

DIFERENCIAS EN POTENCIALES EVOCADOS DE LARGA LATENCIA Y RESPUESTA MOTRIZ EN SUJETOS CON ALTO Y BAJO CI

Alberto Fernández, Tomás Ortiz, Fernando Maestú, Eduardo Martínez,
José Ignacio Robles y Manuel García de León
Universidad Complutense de Madrid

Esta investigación trata de demostrar la relación entre componentes de los potenciales evocados, respuesta motriz y medidas de inteligencia (CI). Los veinte sujetos participantes son divididos en dos grupos: CI mayor de 110, y CI menor de 84. Se registraron los potenciales evocados de larga latencia (PELLs) en línea media, al mismo tiempo que los tiempos de reacción (TR) y respuestas electromiográficas (EMG). Los resultados muestran correlaciones entre las latencias negativas de los PELLs con el final del movimiento y el intervalo de movimiento, siendo éste mayor en el grupo con bajo CI. Las amplitudes de los potenciales evocados en el grupo con bajo CI, en respuesta al estímulo sin respuesta motriz, son mayores que las amplitudes en el grupo de alta CI. Estos resultados sugieren una asociación entre la inteligencia con componentes negativos de los potenciales evocados y el tiempo de respuesta motriz.

Event-Related Potentials and Motor Response differences in Low and High IQ Groups. This research aims to demonstrate the relationship between components of event-related potentials, motor response and IQ. Twenty participants were divided in two groups: IQ higher than 110, and lower than 84. We recorded long latency potentials from vertex, concurrently with electromiogram and reaction time. We found that correlations between negative latencies of ERPs associated with the end of the movement -N200 for frequent tone and N300 for rare tone-, and the interval of movement time was larger in the low IQ group. Amplitudes of ERPs in the low IQ group, in response to stimuli without motor response, were larger than amplitudes in the high IQ group. Our results suggests that intelligence is related to negative components of evoked potentials and timing of motor response.

A lo largo de la historia diversos investigadores han tratado de correlacionar características de la estructura y funcionamiento del cerebro (tamaño, velocidad de transmisión neural, bandas alfa en el registro elec-

troencefalográfico y varios parámetros de los potenciales evocados) con la inteligencia (Eysenck & Barret, 1985; Barret & Eysenck, 1994).

Las investigaciones que intentaban correlacionar potenciales evocados de larga latencia (PELLs) e inteligencia han mostrado resultados contradictorios. El CI ha sido asociado con distintos parámetros de los PELLs: latencias de diversos componentes (Erlt & Schafer, 1969; Shucard & Horn,

Correspondencia: Tomás Ortiz Alonso
Facultad de Medicina. Dpto. Psiquiatría
Universidad Complutense
Ciudad Universitaria, s/n
28040 Madrid (Spain)

1972; Perry et al. 1976); amplitudes asimétricas (Rhodes, Dustman & Beck, 1969; Bigum, Dustman & Beck, 1970; Richlin, Weinstein & Giannini, 1973); complejidad de los componentes (Hendrikson & Hendrikson, 1980) y variabilidad de los mismos (Callaway, 1979).

Varios autores han propuesto la influencia de la atención selectiva (Picton & Hylliard, 1974); expectativas (Squires, Wockens, Squires & Donchin, 1976; Schafer, Amochae & Russell, 1981) y el nivel de procesamiento de la información (Schafer, 1978; Israel, Wickens, Chesney & Donchin, 1980) sobre la amplitud de los potenciales evocados. Schafer (1982) sugiere a su vez que las diferencias individuales en adaptabilidad neural están asociadas con diferencias en CI.

Por otra parte los trabajos que han tratado de demostrar la relación entre procesos de discriminación sensorial y respuestas motoras, indican un aumento de la latencia de los PELLs y tiempos de reacción (TR) en tareas cognitivamente complejas (Ford, Mohs, Pferferbaum & Kopell, 1980; Goodin, Squires & Starr, 1983; Magliero, Bashore, Coles & Donchin, 1984). Estos resultados sugieren que los PELLs pueden reflejar procesos neurales subyacentes a la discriminación sensorial (Goodin, Aminoff & Shefrin, 1990; Ortiz & Aminoff, 1993). La relación entre PELLs y respuesta motora puede relacionarse con los requisitos cognitivos y la formación de estrategias que conllevan estos procesos sensoriomotores (Coles et al, 1985; Body, 1986).

