

# **Balloon Analogue Risk Task com a eina de valoració de la presa de decisions en pacients amb dany cerebral adquirit**

Tesi doctoral

**Marina Areny Balagueró**

Directora

Dra. Mercè Jódar Vicente

Tutor

Dr. Jordi Obiols Llandrich

**Programa de Doctorat en Psicologia Clínica i de la Salut**

**Departament de Psicologia Clínica i de la Salut**

**Facultat de Psicologia**

**Universitat Autònoma de Barcelona**

**Bellaterra, 2015**



**Universitat Autònoma de Barcelona**



# **Balloon Analogue Risk Task com a eina de valoració de la presa de decisions en pacients amb dany cerebral adquirit**

Marina Areny Balagueró

Directora

Dra. Mercè Jódar Vicente

Tutor

Dr. Jordi Obiols Llandrich

Programa de Doctorat en Psicologia Clínica i de la Salut

Departament de Psicologia Clínica i de la Salut

Facultat de Psicologia

Universitat Autònoma de Barcelona

Bellaterra, 2015



## **RECONeixEMENT**

Aquesta tesi s'ha realitzat amb la col·laboració de la Unitat de Neuropsicologia de l'Institut Universitari de Neurorehabilitació Guttmann de Badalona.



## **AGRAÏMENTS**

M'agradaria agrair a la meva exdirectora Dra. Teresa Roig Rovira i de forma molt especial a la directora de tesi, Dra. Mercè Jódar Vicente, la seva dedicació i les seves ensenyances durant la meva formació doctoral, però sobretot pel seu suport i confiança.

Als meus pares, Carme i Calixto, per confiar en mi i estimar-me incondicionalment, per acompanyar-me en el viatge de la meva vida, per ensenyar-me que la sinceritat, humilitat i lleialtat m'ajudaran al llarg de la meva vida. Gràcies a la meva germana per la seva motivació per continuar dia rere dia i per creure sempre en mi. Agraeixo als meus avis, tiets, cosins i amics l'afecte i tendresa que em transmeten màgicament.

També agraeixo a l'Edu el seu immens amor; per la paciència amb què ha sabut acompanyar-me, donar-me suport i comprendre'm en tot moment. Gràcies per estar sempre al meu costat amb aquest somriure.

A tots aquells que, d'alguna manera, m'han ajudat a arribar fins al final.





*Las grandes decisiones de la vida humana tienen, como regla general, mucho más que ver con los instintos y otros misteriosos factores inconscientes que con la voluntad consciente y el sentido de razonabilidad.*

*Carl Jung*



## **ABREVIATURES**

<b>DCA</b>	Dany Cerebral Adquirit
<b>TCE</b>	Traumatisme craneoencefàlic
<b>AVC</b>	Accident vascular-cerebral
<b>BART</b>	Balloon Analogue Risk Task
<b>BART\$</b>	Balloon Analogue Risk Task \$
<b>IGT</b>	Iowa Gambling Task
<b>TMT</b>	Trail Making Test
<b>TMT B</b>	Trail Making Test B
<b>WCST</b>	Wisconsin, Card Sorting Test
<b>LN</b>	Lletres i Números
<b>F</b>	Frontal
<b>P</b>	Parietal
<b>O</b>	Occipital
<b>T</b>	Temporal



# ÍNDEX

MARC GENERAL	1
ESTRUCTURA TESI	3
RESUM I ABSTRACT	5
1. INTRODUCCIÓ GENERAL	9
1.1. El lòbul frontal i funcions executives	14
1.2. Presa de decisions i la seva avaluació	19
1.3 Memòria de treball i flexibilitat cognitiva en la presa de decisions	27
1.4 Factor conductual: cerca de sensacions i presa de decisions	29
2. OBJECTIUS E HIPÒTESIS	33
2.1 Objectiu general	35
2.2 Objectiu específic 1	35
2.2 Objectiu específic 2	35
2.3 Objectiu específic 3	35
2.4 Objectiu específic 4	35
2.5 Objectiu específic 5	36
2.4 Hipòtesi general	36
2.5 Hipòtesi específica 1	36

2.6 Hipòtesi específica 2	36
2.7 Hipòtesi específica 3	36
2.8 Hipòtesi específica 4	37
2.9 Hipòtesi específica 5	37
3. INVESTIGACIONS REALITZADES	39
3.1 Estudi 1	41
3.2 Estudi 2	65
3.3 Estudi 3	87
4. DISCUSSIÓ GENERAL	109
4.1. Limitacions	119
4.2. Línies d'investigacions futures	120
5. CONCLUSIONS GENERALS	121
6. REFERÈNCIES	127
ANNEX	151
7.1 Imatges de les tasques	
7.2 Articles	

## **MARC GENERAL**

Aquesta tesi doctoral neix durant la meua estada de pràctiques a l'Institut de Neurorehabilitació Guttmann, l'any 2010, amb l'objectiu d'omplir un buit en la valoració de la capacitat de presa de decisions en un àmbit específic, el del dany cerebral adquirit. Tot i ser una seqüela freqüent en els diferents pacients que han sofert una lesió en el lòbul frontal, es coneixen pocs instruments per valorar la presa de decisions en aquest camp. La tasca més utilitzada avui en dia i validada és l'Iowa Gambling Task (IGT). Es tracta d'una prova difícil d'utilitzar per la complexitat de la seva execució i que requereix una capacitat de comprensió verbal complexa ben preservada.

En aquest estudi presentem la Balloon Analogue Risk Task (BART), una tasca computeritzada que s'utilitza en el camp de les addiccions, la psicopatologia i les conductes de risc per a la valoració de la presa de decisions. L'objectiu de la prova consisteix a enfrontar, d'una manera molt simple, al pacient a una situació de risc, a diferència de la IGT, que permet una aplicació més ràpida i de fàcil comprensió del pacient que la realitza.

L'objectiu principal d'aquesta tesi doctoral és proposar la BART com a instrument de valoració de la presa de decisions en l'àmbit del dany cerebral adquirit, tot valorant la implicació que tenen la memòria de treball, la flexibilitat cognitiva i el factor comportamental de recerca de sensacions en l'execució de la tasca.





## **ESTRUCTURA DE LA TESI**

La tesi es divideix en tres grans blocs. El primer està dedicat al desenvolupament del marc teòric sobre el qual es basen els objectius d'aquesta investigació. En el segon bloc s'aborden tots els aspectes metodològics de cada un dels estudis presentats. Per últim, al tercer bloc s'ofereix una discussió general i les conclusions principals dels resultats obtinguts. A continuació explicarem els blocs de forma més detallada.

### **Bloc 1: Introducció**

En el primer bloc es presenta un marc teòric sobre el qual expliquem el nostre treball d'investigació. Per això, es desenvolupen 4 temes que compleixen diferents objectius. Primerament exposem una introducció global de tota la temàtica de la tesi. L'objectiu fonamental del primer tema és familiaritzar el lector amb les alteracions presents en les lesions en el lòbul frontal i les funcions executives, donant pas al següent i així, introduïm la temàtica central d'aquesta investigació, la presa de decisions en pacients amb dany cerebral adquirit i la seva avaluació. Per finalitzar, en els dos últims blocs, es desenvolupa la idea tant de la relació que existeix entre la flexibilitat cognitiva i la memòria de treball, presents en la presa de decisions, com el factor conductual de recerca de sensacions.

## Bloc 2: Estudis

En el segon bloc exposem els aspectes metodològics de cada un dels estudis realitzats en la tesi. En aquest capítol s'exposa la sèrie experimental seguida de les respostes a cada una de les preguntes formulades en els objectius d'aquesta investigació. Cada estudi està introduït per una revisió teòrica sobre els aspectes experimentats. A continuació es realitza una descripció del procediment seguit i dels resultats obtinguts, així com una discussió específica que expliqui aquests resultats.

## Bloc 3: Discussió general i conclusions

Per últim, en el tercer bloc es presenta una discussió general a partir dels resultats de tota la sèrie experimental, sempre sota la perspectiva de la revisió teòrica que s'ha dut a terme. Adjuntem en aquest apartat les fonts bibliogràfiques consultades per a la realització d'aquesta investigació, i s'annexen els articles acceptats i enviats en revistes científiques per la seva valoració.

## RESUM

Els trastorns mentals i les patologies neurològiques són especialment vulnerables a l'alteració de les funcions executives i constitueixen un problema addicional que limita l'autonomia i funcionalitat dels pacients, així com la seva presa de decisions

La presa de decisions és un procés dinàmic que afavoreix l'elecció, en situacions d'incertesa, de l'alternativa més adequada entre múltiples opcions de resposta, tot valorant la seva influència en futures accions. En aquesta capacitat intervenen altres processos cognitius, entre ells el processament dels estímuls presents en la tasca, el record i la manipulació d'experiències anteriors (memòria de treball), i la modificació i adaptació de la nostra conducta a l'entorn (flexibilitat cognitiva).

En la presa de decisions, també hi intervenen aspectes comportamentals com la motivació, les emocions, la impulsivitat i la recerca de sensacions.

Encara que l'alteració de la capacitat per a la presa de decisions és una de les conseqüències més freqüents després de patir una lesió en el lòbul frontal, existeixen pocs instruments coneguts per valorar la presa de decisions en el camp del dany cerebral adquirit. La majoria dels instruments dissenyats per a la valoració de la presa de decisions són difícils d'utilitzar per la complexitat de la seva execució. Aquests instruments requereixen que els subjectes tinguin una capacitat de comprensió verbal complexa. Actualment l'instrument més utilitzat i validat per a la valoració d'aquesta capacitat és la IGT. La BART, una tasca computeritzada que s'utilitza en el camp de les addiccions, la psicopatologia i les conductes de risc per a la valoració de la presa de decisions.

L'objectiu general del present projecte és observar si la BART és un instrument adequat per obtenir evidències que permetin valorar la presa de decisions en persones amb dany cerebral adquirit.

