

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

INFLUENCIA DE LA MEMORIA DE TRABAJO Y LA FLEXIBILIDAD COGNITIVA EN LA EJECUCIÓN DE LA TAREA BALLOON ANALOGUE RISK TASK

INFLUENCE OF WORKING MEMORY AND COGNITIVE FLEXIBILITY IN PERFORMANCE OF THE BALLOON ANALOGUE RISK TASK

MARINA ARENY-BALAGUERÓ^{1*}, ALBERTO GARCÍA-MOLINA^{2,4}, TERESA ROIG-ROVIRA^{2,4}, JOSEP MARÍA TORMOS^{2,4}, MERCÈ JODAR- VICENTE^{1,3}

¹ DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA CLÍNICA Y CIENCIAS DE LA SALUD. UNIVERSITAT AUTÓNOMA DE BARCELONA, BELLATERRA - ESPAÑA

² INSTITUT GUTTMANN, INSTITUT UNIVERSITARI DE NEUROREHABILITACIÓN ADSCRITO A LA UNIVERSITAT AUTÓNOMA DE BARCELONA, BADALONA - ESPAÑA

³ HOSPITAL UNIVERSITARI PARC TAULÍ, SABADELL - ESPAÑA

⁴ FUNDACIÓ INSTITUT D'INVESTIGACIÓ EN CIÈNCIES DE LA SALUT GERMANS TRIAS I PUJOL, BADALONA, BARCELONA - ESPAÑA

FECHA RECEPCIÓN: 03/12/2014 • FECHA ACEPTACIÓN: 10/03/2015

Para citar este artículo: Areny-Balagueró, M., García-Molina, A., Roig-Rovira, T., Tormos, J., & Jodar-Vicente, M. (2015). Influencia de la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva en la ejecución de la tarea Balloon Analogue Risk Task. *Psychologia: Avances de la Disciplina*, 9(2), 25-34.

Resumen

Diversos estudios plantean la importancia que tienen las funciones ejecutivas como la flexibilidad cognitiva, la inhibición y la memoria de trabajo en la toma de decisiones. En este estudio se pretende valorar si la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva, procesos cognitivos presentes en la toma de decisiones, pueden explicar las alteraciones en el rendimiento de los pacientes con daño cerebral adquirido (DCA) en la Balloon Analogue Risk Task (BART). A 73 pacientes con DCA se les administró la BART, el Trail Making Test (TMTB) y el Wisconsin Card Sorting Test (WCST), para valorar la flexibilidad cognitiva; y el subtest Letras y Números (LN) del WAIS-III para evaluar la memoria de trabajo. Los mismos test fueron administrados a un grupo control de 30 sujetos sin DCA. En el grupo clínico, las variables neuropsicológicas estudiadas incluidas para explicar la variación del BART\$ fueron TMTB, $p < .001$, y WCST, $p < .001$. Observamos que únicamente la flexibilidad cognitiva valorada con WCST y TMTB pudo explicar las alteraciones en el rendimiento de los pacientes con DCA en la BART. Por tanto, es lógico pensar que si el rendimiento de la BART depende de la flexibilidad cognitiva de estos pacientes, entonces es de esperar que dicha capacidad sea un buen factor predictivo en la toma de decisiones.

Palabras clave: daño cerebral adquirido, toma de decisiones, Balloon Analogue Risk Task, memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva.

* Correspondencia de este artículo puede ir dirigida a: Marina Areny Balagueró, dirección: Departamento de Psicología Clínica y de la Salud, Univeritat Autònoma de Barcelona, Campus de Bellaterra, Edifici B, Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), 08193, Número de Teléfono: +34 687979252, E-mail: mabalaguero@hotmail.es

Abstract

A number of studies have raised the importance of certain executive functions such as attention, cognitive flexibility, response inhibition, and working memory in decision-making. The purpose of this study is to prove whether or not working memory and cognitive flexibility, capacities present in decision-making, can explain the changes in the performance of patients with acquired brain damage in Balloon Analogue Risk Task (BART). 73 patients with adult Acquired Brain Injury (ABI) were assessed with the BART, Trail Making Test B (TMTB), Wisconsin Card Sorting Test (WCST) to assess cognitive flexibility; and subtest Letter-Number (LN) of WAIS -III to assess working memory. The same test was administered to a control group of 30 subjects without ABI. In the clinical group, the only variables studied that were included to explain the variation in BART\$ were TMTB, $p < .001$, and WCST, $p < .001$. We observe that changes in the performance of our patients with ABD in BART could only be explained by cognitive flexibility. Therefore we can conclude that performance in BART depends on the cognitive flexibility of these patients; therefore, it is to be expected that this capacity will be a good predictor of decision-making.

Keywords: acquired brain injury, taking decisions, Balloon Analogue Risk Task, working memory, cognitive flexibility.

Introducción

Las funciones ejecutivas son un conjunto de habilidades implicadas en la generación, supervisión, regulación, ejecución y reajuste de conductas adecuadas para alcanzar objetivos complejos, especialmente aquellos que requieren un abordaje novedoso y creativo (Gilbert & Burgess, 2008).

