexia del desarrollo.

Para estudiar estos trastornos existen diferentes técnicas de exploración neuropsicológica. Dentro de las más usadas están las electrofisiológicas que constituyen un indicador funcional para evaluar la secuencia temporal de eventos implicados en el proceso de lectura. Además, los potenciales relacionados a eventos (PRE) constituyen una alternativa para evaluar el substrato neural de los procesos mentales relacionados con la lectura y la percepción sensorial. Los PRE lingüísticos han sido ampliamente utilizados en el estudio de las bases neurales en la dislexia del desarrollo (Schulte-Korne, Deimel, Bartling y Remschmidt, 2004; Csepe, Szucs y Honbolygo, 2003; Lovrich, Cheng y Velting, 2003).

Otro componente de los PRE que ha sido utilizado para estudiar las bases neurales del déficit lector es la negatividad de discrepancia auditiva, llamado en inglés *Mismatch Negativity* (MMN) (Naatanen, Gaillard y Mantysalo, 1978). La MMN es una negatividad asociada a desequilibrios o disparidades con respecto a patrones repetitivos. Es de particular interés porque refleja la habilidad del cerebro para discriminar pequeñas diferencias en los estímulos. La técnica de obtención de la MMN consiste en la presentación de una serie de estímulos acústicos repetitivos (estándar) entre los que aparece al azar un estímulo que difiere de los anteriores en alguna de sus propiedades físicas (desviado). Su pico máximo aparece entre los 100 y los 250 ms desde el comienzo del cambio

(Naatanen, 1992). Puede ser obtenida en ausencia de atención y es una medida del procesamiento auditivo central, lo cual hace muy adecuada su aplicación en niños con trastornos de lectura.

No existe consenso entre los estudios realizados que utilizan este componente para evaluar la afectación neural subyacente en la dislexia del desarrollo. Algunos encuentran una afectación tonal en estos pacientes (Baldeweg, Richardson, Watkins, Foale y Gruzelier, 1999; Kujala, Myllyviita, Tervaniemi, Alho, Kallio y Naatanen, 2000; Reed 1989), mientras que otros no reportan diferencias al compararlos con controles sanos (Schulte-Korne, Deimel, Bartling y Remschmidt, 2001; Schulte-Korne, Deimel, Bartling y Remschmidt, 1998; Alonso-Bua, Díaz y Ferraces, 2006). Otros autores reportan la presencia de este potencial en pacientes disléxicos ante la discriminación de frecuencias, pero identifican diferencias con los controles como disminución de la amplitud (Kujala, Belitz, Tervaniemi y Naatanen, 2003; Schulte-Korne, Deimel, Bartling y Remschmidt, 1999). En todos estos trabajos se aborda el estudio de la dislexia del desarrollo como una entidad homogénea sin hacer distinción por subtipos, es posible que este hecho pueda estar influyendo en las diferencias encontradas. Por tanto, se hace necesario estudiar esta respuesta evocada en los subtipos descritos en la dislexia del desarrollo.

En este estudio, la MMN fue utilizada con el fin de localizar el daño subyacente en los subtipos fonológicos y superficiales descritos en la dislexia del desarrollo (Boder, 1973; Bakker, 1992; Just y Carpenter, 1980) en un nivel temprano de la secuencia de procesos implicados en la lectura de los ya explorados con otros PRE. De ser encontrado un déficit selectivo en alguno de estos subtipos con este potencial en el procesamiento neural de tonos puros permitiría continuar diferenciándolos electrofisiológicamente, además de ubicar el daño subyacente en el procesamiento perceptual auditivo que antecede al procesamiento fonológico y semántico del lenguaje.

Material y métodos

Se realizó una evaluación neuropsicológica de 14 sujetos disléxicos que presentaron más de dos años de retraso en la lectura ($7,95 \pm 0,46$ años) en comparación con su edad cronológica ($10,61 \pm 0,83$), al ser evaluados con el sistema automatizado de (batería de la lectura) (BTL) (Neuronic S.A.) (Reigosa, Pérez-Abalo, Manzano y Antelo, 1994).

Todos los sujetos presentaban un coeficiente de inteligencia normal (superior a 90) en la Escala de Inteligencia de Weschler para niños (WISC) y una audición normal lo cual se comprobó mediante audiometría tonal con el equipo Audix (Neuronic S.A.). Así mismo en el examen oftalmológico se descartó cualquier tipo de deficiencia visual y/o trastornos de refracción no corregidos. Todos los sujetos asistían a la misma escuela en Ciudad de la Habana donde recibían instrucción normal desde su ingreso a la misma a la edad de 6 años.