La BART, IGT, Trail Making Test B (TMTB), Wisconsin, Card Sorting Test (WCST), subtest de Lletres i Nombres de l'Escala d'Intel·ligència de Wechsler WAIS-III (LN) i subtest de figures superposades van ser administrats a un grup clínic de pacients amb dany cerebral adquirit frontal (DCA), amb un rang d'edat: 19-54 anys i un grup control de subjectes sans aparellats mitjançant les dades sociodemogràfiques obtingudes; es va realitzar un estudi comparatiu per avaluar possibles diferències en els resultats obtinguts entre els dos grups i una anàlisi per determinar una possible correlació entre la BART i la resta de les tasques en els dos grups. Els resultats de les diferents investigacions van mostrar que la BART no es relaciona amb la IGT, la qual cosa suggereix que ambdues proves mesuren diferents aspectes de la presa de decisions. Observem que únicament la flexibilitat cognitiva valorada mitjançant les tasques WCST i TMTB va poder influir en el rendiment dels pacients amb DCA en la BART. Respecte al factor conductual cerca de sensacions concloem que no es relaciona amb la tasca BART. I per finalitzar informem que la tasca estudiada és capaç de detectar diferències entre grup clínic amb DCA frontal i un grup control sa.

En la present tesi s'inclouen tres estudis en vies de publicació, un dels quals està acceptat, corresponents a les diferents investigacions realitzades relacionades amb la tasca.

## **ABSTRACT**

Mental impairment and neurological pathologies are specially vulnerable to the alteration of executive functions and constitute an additional problem that limits the autonomy and functionality of patients, as well as decision-making.

Decision-making is a dynamic process which, in situations of uncertainty, favours choosing the most adequate of several options, while assessing its influence on future actions. Other cognitive processes are involved in decision-making, such as the processing of the stimuli present in the task, the memory and manipulation of previous experiences (working memory), and the modification and adaptation of behaviour to the environment (cognitive flexibility).

Other behavioural aspects such as motivation, emotions, impulsiveness and sensation seeking are also involved in decision-making.

Although the alteration of the decision-making ability is one of the most frequent consequences following a frontal lobe injury, there are few known instruments to evaluate decision-making in the field of acquired brain injury. Most of the instruments designed to assess decision-making are difficult to use because of the complexity of their execution. These instruments require the subjects to have a well-preserved ability of complex verbal comprehension. Presently, the most widely used validated instrument to assess this ability is the Iowa Gambling Task (IGT). The Balloon Analogue Risk Task (BART) is a computerised task used in the field of addictions, psychopathology, risk behaviours, and to assess decision-making.

The main objective of the present project is to observe whether BART is an adequate instrument and obtain evidence to evaluate decision-making in subjects with acquired brain injury.

BART, IGT, Trail Making Test B (TMTB), Wisconsin, Card Sorting Test (WCST), Letter–Number Wechsler Adult Intelligence Scale subscores and subtest WAIS-III (LN) and the superposed figures subtest were administered to a clinical group of patients with acquired brain injury (ABI), aged between 19 and 54 years, and a control group of healthy subjects, with similar sociodemographic characteristics; a comparative study was performed to assess the possible differences in the results obtained between the two groups and determine a possible correlation between BART and the other tasks between groups. The results of the different investigations have shown that BART does not correlate with IGT, which suggests that both tests measure different aspects of decision-making. We observed that only cognitive flexibility assessed with the WCST and TMTB tasks could influence the performance of patients with ABI in BART. We concluded that the sensation seeking factor of UPPS-P is not related to BART. Finally, we observed that the task studied can detect differences between a clinical group with frontal lobe ABI and a healthy control group.

The present thesis includes three articles that have been submitted for publication, one of which has been accepted. These articles correspond to the different investigations performed in relation to the task.

# INTRODUCCIÓ





## INTRODUCCIÓ GENERAL

Les funcions executives són un conjunt d'habilitats implicades en la generació, supervisió, regulació, execució i reajustament de conductes adequades per aconseguir objectius complexos, especialment aquells que requereixen un enfocament nou i creatiu (Gilbert & Burgess, 2008; Lezak, Howieson & Loring 2004).

Els trastorns mentals i les patologies neurològiques són especialment vulnerables a l'alteració de les funcions executives (Biringier et al., 2005; Davidson, Gao, Mason, Winocur & Anderson, 2007), i constitueixen un problema addicional que limita l'autonomia i funcionalitat dels pacients, així com la seva presa de decisions (García et al., 2008).

La presa de decisions és un procés dinàmic que afavoreix l'elecció, en situacions d'incertesa, de l'alternativa més adequada entre múltiples opcions de resposta, tot valorant la seva influència en futures accions (Clark, Cools & Robbins, 2004). Escollir entre diverses opcions pot semblar una tasca senzilla, però posa en joc nombrosos processos cognitius, entre ells el processament dels estímuls presents en la tasca, el record i la manipulació d'experiències anteriors (memòria de treball), i la modificació i adaptació de la nostra conducta a l'entorn (flexibilitat cognitiva). (Martínez-Selva, Sánchez-Navarro, Bechara & Roman 2006.)

La memòria de treball no es considera simplement una forma de registrar i emmagatzemar informació per a futurs propòsits sinó més aviat un procés d'activació de memòries ja registrades que s'actualitzen amb els continguts presents de la cognició. No responem automatitzadament davant de noves situacions, sinó que utilitzem la nostra memòria passada per analitzar, reaccionar o prendre decisions sobre situacions presents. (Goldman, 1992).

Abans de prendre una decisió és necessari comptar amb processos d'execució del pla que tinguin fluïdesa però, sobretot, amb processos d'anàlisi i verificació de l'execució dels plans d'acció. Aquesta fluïdesa inclou flexibilitat per retrocedir, corregir i canviar el rumb dels

plans d'acord amb les verificacions dels resultats parcials que s'obtinguin.

Diversos estudis han plantejat la importància que tenen certes funcions executives: flexibilitat cognitiva, inhibició de la resposta i memòria de treball, en la presa de decisions. Barry i Petry (2008) troben que el rendiment de subjectes normals i drogodependents en l'Iowa Gambling test (IGT) està associat a la seva resolució en el Trail Making Test, instrument utilitzat per al mesurament de l'habilitat d'inhibició de la resposta i la flexibilitat cognitiva.

D'altra banda, s'ha demostrat àmpliament que existeix una associació entre la memòria de treball i la presa de decisions. En aquest sentit, les persones presenten dèficit en la memòria de treball, mostren dificultats en la presa de decisions i no al revés; és a dir, el dèficit en la presa de decisions no implica l'existència de dificultats en la memòria de treball (Bechara, 2004; Dunn, Dalgleish & Lawrence, 2006).

En la presa de decisions, també hi intervenen aspectes comportamentals com la motivació, les emocions, la impulsivitat i la recerca de sensacions. Entenem la cerca de sensacions com la necessitat d'experimentar sensacions i experiències noves, variades i complexes, juntament amb el desig d'arriscar-se amb la finalitat d'obtenir-les. (Zukerman, 2007).

Bechara et al. (1994) introdueixen les emocions com a factor clau en la presa de decisions (Bechara, 2004, Bechara & Damasio, 2005; Bechara, Tranel & Damasio, 2000; Bechara et al., 2001). Aquest autor manté que, davant una situació de dilema, s'activen un conjunt de sistemes corporals que s'han associat a situacions similars viscudes en el passat (canvis neuroendocrins, vegetatius o musculars), que s'activen com a senyals d'alarma i forcen l'atenció sobre les opcions que poden provocar resultats negatius. La noció central de la hipòtesi és que els processos de presa de decisions depenen, de manera fonamental, dels mecanismes neurals que regulen l'homeòstasi, les emocions i els sentiments. (Damasio,

1994).

Davant una presa de decisions, els marcadors proporcionen senyals que faciliten la decisió, fins i tot, abans que el subjecte sigui capaç d'explicar quina estratègia està utilitzant (Martínez-Selva et al., 2006). La presència de marcadors somàtics redueix el nombre d'opcions i el temps de resposta, focalitza l'atenció, optimitza la memòria de treball i augmenta l'eficàcia i precisió de la presa de decisions, especialment en la conducta social, en què poden donar-se situacions de major incertesa (Contreras, Catena, Cándido, Perales & Maldonado, 2008; Damasio, 1994/2004; Dante, 2006; Fellows, 2006; Martínez-Selva et al., 2006).

L'alteració o absència dels marcadors somàtics deriva en una incapacitat per prendre decisions avantatjoses, circumstància que es produeix en els pacients amb dany cerebral frontal. Els pacients amb lesions frontals solen ser subjectes impulsius incapaços de fer estimacions sobre les conseqüències dels seus actes o de dur a terme plans per al futur. És a dir, es caracteritzen per un notable dèficit en els processos de presa de decisions.

Encara que l'alteració de la capacitat per a la presa de decisions és una de les conseqüències més freqüents després de patir una lesió en el lòbul frontal, existeixen pocs instruments coneguts per valorar la presa de decisions en el camp del dany cerebral adquirit (Strauss, Sherman & Spreen, 2006). La tasca més utilitzada i validada és la IGT. Es tracta d'una prova difícil d'utilitzar per la complexitat de la seva execució i que requereix una capacitat de comprensió verbal complexa ben preservada.

Lejuez et al. (2002) han dissenyat la BART, una tasca computeritzada que s'utilitza en el camp de les addiccions, la psicopatologia i les conductes de risc per a la valoració de la presa de decisions.

L'objectiu principal de la prova consisteix a enfrontar, d'una manera molt simple, el pacient a una situació de risc i, a diferència de la IGT, permet una aplicació més ràpida i una

tasca que resulta més fàcil de comprendre.

### **Els lòbul frontal i les funcions executives**

El lòbul frontal no només és la regió més gran sinó també la més complexa de tot el cervell i, amb tota seguretat, la zona més desconeguda. Durant molt temps va ser considerada com una àrea "silenciosa", atès que no rep informació directament de l'exterior, com sí que ho fan les zones posteriors. Exceptuant l'àrea motora, encarregada de la transmissió d'informació motora als òrgans efectors, la resta de regions dels lòbuls frontals s'encarreguen de la complexa interacció de les diverses connexions provinents d'altres zones (Ruiz, Muñoz & Tirapu, 2001).