Este trabajo trata de identificar diferencias en los PELLs y respuestas motoras en dos grupos de sujetos, con alto y bajo CI. Considerando los tiempos de reacción mediante los registros electromiográficos (EMG) esperamos encontrar TRs más lentos en el grupo de bajo CI. Igualmente esperamos que la latencia PELLs en el grupo de bajo CI será mayor que en el grupo de alto CI. De acuerdo con la hipótesis de la adap-

tabilidad neural se puede esperar que el grupo de bajo CI presente mayores amplitudes en la situación que requiere de inhibición de la respuesta motora (situación NoGo).

Materiales y método

Sujetos

Contamos con 20 varones voluntarios (media de edad 20 años +/- 2,3). Todos ellos cumplan los siguientes criterios: historia sin alteraciones neurológicas o psiquiátricas, EEG normal y ser diestro (a todos ellos se les aplicó el inventario de Edimburgo de preferencia manual. Oldfield, 1971).

Los participantes fueron divididos en dos grupos en función de sus CIs. El grupo 1 lo componen 10 sujetos con CI superior a 110 (media 117,7 +/- 5,1; media de edad 19 años, rango 19-24 años). El grupo 2 lo componen 10 sujetos con CIs inferiores a 84 (media 78,5 +/- 4,2; media de edad 20 años, rango 18-23 años), detectados en los procesos de selección previa al servicio militar por el Servicio de Psiquiatría del Hospital Militar Gómez Ulla. En todos los casos se descartó un posible origen orgánico del retraso mental. Los participantes no recibieron ningún entrenamiento previo en el experimento. El CI fue medido mediante el Test de Matrices Progresivas de Raven (Raven, 1976).

Materiales y Procedimiento

Se establecieron cuatro condiciones diferentes para medir la respuesta motriz ante estimulación sensorial: 1. Respuesta motora ante estímulo frecuente (Sí-Frec.), 2. No respuesta motora ante estímulo frecuente (No-Frec.), 3. Respuesta motora ante estímulo infrecuente (Sí-Infrec) y 4. No respuesta motora ante estímulo infrecuente (No Infrec).

Las respuestas cerebrales fueron registradas (filtro paso-banda 0.3-70 Hz) mediante un electrodo situado en la posición Cz sobre

el cuero cabelludo de acuerdo al sistema internacional 10/20, con referencia en el lóbulo de la oreja. Los movimientos oculares se monitorizaron (paso-banda 0.3-70 Hz) mediante un electrodo situado infraorbitalmente y referenciado en mastoides. Los registros afectados por los movimientos oculares fueron rechazados de forma automática. El electromiograma (EMG) se registró (paso-banda 1Hz-3KHz) mediante un electrodo situado sobre el extensor común de los dedos, con referencias en el dorso de la misma mano (esta metodología ha sido previamente descrita por Gooding & Aminoff, 1984).

Experimento 1 (Condiciones: Sí-frec, No-Infrec)

Los participantes reciben binauralmente una secuencia de estímulos auditivos (400 tonos, 65 dBHL, 50 msec) con un intervalo interestímulo de 1,5 seg. En el paradigma empleado (paradigma oddball) los tonos presentados son de dos tipos: tonos frecuentes de 1000Hz con una probabilidad de aparición del 85% (340 tonos), y tonos raros de 2000Hz con una probabilidad de aparición del 15% (60 tonos). La presentación de los tonos es pseudoaleatoria (no aparecen dos tonos raros seguidos).

El sujeto (que es situado en un cómodo sillón en una habitación silenciosa) fue instruido para extender sus dedos de ambas manos tras la aparición del tono frecuente (condición Sí-Frec.) y a no responder ante la aparición del tono infrecuente (condición No-Infrec). Se pidió al sujeto que respondiera lo más rápido posible tras la aparición del tono.

La elección de un tipo de respuesta con ambas manos es debida a que en estudios previos (Ortiz, Robles, Fernández & García de León, 1992; Ortiz, Goodin & Aminoff, 1993) se encuentran respuestas más rápidas en mano izquierda que en mano derecha en sujetos diestros.

Experimento 2 (Condiciones: Sí-Infrec, No-frec)

Las condiciones experimentales son idénticas a las descritas en el Experimento 1, pero ahora los participantes fueron instruidos a responder a los tonos infrecuentes (Sí-Infrec) con la extensión de los dedos de ambas manos, y no responder a los tonos frecuentes (No-Frec).

Todas las tareas fueron aplicadas durante la mañana en dos sesiones diferentes. En la primera sesión a cada sujeto se le aplicó el test de inteligencia. En la segunda sesión los sujetos realizaron las tareas descritas (Experimentos 1 y 2) registrándose los PELLs y respuestas motoras.