Se aplicó una tarea de lectura de palabras y seudopalabras, prueba incluida en la BTL, para determinar la estrategia de decodificación de la palabra escrita en los niños disléxicos. Esta tarea consiste en la presentación de 60 palabras y 30 seudopalabras para su lectura. Se calculan la proporción de errores cometidos y el tiempo de lectura que son comparados con datos normativos para la población de niños cubanos (Reigosa y cols., 1994).

La figura 1 muestra los subtipos obtenidos al comparar el tiempo de lectura y los errores cometidos al

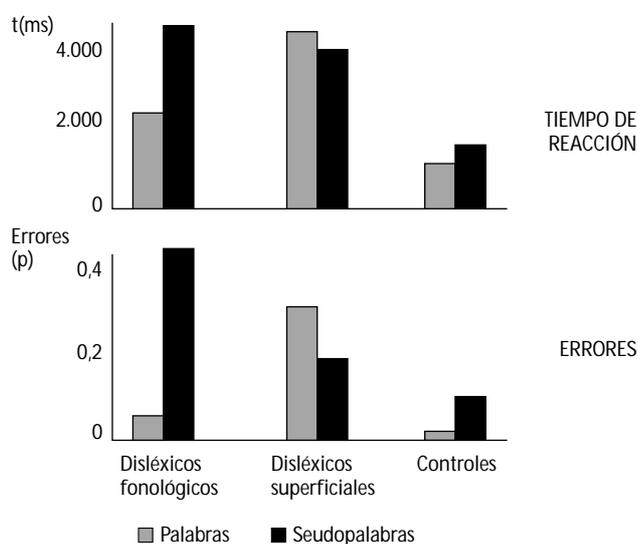


Figura 1

Diferencias entre los subtipos de dislexia del desarrollo en cuanto al tiempo que demoran y errores que se cometen al leer palabras y seudopalabras. La mitad superior de la figura muestra la gráfica que mide el tiempo de reacción en la lectura, las barras negras representan las seudopalabras y las grises las palabras. En la mitad inferior se observa la proporción de errores que se cometen al leer las palabras y las seudopalabras.

leer palabras y pseudopalabras. Se clasificó correctamente al 100 % del grupo de disléxicos en un subtipo u otro. El primer grupo, beneficia la lectura de las palabras de las pseudopalabras, por tanto, posee un déficit fonológico y utiliza una estrategia visuosemántica para decodificar la palabra escrita. En el segundo grupo, los sujetos leen por igual las palabras y las pseudopalabras mostrando un déficit visuosemántico y una estrategia fonológica de decodificación de la palabra escrita:

- Niños disléxicos fonológicos: $n = 5$, edad cronológica entre $(10,65 \pm 0,88)$
- Niños disléxicos superficiales: $n = 9$, edad cronológica entre $(10,60 \pm 0,86)$

Se comparó la ejecución de los niños disléxicos con la de los siete controles sanos pareados por edad cronológica $(10,66 \pm 0,51)$ y coeficiente de inteligencia, que asistían a la misma escuela primaria que los disléxicos. Estos presentaron menos de dos años de retraso en la lectura $(8,90 \pm 0,97)$ con el sistema automatizado BTL y un coeficiente de inteligencia normal (superior a 90) en la WISC.

Existe homogeneidad entre los grupos estudiados en los coeficientes de inteligencia. Esto se evaluó mediante el test no paramétrico de U Mann-Whitney donde se comprueba que no hubo diferencias significativas entre controles y disléxicos en el coeficiente de inteligencia total ni por escalas [CI total: $U(12,5) = -1,09, p < 0,27$] [CI verbal: $U(14) = -0,87, p < 0,37$] [CI ejecutivo: $U(16,5) = -0,51, p < 0,60$].

Evaluación electrofisiológica

La actividad eléctrica cerebral se registró con electrodos de superficie AgCl/Cl, colocados y fijados con pasta conductora sobre la superficie del cuero cabelludo de acuerdo al sistema internacional 10–20. Se garantizó una impedancia de los electrodos por debajo de los 5 K Ω .