Los trastornos mentales y las patologías neurológicas son especialmente vulnerables a la alteración de las funciones ejecutivas (Biringer et al., 2005; Davidson, Gao, Mason, Winocur, & Anderson, 2007), lo cual constituye un problema adicional que limita la autonomía y funcionalidad de los pacientes, así como la toma de decisiones (García et al., 2008).

La toma de decisiones es un proceso dinámico que favorece la elección, en situaciones de incertidumbre, de la alternativa más adecuada entre múltiples opciones de respuesta valorando su influencia en futuras acciones (Clark, Cools & Robbins, 2004). Elegir entre varias opciones puede parecer una tarea sencilla, pero pone en juego numerosos procesos cognitivos, entre ellos, el procesamiento de los estímulos presentes en la tarea, el recuerdo y la manipulación de experiencias anteriores (memoria de trabajo) y la modificación y adaptación de nuestra conducta al entorno (flexibilidad cognitiva) (Martínez, Sánchez, Bechara, & Román, 2006).

La memoria de trabajo no se considera simplemente como una forma de registrar y almacenar información para futuros propósitos, sino más bien como un proceso de activación de memorias ya registradas que se actualizan con los contenidos presentes de la cognición. El recuerdo de las experiencias pasadas y la valoración de las consecuencias futuras se integran y

procesan a nivel prefrontal con claras implicaciones en la reacción o la toma de decisiones sobre situaciones presentes (Martínez et al. 2006).

Antes de tomar una decisión es necesario presentar fluidez en los procesos de ejecución del plan; es decir, tener la capacidad de analizar y verificar la ejecución de los planes en acción. Esta fluidez incluye flexibilidad para retroceder, corregir y cambiar el rumbo de los planes de acuerdo con los resultados parciales que se obtengan (Miller & Cohen, 2001).

Varios estudios han planteado la importancia que tienen ciertas funciones ejecutivas como la atención, la flexibilidad cognitiva, la inhibición de la respuesta y la memoria de trabajo en la toma de decisiones. Barry y Petry (2008) encuentran que el rendimiento de sujetos drogodependientes y no drogodependientes en el Iowa Gambling Test (IGT) está asociado a su desempeño en el Trail Making Test, instrumento utilizado para la medición de la capacidad de inhibición de la respuesta más automatizada y la flexibilidad cognitiva. De la misma manera en el estudio llevado a cabo por Brand et al. (2005), concluyó que en pacientes con síndrome de Korsakoff existe una relación entre la toma de decisiones, la flexibilidad cognitiva y la categorización, valoradas mediante el WCST.

Por otra parte, ha sido ampliamente demostrado que existe una asociación entre la memoria de trabajo y la toma de decisiones (TD). En este sentido, quienes presentan déficit en la memoria de trabajo poseen dificultades en la TD y no a la inversa; es decir, el déficit en la TD no implica la existencia de dificultades en la memoria de trabajo (Bechara, 2004; Dunn, Dalgleish & Lawrence, 2006).

En la toma de decisiones, también intervienen aspectos conductuales como la motivación, las emociones, la impulsividad y la búsqueda de sensaciones; entendiéndose esta última como la necesidad de experimentar sensaciones y experiencias nuevas, variadas y complejas, junto con el deseo de arriesgarse con el fin de obtenerlas (Zuckerman, 2007).

Hay estudios que introducen las emociones como factor clave en la toma de decisiones (Bechara, 2004; Bechara et al., 2001; Bechara, Tranel & Damasio, 2000), donde se propone que ante una situación de dilema, se activan un conjunto de estados corporales que se han asociado a situaciones similares vividas en el pasado (cambios neuroendocrinos, vegetativos o musculares) y que se activan como señales de alarma; lo cual fuerza la atención sobre las opciones que pueden provocar resultados negativos. La hipótesis de Damasio se centra en la idea de que los procesos de toma de decisiones dependen de manera fundamental de los mecanismos neurales que regulan la homeostasis, las emociones y los sentimientos (Damasio, 2004).

Ante una situación de toma de decisiones, los marcadores proporcionan señales que facilitan la decisión, incluso antes de que el sujeto sea capaz de explicar qué estrategia está utilizando (Martínez et al., 2006). La presencia de marcadores somáticos reduce el número de opciones y el tiempo de respuesta, focaliza la atención, optimiza la memoria de trabajo y aumenta la eficacia y precisión de la toma de decisiones, especialmente en la conducta social, donde pueden darse situaciones de mayor incertidumbre (Contreras, Catena, Cándido, Perales & Maldonado, 2008; Damasio, 2004; Dante, 2006; Fellows, 2006; Martínez et al., 2006).

La alteración o ausencia de los marcadores somáticos deriva en la incapacidad para tomar decisiones ventajosas, circunstancia que se produce en los pacientes con daño frontal. Los pacientes con lesiones frontales con frecuencia se muestran impulsivos, incapaces de hacer estimaciones sobre las consecuencias de sus actos o de llevar a cabo planes para el futuro. Es decir, se caracterizan por un notable déficit en los procesos de toma de decisiones. (Happaney, Zelazo & Stuss, 2004).

Aunque la alteración de la capacidad para la toma de decisiones es una de las consecuencias más frecuentes

tras padecer una lesión en el lóbulo frontal, existen pocos instrumentos conocidos para valorar la toma de decisiones en el campo del daño cerebral adquirido (Strauss, Sherman & Spreen, 2006). La mayoría de las pruebas existentes son difíciles de utilizar por la complejidad de su ejecución y requieren una capacidad de comprensión verbal compleja bien preservada.