El cas més famós de la neuropsicologia sobre l'estudi de la lesió del dany frontal és el de Phineas Gage. L'any 1868 J.M. Harlow va descriure els canvis produïts en la conducta després de sofrir una lesió frontal, en què es posa de manifest la relació entre el lòbul frontal i el funcionament executiu (Damasio, 2005; Garcia, 2012). Diverses investigacions posen de manifest la relació que existeix entre el lòbul frontal i les funcions executives. (Lahey, et al., 2011; Dulay, Busch, Chapin, Jehi & Najm, 2013; Kopp et al., 2014) y aspectes motors. (Craggs et al., 2014).

L'escorça frontal és la regió més gran del cervell, ocupa un terç de la seva superfície total i la seva diversitat funcional és amplíssima (Koechlin & Summerfield, 2007; Stuss & Alexander, 2007). Està formada pel còrtex motor primari, el còrtex premotor o àrea motora suplementària, el còrtex prefrontal i l'escorça cingulada anterior.

El còrtex motor primari i el còrtex premotor formen part d'un sistema funcional que controla directament el moviment. Mentre que el còrtex motor primari és la base per a l'execució dels moviments, el còrtex premotor selecciona els moviments que han de ser

executats. L'escorça cingulada anterior intervé en els aspectes més motivacionals i s'associa a l'anticipació de les conseqüències d'una elecció (Martínez-Selva et al., 2006). El còrtex prefrontal és la regió del cervell que es troba situada en la part anterior al còrtex premotor i a l'àrea motora suplementària. Se li atribueix un paper essencial en les funcions executives i concretament en aspectes com la creativitat, l'execució d'activitats complexes, el desenvolupament de les operacions formals del pensament, la conducta social, la presa de decisions i el judici ètic i moral (Price, Daffner & Stowe, et al. 1990). Està dividit en diverses subregions: el còrtex prefrontal dorsolateral i el còrtex orbitofrontal, que al seu torn es divideix en lateral i ventromedial.

El dany o l'afectació funcional del lòbul frontal té conseqüències molt heterogènies i importants en les conductes més complexes de l'ésser humà, des d'alteracions en la regulació de les emocions i la conducta social, fins a alteracions en el pensament abstracte i la metacognició (Stuss & Levine, 2000). En el lòbul frontal es combinen de manera conjunta, aspectes cognitius, emocionals i perceptius. necessaris per la conducta adequada a un fi en un context determinat. (Redolar & Jodar, 2013). Epilèpsia, problemes de conducta i psicològics són alteracions freqüents en pacients amb DCA frontal. (Chan, Pang & Wong, 2014; Bodwal, Sreenivas & Aggrawal, 2013; Miscusi et al., 2013; Skoch, Ansay & Lemole, 2013).

Per a Parkin (1999) el dany del lòbul frontal podria estar relacionat amb dos tipus de dificultats conductuals contràries: la rigidesa –coneguda com perseveració– i la distracció (Muñoz & Tirapu 2004). Una de les principals manifestacions de la síndrome prefrontal dorsolateral és la perseveració, la qual és una forma de pèrdua de la flexibilitat. La flexibilitat cognitiva i conductual és una habilitat de les funcions executives que depèn del lòbul frontal. L'alteració de la flexibilitat es pot expressar com a conjunt de conductes de perseveració. (Golberg, 2004).

Els estudis de pacients lesionats i de neuroimatge funcional han demostrat que les funcions executives requereixen la participació conjunta de sistemes dinàmics integrats per l'escorça frontal, diferents regions corticals posteriors i altres estructures paralímbiques (p.ex., hipocamp, amígdala o ínsula) i basals (ganglis basals i tronc cerebral) (Clark et al., 2008; Robbins & Arnsten, 2009).

Altres estudis de neuroimatge funcional han donat suport a una estructura fraccionada de les funcions executives, mostrant l'existència d'activacions compartides de regions frontals laterals en resposta a diferents tasques executives, però també d'activacions específiques de regions selectives en diferents paradigmes d'actualització (escorça frontopolar), inhibició (gir frontal inferior, cingulat anterior i nucli subtalàmic) o canvi (escorça orbitofrontal lateral, prefrontal dorsolateral, escorça parietal i ínsula) (Simmonds, Pekar & Motofsky, 2008.) D'altra banda, la funció executiva en la presa de decisions sembla dependre d'una xarxa complexa que inclou estructures frontals ventromedials, ínsula, amígdala i cos estriat anterior (Tanabe et al., 2007).

El concepte de funcions executives és relativament recent i es troba emmarcat dins de la neuropsicologia. L'antecessor directe d'aquest concepte va ser Luria, el primer que, sense anomenar directament el terme, les va conceptualitzar com una sèrie d'habilitats relacionades amb la capacitat d'iniciativa, la motivació, la formulació de metes i plans d'acció, així com l'associació amb l'autocontrol de la conducta. Fruit de les seves nombroses recerques amb pacients lesionats, Luria va relacionar la dificultat en el rendiment executiu amb lesions en el lòbul frontal i concretament en el còrtex prefrontal. Va estudiar el cervell i va proposar tres unitats funcionals diferents. La primera, situada en el sistema límbic i reticular, s'encarrega de l'alerta i la motivació; la segona es troba a les àrees corticals postrolàndiques, encarregades de la recepció, el processament i l'emmagatzematge de la informació; i la tercera és l'escorça prefrontal, encarregada de la programació, el control i la verificació de les activitats que

realitzem (Luria, 1980). Segons Luria, la tercera unitat és la més important per al funcionament executiu.

Un dels primers autors que va donar una definició de funcions executives va ser Muriel Lezak, que les va definir com les capacitats mentals essencials per dur a terme una conducta eficaç, creativa i socialment acceptada (Lezak et al., 2004). Va agrupar aquestes funcions executives entorn d'una sèrie de components, que guarden una relació directa amb les capacitats anomenades anteriorment per Luria. Aquests components són: la capacitat per formular metes, les estratègies per planificar i aconseguir objectius, i les que es necessiten per dur a terme una acció de forma eficaç.

El mateix autor Lezak, juntament amb Howieson, Bigler i Tranel (2012), sintetitzen les funcions executives com “les capacitats del subjecte per ser propositiu, independent i autoregulat, és a dir, les capacitats que li permeten saber quan, com i per què executar una acció”. Addicionalment, Cicerone, Levin, Malec, Stuss i Whyte (2006) afirmen que el concepte de funcions executives és “ambigu” i planteja un esquema a partir de quatre dominis que faciliten l'organització dels programes existents per a la intervenció en aquestes capacitats.

Lopera (2008) les defineix com la capacitat de planejar, dirigir, orientar, guiar, coordinar i ordenar l'acció conjunta dels elements per aconseguir un fi o una meta.

Les funcions executives són un conjunt d'habilitats implicades en la generació, la supervisió, la regulació, l'execució i el reajustament de conductes adequades per aconseguir objectius complexos, especialment aquells que requereixen un abordatge nou i creatiu (Gilbert & Burgess, 2008).

Banich (2004) les defineix com aquelles capacitats que coordinen l'organització del comportament, reflexionen i analitzen l'èxit de les estratègies que s'utilitzen per

resoldre problemes. El concepte funcions executives també fa referència a processos tan variats com l'establiment de metes, la formulació d'hipòtesis, la planificació, la focalització i manteniment de l'atenció, la generació d'estratègies, el monitoratge de la conducta, la capacitat de resolució de problemes, la flexibilitat cognitiva, la memòria de treball, la inhibició de respostes o el control de les emocions. Aquestes funcions impliquen, per tant, components tant de naturalesa cognitiva com emocional i exerceixen un paper essencial en la regulació de la conducta orientada a un objectiu (Korzeniowski, 2011).

Per a Mulas, Gandía, Roca, Etchepareborda i Abad-Mas (2012), les funcions executives són habilitats cognitives pròpies de l'escorça prefrontal que permeten establir metes, dissenyar plans, seguir seqüències, seleccionar les conductes apropiades i iniciar les activitats, així com autoregular el comportament, monitoritzar les tasques, seleccionar els comportaments i tenir flexibilitat en el treball cognoscitiu i en l'organització de la tasca proposada en el temps i en l'espai.

Podem definir el control executiu de processos com una habilitat per captar informació que pot interferir en una tasca o procés, o que llenci un pla d'acció adreçat a un objectiu i a preveure les conseqüències o, en altres paraules, com aquelles habilitats que regulen el comportament de processos cognitius dirigits al seu fi (García-Molina, Enseñat-Cantalops, Tirapu-Ustárrroz, & Roig-Rovira, 2009).

Aquestes habilitats les podem classificar en processos executius freds i calents (Ardila, 2008; Chan, Shum, Touloupoulou & Chen, 2008). Els "freds" es relacionen amb la solució de problemes abstractes i en ocasions descontextualitzats (inhibició, planificació, raonament abstracte), mentre que en el cas dels "calents" hi intervenen processos motivacionals afectius que es consideren fonamentals en la coordinació de la cognició i l'emoció (p. ex., la presa de decisions). (Paz-Fonseca et al., 2012.) La subdivisió entre funcions "fredes" i "calentes"



respon, a més, a les estructures corticals involucrades en cada grup de processos. (Tanji & Hoshi, 2008).

En definitiva, són el conjunt d'habilitats cognoscitives que ens permeten anticipar i establir metes, dissenyar plans i programes, iniciar activitats i operacions mentals, seleccionar comportaments i conducta i organitzar-les en el temps i en l'espai (Pineda, 2000).

Com s'observa, la definició dels processos cognitius que componen les funcions executives ha estat un problema teòric, ja que freqüentment es conceptualitza com un paraigua on és possible situar tots els processos d'ordre elevat. En contrast, altres autors com Miyake et al. (2000) proposen un model de tres components principals de les funcions executives: inhibició, flexibilitat i memòria de treball.

La memòria de treball es defineix com aquella capacitat que ens permet mantenir i manipular informació durant un període limitat de temps (Alloway, 2006). La flexibilitat cognitiva és la capacitat per canviar amb rapidesa intermitentment d'una a diverses regles (Anderson, 2002; Diamond, 2002).