Se registró la MMN con los sujetos sentados cómodamente en una silla reclinable en una habitación con bajos niveles de ruido. Se les pidió que atendieran a un vídeo silente mientras se les estimulaba bilateralmente mediante audífonos. Los estímulos eran tonos puros de 1.000 y 1.200 Hz con una duración de 30 ms y tiempo de subida y caída de 10 ms. La ventana de análisis utilizada en este caso fue de 500 ms con 100 ms de período preestímulo. La probabilidad del estímulo estándar en ambas condiciones fue de

85 % y la del desviado de 15 %. Se utilizó un intervalo interestímulo de 600 ms.

Los registros fueron realizados con un equipo Medicid 3E (Neuronic S.A.) acoplado con el estimulador psicofisiológico MIND TRACER (Neuronic S. A.). El EEG se registró con filtros entre 0,5 y 300 Hz, con una ganancia de 10.000.

El componente MMN se determinó a partir de la promediación de ventanas de EEG seleccionadas, evitando la presencia de artefactos para cada sujeto individualmente. También se eliminaron las ventanas correspondientes a los estímulos estándar que siguen al estímulo desviado. Todos los potenciales fueron corregidos por la línea de base. Un gran promedio fue calculado sobre todos los sujetos. Se utilizaron para el estudio las derivaciones frontocentrales (Fz, F3, F4, Cz, C3 y C4) y electrodos posteriores situados por debajo de la cisura de Silvio (Pz, O1 y O2) para comprobar la inversión de la polaridad de la MMN. Los valores de amplitud de los componentes se midieron desde la línea de base al pico en μV . La latencia se determinó midiendo el tiempo transcurrido entre el comienzo del cambio y la aparición del componente (en ms).

Para el análisis estadístico se utilizó el test de permutaciones punto a punto usando el estadígrafo t de Student (Galán, Biscay, Rodríguez, Pérez-Abalo y Rodríguez, 1997). Teniendo en cuenta que estos datos no cumplen con los parámetros de normalidad por el reducido tamaño muestral de cada grupo se utilizó además el test no paramétrico U Mann-Whitney para evaluar posibles diferencias entre los valores de latencia y amplitud de los componentes N100 y MMN. Se analizó también a través del coeficiente de correlación de Pearson y la variación conjunta de la amplitud de la MMN con datos conductuales de la prueba de lectura de palabras.

La variación del procesamiento fonológico (total de errores en pseudopalabras menos palabras) a través de los grupos estudiados se analizó con el test de ANOVA. El test de Tukey HSD se empleó para determinar entre qué grupos y a favor de quién aparecen las diferencias.

Resultados

De manera conductual hemos comprobado la existencia de los subtipos antes descritos en los sujetos disléxicos. Además, es posible observar que el grupo de disléxicos fonológicos presentó un patrón similar en la tarea de palabras y pseudopalabras al mostrado por los controles sanos, demorando menos

tiempo y cometiendo menor cantidad de errores en la lectura de las palabras que los disléxicos superficiales. La diferencia radicó en la ausencia de retraso lector para el grupo control.

Demostrada la diferencia conductual entre estos subtipos se hizo necesario diferenciarlos electrofisiológicamente. Seguidamente, se analizó si existen diferencias en el componente MMN entre los disléxicos como grupo y los controles sanos. El gran promedio en la derivación Cz de los grupos de sujetos controles y disléxicos se muestra en la figura 2. En primer lugar, se observa una gran negatividad tanto en el estímulo estándar como en el desviado a los 198 ms en ambos grupos, esta primera negatividad se corresponde con el componente N100. En segundo lugar, se observa otra negatividad más pequeña en amplitud a los 272 ms sólo ante el estímulo desviado en los con-

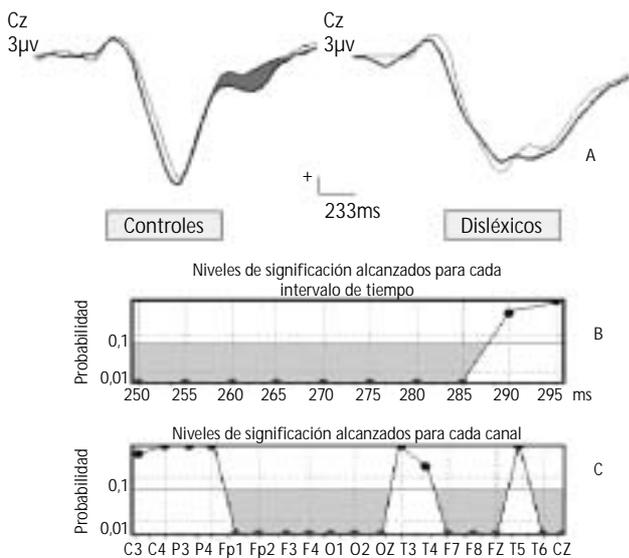


Figura 2 (A, B y C)