Más recientemente, Lejuez et al. (2002), han diseñado la BART, una tarea computarizada utilizada en el campo de las adicciones, la psicopatología y las conductas de riesgo para la valoración de la toma de decisiones.

La BART fue diseñada para evaluar los procesos de la toma de decisión del paciente, al enfrentarlo a una situación de riesgo en la que puede ganar o perder una suma determinada de dinero. A diferencia de otros instrumentos, como el IGT, permite una aplicación más rápida y ofrece una tarea que resulta más fácil de comprender.

Efectividad reafirmada por un estudio meta-analítico realizado el 2013 (Lauriola et al.) a través del análisis de 65 artículos, se encontró que efectivamente la prueba BART tiene una validez significativa en torno a la medición de la búsqueda de sensaciones, la impulsividad, la asunción de riesgos y la toma de decisiones en la vida diaria.

Este estudio tiene por objetivo, comprobar si la alteración en la memoria de trabajo, valorada mediante el subtest de LN y en la flexibilidad cognitiva evaluada con las tareas WCST y TMTB, capacidades presentes en la toma de decisiones, pueden explicar el bajo rendimiento de los pacientes con daño cerebral adquirido en la BART. Si el rendimiento en la BART depende de la memoria de trabajo y de la flexibilidad cognitiva de estos pacientes, entonces es de esperar que la alteración en estas funciones cognitivas resulte ser un buen predictor del déficit en la toma de decisiones.

Método

Diseño

Se realizó un estudio no experimental, transversal correlacional con el fin de establecer asociaciones y relaciones entre las variables propuestas (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Participantes

El grupo clínico estuvo constituido por 73 pacientes, de nacionalidad española, con daño cerebral adquirido, y todos ellos con lesiones en el lóbulo frontal. La muestra estaba compuesta por 31 mujeres y 42 hombres, con un rango de edad: 19-54 años, M edad = 37.32 años). La valoración fue realizada a partir de los 6 meses de la lesión cerebral, con una M = 222 días.

Los criterios de inclusión, evaluados mediante una extensa valoración neurológica y neuropsicológica para el grupo clínico fueron los siguientes: pacientes con daño cerebral traumático (TCE) o vascular (AVC) con presencia de lesión en lóbulo frontal y una edad en el momento de la lesión en rango de 18 a 55 años; no presentar déficits motores ni sensoriales que impidan administrar con normalidad cualquiera de los test neuropsicológicos utilizados en el estudio, y no presentar dificultades en la comprensión y expresión del lenguaje, necesarias para seguir las instrucciones, ni en la codificación de los ítems de las pruebas.

Los criterios de exclusión fueron: presentar un síndrome confusional agudo o amnesia postraumática, trastorno psiquiátrico grave o alteraciones conductuales que imposibilitasen la administración. El grupo control lo conformaron treinta pacientes sanos con una edad y características sociodemográficas equivalentes a las del grupo clínico. Para la selección del grupo control se utilizó el método de emparejamiento. El grupo estaba compuesto por 12 mujeres y 18 hombres, M edad = 35.89, rango de edad: 19 a 55 años (ver tabla 1).

Tabla 1. Descripción de la muestra

	G. CLÍNICO $N = 73$	G. CONTROL $N = 30$
Estudios (años de escolarización)	$M = 14.84, DT = 5.38$	$M = 14.87, DT = 5.19$
Etiología	56 TCE (76.7%) y 17 AVC (23.3%)	

Nota. M : media, DT : desviación típica

Instrumentos

Ballon Analogue Risk Task (Lejuez et al., 2002). La BART es una tarea informatizada que simula

características presentes en la toma de decisiones. Los elementos presentes en la tarea incluyen la evaluación de ganancias y pérdidas en situaciones de riesgo e incertidumbre. La tarea consiste en hinchar unos globos representados visualmente. El individuo tiene que introducir aire en los globos durante 30 ensayos. Cada vez que el globo aumenta de volumen el sujeto gana una cantidad de dinero fija; pero si estalla, el dinero acumulado del globo se pierde automáticamente. La probabilidad de explosión de los globos es desconocida por el sujeto. La probabilidad de que cada globo explote cada vez que se hincha es de 1/128. De acuerdo a este logaritmo, el promedio de punto de corte es de 64 presiones por cada globo.

Subtest de Letras y Números de la Escala de Inteligencia de Wechsler WAIS-III (Wechsler, 1999) para valorar la memoria de trabajo, la cual consiste en una prueba donde el examinador lee una serie de secuencias que combinan letras y números (p. ej., 5-R-2-C). El sujeto debe ordenarlas, primero los números en orden ascendente y a continuación las letras en orden alfabético (p. ej., 2-5- C-R). Variable de estudio: número total de secuencias ordenadas correctamente. La fiabilidad interna del test corresponde a .080 - .089, la fiabilidad test-retest a 0.70 - 0.79, la fiabilidad entre evaluadores es < .090.