Los promedios de los PELLs auditivos se realizaron posteriormente en cada sujeto desechando artefactos. Se realizaron promedios de la actividad para estímulos infrecuentes y frecuentes. Latencia y amplitud de los promedios fueron calculadas a partir de la medida (contando con la línea base pre-estímulo) y promediado de los picos positivos y negativos. El inicio de la latencia del potencial muscular fue analizado siguiendo la metodología citada anteriormente (Goodin & Aminoff, 1984). El fin de la latencia de la actividad EMG se tomó cuando la mayor amplitud del potencial motor atraviesa la línea base, con menos del 50% de amplitud. Esta metodología se encuentra previamente descrita por algunos autores (Ortiz, Robles, Fernández & García de León, 1992)

Latencia y amplitud se analizaron directamente mediante los valores asignados por el programa a la posición del cursor sobre el trazado. La latencia fue medida en el mayor pico de las ondas, mientras que amplitud se midió desde la base al pico de la onda.

Los registros cerebrales y electromiográficos fueron registrados directamente desde el inicio de los estímulos utilizando el ©

ATI Nautilus System, con un ERP y EMG 9090 interface.

Análisis Estadístico

Los datos EMG fueron analizados utilizando un ANOVA 2x2x3 (CI x tipo de estímulo x Movimiento (intervalo-inicio-final)) con un diseño de medidas repetidas (contamos exclusivamente con los registros de la mano derecha). Los datos de los PELLs se analizaron utilizando un MANOVA 2x2x2 (CI x tipo de estímulo x condición Sí-No respuesta) con medidas repetidas —la condición Sí-No respuesta compara ambas situaciones. Posthoc realizamos una comparación utilizando el test de Tukey ($p < 0.05$). Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando usando el paquete estadístico BMDP.

Resultados

Morfología de los PELLs y del EMG

El promedio de las respuestas cerebrales sincronizadas ante el estímulos frecuente en ambos grupos —alto y bajo CI— se caracteriza por una onda negativa (N100) seguida de una onda positiva (P200) y la onda N200, representando los potenciales auditivos en el vértex. Igualmente la respuesta muscular ante el estímulo frecuente será representada por un complejo positividad-negatividad en el EMG registrado en ambas manos, complejo generado por los potenciales de acción musculares procedentes del extensor común de los dedos.

El promedio de la actividad cerebral y electromiográfica relativas al estímulo in-

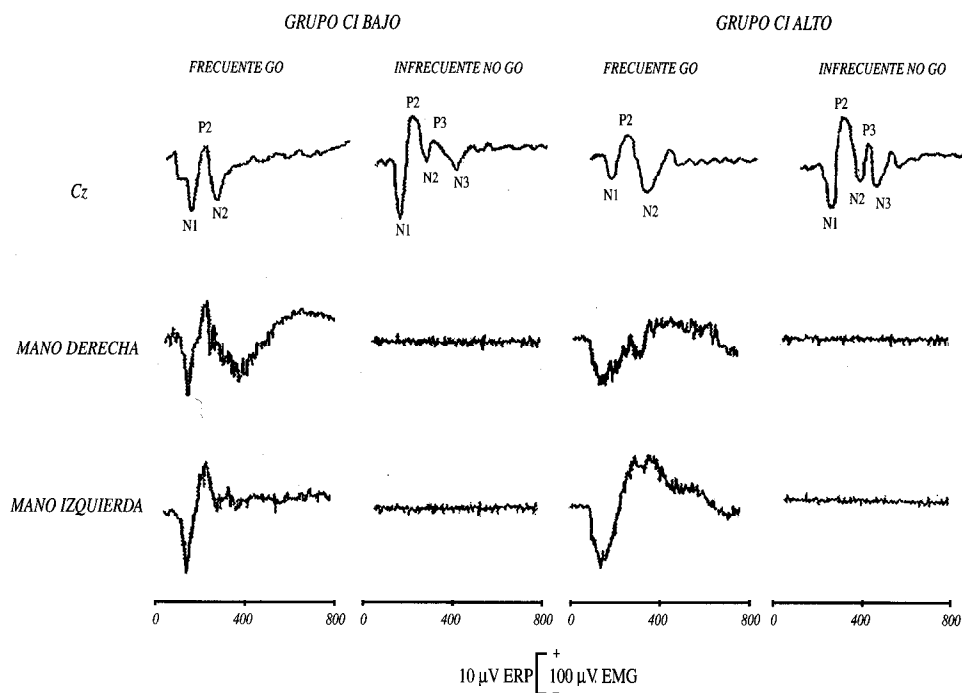


Figura 1. Trazado de los PELLs y EMGs en los grupos de CI alto y bajo en las situaciones frecuente-sí respuesta (Frec-Go) e infrecuente no-respuesta (Infrec-NoGo).

frecuente en ambos grupos se caracteriza por un complejo de ondas que difieren de las evocadas por el estímulo frecuente. Este complejo de ondas se constituye secuencialmente por: una onda negativa (N100); una onda positiva (P200); una onda negativa (N200); una onda positiva (P300); y un componente negativo final (N300), representando los potenciales auditivos en el vértex. Las respuestas musculares están representadas por un complejo positivo-negativo en el registro EMG de ambas manos, como previamente, pero ésta vez con latencia y amplitud mayores que las recogidas en respuesta al estímulo frecuente (Figs.1 y 2).