A: Gran promedio en la derivación Cz de los grupos de sujetos controles y disléxicos. El trazo grueso corresponde a la respuesta al estímulo desviado y el trazo fino a la respuesta al estímulo estándar. El área sombreada en el grupo de controles representa el componente MMN. B: Resultados del test de permutaciones punto a punto entre disléxicos y controles para el intervalo de tiempo de 250 a 295 ms. C: Test de permutaciones punto a punto entre disléxicos y controles para un grupo de derivaciones electroencefalográficas. Las zonas sombreadas representan el área de significación estadística.

troles. En el grupo de sujetos disléxicos no se aprecia el componente MMN. La mitad inferior de la figura expone los resultados del test de permutaciones punto a punto para el intervalo de 250–295 ms entre disléxicos y controles. Los dos grupos se diferenciaron significativamente ($p < 0,00$) en las derivaciones frontocentrales, se comprobó así la existencia del componente MMN en este intervalo de latencia y para las derivaciones mostradas en el grupo control.

El grupo de disléxicos fue dividido posteriormente en los subtipos obtenidos conductualmente. Se comparó el componente MMN obtenido para ambos subtipos de sujetos disléxicos y para los controles sanos. La figura 3 muestra los potenciales diferenciales (desviado-estándar) superpuestos de estos tres grupos para las derivaciones frontocentrales y los sitios posteriores. Se observa en todas las derivaciones una primera negatividad a los 198 ms que representa la N100. En las derivaciones frontocentrales se aprecia una segunda negatividad (MMN) a los 272 ms para

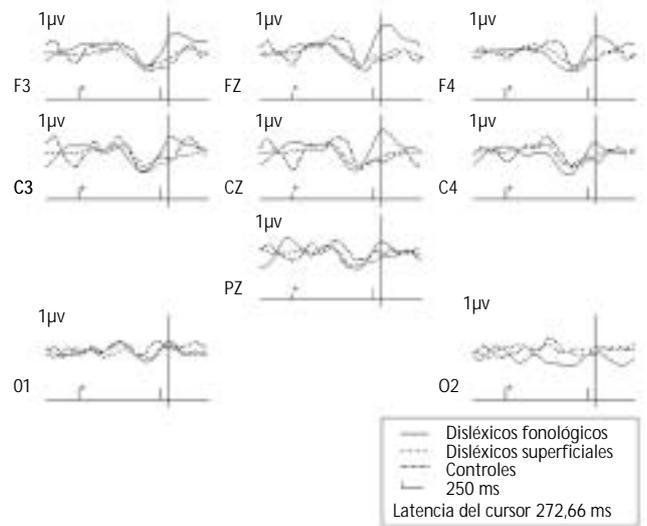


Figura 3

Potenciales diferenciales (desviación estándar) superpuestos de ambos grupos de disléxicos y controles en las derivaciones frontocentrales y los sitios posteriores. En cada gráfica se representan tres grupos diferentes, los dos subtipos de sujetos disléxicos y el grupo de controles. El trazo continuo representa el subtipo de disléxicos con déficit fonológico. El trazo de líneas discontinuas corresponde al subtipo de disléxicos con déficit visuo-semántico y la línea de puntos pertenece al grupo de controles sanos.

los controles y los disléxicos superficiales que invierte su polaridad en las derivaciones posteriores. En el grupo de los disléxicos fonológicos no se observa el componente MMN. Estos hechos se comprobaron estadísticamente comparando los valores de latencia y amplitud de ambas negatividades (N1 y MMN) en la derivación Cz con el test no paramétrico U Mann-Whitney. No se obtuvieron diferencias significativas para el componente N1 ni en latencia [U(40) = 0,16, $p < 0,86$], ni en amplitud [U(35) = 0,57, $p < 0,56$]. Tampoco hubo cambios significativos en la latencia de la MMN [U(40) = 0,16, $p < 0,86$]. Sin embargo sí se evidenciaron diferencias significativas en la amplitud del componente MMN tanto entre disléxicos y controles [U(18) = -1,98, $p < 0,04$] como al comparar ambos subtipos de disléxicos entre sí [U(1) = 2,86, $p < 0,004$]. La negatividad de discrepancia auditiva MMN resultó de menor amplitud en disléxicos al compararla con los normales. Así mismo al comparar los dos subtipos de disléxicos entre sí la amplitud de MMN fue significativamente mayor en los disléxicos superficiales.