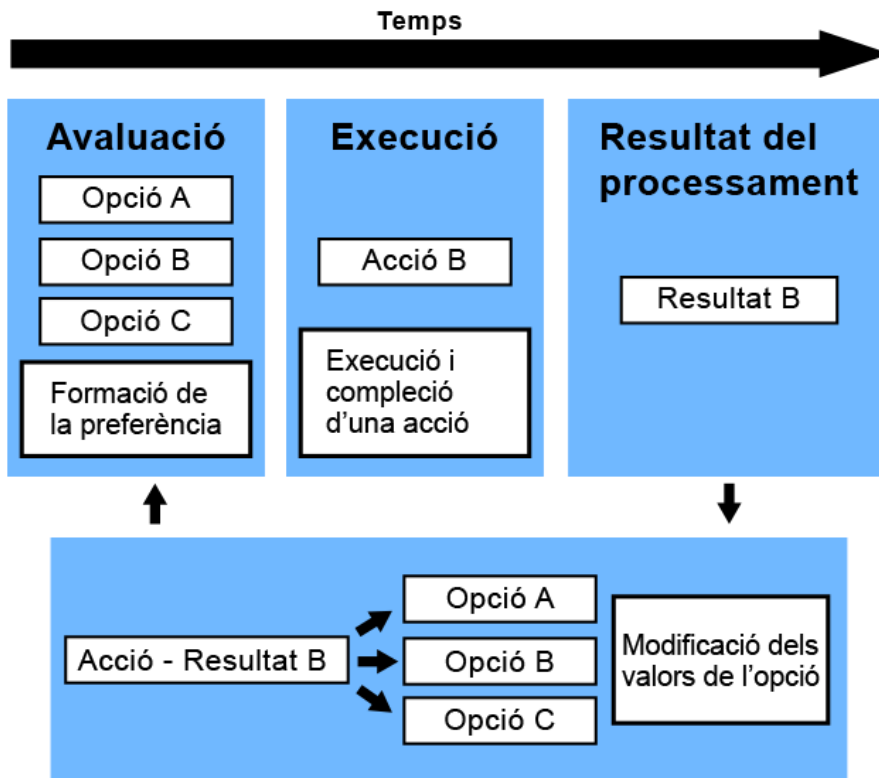
I finalment, la presa de decisions és la capacitat que ens permet decidir què fer davant una situació determinada, i tenir la capacitat d'identificar els errors comesos i els riscos que implica la decisió presa (Crone & Van der Molen, 2004).

### **Presa de decisions i la seva avaluació**

Segons Fuster (1989), la presa de decisions pot definir-se com el procés humà d'escollir i actuar en un moment determinat, de forma que impliqui una elecció raonada. Segons els autors Ernst i Paulus (2005), la presa de decisions es pot dividir temporalment i funcionalment en tres processos: la valoració i formació de preferències entre totes les

solucions possibles, la selecció i execució d'una acció, i l'experiència i valoració dels resultats (Figura 3).

Figura 3. Model neurobiològic d'Ernst & Paul (2005) sobre la presa de decisions.



Al llarg del procés intervenen tant processos cognitius com emocionals, ja que s'inicia amb un procés racional en què es valoren les diferents utilitats de les diverses opcions i la influència de les emocions amb finalitats de prevenir o facilitar repercussions adverses o beneficioses. (Bechara & Damasio, 2005).

Prendre decisions és una activitat essencial en l'ésser humà, que pot repetir-se en nombroses ocasions al llarg del dia i de forma contínua al llarg de la vida. Pot ser una tasca fàcil o convertir-se en quelcom complicat i complex. El fet de prendre decisions posa en joc nombrosos processos cognitius, entre ells el processament dels estímuls presents en la realització d'una acció, el record de les experiències viscudes en situacions similars i

l'estimació de les possibles conseqüències. Com afirmen Martínez-Selva et al. (2006), tots aquests processos requereixen la implicació de l'atenció, la flexibilitat cognitiva, la memòria de treball i, en definitiva, de les funcions executives. Per aquest motiu, podríem concloure que la capacitat de presa de decisions és considerada una funció executiva.

Contreras et al. (2008) la defineixen, des d'una perspectiva purament cognitiva, com el procés en què la informació percebuda i la recordada per una persona s'integren per governar la conducta, i és el nexa d'unió entre la percepció, la memòria i l'execució motora.

Tot i ser considerat un procés racional, en els darrers anys es posa més èmfasi en la influència que tenen les emocions a l'hora de prendre les diferents decisions (Arseneault & Tremblay, 2007). Cada vegada més, s'utilitza la implicació del marcadore somàtic per a la comprensió del funcionament de la presa de decisions. La hipòtesi del marcadore somàtic descrita per Damasio i Bechara (Bechara, Damasio, Damasio, Anderson, 1994; Damasio, 1996, 1999) va sorgir com una forma d'explicar la implicació d'algunes regions del còrtex prefrontal en el procés de raonament i la presa de decisions. Aquesta hipòtesi es va desenvolupar en voler donar resposta a una sèrie d'observacions clíniques en pacients neurològics afectats de dany frontal focal, especialment en lesions de l'escorça prefrontal ventromedial. Les alteracions d'aquest grup de pacients no es van poder explicar en termes de defectes en el raonament, la intel·ligència, el llenguatge, la memòria o l'atenció bàsica (Bechara & Damasio, 2005). Els seus problemes es presentaven en el funcionament quotidià, consumant judicis inadequats així com greus dificultats en el domini personal i social. La hipòtesi del marcadore somàtic és llavors una teoria que tracta d'explicar el paper de les emocions en el raonament per a la presa de decisions. Les observacions de Damasio assenyalaven que pacients amb dany cerebral adquirit en l'escorça prefrontal ventromedial realitzaven adequadament els tests neuropsicològics de laboratori, però en canvi tenien afectada la seva capacitat per expressar emocions i funcionar en la vida diària, almenys en un

grau o estat previ a la lesió (Damasio, 1999). Segons Bechara (Bechara & Damasio, 2005; Bechara et al., 1994; Damasio, 1996, 1999), la raó de les pèrdues i de les fallades de les persones amb lesions prefrontals prové d'una sèrie d'alteracions en els mecanismes emocionals que assenyalen de forma immediata les conseqüències prospectives d'una acció i que són presents en la selecció de respostes avantatjoses. Desproveïts d'aquest senyal emocional, els pacients depenen únicament de l'anàlisi racional de cost-benefici de les opcions, que involucren conseqüències immediates i futures, amb la qual cosa queden privats del factor emocional. Per als mateixos autors, les emocions es defineixen com una sèrie de canvis en els estats del cos i del cervell, accionats per circuits cerebrals que responen a continguts específics perceptius, actuals o recordats, relatius a esdeveniments o objectes (Bechara & Damasio, 2005). L'objecte que causa una emoció previsible s'anomena "estímul emocionalment competent".

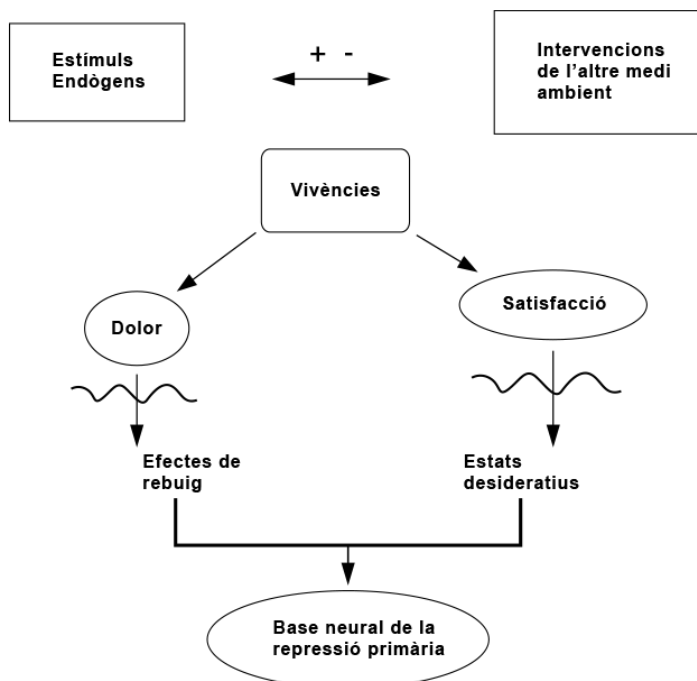
En l'última dècada s'han fet progressos substancials en el descobriment dels mecanismes que constitueixen la base de la presa de decisions, inclosos la manera com el cervell sintetitza la informació sensorial aferent i els antecedents de recompenses prèvies de l'individu que pren la decisió per seleccionar l'acció que li sigui més beneficiosa (Rangel & Hare, 2010).

D'acord amb el marcadore somàtic poden generar-se dos tipus d'esdeveniments: inductors primaris i secundaris. Els *inductors primaris* són estímuls que, de manera innata o a través d'un aprenentatge, han sigut relacionats amb estats de plaer o aversius. Quan un d'aquests estímuls es troba present en l'entorn immediat es genera, de manera immediata i automàtica, una resposta emocional. D'acord amb aquest model, l'amígdala és la regió cerebral crucial, que actua com a disparador d'aquests senyals emocionals generats a nivell de l'hipotàlem i el tronc cerebral, on s'integren estructures efectores implicades en la regulació corporal, en les respostes emocionals i en les conductes d'aproximació i retirada. A partir del moment en què els senyals somàtics s'han relacionat amb inductors primaris i s'han experimentat almenys un

cop, són reenviats al cervell i produeixen la consolidació d'un valor afectiu associat a l'estímul (Bechara & Damasio, 2005).

Per altra banda, els *inductors secundaris* són entitats generades a partir del record personal o hipotètic d'un esdeveniment personal. El còrtex orbifrontal és una estructura cerebral clau per a la generació de marcadors somàtics a partir d'inductors secundaris. Quan trobem lesions en aquesta àrea existeixen dificultats per generar marcadors somàtics apropiats a respostes a inductors secundaris (Bechara & Damasio, 2005). (Figura 4.)