Latencias del EMG

Identificamos un efecto principal de la variable tipo de estímulo ($F_{1,18} = 21.08, p < 0.01$) con una mayor latencia considerando

el inicio y final del movimiento ante el estímulo infrecuente. La interacción tipo de estímulo x movimiento (intervalo-inicio-final) muestra que el último es mayor ante el estímulo infrecuente ($F_{1,18} = 35.80, p < 0.01$).

La variable motriz (inicio-fin del movimiento) y su interacción con CI ($F_{1,18} = 142.97, p < 0.01$) ($F_{1,18} = 7.66, p < 0.01$) muestra dos tipos de datos: (1) los sujetos con bajo CI inician el movimiento antes y lo finalizan más tarde que los sujetos con alto CI, y (2) el tiempo de duración del movimiento (inicio-fin) es mayor en el grupo de sujetos con bajo CI). Tabla 1.

Latencias de los ERPs

Se identifica un efecto principal del factor estímulo ($F_{1,18} = 16.59, p < 0.01$) en la onda N100, y un efecto de la interacción tipo de estímulo x Sí-No respuesta x CI

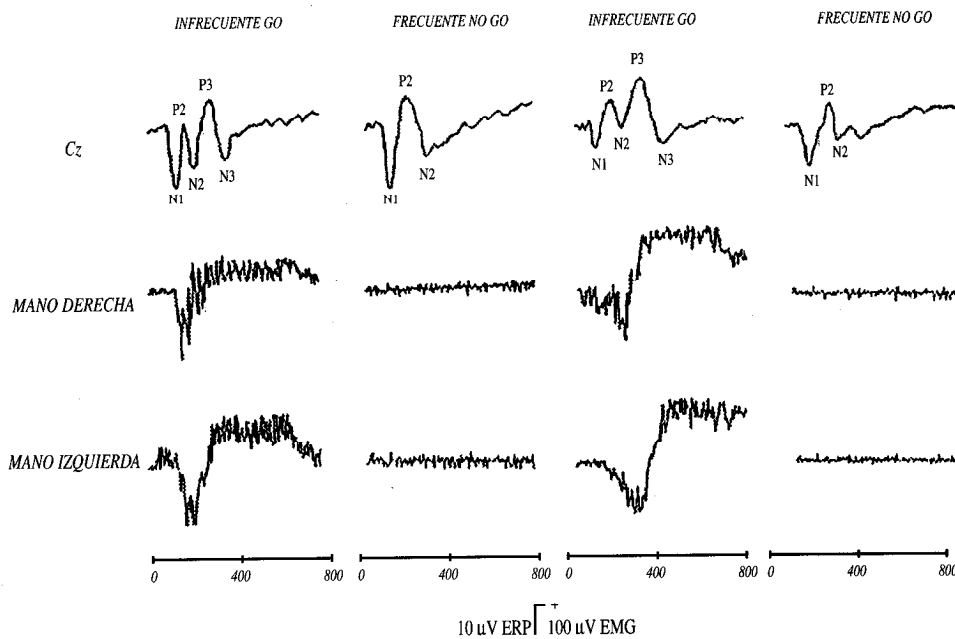


Figura 2. Trazado de los PELLs y EMGs en los grupos de CI alto y bajo en las situaciones infrecuente-sí respuesta (Infrec-Go) y frecuente no-respuesta (Frec-Go).

($F_{1,18} = 6.25$, $p < 0.01$). Estos resultados muestran una mayor latencia del componente en el grupo de alto CI en condición de No respuesta ante estímulo infrecuente. El análisis adicional mediante test de Tukey muestra diferencias en la latencia de N100 en las situaciones de Sí-No respuesta ($q = 10.23$, $p < 0.001$) en el grupo de CI alto.

La latencia de P200 muestra un efecto principal del factor Sí-No respuesta ($F_{1,18} = 15.1$, $p < 0.01$), con un incremento de la latencia en la situación No respuesta (tanto ante estímulos infrecuentes como ante frecuentes). Un análisis posterior indica diferencias entre las medias Sí-No respuesta en el grupo de CI bajo ($q = 5.60$, $p < 0.05$), y en el grupo de CI alto ($q = 6.31$, $p < 0.001$), ambos en respuesta a estímulos infrecuentes (Tabla 2).