La figura 4 muestra los mapas del porcentaje de variación con respecto al máximo de la negatividad para la MMN en ambos subtipos de sujetos disléxicos. Es posible observar las diferencias entre ellos y la distribución frontocentral de la negatividad en el grupo de disléxicos superficiales.

Seguidamente, se comprobó la variación conjunta de los datos conductuales y las variables electrofisiológicas obtenidos en los tres grupos estudiados (fig. 5). Para esto se calculó la correlación de la amplitud del

componente MMN (eje X) con el procesamiento fonológico (total de errores de las pseudopalabras menos el de las palabras) obtenido de las pruebas conductuales (eje Y) en los tres grupos estudiados (eje Z). En la figura se representa el grupo de sujetos buenos lectores en la parte superior de la gráfica con las mayores diferencias entre palabras y pseudopalabras y los mayores valores de amplitud de la MMN. Seguidamente se simbolizó al grupo de disléxicos superficiales en una posición intermedia con relativamente menores valores de amplitud de la MMN que los controles sanos. En este subtipo, la mayoría de los niños mostraron valores negativos en el procesamiento fonológico de las palabras. Finalmente, el grupo de disléxicos fonológicos tuvo los menores valores de amplitud de la MMN correspondientes a la ausencia del potencial y ventaja lexical muy parecida a la de los buenos lectores, favoreciendo la lectura de las palabras sobre las pseudopalabras.

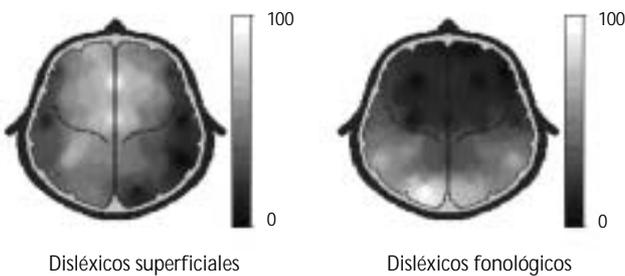


Figura 4

Mapas del porcentaje de variación con respecto al máximo de la negatividad para la MMN en ambos subtipos de sujetos disléxicos. En el subtipo con déficit visuosemántico las regiones de color claro (mayor energía) en las áreas frontocentrales se corresponden con el componente MMN. Obsérvese la ausencia de este patrón en el subtipo con déficit fonológico.

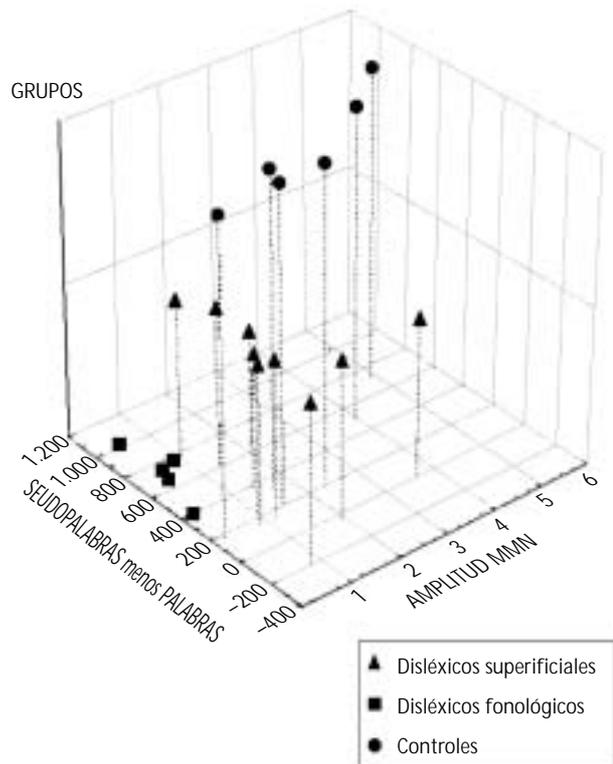


Figura 5

Gráfica que correlaciona la amplitud del componente MMN (eje X) con el procesamiento fonológico (total de errores de las pseudopalabras menos el de las palabras) obtenido de las pruebas conductuales (eje Y) en los tres grupos estudiados (eje Z).