Figura 4. Marcador somàtic. (Bechara & Damasio, 2005).

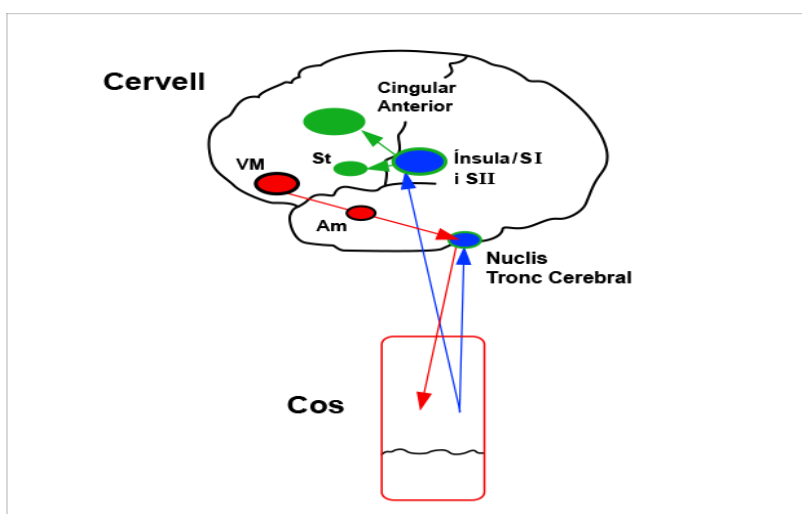


Però, com poden influir les emocions a l'hora de prendre decisions? En el moment en què estem prenent una decisió els marcadors somàtics es poden generar a través dels inductors primaris o secundaris. Un cop generats, els marcadors somàtics intervenen en dos processos: la inducció d'un sentiment positiu o negatiu, i la guia del procés de la decisió cap a l'elecció d'alguna de les opcions possibles (Bechara & Damasio, 2005).

En alguns estudis es proposa un procediment dissociat en què poden interferir un estat afectiu i un estat motivacional. Aquest fenomen ha estat conceptualitzat entre els fenòmens de *liking* (valoració afectiva) i *waiting* (valor incentiu de l'estímul). (Bridge & Robison, 1998.)

De forma explícita podem informar que, un cop generats els marcadors somàtics en el cos, són enviats al cervell a través de diferents vies i poden modular l'activitat de: 1) regions implicades en la representació d'estats corporals, com l'escorça insular i somatosensorial I i II (consolidant patrons d'activació somàtica implicats en la generació de sentiments); 2) regions implicades en la inducció d'estats somàtics, com l'amígdala o l'escorça orbifrontal; 3) regions implicades en la memòria de treball, com ara el còrtex orbifrontal lateral o el còrtex prefrontal dorsolateral, produint diferents reproduccions mentals, i 4) i regions implicades en la producció de conductes i seqüències d'acció, en aquest cas l'estriatum, el gir cingulat anterior a l'àrea suplementària motora, activant o debilitant diferents cursos d'acció (Figura 5).

Figura 5. Representació d'un model d'activació en la presa de decisions i el marcador somàtic.



En estudis realitzats amb humans, les evidències se sustenten sobretot en l'anàlisi de pacients amb dany frontal durant l'execució de tasques cognitives. En el cas de les recerques

que han emprat la IGT i el Cambridge Gambling Task (CGT), s'ha confirmat la presència de dificultats per alterar el patró de decisions inicial sobre la base de les contingències que apareixen en el transcurs del procés decisonal. Aquest dèficit en les decisions de base emocional s'associa fonamentalment a les fortes connexions existents entre l'escorça orbito-frontal, l'ínsula i el sistema límbic en general (hipocamp, amígdala, etc.) (Bechara & Damasio, 2005).

Podem concloure, doncs, que la presa de decisions és una variable de les funcions executives, en què contribueixen tant aspectes purament cognitius com emocionals.

A través de l'estudi sistemàtic de pacients amb alteracions neurològiques s'ha pogut comprovar, en un nombre significatiu de patologies, alteracions en la presa de decisions. Especialment, s'han trobat disfuncions decisonals en pacients amb TCE (Bonatti et al., 2008; Matsuok, Kitamura, Kiuchi, Kosaka & Okada, 2014), en la demència frontotemporal (variant comportamental) (Mendez, Anderson & Shapira, 2005), en la malaltia de Parkinson i en pacients drogodependents (Bechara & Damasio, 2002), en pacients amb lesió frontal causada per accidents cerebrovasculars (Cardoso et al., 2014), en pacients autistes i en individus amb diagnòstic d'esquizofrènia (South et al., 2014; Bellani, Tomelleri & Brambilla, 2009), en pacients amb hemorràgia subaracnoidea (Escartín et al., 2012), i també en el trastorn bipolar (Powers et al., 2013).

Les investigacions amb DCA s'han orientat tradicionalment a l'estudi amb pacients amb lesió prefrontal ventromedial. Damasio i Bechara han dedicat molts dels seus estudis a aquest àmbit, i han trobat que els pacients amb lesió cerebral en les estructures i àrees de la regió prefrontal ventromedial presenten dificultats per prendre decisions avantatjoses i aprendre del reforç positiu o negatiu que s'obté en prendre la decisió (Damasio, 2006).

En la investigació realitzada per Mendez, Anderson & Shapira, (2005), es va concloure que les demències frontotemporals presenten símptomes de desinhibició comportamental, de

conductes perseveratives, juntament amb alteracions en la presa de decisions morals a partir de la dificultat d'aquests pacients per apreciar les conseqüències socials de les seves pròpies accions (Mendez et al., 2005).

Encara que l'alteració de la capacitat de la presa de decisions és una de les conseqüències més freqüents de la lesió en el lòbul frontal, com s'ha comentat, es coneixen pocs instruments per valorar la presa de decisions en el camp del dany cerebral adquirit (Spreen, Sherman & Strauss, 2006). L'avaluació neuropsicològica és el mètode mitjançant el qual s'examina el funcionament cerebral superior a través del comportament, amb l'ajuda de tècniques, models teòrics i procediments de la psicologia com els tests, les entrevistes, les escales estandarditzades, els qüestionaris i índexs de comportament (Kolb & Whishaw, 2006; Rains, 2004).

La majoria dels instruments dissenyats per a la valoració de la presa de decisions són difícils d'utilitzar per la complexitat de la seva execució. Aquests instruments requereixen que els subjectes tinguin una capacitat de comprensió verbal complexa ben preservada, així com un bon funcionament de les seves funcions executives.

No obstant això, s'han dut a terme importants progressos en la creació de paradigmes capaços d'avaluar el rendiment en la presa de decisions en condicions de risc explícit (tasca de Guanys amb Risc, Leland et al., 2005; Tasca del Joc del Dau, Brand et al., 2007) i en condicions d'ambigüitat i incertesa sobre possibles recompenses i càstigs (IG T). L'instrument més utilitzat i validat per a la valoració d'aquesta capacitat en pacients amb DCA és la IGT, introduïda el 1998 per Bechara, Damasio, Tranel i Anderson, investigadors a la Universitat d'Iowa. La IGT és un instrument informatitzat, que simula en un mètode d'estudi els components essencials de les decisions que es produeixen en la vida quotidiana.

Aquests components inclouen l'avaluació d'esdeveniments recompensats i de càstigs en situacions d'incertesa i risc. La prova té forma de joc de cartes (veure Figura 6 a l'Annex).



També existeix la tasca Cognitive Bias Task (CBT), dissenyada per Golberg i Podell (1999), amb la finalitat de conèixer el funcionament prefrontal i de produir una presa de decisions de tipus adaptativa i ecològica.

Lejuez et al. (2002) han dissenyat la BART, una tasca informatitzada que simula característiques presents en la presa de decisions. Els elements presents en la tasca inclouen l'avaluació de guanys i pèrdues en situacions de risc i incertesa.

Es tracta d'una prova més senzilla que la IGT, tant pel que fa referència a la seva execució, com a la seva comprensió, la qual cosa resulta un enorme avantatge per a la seva aplicació en pacients amb lesions cerebrals. La seva efectivitat ha estat recentment reafirmada en una metaanàlisi realitzada l'any 2014 (Lauriola et al.). A través de l'anàlisi de 65 articles, els autors confirmen que, efectivament, la prova BART té una validesa significativa entorn del mesurament de la recerca de sensacions, la impulsivitat, l'assumpció de riscos i la presa de decisions que comporta la vida diària (veure Figura 7 a l'Annex).

### **Memòria de treball i flexibilitat cognitiva en la presa de decisions**

Triar entre diverses opcions pot semblar una tasca senzilla, però posa en joc nombrosos processos cognitius, entre ells el processament dels estímuls presents en la tasca, el record i la manipulació d'experiències anteriors (memòria de treball) i la modificació i adaptació de la nostra conducta en l'entorn (flexibilitat cognitiva). (Martínez-Selva et al., 2006.) Òbviament, en situacions del món real nombrosos processos cognitius estan involucrats en la presa de riscos (Boyle, Buchman, Laibson & Bennett, 2011).

En els darrers anys s'ha demostrat l'existència de mecanismes cognitius que podrien explicar el rendiment en aquesta tasca IGT, entre ells la memòria de treball, l'atenció, la flexibilitat cognitiva, la inhibició de la resposta i els trets de personalitat impulsius (Barry & Petry, 2008).

La memòria de treball no es considera simplement com una forma de registrar i emmagatzemar informació per a futurs propòsits, sinó més aviat com un procés d'activació de memòries ja registrades que s'actualitzen amb els continguts presents de la cognició. No responem automatitzadament davant de noves situacions, sinó que utilitzem la nostra memòria passada per analitzar, reaccionar o prendre decisions sobre situacions presents (Goldman, 1992).