Encontramos un efecto en el factor Sí-No respuesta sobre la latencia de N200 ($F_{1,18} = 7.54$, $p < 0.05$). Existe una mayor latencia en la condición No respuesta ante estímulos frecuentes e infrecuentes. Este efecto se encuentra tanto en el grupo de CI bajo ($q = 5.01$, $p < 0.05$) como en el grupo de CI alto ($q = 4.99$, $p < 0.05$) en respuesta al estímulo infrecuente (Tabla 2).

No se encuentran efectos sobre P300.

La latencia de N300 muestra un efecto del factor tipo de estímulo ($F_{1,18} = 7.54$, $p < 0.05$), con mayor latencia en la condición

de No respuesta. También se encuentran diferencias en condición de Sí respuesta, con mayores latencias en el grupo de bajo IQ ($q = 4.99$, $p < 0.05$) (Tabla 2).

Amplitudes de los ERPs

La amplitud de N100 presenta un efecto principal del factor tipo de estímulo ($F_{1,18} = 21.42$, $p < 0.01$) siendo el estímulo infrecuente el que produce mayor latencia de N100. El test de Tukey demuestra que la amplitud media en respuesta a estímulo frecuente es menor que en respuesta al estímulo infrecuente en la condición de No respuesta ($q = 8.59$, $p < 0.01$). Existe también un efecto de la interacción tipo de estímulo x Si-No respuesta x CI. Así, la media de amplitud en el grupo de CI bajo en respuesta a estímulo infrecuente es mayor que la media de amplitud en el grupo de CI alto ($q = 7.37$, $p < 0.01$).

Hay números hallazgos en torno a la onda P200. El principal efecto del factor CI ($F_{1,18} = 6.14$, $p < 0.05$) muestra mayores amplitudes en el grupo de CI bajo. También encontramos diferencias en el factor estímulo (frecuente-infrecuente) ($F_{1,18} = 16.55$, $p < 0.01$) donde el estímulo infrecuente produce mayor amplitud de P200. La comparación de medias de amplitudes en la condición de Sí respuesta indica mayor amplitud ante el

Tabla 1

Medias y desviaciones estándar de los promedios de las latencias de la respuesta EMG durante las condiciones Sí-frecuente (GO Frequent) y Sí-Infrecuente (GO Rare)

Condición Sí-frecuente						Condición Sí-raro					
Inicio		Final		Intervalo		Inicio		Final		Intervalo	
X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd
84,5	31,5	282,9	98	188,4	71	202	44,9	411	86	209,2	69,8
77,1	17,6	368,1	134	291	127	183	51,2	453	104	207,7	91,9

↑
↓

Grupo de alto IQ: ↑
Grupo de bajo IQ: ↓

estímulo infrecuente ($q= 6.12, p< 0.05$). Hay también un claro efecto del factor Sí-No respuesta ($F_{1,18}= 8.45, p< 0.05$), con amplitud incrementada de P200 ante situación de Sí respuesta (Tabla 3).

También aparecen diferencias en respuesta ante estímulos frecuentes e infrecuentes ($F_{1,18}= 8.45, p<0.05$) en la onda N200, con mayor amplitud en respuesta al estímulo infrecuente ($q=5.89, p<0.05$). El efecto principal del factor CI ($F_{1,18}= 6.14,$

$p<0.05$) muestra mayores amplitudes de N200 en el grupo de CI bajo (Tabla 3)

La onda P300 evidencia un efecto principal del factor CI ($F_{1,18}=5.56, p<0.05$), con una mayor amplitud en el grupo de CI bajo. También se encuentra un efecto de la interacción Sí-No respuesta x CI ($F_{1,18}=5.84, p<0.05$). El test de Tukey indica que las medias de la amplitud son mayores en el grupo de CI alto considerando la condición de No respuesta ($q=9.13, p<0.01$) (Tabla 3).

Tabla 2												
Medias y desviaciones estándar de los promedios de las latencias de los PELLs ante tonos frecuentes y raros												
TONO FRECUENTE												
Sí respuesta						No respuesta						
N100		P200		N200		N100		P200		N200		
X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd	
↑	87,7	13,8	150,2	12,9	204,1	13,6	83,6	12,5	159,3	26,4	218,2	41,5
↓	87,5	6,2	153,1	16,1	222,2	34,8	89,1	5,89	160,8	24,6	224,0	25,2
TONO RARO												
Sí respuesta												
N100		P200		N200		P300		N300				
X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd	
↑	86,5	16,8	146,0	13,07	209,1	12,26	288,5	24,9	373,3	36,6		
↓	95,7	21,1	144,5	19,07	211,5	26,9	336,1	56,2	421,5	74,7		
TONO RARO												
No respuesta												
N100		P200		N200		P300		N300				
X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd	
↑	101,6	24,2	172,6	28,0	228,3	37,2	296,3	29,9	347,6	47,9		
↓	94,25	13,7	174,2	35,6	239,2	36,7	312,3	30,7	370,6	44,7		
Grupo de alto IQ: ↑												
Grupo de bajo IQ: ↓												

No se encuentran diferencias significativas en N300.