Los resultados significativos obtenidos en el análisis de la variación del procesamiento fonológico a través de los grupos reforzaron los hallazgos mostrados en la figura 5 ($F(2,19) = 8,88, p = 0,0018$). Las comparaciones planificadas con el test de Tukey HSD revelaron diferencias significativas entre los grupos de disléxicos fonológicos y superficiales ($p = 0,019$) y entre el grupo de disléxicos superficiales y los controles sanos ($p = 0,01$). No se obtuvieron resultados significativos entre el grupo de disléxicos fonológicos y los controles sanos al presentar ambos patrones de lectura similares.

Igualmente se analizó la variación de la amplitud del componente MMN a través de los grupos estudiados y se obtuvieron resultados significativos ($F(2,17) = 4,023, p = 0,03$) entre los grupos de disléxicos con déficit fonológico y los controles sanos ($p = 0,02$). Estos resultados apoyan los hallazgos electrofisiológicos de ausencia del componente MMN en los disléxicos con déficit fonológico y los valores de mayor amplitud para los controles sanos.

Discusión

Los resultados de este trabajo han demostrado que podemos diferenciar electrofisiológicamente dos subtipos de pacientes con dislexia del desarrollo. Además, nos han permitido comprobar la existencia de un daño en el procesamiento perceptual auditivo temprano de uno de estos subtipos.

El PRE registrado en este estudio cumple con los controles establecidos por el grupo de Naatanen y colaboradores para la identificación de este componente (Naatanen, 1992). Aparece solamente en la respuesta al estímulo desviado, inmediatamente después de la aparición de la N1. Además, se comprobó en todos los casos la inversión de la polaridad de este potencial por debajo de la Cisura de Silvio. Por tanto, estamos en presencia de una MMN.

Los valores de latencia registrados para la MMN difieren ligeramente del rango de latencia descrito para este componente (Picton, Alain, Otten, Ritter y Achim, 2000) entre los 100 y 200 ms después de la aparición del cambio. Aunque nuestra MMN aparece 252 ms después del comienzo de la diferencia, pensamos que continúa siendo una MMN por varias razones. En primer lugar, Naatanen y colaboradores han descrito que este PRE puede aparecer hasta 250 ms después de la aparición del cambio (Naatanen, 1992). En segundo lugar, ha sido descrito en estudios de maduración en niños con edades similares a las de los

sujetos examinados en este estudio que la MMN se obtiene alrededor de los 150 a los 300 ms posteriores al comienzo del cambio (Martin, Shafer, Morr, Kreuzer y Kurtzberg, 2003; Morr, Shafer, Kreuzer y Kurtzberg, 2002).

Como resultado de este trabajo hemos podido comprobar que existen diferencias electrofisiológicas en el procesamiento auditivo central de estímulos simples entre los subtipos fonológico y superficial de niños disléxicos. Estos resultados apoyan la hipótesis de la existencia de más de un mecanismo cognitivo básico para la decodificación de la palabra escrita en niños disléxicos.

Comparando nuestros resultados con los de otros estudios reportados en la literatura que también utilizan este potencial en sujetos disléxicos, podemos apreciar que existen algunas diferencias. En este estudio no encontramos MMN significativa en un gran promedio aplicado al registro electrofisiológico de todos los disléxicos juntos (sin dividirlos en subtipos), apoyando los hallazgos de algunos autores (Baldeweg y cols., 1999; Kujala y cols., 2000; Reed, 1989). Sin embargo, cuando se dividieron en subtipos, el grupo de disléxicos superficiales sí presentó MMN, no así el grupo de pacientes con déficit fonológico. Esto parece ocurrir debido a que al promediar el grupo de disléxicos como un todo, quizás el grupo de pacientes con déficit fonológico que no tiene componente MMN hizo que esta respuesta se atenuara en el gran promedio final. Por otra parte, el hecho de que otros autores (Schulte-Korne y cols., 2001; Schulte-Korne y cols., 1998; Kujala y cols., 2003; Schulte-Korne y cols., 1999) hayan encontrado MMN en sus pacientes disléxicos puede deberse a que estos estudios han sido realizados con disléxicos adultos a diferencia del nuestro. Sólo el estudio de Alonso-Bua y colaboradores (2006) fue realizado con niños. Estos autores encuentran afectación lingüística de la MMN pero no tonal. Quizás nuestras diferencias se deben a que en este estudio no se diferencia el grupo de disléxicos en subtipos y puede estarse favoreciendo la selección de disléxicos superficiales.