La flexibilidad cognitiva se valoró a través de la Parte B del Trail Making Test (Reitan & Wolfson, 1985), donde requiere que se ordenen números y letras de forma alternante (p. ej., 1-A-2-B-3-C...). Variable de estudio: tiempo (en segundos) empleado para completar la tarea. En cuanto a su confiabilidad se encuentra entre un 0.86 % y 0.94% (Strauss, 2006). Y fiabilidad de .66. (Goldstein & Watson 1989).

Para esta misma capacidad, se administró también la tarea Wisconsin, Card Sorting Test (Heaton, Chellune, Talley, Kay, & Curtis 1993), el sujeto debe ordenar una serie de cartas en función de tres categorías (color, forma y número). Éste debe deducir cómo ordenarlas por la respuesta del ordenador, la cual se reduce a un correcto o un incorrecto según si el sujeto ha ordenado la carta de acuerdo o no a una de las categorías. Variables de estudio: número de categorías completado y número de errores perseverativos. El test Presenta validez convergente .75 y sensibilidad de cambio. (Del Valle et al., 2008). Y confiabilidad test - retest, igual .82. (Lauriola, Panno, Levin, & Lejuez, 2013).

Procedimiento

Todos los sujetos estaban hospitalizados (48.33%) o en calidad ambulatoria (51.67%). Disponían de una extensa valoración neurológica y neuropsicológica, donde se evaluaba el lenguaje, capacidad cognitiva, conductual y aspectos motores y sensoriales. Todas las valoraciones se realizaron a partir de los 6 meses de la fecha de la lesión cerebral, con una media de 222 días posteriores a la lesión.

Solo aquellos sujetos que cumplían los criterios de inclusión y exclusión fueron seleccionados para formar parte del grupo clínico.

Fase 1. Selección de los participantes en función de los criterios de inclusión y ninguno de exclusión. El reclutamiento se basó en admisiones consecutivas. Solo tuvimos que eliminar 17 pacientes del grupo clínico por presentar alteraciones conductuales: 13 pacientes presentaban apatía severa, lo que causaba inejecución de la tarea, y 4 mostraron alteración conductual agresiva, hecho que también impedía la administración de la tarea. Estos sujetos fueron reemplazados por los 17 pacientes siguientes y consecutivos que cumplían criterios de inclusión para completar la muestra.

Fase 2. Se administró la tarea BART exclusivamente a los sujetos que formaban parte del grupo clínico, para evaluar su capacidad de toma de decisiones, y se recogieron las puntuaciones de LN, WCST y TMTB de la valoración neuropsicológica

Fases 3. Estas tareas se administraron a un grupo control, formado por sujetos emparejados con el grupo clínico.

El tiempo dedicado a recoger la muestra fue de un año y medio, y todas las valoraciones las realizó el mismo neuropsicólogo.

Consideraciones éticas

Toda la información obtenida de los participantes se manejó bajo estricta confidencialidad y anonimato. Con el debido consentimiento de participación por parte de los pacientes. Ya que era una prueba voluntaria, no se obligó a ningún participante a la realización de la misma y éstos podían abandonar el estudio en cualquier momento de su realización.

Operacionalización de variables

Las variables estudiadas de la BART fueron las siguientes: (Tabla 2)

Tabla 2. Operacionalización de variables

Variable	
Duración	Tiempo que tarda el sujeto en realizar la prueba.
Pulsaciones T	Número total de presiones que realiza el sujeto a lo largo de toda la prueba para hinchar el globo.
Explosiones T	Número total de globos explotados en toda la prueba.
BART\$	Total de dinero conseguido.
LN	Puntuación total de la tarea.
TMTB	Tiempo total de ejecución de la tarea.
Perseveraciones de WCST	Número total de perseveraciones realizadas.
Categorías de WCST	Número total de categorías adquiridas.

Nota. (Heaton, Chellune, Talley, Kay, & Curtis 1993; Lejuez, et al., 2003; Reitan & Wolfson, 1985; Wechsler, 1999)

Análisis de datos

Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando el paquete estadístico SPSS-15. Dado que ambos grupos seguían una distribución normal, se utilizaron pruebas paramétricas. Se utilizó la comparación de medias T-Student para muestras independientes con el fin de comparar el resultado de ambos grupos.

Para poder observar la correlación de ambas pruebas en los dos grupos se han utilizado correlaciones parciales de Pearson, ajustadas por las variables sociodemográficas correspondientes. En caso del grupo clínico se ha ajustado por: sexo, edad, etiología, estudios y tiempo transcurrido tras la lesión. Y el grupo control, por: sexo, edad, y estudios. Se empleó la técnica de regresión lineal para corroborar la influencia de las variables sociodemográficas y las variables estudiadas en la predicción de la puntuación BART\$, en ambos grupos.

Resultados

A continuación se detallan los datos comparativos de las tareas neuropsicológicas, se presenta la correlación entre el rendimiento de la tarea BART y las tareas de flexibilidad cognitiva (WCST y TMTB) y memoria de trabajo (MT). Incluimos la influencia de las variables sociodemográficas y variables neuropsicológicas sobre el rendimiento de la tarea BART.

Resultados descriptivos y comparativos entre el grupo clínico y grupo control en la tarea BART

En la ejecución de la tarea BART, el grupo clínico empleó más tiempo: Realizó un mayor número de Pulsaciones T, causó más Explosiones T y obtuvo más BART\$ al final de la tarea.