Discusión

Diversas investigaciones han indicado que los tiempos de reacción registrados mediante EMG correlacionan negativamente con el CI (Watson, 1991; Ortiz, Robles, Fernández & García de Leon, 1992). El punto de partida de éste trabajo es abundar sobre si

los tiempos de reacción mayores que presentan individuos con CI bajo son debidos a problemas en la discriminación sensorial o a déficits en las habilidades motrices. Coles et al. (1985) y Body (1986) proponen que no hay una correlación entre las variaciones de CI y PELLs —excluyendo déficits intelectuales asociados a déficits en discriminación sensorial— y pobres habilidades motoras. Trabajos posteriores (Ortiz, Robles, Fernández & García de Leon, 1992) establecen una

Tabla 3
Medias y desviaciones estándar de los promedios de las amplitudes de los PELLs ante estímulos frecuentes y raros

TONO FRECUENTE												
Sí respuesta						No respuesta						
N100		P200		N200		N100		P200		N200		
X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd	
↑	-1,8	1,5	1,5	1,67	-1,3	1,0	-1,83	0,04	0,58	0,03	-1,47	0,4
↓	-2,9	1,8	3,08	2,24	-2,47	1,34	-2,17	0,86	1,36	1,17	-1,95	0,47
TONO RARO												
Sí respuesta												
N100		P200		N200		P300		N300				
X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd			
↑	-3,07	1,47	4,33	3,4	-3,7	2,87	4,31	2,39	-2,3	2,55		
↓	-2,87	1,42	6,97	2,35	-3,36	1,99	5,48	3,12	-3,18	2,34		
TONO RARO												
No respuesta												
N100		P200		N200		P300		N300				
X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd			
↑	-2,66	1,96	2,66	2,42	-1,9	1,54	3,41	2,66	-1,67	2,48		
↓	-5,78	2,44	4,31	3,88	-4,60	3,50	7,10	1,82	-1,82	0,88		
Grupo de alto IQ: ↑												
Grupo de bajo IQ: ↓												

correlación entre CI y PELLs, cuando los grupos son homogéneos en edades y los CIs se dicotomizan (alto IQ<100, bajo IQ<84). Estos autores también aportan diferencias en el componente P300, asociado a variaciones de CI y correlaciones negativas entre latencia de N300 y CI.

Otros trabajos (Mackintosh, 1986; Watson, 1991) muestra correlaciones entre medidas de inteligencia y rapidez en discriminación auditiva y latencia de los potenciales evocados. Nuestro trabajo indica que la latencia de los potenciales evocados es mayor en el grupo de bajo CI en la condición Sí-Infrec, mientras no existen diferencias entre grupos ante la condición Sí-frecuente.

Una mayor latencia en el intervalo N200-N300 en el grupo de bajo CI puede estar en consonancia con los resultados recogidos por Mackintosh y Watson, los resultados de sus trabajos sugieren diferencias entre ambos grupos —alto y bajo CI— en tareas que precisan de gran atención, mientras no se encuentran diferencias en tareas más simples o automáticas.

Los resultados también son compatibles con los de otras investigaciones, sugiriendo que las latencias de los potenciales evocados y las respuestas motoras están asociadas a la complejidad de la tarea. La respuesta motora es más corta en tareas sencillas (Renault, Ragot, Lesevre & Remond, 1982; Godin & Aminof, 1984). Los resultados expuestos muestran una corta latencia en respuesta motora para ambos grupos, en tareas simples, durante la condición Sí-frecuente. No encontramos diferencias en ambos grupos considerando la dificultad de la tarea.

Los componentes negativos —N100 para el estímulo frecuente y N200 para el estímulo infrecuente— aparecen simultáneamente o inmediatamente después de la respuesta motora en ambos grupos. Estos resultados podrían estar relacionados con la anticipación del movimiento, y de acuerdo con otras investigaciones (Gerbrandt, Golf

& Smith, 1973) que encuentran un componente N200 posterior al inicio del movimiento recogido en el EMG.