La memòria de treball és un tipus de memòria de curt termini en la qual intervé l'escorça prefrontal, seu de les funcions executives. Ens permet integrar percepcions instantànies produïdes en períodes curts i combinar-les amb el record d'experiències passades (Kandel, 2007), de manera que és imprescindible en tasques quotidianes com mantenir una conversa, sumar xifres, prendre decisions o llegir una frase.

Abans de prendre una decisió és necessari comptar amb una fluïdesa en els processos d'execució del pla, però sobretot en els processos d'anàlisi i verificació de l'execució dels plans d'acció. Aquesta fluïdesa inclou flexibilitat per retrocedir, corregir i canviar el rumb dels plans d'acord amb verificacions dels resultats parcials que s'obtinguin.

Diversos estudis han plantejat la importància que tenen certes funcions executives com l'atenció, la flexibilitat cognitiva, la inhibició de la resposta i la memòria de treball en la presa de decisions. Barry i Petry (2008) troben que el rendiment de subjectes normals i drogodependents en la IGT està associat a l'acompliment en aquests individus del TMTB, instrument utilitzat per al mesurament de l'habilitat d'inhibició de la resposta i la flexibilitat cognitiva.

Diversos estudis en pacients amb activació reduïda en el gir frontal-mitjà-inferior i el gir cingulat anterior en resonància magnètica funcional han reportat trastorns en la memòria de treball (sèrie de dígit en ordre invers) (Ringholz et al., 2005); flexibilitat cognitiva (WCST)

(Gordon et al., 2011), i capacitat d'inhibició i presa de decisions mitjançant la IGT (Lillo, Savage, Mioshi, Kiernan & Hodges, 2012; Girardi, Macpherson & Abrahams, 2011).

Considerem llavors la flexibilitat cognitiva com la capacitat per adaptar els acompliments a les condicions ambientals davant d'una tasca (Cañas, Quesada, Antolí & Fajardo, 2003), o bé com un component de les funcions executives (Sánchez-Carpintero & Narbona, 2004).

### **Factor conductual: cerca de sensacions i presa de decisions**

En la presa de decisions intervenen aspectes conductuals com la motivació, les emocions, la impulsivitat i la cerca de sensacions. Entenent la cerca de sensacions com la necessitat d'experimentar sensacions i experiències noves, variades i complexes i el desig d'arriscar-se amb la finalitat d'obtenir-les. (Zukerman, 2007).

Zukerman, el 2007, ens informa de la importància d'incloure reactius en el factor cerca de sensacions; desinhibició, cerca d'aventura i emoció, cerca d'excitació i susceptibilitat a l'avorriment.

L'estudi realitzat per Rochat et al., el 2010, va informar que els pacients que havien sofert un traumatisme cranioencefàlic presentaven una puntuació més baixa en els ítems de cerca de sensacions, en la presa de decisions. Aquest fenomen podria estar relacionat amb la falta de motivació i apatia, trastorns bastant comuns després de sofrir un TCE (Wood, 2001).

En la mateixa línia d'estudi, Sousa, McDonald & Rushby, el 2012, van concloure que els pacients que havien sofert TCE presentaven una menor capacitat d'empatia emocional, menor excitació davant elements desagradables del seu voltant i també menor motivació que un grup control sa.

Madrazo, Machuca, Barroso, Domínguez, i León-Carrión (1999) van observar una disminució en el factor cerca de sensacions en pacients traumàtics, la qual cosa significa que

disminueix l'interès per buscar situacions noves, amb fortes emocions i alhora arriscades. Els pacients amb AVC presenten també alteracions conductuals com: agressivitat, excitabilitat, desinhibició, poca tolerància a les rutines i alteració en el respecte de les normes socials (Blasmeda, Barroso & León-Carrión, 2002).

L'estudi realitzat per Bartolomé, Fernández i Ramos el 2002, i Ríos et al. el 2008, ens informa que pacients amb contusió cerebral frontal, temporal i lesió axonal difusa poden presentar una actitud passiva i apàtica, indiferent davant les exigències de l'entorn i sense programes o plans personals per al futur. Oddy, Coughlan, Tyerman i Jenkins (1985) van observar problemes emocionals i comportamentals com: desinterès (43%), impaciència (43%), comportament infantil (40%) i negació (40%), 7 anys després de patir un TCE. Des del punt de vista descriptiu, els canvis més freqüents després d'un TCE són l'apatia i la pèrdua d'interès per l'entorn, l'embotiment afectiu, la irritabilitat, els problemes d'impulsivitat, la desinhibició i l'eufòria, la labilitat emocional, la conducta egocèntrica i infantil, la suspicàcia o la intolerància a la frustració (Prigatano, 1991).

Els trastorns de base emocional i els canvis en la personalitat són els components més evidents de les seqüeles d'un TCE, i si l'afectació compromet les àrees frontals, s'observen modificacions molt interessants; els pacients mostren un estrenyiment de l'interès i indiferència emocional generalitzada (Mendes, Pérez, Gil, 2014). La investigació realitzada per Carod-Artal (2006) informa que pacients post-ictus presenten labilitat emocional, síndrome de pèrdua d'autoactivació psíquica, abúlia i apatia, aprosòdia afectiva i síndromes disexecutives frontals.

Segons l'estudi de Llanero et al. (2008) i Pedrero (2009a), la simptomatologia frontal es relaciona amb inatenció, apatia, indiferència davant els pensaments i altres.



# **OBJECTIUS I HIPÒTESIS**





## **OBJECTIUS I HIPÒTESIS**

### **OBJECTIU GENERAL**

L'objectiu general del present treball és observar si la BART és un instrument adequat per obtenir evidències que permetin valorar la presa de decisions amb dany cerebral adquirit.

### **OBJECTIUS ESPECÍFICS**

#### **Estudi 1**

---

##### **Objectiu 1**

Valorar si la BART es correlaciona amb la prova IGT, la tasca més utilitzada i validada per avaluar la presa de decisions en pacients amb dany cerebral adquirit.

##### **Objectiu 2**

Observar les discrepàncies entre la prova BART i una tasca que no avalua la presa de decisions, en aquest cas el Test d'Imatges Superposades.

##### **Objectiu 3**

Estudiar si la BART és un instrument capaç de detectar diferències entre grup clínic i grup control.

#### **Estudi 2**

---

##### **Objectiu 4**

Comprovar si l'alteració en la memòria de treball, valorada mitjançant el subtest de l' Escala WAIS-III LN i en la flexibilitat cognitiva avaluada amb les tasques WCST i TMTB, capacitats presents en la presa de decisions, pot influir en el baix rendiment dels pacients amb dany cerebral adquirit en la BART

### **Estudi 3**

---

#### **Objectiu 5**

Comprovar si el factor cerca de sensacions, valorat mitjançant el subtest cerca de sensacions de la escala UPPS-P, capacitats presents en la presa de decisions, pot alterar el rendiment dels pacients amb dany cerebral adquirit en la variable Pulsacions T de la tasca BART.

### **HIPÒTESI GENERAL**

La hipòtesi general del present treball és que la prova BART serà un instrument adequat per obtenir evidències que permetin valorar la presa de decisions amb dany cerebral adquirit.

### **HIPÒTESIS ESPECÍFIQUES**

#### **Estudi 1**

---

##### **Hipòtesi 1**

Els resultats obtinguts de la tasca BART es correlacionaran amb els de la IGT.

##### **Hipòtesi 2**

S'observaran discrepàncies amb els resultats de la tasca de figures superposades.

##### **Hipòtesi 3**

Obtindrem diferències significatives en el rendiment entre el grup clínic de pacients amb dany cerebral adquirit i un grup control de subjectes sans.

## **Estudi 2**

---

### **Hipòtesi 4**

El rendiment de la prova BART es veu influenciat per la dificultat present en la memòria de treball i per la flexibilitat cognitiva en el grup clínic de pacients amb dany cerebral adquirit.

## **Estudi 3**

---

### **Hipòtesi 5**

El factor cerca de sensacions explicarà el baix rendiment en la variable Pulsacions T dels pacients amb dany cerebral adquirit en la BART.



# **INVESTIGACIONS REALITZADES**



### **3.1 Estudi 1**

**Balloon Analogue Risk Task, com a eina de valoració sobre la presa de decisions en pacients amb dany cerebral adquirit**





## Resum

Encara que l'alteració de la capacitat de presa de decisions és una de les conseqüències més freqüents després de patir una lesió en el lòbul frontal, existeixen pocs instruments coneguts per valorar la presa de decisions en el camp del dany cerebral adquirit. La majoria de les proves existents són difícils d'utilitzar per la complexitat de la seva execució i requereixen una capacitat de comprensió verbal complexa ben preservada. Lejuez et al. (2002), han dissenyat la BART, una tasca computaritzada utilitzada en el camp de les addiccions, la psicopatologia i les conductes de risc per a la valoració de la presa de decisions. Permet una aplicació més ràpida i ofereix una tasca que resulta més fàcil de comprendre. En aquest estudi proposem la BART com un instrument alternatiu per avaluar la presa de decisions en DCA. La BART i la IGT van ser administrats a un grup de clínic de 30 pacients amb DCA i un grup control de 30 subjectes sans aparellats; es va realitzar un estudi comparatiu per avaluar possibles diferències en els resultats obtinguts i una anàlisi per determinar una possible correlació entre les dues proves entre grups. Els resultats van mostrar que la BART permet detectar diferències en el rendiment entre un grup control i un grup de pacients amb DCA,  $p < .001$ , 95% IC =[5.13, 15.65], però no es relacionen amb els resultats obtinguts en la IGT  $p = .524$ ,  $r_{ab.c} = -.13$ . A manera de conclusió podem informar que els resultats obtinguts en la BART no es correlacionen amb els de la IGT, la qual cosa suggereix que ambdues proves mesuren diferents aspectes de la presa de decisions.