En la duración de la prueba, no se encontraron diferencias significativas entre el grupo control y el grupo clínico, $p = .334$, 95% IC [-8608.031, 3022.310].

Existen diferencias significativas entre el número de Pulsaciones T del grupo control y el del grupo clínico, $p < .001$, 95% IC [-363.835, -120.290], donde el grupo control realiza un mayor número de pulsaciones totales. Se halla diferencia significativa entre Explosiones T entre ambos grupos, $p = .001$, 95% IC [-3.944, -1.143], con mayor cantidad de explosiones totales en el grupo control. Para finalizar, se observó diferencia entre el BART\$ del grupo clínico y el del grupo control, $p < .001$, 95% IC [-1267570, -426015]. El grupo control acumuló mayor cantidad de dinero al final de la prueba (ver Tabla 3).

Tabla 3. Resultados descriptivos del grupo clínico y grupo control en la tarea BART

	GRUPO CLÍNICO N = 73	GRUPO CONTROL N = 30	Valor p
	M (DT)Rango	M (DT)Rango	
Duración de la prueba	555.234 (301.142) 75.123 – 1520.790	70.66 (1450.844) 211.722 – 8456.673	.334
Pulsaciones T	819.904 (379.693) 132 - 1527	1061.075 (260.902) 364 – 1389	< .001 *

Explosiones T	6.361 (4.164) 0 – 18	8.900 (2.782) 3 – 16	.001 *
BART\$:	30.952 (10.05) 5.852 – 44.855	39.471 (9.403) 16 – 54	< .001 *

Nota. M: media, DT: desviación típica, $p < .001$ *

Resultados descriptivos y comparativos entre el grupo clínico y el grupo control en las tareas NL, TMTB y WCST

El grupo control obtuvo en general un rendimiento normal respecto a los datos normativos, con medias superiores al grupo clínico tanto en la tarea de memoria de trabajo (LN), como en las de flexibilidad cognitiva (TMTB y WCST).

En la puntuación total de LN, se encontraron diferencias significativas entre el grupo control y el grupo clínico, $p < .001$, 95% IC [-4.860, -2.971].

Existen diferencias significativas entre la puntuación TMT B del grupo control y la puntuación TMTB del grupo clínico, $p < .001$, 95% IC [85.981, 121.034], donde el grupo control completa la actividad en menor tiempo que el grupo clínico. Se evidencia diferencia significativa en perseveraciones de WCST entre del grupo clínico y grupo control, $p < .001$, 95% IC [12.492, 17.174], con mayor cantidad en el grupo clínico. Para finalizar, se observó diferencia entre categorías de WCST del grupo clínico y del grupo control, $p < .001$, 95% IC [-2.949, -2.281]. El grupo control adquirió más cantidad de categorías al final de la prueba que el grupo clínico (ver Tabla 4).

Tabla 4. Resultados descriptivos del grupo clínico y grupo control en la tarea Números y Letras, WCST y TMT B

	GRUPO CLÍNICO N = 73	GRUPO CONTROL N = 30	Valor p
	M (DT) Rango	M (DT) Rango	
Puntuación T en LN	8.081 (3.303) 0 – 14	12 (1.509) 9 - 15	< .001 *

Puntuación T de TMTB	153.111 (74.161) 54 - 360	40.602 (7.894) 40 - 61	< .001 *
Puntuación T de Perseverancias en WCST	35 (9.316) 15 - 50	20.166 (2.450) 8 - 25	< .001 *
Puntuación T en WCST	3.219 (1.304) 0 - 5	5.833 (0.379) 5 - 6	< .001 *

Nota. M: media, DT: desviación típica, $p < .001^*$

Correlación entre administración de BART y LN, TMTB y WCST

En el grupo clínico no se obtuvo ninguna correlación entre BART\$ y Letras y Números, $p = .659$, $r_{ab.c} = -.051$, pero se halló relación positiva en los resultados de BART\$ y categorías de WCST, $p < .001$, $r_{ab.c} = .732$, y negativa en BART\$ y perseveraciones de WCST, $p < .001$, $r_{ab.c} = -.614$, de la misma manera que BART\$ y TMTB, $p < .001$, $r_{ab.c} = -.721$.

El grupo control presentó correlación positiva entre categorías de WCST y BART\$, $p = .012$, $r_{ab.c} = .473$. BART\$ y LN, $p = .072$, $r_{ab.c} = .381$, no presentan equivalencia, de la misma forma que entre BART\$ y perseveraciones de WCST, $p = .313$, $r_{ab.c} = -.202$, y BART\$ y TMTB, $p = .226$, $r_{ab.c} = -.256$.

Influencia de variables sociodemográficas y neuropsicológicas sobre la puntuación BART\$

En el grupo clínico, las únicas variables estudiadas que quedaron incluidas para poder explicar la variación del BART\$ fueron TMTB, $p < .001$, y WCST, $p < .001$. No se obtuvo significación en Letras y Números, $p = .239$, ni en perseveraciones de WCST, $p = .942$. Respecto a las variables socio-demográficas, quedaron excluidas el sexo, $p = .670$, la etiología, $p = .270$, y la edad, $p = .971$. Solo la variable años de estudios, $p = .005$, se incluyó para poder explicar la variación en puntuación BART\$.