Las diferencias relativas a la amplitud entre los grupos de CI alto y bajo pueden reflejar los procesos de adaptabilidad neural propuestos por Schafer (1982). Este autor, sugiere que los sujetos con CI alto no prestan atención a estímulos de pobre significado, por lo cual se reduce la amplitud de los potenciales evocados. En nuestro trabajo, los sujetos con CI bajo —en la condición de No respuesta, donde no deben prestar atención— muestran una mayor amplitud en todos los componentes de los PELLs comparándolo con los sujetos con CI alto. Los sujetos con mayor adaptabilidad neuronal presentan componentes de los PELLs con bajas amplitudes en respuesta a estímulos esperados o estímulos sin significado.

Los resultados expuestos confirman que las latencias de las ondas N100 y N200 están relacionadas con la respuesta motora —su inicio y final— provocada por estímulos frecuentes (Ritter et al. 1979), mientras que N200 y N300 están asociadas a repuesta motora —inicio y final— elicitada por estímulos infrecuentes (Looren de Jong, Kok & Van Rooy, 1989). La evaluación del estímulo y el inicio de la respuesta motora está asociada a la onda N100 ante estímulos frecuentes, y asociada a N200 ante estímulos infrecuentes. Estos resultados permiten asociar los componentes tempranos de los PELLs con el registro de estímulos y el inicio de las respuestas, de acuerdo con previos trabajos revisados (Ritter, Simson, Vaughan & Friedman, 1983).

Las diferencias entre ambos grupos CI bajo y alto indican que la duración del movimiento es más corta en el grupo de CI alto. Los participantes del grupo de CI alto inician el movimiento antes que los sujetos del grupo de CI bajo. Una posible explicación de las diferencias en CI es que el tiempo de inspección está asociada a la inteligencia general (Brant & Deary, 1982).

A modo de conclusión el trabajo apunta diferencias entre ambos grupos (CI alto-bajo) en la respuesta cerebral ante estimulación sensorial al igual que en la respuesta motora, considerando velocidad y tiempo de ejecución. Los resultados descritos sugieren diferencias en evaluación, procesamiento y ejecución en procesos sensoriomotores entre sujetos con alto y bajo CI.

de ejecución. Los resultados descritos sugieren diferencias en evaluación, procesamiento y ejecución en procesos sensoriomotores entre sujetos con alto y bajo CI.

Referencias

- Barret, P.T. y Eysenck, H.J.(1994). The relationship between evoked potential component amplitude, latency, contour length, variability, zero-crossings, and psychometric intelligence. *Personality and Individual Differences*, 16, 3-32.
- Bigum, H.B., Dustman, R.E. & Beck, E.C. (1970). Visual And Somatosensory Evoked Responses from Mongoloid and Normal Children. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 28, 576-585.
- Body, J.(1986). Event Related Potentials in Chronometric Analysis of Primed Word Recognition with Different Stimulus Onset Asynchronies. *Psychophysiology*, 23, 232-245.
- Brand, C. & Deary, I.J. (1982). Intelligence and Inspection Time. In H.P.I. Eysenck (De), *A model for intelligence*, Berlin: Springer-Verlag.
- Callaway, E.(1979).Individual Psychological Differences and Evoked Potential Variability. *Progress in Clinical Neurophysiology*, 6, 243-257.
- Coles, M.G.H., Gratton, G., Bashore, T.R., Eriksen, C.W. & Donchin, E. (1985). A Psychophysiological Investigation of the Continuous Flow Model of Human Information Processing. *Journal of Experimental Psychology*, 11, 529-533.
- Erlt, J.P. & Schafer, E.W.P.(1969). Brain Response Correlates of Psychometric Intelligence. *Nature*, 223, 421-422.
- Eysenck, H.J. y Barret, P.T.(1985). Psychophysiology and the measurement of intelligence. En C.R. Reynolds & V.L. Wilson (Eds), *Methodological and Statistical Advances in the Study of Individual Differences* (pp. 1-49). New York: Plenum Press.
- Ford, J.M., Mohs, R.C., Pfefferbaum, A. & Kopell, B.S. (1980). On the Utility of P3 Latency and RT for Studying Cognitive Processes. *Progress in Brain Research*, 54, 661-667.
- Gerbrandt, L.K., Golf, W.R. & Smith, D.B. (1973). Distribution of the Human Average Movement Potential. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 34, 461-474.
- Goodin, D.S. & Aminoff, M.J.(1984). The Relationship Between the Evoked Potential and Brain Events in Sensory Discrimination and Motor Response. *Brain*, 107, 241-251.
- Goodin, D.S., Aminoff, M.J. & Shefrin, S.L.(1990). Organization of Sensory Discrimination and Response Selection in Choice and Non-choice Conditions: a Study Using Cerebral Evoked Potentials in Normal Humans. *Journal of Neurophysiology*, 64,4, 1270-1281.
- Goodin, D.S., Squires, K.C. & Starr, A. (1983). Variations in the Early and Late Event Related Components of the Auditory Evoked Potential with Task Difficulty. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 55, 680-686.
- Hendrickson, D.E. & Hendrickson, A.E. (1980). The Biological Basis of Individual Differences in Intelligence. *Personality and Individual Differences*, 1, 3-33.
- Israel, J.B., Wickens, C.D., Chesney, G.I. & Donchin, E. (1980). The Event Related Brain Potentials as an Index of Display Monitoring Workload. *Human Factors*, 22, 221-224.
- Jensen, A.R.(1979). Outmodel Theory or Unconquered Frontier? *Creative Science and Technology*, 2, 16-29.
- Looreng de Jong, H., Kok, A. & Van Rooy, J. (1989). Stimulus Probability and Motor Response in Young and Old Adults: an ERPs study. *Biological Psychology*, 29, 125-148.
- Mackintosh, N.J. (1986). The Biology of Intelligence. *British Journal of Psychology*, 77, 1-18.
- Magliero, A., Bashore, T.R., Coles, M.G.H. & Donchin, E. (1984). On the Dependence of P300 Latency on Stimulus Evaluation Processes. *Psychophysiology*, 21, 171-186.