El déficit selectivo en la codificación neural de tonos puros encontrado en el grupo de disléxicos fonológicos nos permite ubicar el daño subyacente para estos sujetos en el nivel perceptual auditivo básico. Esto nos hace pensar que es posible que el déficit fonológico subyacente descrito en la dislexia del desarrollo se deba a una dificultad generalizada de procesamiento auditivo central.

En otro de nuestros resultados pudimos comprobar cómo la amplitud de la MMN varía conjuntamente con el procesamiento fonológico (seudopala-

bras menos palabras) a través de los grupos estudiados. Resultados similares pero relacionados con la latencia los encontraron Baldeweg y colaboradores (1999). Ellos muestran que la latencia de la MMN y la ejecución en la discriminación de la frecuencia correlacionó significativamente con los errores cometidos al leer las palabras y las seudopalabras en pacientes disléxicos. Aunque nosotros nos referimos a la amplitud y estos autores (Baldeweg y cols., 1999) muestran correlaciones con la latencia, podemos afirmar que la MMN como respuesta electrofisiológica varía tanto en amplitud como en latencia de forma muy relacionada con las respuestas conductuales de los pacientes con dislexia, afirmación que apoya en este sentido los trabajos de Naatanen y colaboradores (Naatanen, 1992; Lang, Nyrke, Ek, Aaltonen, Raimo y Naatanen, 1990).

Después de analizar y comparar los resultados de este estudio con otros similares, podemos concluir que este trabajo describe con el componente MMN las diferencias electrofisiológicas entre dos subtipos de dislexia que difieren entre sí por la forma en que realizan la decodificación de la palabra escrita. Esto nos abre un prometedor camino para la evaluación y el diagnóstico de las alteraciones en los pacientes disléxicos, nos permite conocer mejor los mecanismos fisiológicos que subyacen a estos trastornos y pudiera ser de gran utilidad el uso de esta respuesta electrofisiológica MMN para la detección precoz del riesgo a padecer dislexia del desarrollo en niños pequeños. También será de gran utilidad para la rehabilitación más específica de estos niños de acuerdo al déficit y a la estrategia de decodificación que utilizan para la lectura.