*Paraules clau: Dany cerebral adquirit, Balloon Analogue Risk Task , Presa de decisions, Iowa Gambling Task.*

## Abstract

Although impairment in decision-making is a frequent consequence of frontal lobe injury, few instruments evaluate decision-making in patients with acquired brain injury (ABI). Most are difficult to use and require a well-preserved ability of complex verbal comprehension and executive functions. We propose the BART as an alternative instrument to evaluate decision-making in ABI. BART and IGT were administered to a clinical group of 30 patients with ABI and to a control group of 30 healthy subjects; comparative study to assess possible differences in the results obtained; analysis to determine a possible correlation between the two tests between groups. The results showed that BART is a sensitive instrument to detect differences in performance between a control group and a group of patients with ABI,  $p < .001$ , 95% CI = [5.13, 15.65], but do not correlate with IGT,  $p = .524$ ,  $r_{ab.c} = -.134$ .

Scores obtained with BART do not correlate with those of IGT, suggesting that both tests measure different aspects of decision-making.

*Keywords: Acquired brain injury, Decision-making, Balloon Analogue Risk Task, Iowa Gambling Task.*

## Introducció

El terme DCA designa la lesió d'un cervell que abans de l'esmentada lesió havia tingut un desenvolupament normal. Segons el butlletí de l'Observatori estatal de discapacitat (2011), a Espanya hi ha 420.064 persones amb dany cerebral adquirit. El 78% d'aquests casos es deuen a accidents cerebrovasculars, mentre que s'infereix que un 22% corresponen a traumatisme craneoencefàlic, tumors cerebrals, patologies infeccioses, pacients postquirúrgics i malalties neurodegeneratives.

El dany cerebral adquirit és un problema de salut pública a causa de la seva alta incidència i prevalença. Produeix efectes a llarg termini en els pacients i en els familiars, i té elevats costos econòmics. En funció de l'etiologia, extensió i localització del dany cerebral adquirit ens trobem davant: estats vegetatius, estats mínims de consciència i diversitat d'alteracions físiques o/i cognitives, cosa que produeix una gamma diversa de deficiències, discapacitats i minusvalideses difícils de classificar. (Alberdi, Iriarte, Gorostidi, Murgialdai & Marco, 2009).

Les seqüeles neuropsicològiques després d'un DCA poden ser nombroses i molt diferents, i depèn de múltiples factors (tipus de lesió, localització, extensió, efectes del cop, característiques del pacient), encara que les més freqüents afecten l'atenció, la memòria i les funcions executives, així com la funcionalitat i capacitat de resolució de problemes, i causen discapacitat en la persona (Livingstone & Skelton, 2007).

Les funcions executives inclouen un grup d'habilitats cognoscitives l'objectiu principal de les quals és facilitar l'adaptació de l'individu en situacions noves i complexes, tot anant més enllà de conductes habituals i automàtiques (Collette, Hogge, Salmon, & Van der Limitin, 2006). Diferents capacitats han estat incloses dins de les anomenades "funcions executives" com la capacitat per establir metes, el desenvolupament de plans d'acció, la flexibilitat de pensament, la inhibició de respostes automàtiques, l'autoregulació del comportament i la fluïdesa verbal (

Fisk & Sharp, 2004).

Les funcions executives són particularment vulnerables a trastorns mentals i patologies neurològiques (Biringer et al., 2005; Birnboim & Miller, 2004; Davidson et al., 2007), i constitueixen un desafiament addicional per a l'adquisició d'autonomia i funcionalitat, així com per a la presa de decisions (García et al., 2008).

La presa de decisions requereix la participació de les funcions executives, ja que aquestes són les encarregades d'iniciar, supervisar, controlar i avaluar la conducta. (Salvador et al., 2010).

Triar entre diverses opcions pot ser una tasca molt simple, però posa en joc nombrosos processos cognitius, entre ells, el processament dels estímuls presents en la tasca, el record d'experiències anteriors i l'estimació de les possibles conseqüències de les diferents opcions. També intervenen aspectes conductuals com la motivació, les emocions, la impulsivitat i la cerca de sensacions.

L'escorça prefrontal ventromedial, implicada en la presa de decisions (Selva, Sánchez, Bechara & Román, 2006) està relacionada amb els reforços i càstigs associats a la conducta, per tal d'optimitzar les respostes futures davant situacions ambigües. Tots aquests processos requereixen la implicació de la memòria de treball i, en conjunt, de les funcions denominades superiors.

Cada vegada més s'utilitza la implicació del marcador somàtic per a la comprensió del funcionament de la presa de decisions. La hipòtesi del marcador somàtic, desenvolupada per Damasio, descriu quin pot ser el paper de l'emoció en la presa de decisions i ha servit de guia per a la recerca en aquest àmbit.

Encara que l'alteració de la capacitat de la presa de decisions és una de les conseqüències més freqüents de la lesió en el lòbul frontal, es coneixen pocs instruments per valorar la presa de decisions en el camp del dany cerebral adquirit (Spreen, Sherman & Strauss, 2006).

La majoria dels instruments dissenyats per a la valoració de la presa de decisions són

difícils d'utilitzar per la complexitat de la seva execució. Aquests instruments requereixen que els subjectes tinguin una capacitat de comprensió verbal complexa ben preservada, així com un bon funcionament de les funcions executives.

Actualment l'instrument més utilitzat i validat per a la valoració d'aquesta capacitat és la IGT, introduïda per Bechara, Damasio, Tranel i Anderson, investigadors a la Universitat d'Iowa. La IGT és una tasca dissenyada per simular la presa de decisions en la vida real, en la qual el pacient ha d'enfrontar-se a una activitat de càstig i recompensa. El subjecte ha de ser capaç d'entendre la lògica del joc i de diferenciar entre opcions favorables i desfavorables de l'activitat, que contribueixen o dificulten l'objectiu final de la tasca.

Més recentment, Lejuez et al. (2002) han dissenyat la BART, una tasca computeritzada més simple utilitzada en el camp de les addiccions, la psicopatologia i les conductes de risc per a la valoració de la presa de decisions.

L'objectiu principal de la prova consisteix a enfrontar el pacient a una situació de risc en la qual s'ha de prendre una simple decisió per guanyar els màxims diners possibles.

Es tracta d'una prova més senzilla que la IGT, tant pel que fa a la seva execució com a la seva comprensió, la qual cosa representa un enorme avantatge per a la seva aplicació en pacients amb lesions cerebrals.

Per aquest motiu, proposem la BART com a instrument alternatiu per a la valoració de la presa de decisions en l'àmbit del dany cerebral adquirit.

El propòsit d'aquest estudi és observar si la prova BART és un instrument adequat per a la valoració de la presa de decisions en dany cerebral adquirit. I observar que la tasca no es relaciona amb un instrument amb una utilitat diferent que no sigui la presa de decisions.

## Mètode

### Disseny

Es va realitzar un estudi no experimental, transversal i correlacional amb la finalitat d'establir associacions i relacions entre les variables proposades (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

### Participants

El grup clínic va estar constituït per 30 pacients, de nacionalitat espanyola, amb dany cerebral adquirit, i tots ells amb lesions en el lòbul frontal. La mostra estava composta per 7 dones i 23 homes, amb un rang d'edat de 19 a 54 anys,  $M$  edat = 40.14 anys. La valoració es va realitzar a partir dels 6 mesos de la lesió cerebral, amb una  $M$  = 222 dies.

Els criteris d'inclusió per al grup clínic, van ser els següents: que es tractés de pacients amb TCE o AVC amb presència de lesió al lòbul frontal i una edat, al moment de la lesió, entre 18 i 55 anys; que no presentessin dèficits motors ni sensorials que impedeixin administrar amb normalitat qualsevol dels tests neuropsicològics utilitzats en l'estudi, ni tampoc dificultats en la comprensió i expressió del llenguatge, condició necessària per seguir les instruccions, ni en la codificació dels ítems de les proves.

Els criteris d'exclusió van ser: presentar una síndrome confusional aguda o amnèsia postraumàtica, trastorn psiquiàtric greu o alteracions conductuals que impossibilitessin l'administració de la prova. El grup control el van conformar trenta pacients sans amb una edat i característiques sociodemogràfiques equivalents a les del grup clínic. Per a la selecció del grup control es va utilitzar el mètode d'aparellament. El grup estava compost per 7 dones i 23 homes,  $M$  edat= 42.04, rang d'edat: 19 a 55 anys (veure Taula 1).

**Taula 1.** Dades demogràfiques del grup clínic i del grup control

	GRUP CLÍNIC (N = 30)	GRUP CONTROL (N = 30)
Edat M (DT)	40.14 (14.48)	42.04 (15.12)
Sexe D (%), H (%)	7 (23.33%), 23 (76.67%)	7 (23.33%), 23 (76.67%)
Estudis (anys estudiats) M (DT)	12.60 (4.81)	12.30 (4.72)
Etiologia TCE (%), AVC (%)	22 (73.33%), 8 (26.67%)	0 (0%), 0 (0%)

### Instruments

#### *Iowa Gambling Task (Bechara, Damasio, Damasio & Anderson, 1994)*

La IGT és un instrument informatitzat, que simula en mètode d'estudi els components essencials de les decisions que es produeixen en la vida quotidiana.

Aquests components inclouen l'avaluació d'esdeveniments recompensats i càstigs en situacions d'incertesa i risc. La prova té forma de joc de cartes. A la pantalla es presenten 4 baralles ( A, B ,C, D) amb 60 cartes cadascuna. L'individu ha de triar cartes d'aquestes baralles durant 100 assajos. El nombre de cartes que conté cada baralla i el total d'assajos són desconeguts per a l'individu, al qual se li demana que decideixi en cada assaig fins al final. L'objectiu de la tasca és intentar guanyar el màxim de diners possible i intentar no perdre. Cadascuna de les cartes està associada a una recompensa monetària immediata. No obstant això, moltes de les cartes també produeixen càstigs en forma de pèrdua monetària. Encara

que és un factor que l'individu desconeix, dues de les baralles (A i B) són desavantatjoses ja que, tot i que generen majors recompenses immediates, també produeixen més pèrdues severes i proporcionen un resultat negatiu a llarg termini. En canvi, les altres 2 baralles (C i D) són avantatjoses, en el sentit que proporcionen recompenses menors, però també produeixen càstigs menys severes i generen beneficis a llarg termini. Per tant, per aconseguir guanyar diners en la tasca, l'estratègia apropiada és seleccionar de forma consistent més cartes de les baralles C i D que de les baralles A i B.