- Oldfield, R.C. (1971). The assessment and Analysis of Handedness: The Edinburgh Inventory Test. *Neuropsychologia*, 9, 97-113.
- Ortiz, T., Robles, J.I., Fernández, A. & García de Leon, M. (1992). Discriminación Sensorial y Respuesta Motora en Sujetos con Alto y Bajo Cociente Intelectual: Un Estudio con Potenciales Evocados y EMG. *Revista de Neurofisiología Clínica*, 5, 2, 83-90.
- Ortiz, T.A., Goodin, D.S. & Aminoff, M.J. (1993). Neural Processing in a Three-Choice Reaction Time Task: A Study Using Cerebral-Evoked Potentials and Single Trial Analysis in Normal Humans. *Journal of Neurophysiology*, 69, 5, 1499-1512.
- Perry, N.W., McCow, J.G., Cunningham, W.R., Falgout, J.C. & Street, W.J. (1976). Multivariate Visual Evoked Response Correlates of Intelligence. *Psychophysiology*, 13, 323-329.
- Picton, T.W. & Hillyard, S.A. (1974). Human Auditory Evoked Potentials. II. Effects of Attention. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 36, 191-200.
- Raven, J.C. (1976). *Test de Matrices Progresivas para la Medida de la Capacidad Intelectual*. Buenos Aires: Paidós.
- Renault, B., Ragot, R., Lesevre, N. & Remond, A. (1982). Onset and Offset of Brain Events as Indices of Mental Chronometry. *Science*, 215, 1413-1415.
- Richlin, M., Weinstein, S. & Giannini, M. (1973). Development of Neurophysiological Indices of Mental Retardation: I. Interhemispheric Asymmetry of the Auditory Evoked Cortical Response. *Pediatrics*, 52, 534-541.
- Ritter, W., Simson, R. & Vaughan, H.G. (1983). Event Related Potential Correlates of Two Stages of Information Processing in Physiological and Semantic Discrimination Tasks. *Psychophysiology*, 20, 168-179.
- Rhodes, L.E., Dustman, R.E. & Beck, E.C. (1969). The Visual Evoked Response: a Comparison of Bright and Dull Children. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 27, 264-372.
- Schafer, E.W.P. (1978). Brain Responses while Viewing Television Reflect Program Interest. *International Journal of Neuroscience*, 17, 183-191.
- Schafer, E.W.P. (1982). Neural Adaptability; A Biological Determinant of Behavioral Intelligence. *International Journal of Neuroscience*, 17, 183-191.
- Schafer, E.W.P., Amochaev, A. & Russell, M.J. (1981). Knowledge of Stimulus Timing Attenuates Human Evoked Cortical Potentials. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 52, 9-17.
- Squires, K., Wockens, C., Squires, N. and Donchin, E. (1976). Effect of Stimulus Sequence on the Waveform of the Cortical Event-Related Potential. *Science*, 193, 1142-1146.
- Shucard, D.W. & Horn, J.L. (1972). Evoked Cortical Potentials and Measurement of Human Abilities. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 78, 59-68.
- Vernon, P.A. (1987). *Speed of Information Processing and Psychology*. Norwood, NJ: Ablex. 78, 59-68.
- Watson, B.V. (1991). Some Relationships Between Intelligence and Auditory Discrimination. *Journal of Speech and Hearing Research*, 34, 621-627.

Aceptado el 6 de abril de 1998