Bibliografía

- Alonso-Bua, B., Díaz, F. y Ferraces, M. J. (2006). *The contribution of AERP (MMN and LDN) to studying temporal vs. linguistic processing deficits in children with reading difficulties*. *Int J Psychophysiol*, 59, 159-167.
- Bakker, D. J. (1992). *Neuropsychological classification and treatment of dyslexia*. *J Learn Disabil*, 25, 102-109.
- Baldeweg, T., Richardson, A., Watkins, S., Foale, C. y Gruzelier, J. (1999). *Impaired auditory frequency discrimination in dyslexia detected with mismatch evoked potentials*. *Ann Neurol*, 45, 495-503.
- Boder, E. (1973). *Developmental dyslexia: A diagnostic approach based on three atypical reading-spelling patterns*. *Developmental medicine and child Neurology*, 15, 663-687.
- Carr, T. H. y Pollatsek, A. (1985). *Recognizing printed words: A look at current models*. En D. Besner, T. G. Waller, G.E. MacKinnon (Eds.), *Reading research: Advances in theory and practice* (pp. 1-82). Orlando, FL: Academic Press.
- Castles, A. y Coltheart, M. (1993). *Varieties of developmental dyslexia*. *Cognition*, 47, 149-180.
- Csepe, V., Szucs, D. y Honbolygo, F. (2003). *Number-word reading as challenging task in dyslexia? An ERP study*. *Int J Psychophysiol*, 51, 69-83.
- Galaburda, A. M. (1994). *Developmental dyslexia and animal studies: at the interface between cognition and neurology*. *Cognition*, 50, 133-149.
- Galan, L., Biscay, R., Rodríguez, J. L., Perez-Abalo, M. C. y Rodríguez, R. (1997). *Testing topographic differences between event related brain potentials by using non parametric combinations of permutation tests*. *Electroenceph and Clin Neurophysiol*, 102, 240-247.
- Habib, M. (2000). *The Neurological basis of developmental dyslexia. An overview and working hypothesis*. *Brain*, 123, 2373-2399.
- Just, M. A. y Carpenter, P. A. (1980). *A theory of reading: From eye fixations comprehension*. *Psychological Review*, 87, 329-354.
- Kujala, T., Myllyviita, K., Tervaniemi, M., Alho, K., Kallio, J. Naatanen R. (2000). *Basic auditory dysfunction in dyslexia as demonstrated by brain activity measurements*. *Psychophysiology*, 37, 262-266.
- Kujala, T., Belitz, S., Tervaniemi, M. Naatanen, R. (2003). *Auditory sensory memory disorder in dyslexic adults as indexed by the mismatch negativity*. *Eur J Neurosci*, 17, 1323-1327.
- Lang, H., Nyrke, T., Ek, M., Aaltonen, O., Raimo, I. y Naatanen, R. (1990). *Pitch discrimination performance and auditory event - related potentials*. En C. H. M. Brunia, A. W. K., Gaillard, A. Kok, G. Mulder, M. N. Verbaten (Eds), *Psychophysiol Br Res* (pp. 294-298). Tilburg: Tilburg University Press.
- Lovrich, D., Cheng, J. y Velting, D. (2003). *ERP correlates of form and rhyme letter tasks in impaired reading children: a critical evaluation*. *Neuropsychol Dev Cogn Sect C Child Neuropsychol*, 9, 159-174.
- Manis, F. R., Seidenberg, M. S., Doi, L. M., McBride-Chang, C. y Petersen, A. (1996). *On the bases of two subtypes of developmental [corrected] dyslexia*. *Cognition*, 59, 157-195.
- Martin, B., Shafer, V., Morr, M., Kreuzer, J. A. y Kurtzberg, D. (2003). *Maturation of Mismatch Negativity: A Scalp Current Density Analysis*. *Ear Hear*, 24, 463-471.
- Morr, M. L., Shafer, V. L., Kreuzer, J. A. y Kurtzberg, D. (2002). *Maturation of mismatch negativity in typically developing infants and preschool children*. *Ear Hear*, 23, 118-136.
- Naatanen, R., Gaillard, A. W. K. y Mantysalo, S. (1978). *Early selective attention effect on evoked potential reinterpreted*. *Acta psychol*, 42, 313-329.
- Naatanen, R. (1992). *Attention and Brain Function*. London: Lawrence Erlbaum Associates Ltd.
- Picton, T.W., Alain, C., Otten, L., Ritter, W. y Achim, A. (2000). *Mismatch Negativity: Different water in the same river*. *Audiol Neurootol*, 5, 111-139.
- Reed, M. (1989). *Speech perception and the discrimination of brief auditory cues in reading disabled children*. *J Exp Child Psicol*, 2, 270-279.
- Reigosa, V., Pérez-Abalo, M. C., Manzano, M. Antelo, J. M. (1994). *Sistema automatizado para explorar la lectura en escolares de habla hispana*. *Revista latina de Pensamiento y Lenguaje*, 2, 141-159.
- Schulte-Körne, G., Deimel, W., Bartling, J. y Remschmidt, H. (1998). *Auditory processing and dyslexia: Evidence for specific speech processing deficit*. *Neurorep*, 9, 337-340.

- Schulte-Korne, G., Deimel, W., Bartling, J. y Remschmidt, H. (1999). *Pre-attentive processing of auditory patterns in dyslexic human subjects. Neurosci Lett, 276*, 41-44.
- Schulte-Korne, G., Deimel, W., Bartling, J. y Remschmidt, H. (2001). Speech perception deficit in dyslexic adults as measured by mismatch negativity (MMN). *Int J Psychophysiol, 40*, 77-87.
- Schulte-Korne, G., Deimel, W., Bartling, J. y Remschmidt, H. (2004). *Neurophysiological correlates of word recognition in dyslexia. J Neural Transm, 111*, 971-984.
- Snowling, M. J. (2001). *From Language to reading and dyslexia. Dyslexia, 1*, 37-46.
- Stanovich, K., Siegel, L. y Gottardo, A. (1997). *Converging evidence for phonological and surface subtypes of reading disabilities. Journal of Educational Psychology, 89*, 114-127.
- Tallal, P. y Piercy, M. (1973). *Defects of non-verbal auditory perception in children with developmental aphasia. Nature, 241*, 468-469.
- Tallal, P. (1980). *Auditory Temporal Perception, phonics and reading disabilities in children. Brain Language, 9*, 182-198.
- Tallal, P., Stark, R. E., Mellits y E. D. (1985). *Identification of language-impaired children on the basis of rapid perception and production skills. Brain Lang, 25*, 314-322.

Recibido: 13/11/06
Modificado: 04/01/07
Aceptado: 24/01/07