En el grupo control, las únicas variables estudiadas que quedaron incluidas para poder explicar la variación en BART\$ fueron LN, $p = .049$, y WCST, $p = .008$. No se obtuvo significación en TMTB, $p = .147$, ni en perseveraciones de WCST, $p = .173$. Respecto a las variables sociodemográficas, ninguna de ellas fue incluida para aplicar la variación en puntuación BART\$, ni los

años estudiados, $p = .812$, ni el sexo, $p = .940$, ni la edad, $p = .956$, influyeron.

Discusión

El objetivo principal de la investigación era comprobar si la memoria de trabajo, valorada mediante la tarea LN y la flexibilidad cognitiva evaluada con las tareas WCST y TMTB, capacidades presentes en la toma de decisiones, podían explicar las alteraciones en el rendimiento de los pacientes con daño cerebral adquirido en la BART.

En nuestro estudio se hallan diferencias en los resultados de la BART entre el grupo control y el grupo clínico, tanto en el total de dinero conseguido como en cantidad de pulsaciones y explosiones de globos. También se hallan diferencias en TMTB, LN y WCST, donde el grupo control obtiene una puntuación normal respecto a los datos normativos que es superior al grupo clínico.

La cantidad total de dinero obtenida en la prueba (BART\$) se asocia a la capacidad cognitiva de toma de decisiones, ya que implica el componente de riesgo, valorado por las pulsaciones totales realizadas y un componente ejecutivo que controla las decisiones más arriesgadas.

Asociamos la cantidad de pulsaciones realizadas al tanteo inicial de la tarea y al componente conductual de búsqueda de sensaciones, en el sentido de que cuantas más pulsaciones se realicen para aumentar el volumen del globo, más probabilidad existe que éste explote. Y, por otro lado, cuantas más pulsaciones se realizan, más cantidad de dinero acumulado en cada globo y, por lo tanto, más BART\$ total. Zuckerman (2007) definió la búsqueda de sensaciones como la “necesidad de obtener experiencias nuevas, variadas, complejas e intensas; el deseo de arriesgarse a nivel físico, social, legal y/o financiero, con el fin de obtenerlas”. (p. 49). Individuos con altas y bajas puntuaciones en pruebas que valoran búsqueda de sensaciones presentan diferencias en marcadores biológicos, conductuales, cognitivos y emocionales. El hecho de presentar algún tipo de alteración en algún marcador comportará diferencias en la búsqueda de sensaciones, y por lo tanto, diferencias en la forma en que se toman las decisiones (Roberti, 2004).

En los últimos años ha cobrado relevancia el estudio de la toma de decisiones, principalmente desde

la creación de la prueba del IGT. En los estudios se describen diferentes mecanismos que podrían explicar el rendimiento en esta tarea, entre ellos, la flexibilidad cognitiva (Barry & Petry, 2008; Chiu & Lin, 2007; Dunn, Dalgleish & Lawrence, 2006; Maia & McClelland, 2005; Martínez, Sánchez, Bechara & Román, 2006).

En nuestro estudio hemos observado que en el grupo clínico se obtiene una correlación negativa entre la tarea BART y el TMTB y el WCST, lo que lleva a confirmar que, efectivamente, el éxito en esta tarea requiere habilidades preservadas en atención alternante y flexibilidad cognitiva.

Aunque no existen estudios previos que analicen específicamente el rendimiento en el TMTB y en el WCST con la toma de decisiones en pacientes con DCA, sí que existen algunos estudios con otras poblaciones. En un estudio realizado por Weinstock, Barry y Petry (2008) se observó que el rendimiento de los sujetos drogodependientes y no drogodependientes en el IGT está relacionado con el rendimiento en el TMTB.

El estudio de Brand et al. (2005) concluyó que en pacientes con síndrome Korsakoff existe una relación entre la toma de decisiones, la flexibilidad cognitiva y la categorización, valoradas mediante el WCST. Los mismos autores indican que la toma de decisiones está relacionada con la categorización, la flexibilidad cognitiva y la susceptibilidad a la interferencia en pacientes adictos al juego.

De igual forma, el estudio realizado en pacientes con lesión prefrontal ventromedial nos informó de la inclusión de la representación de recompensas y flexibilidad cognitiva en la toma de decisiones (O'Doherty, Kringelbach, Rolls, Hornak & Andrews, 2001).

Por otra parte, la memoria de trabajo no explica los resultados en la BART de los pacientes del estudio, resultado que se refuerza por las investigaciones realizadas en pacientes con lesión ventromedial y dorsolateral, en donde se describe una disociación entre la memoria de trabajo y la toma de decisiones (Anderson, Damasio, Jones, & Tranel, 1991; Bechara, Damasio, & Tranel, 1998; Damasio, 2004; Grafman, Jonas, & Salazar, 1990).

En conclusión, solamente la flexibilidad cognitiva pudo explicar las alteraciones en el rendimiento de nuestros pacientes con daño cerebral adquirido en la BART, y estos resultados se ven reforzados por las

conclusiones de otros estudios realizados con poblaciones diferentes. Puesto que el rendimiento de la BART depende de la flexibilidad cognitiva de estos pacientes, entonces es de esperar que dicha capacidad sea un buen indicador de la toma de decisiones.

Es necesario, pues, tener en cuenta que la mayoría de participantes son jóvenes y con escolaridad media, por lo que sería interesante, para investigaciones futuras, estudiar los efectos en poblaciones con diferente escolaridad y edad, ya que ambas variables afectan los procesos cognitivos.

Durante la ejecución de la tarea BART se observaron diferencias en las actitudes entre el grupo control y el grupo clínico. Mientras que el grupo control tiende a indagar sobre el funcionamiento de la tarea presentada, el grupo clínico ejecuta la tarea de forma menos explorativa y más automatizada. Dicha situación podría explicarse no solo por la preservación de las funciones ejecutivas en el grupo control, sino también por la intervención de un posible factor de “búsqueda de sensaciones”, ausente en el grupo clínico.

Referencias

- Anderson, S. W., Damasio, H., Jones, R. D. & Tranel, D. (1991). Wisconsin card sorting test performance as a measure of frontal lobe damage. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 3, 909-922. doi:10.1080/01688639108405107
- Barry, D., & Petry, N. (2008). Predictors of decision-making on the Iowa Gambling Task: Independent effects of life time history of substance use disorders and performance on the Trail Making Test. *Brain and Cognition*, 66, 243-252. doi:10.1016/j.bandc.2007.09.001
- Bechara, A. (2004). The role of emotion in decision-making: Evidence from neurological patients with orbitofrontal damage. *Brain and Cognition*, 55, 30-40. doi:10.1016/j.bandc.2003.04.001
- Bechara, A., & Damasio, A. (2005). The somatic marker hypothesis: A neural theory of economic decision. *Games and Economic Behavior*, 52, 336-372. doi:10.1016/j.geb.2004.06.010
- Bechara, A., Damasio, H., & Tranel, D. (1998). Dissociation of working memory from decision

- making within the human prefrontal cortex. *Journal of Neuroscience*, 18, 428-437.
- Bechara, A., Dolan, S., Denburg, N., Hinds, A., Anderson, S. W., & Nathan, P. (2001). Decision-making deficits, linked to a dysfunctional ventromedial prefrontal cortex, revealed in alcohol and stimulant abusers. *Neuropsychologia*, 39, 376–389. doi:10.1016/S0028-3932(00)00136-6
- Bechara, A., Tranel, D., & Damasio, H. (2000). Characterization of the decision-making deficit of patients with ventromedial prefrontal cortex lesions. *Brain & Development*, 123, 189-202. doi:10.1093/brain/123.11.2189
- Biringer, E., Lundervold, A., Stordal, K., Mykletun, A., Egeland, J., Bottlender, R., & Lund, A. (2005). Executive function improvement upon remission of recurrent unipolar depression. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 255, 373-380. doi:10.1007/s00406-005-0577-7
- Brand, M., Fujiwara, E., Borsutzky, S., Kalbe, E., Kessler, J., & Markowitsch, H. (2005). Decision-making impairments in patients with pathological gambling. *Psychiatry Research*, 133, 91-99. doi:10.1016/j.psychres.2004.10.003
- Chiu, Y., & Lin, C. (2007) Is deck C an advantageous deck in the Iowa Gambling Task? *Behavioral and Brain Functions*, 6, 3-37. doi:10.1186/1744-9081-3-37
- Clark, L., Cools, R., & Robbins, T. (2004). The neuropsychology of ventral prefrontal cortex: decision-making and reversal learning. *Brain and Cognition*, 55, 21-53. doi:10.1016/S0278-2626(03)00284-7
- Contreras, D., Catena, A., Cándido, A., Perales, J., & Maldonado, A. (2008). Funciones de la corteza prefrontal ventromedial en la toma de decisiones emocionales. [The role of ventromedial prefrontal cortex in emotional decision-making]. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 8, 285-313.
- Damasio, A. (2004). *El error de Descartes*. Barcelona: Crítica. (Versión original 1994).
- Dante, C. (2006). Patrón de toma de decisiones desventajosas en pacientes drogodependientes. *Salud y Drogas*, 6(1), 71-88.
- Dikmen, S. S., Heaton, R. K., Grant, I., & Temkin, N. R. (1999). Test-retest reliability and practice effects of expanded Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 5, 346–356
- Davidson, P., Gao, F., Mason, W., Winocur, G., & Anderson, N. (2007). Verbal fluency, trail making and Wisconsin Card Sorting Test performance following right frontal lobe tumor resection. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 11, 1-15. doi:10.1080/13803390601161166
- Del Valle, G., Puerta-Cuestas, MV., Renau-Hernández, O., Noguera-Escalera, P., García-Blázquez, MC., Ferri-Salvador... Noé-Sebastián, E. (2008). Utilidad clínica de la versión de 64 cartas del test de clasificación de cartas de Wisconsin en pacientes que han sufrido un traumatismo craneoencefálico. *Revista de Neurología*, 46(03), 142-146 .
- Dunn, D., Dalgleish, T., & Lawrence, A. (2006). The somatic marker hypothesis, a critical evaluation. *Neurosciences and Biobehavioral Reviews*, 30, 239-271. doi:10.1016/j.neubiorev.2005.07.001
- Fellows, L.K. (2006). Deciding how to decide: Ventromedial frontal lobe damage affects information acquisition in multi-attribute decision making. *Brain*, 129, 944-952. doi:10.1093/brain/awl017
- García, A., Roig, T., Yuguero, M., Enseñat, A., Sánchez, R., & Bernabeu, M. (2008). La integración en la comunidad como medida de resultado de la neurorrehabilitación en el traumatismo craneoencefálico. *Rehabilitación*, 42, 67-72. doi:10.1016/S0048-7120(08)73616-8
- Gilbert, S., & Burgess, P.W. (2008). Executive function. *Current Biology*, 18, 110-114. doi:10.1016/j.cup.2007.12.014
- Goldman, P. (1992). Working memory and the mind. *Scientific American*, 267, 110-117. doi:10.1038/scientificamerican0992-110
- Goldstein, G., & Watson, J. R. (1989). Test-retest reliability of the Halstead-Reitan battery and the WAIS in a neuropsychiatric population. *The Clinical Neuropsychologist*, 3, 265-273
- Grafman, J., Jonas B., & Salazar A. (1990). Wisconsin Card Sorting Test performance based on location and size of neuroanatomical lesion in Vietnam veterans with penetrating head injury. *Percept Mot Skills*, 71, 1120–1122. doi:10.2466/pms.1990.71.3f.1120

- Happaney, K., Zelazo, P.D., & Stuss, D.T. (2004). Developmental of orbitofrontal function: current themes and future directions. *Brain and Cognition*, 55, 1-10.
- Heaton, R. K., Chelune, G. J., Talley, J.L., Kay, G. G., & Curtiss, G. (1993). *Wisconsin Card Sorting Test manual (revised and expanded)*. Odessa, Florida: Psychological Assessment Resources.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6.a ed.) México: McGraw-Hill.
- Lauriola, M., Panno, M., Levin, I., & Lejuez, C. W. (2013). Individual Differences in Risky Decision Making: A Meta-analysis of Sensation Seeking and Impulsivity with the Balloon Analogue Risk Task. *Journal of Behavioral Decision Making*, 27, 20-36. doi: 10.1002/bdm.1784
- Lejuez, W., Jerry, B., Christopher, W., Jennifer, P., Susan, E., Gregory, L., David, R., & Richard, A. (2002). Evaluation of a Behavioral of Risk Taking: The BallonAnalogue Risk Task (BART). *Journal of Experimental Psychology*, 8, 75-84. doi:10.1037//1076-898X.8.2.75
- Lejuez, C. W., Aclin, W. M., Jones, H. A., Richards, J. B., Strong, D. R., Kahler, C. W., et al. (2003). The balloon analogue risk task (BART) differentiates smokers and nonsmokers. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 11(1), 26-33. doi:10.1037/1064-1297.11.1.26
- Maia, T. V., & McClelland, J. L. (2005). The somatic marker hypothesis, still many questions. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 162-164. doi: 10.1016/j.tics.2005.02.006
- Martínez-Selva, J. M., Sánchez-Navarro, J.P., Bechara, A., & Román, F. (2006). Mecanismos cerebrales de la toma de decisiones. *Revista de Neurología*, 42(7), 411-418.
- Miller, E.K., & Cohen, J.D. (2001) An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24:167-202
- O'Doherty, J., Kringelbach, M. L., Rolls E. T., Hornak, J., & Andrews, C. (2001). Abstract reward and punishment representations in the human orbitofrontal cortex. *Nature Neuroscience*, 4, 95-102. doi:10.1038/82959
- Perry, W., Heaton, R. K., Potterat, E., Roebuck, T., Minassian, A., & Braff, D. L. (2001). Working memory in schizophrenia: transient "online" storage versus executive functioning. *Schizophrenia Bulletin*, 7, 157-76. doi:10.1093/oxfordjournals.schbul.a006854
- Reitan, R. M., & Wolfson, D. (1985). *The Halstead-Reitan neuropsychological test battery: Theory and clinical interpretation*. Tucson, Arizona: Neuropsychology Press.
- Roberti, W.J. (2004). A review of behavioral and biological correlates of sensation seeking. *Journal of Research in Personality*, 38, 256-279. doi:10.1016/S0092-6566(03)00067-9
- Strauss, E., Sherman, E.M. & Spreen, O. (2006). Norms Selection in Neuropsychological Assessment. *A compendium of neuropsychological tests. Administration, norms, and commentary* (pp. 44-58). Nueva York: Oxford University Press.
- The Psychological Corporation. (1997). *WAIS-III-WMS-II Technical Manual*. San Antonio: Author.
- The Psychological Corporation (2002). *WAIS-III/WMS-III: Updated Technical Manual*. San Antonio: Author.
- Wechsler, D. (1999). *Wechsler abbreviated scale of intelligence*. Nueva York: The Psychological Corporation.
- Weinstock, J., Barry, D., & Petry, N.M. (2008). Exercise-related activities are associated with positive outcome in contingency management treatment for substance use disorders. *Addictive Behaviors*, 33, 1072-1075. doi:10.1016/j.addbeh.2008.03.011
- Zuckerman, M. (2007). *Sensation seeking and risky behavior*. Washington: American Psychological Association.