#### *Balloon Analogue Risk Task (Lejuez et al., 2002)*

La BART és una tasca informatitzada que simula característiques presents en la presa de decisions. Els elements presents en la tasca inclouen l'avaluació de guanys i pèrdues en situacions de risc i incertesa. La tasca consisteix a inflar uns globus representats visualment. L'individu ha d'introduir aire en els globus durant 30 assajos. Cada vegada que el globus augmenta de volum, el subjecte guanya una quantitat de diners fixa, però si el globus esclata els diners acumulats es perdran automàticament. La probabilitat d'explosió dels globus és desconeguda pel subjecte.

La probabilitat que cada globus exploti cada vegada que s'infla és d'1/128; d'acord amb aquest algoritme, la mitjana de punt de tall va ser de 64 pressions per cada globus.

*Test d'Imatges Superposades (Poppelreuter, 1917):* Test de valoració d'agnòsies visuals, que consisteix en la presentació al pacient de conjunts de dibuixos que contenen diverses figures superposades. Els pacients amb defectes en el reconeixement visual són incapaços de separar les diferents figures. Encara que existeixen múltiples sèries de dibuixos superposats d'aquest tipus dissenyades per diferents autors, totes deriven de Poppelreuter i són aproximadament equivalents. No obstant això, els subjectes amb poca experiència en el



reconeixement dels objectes per mitjà de representacions pictòriques presenten falles en aquestes proves (Matute, Rosselli, Ardila & Ostrosky, 2007).

## **Procediment**

Tots els subjectes estaven hospitalitzats (40.20%) o en situació ambulatoria (59.80%). Disposaven d'una extensa valoració neurològica i neuropsicològica, en què s'avaluava el llenguatge, la capacitat cognitiva, conductual i aspectes motors i sensorials. Totes les valoracions es van realitzar a partir dels 6 mesos de la data de la lesió cerebral, amb una mitjana de 222 dies posteriors a la lesió.

Solament aquells subjectes que complien tots els criteris d'inclusió i cap dels criteris d'exclusió van ser seleccionats per formar part del grup clínic.

Fase 1: Selecció dels participants en funció dels criteris d'inclusió i exclusió. El reclutament es va basar en admissions consecutives. Només vam haver d'eliminar 9 pacients del grup clínic perquè presentaven alteracions conductuals: 5 pacients presentaven apatia severa, la qual cosa causava inexecució de la tasca, i 4 van mostrar alteració conductual agressiva, fet que també impedia l'administració de la tasca. Aquests subjectes van ser reemplaçats pels 9 pacients següents i consecutius que complien criteris d'inclusió per completar la mostra.

Fase 2: Es va administrar la tasca BART i IGT exclusivament als subjectes que formaven part del grup clínic per avaluar la seva capacitat de presa de decisions. I es va recollir les puntuacions del Test d'Imatges Superposades.

Fase 3: Aquestes tasques es van administrar a un grup control, format per subjectes aparellats amb el grup clínic.

El temps dedicat a recollir la mostra va ser d'un any i mig, i totes les valoracions les va

realitzar el mateix neuropsicòleg.

### **Anàlisi de dades**

Per poder realitzar l'estudi estadístic comparatiu entre tots dos grups, hem utilitzat la comparació de mitjanes T-Student per a mostres independents (proves paramètriques).

Per poder observar la correlació d'ambdues mostres s'han utilitzat correlacions parcials, ajustades per les variables sociodemogràfiques corresponents. En el cas del grup clínic s'ha ajustat per: sexe, edat, etiologia, estudis i temps transcorregut després de la lesió; i en el cas del grup control, per: sexe, edat i estudis.

### **Resultats**

A continuació es detallen les dades comparatives de les tasques neuropsicològiques, es presenta la correlació entre el rendiment de la tasca BART i la IGT / BART i Test d'Imatges Superposades. Hi incloem la influència de les variables sociodemogràfiques i neuropsicològiques sobre el rendiment de la tasca BART.

#### **Resultats descriptius i comparatius entre grup clínic i grup control en la prova**

##### **BART:**

El grup control va realitzar l'activitat en més temps, va fer un nombre més alt de pulsacions T i explosions, i va obtenir més diners BART \$ al final de la prova.

En l'administració de la prova el grup clínic va obtenir un temps mitjà de durada,  $M = 559.83$  segons,  $DT = 355.20$ . De la mateixa forma va obtenir una mitjana de pulsacions T,  $M = 813.33$ ,  $DT = 395.36$ . La quantitat mitjana d'explosions va ser de  $M = 6.57$ ,  $DT = 4.70$  i la quantitat mitjana de diners BART\$, de  $M = 30.39$ .,  $DT = 2.08$ .

El grup control va realitzar la prova en un temps mitjà  $M = 807.66$  segons,  $DT = 1450.84$ .

De la mateixa manera va obtenir una mitjana de pulsacions T,  $M = 1111.07$ ,  $DT = 249.91$ .

La quantitat mitjana d'explosions va ser de  $M = 9.47$ ,  $DT = 3.25$ , i la de diners guanyats

BART\$,  $M = 40.96$ ,  $DT = 1.59$ . (veure Taula 2).

**Taula 2.** Resultats descriptius i comparatius del grup clínic i del grup control en la prova BART

	GRUP CLÍNIC ( $N = 30$ )	GRUP CONTROL ( $N = 30$ )	DIFERÈNCIES ENTRE GRUPS
Durada prova:			
<i>M</i> :	559.83	807.66	
<i>DT</i> :	355.20	1450.84	$p = .331$
Rang:	(132 ; 1527)	(211 ; 8456)	
Pulsacions totals:			
<i>M</i> :	813.33	1111.07	
<i>DT</i> :	395.36	249.91	$p = .001$
Rang:	(136 ; 1823)	(364 ; 155)	
Explosions T:			
<i>M</i> :	6.57	9.47	
<i>DT</i> :	4.70	3.25	$p = .007$
Rang:	(0 ; 18)	(3 ; 17)	
BART \$:			
<i>M</i> :	30.39	40.96	
<i>DT</i> :	2.08	1.59	$p < .001$
Rang:	(5.85 ; 44.85)	(16.35 ; 54.10)	

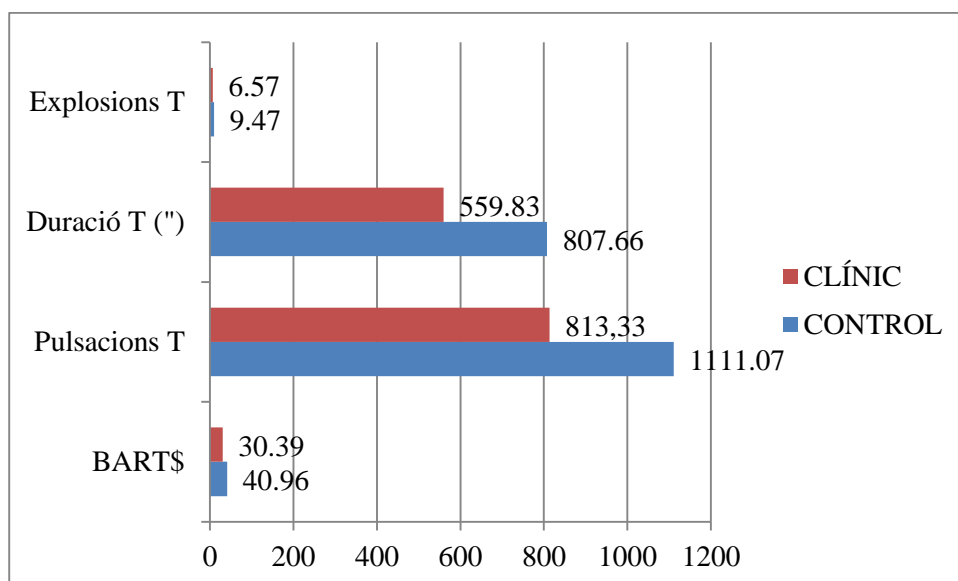
(*M*: mitjana, *DT*: desviació típica)

En la durada no es van trobar diferències significatives entre el grup control i el grup clínic,  $p = .331$ , 95% IC [-303.35, 804.43],  $d = 0.45$ .

Hi ha diferències significatives entre el nombre de pulsacions T del grup control i del grup clínic,  $p = .001$ , 95% IC [126.12, 469.34],  $d = 0.90$ ; el grup control realitza un major nombre de pulsacions totals que el grup clínic. Hi ha una diferència significativa entre les explosions T del grup clínic i les explosions del grup control,  $p = .007$ , 95% IC [0.81, 4.99],  $d = 0.72$ ,

amb un major nombre d'explosions totals en el grup control. Per finalitzar, es va observar una diferència entre el BART \$ del grup clínic i el BART \$ del grup control,  $p < .001$ , 95% IC [5.13, 15.65],  $d = 1.03$ . El grup control va acumular més quantitat de diners al final de la prova que el grup clínic (veure Taula 2 i Gràfic 1).

**Gràfic 1.** Resultats descriptius i comparatius del grup clínic i del grup control en la prova BART



### Resultats descriptius i comparatius entre grup clínic i grup control en la tasca IGT

El grup control va obtenir en general un rendiment normal respecte a les dades normatives, amb mesures superiors al grup clínic en les diferents puntuacions de la prova IGT.

En l'administració el grup clínic es va obtenir una mitjana de Net T,  $M = 30.03$ ,  $DT = 15.66$ . De la mateixa manera es va aconseguir una mitjana d'IGT \$,  $M = -1.167$ ,  $DT = 1005.79$ . La quantitat mitjana d'AB era  $M = 50.17$ ,  $DT = 12$ .

El grup control va obtenir una mitjana de Net T,  $M = 25.60$ ,  $DT = 16.59$ . De la mateixa forma aquest grup va aconseguir una mitjana d'IGT \$,  $M = -24.83$ ,  $DT = 945.46$ . La

quantitat mitjana d'AB era  $M = 36.53$ ,  $DT = 9.64$  (veure Taula 3 i Gràfic 2).

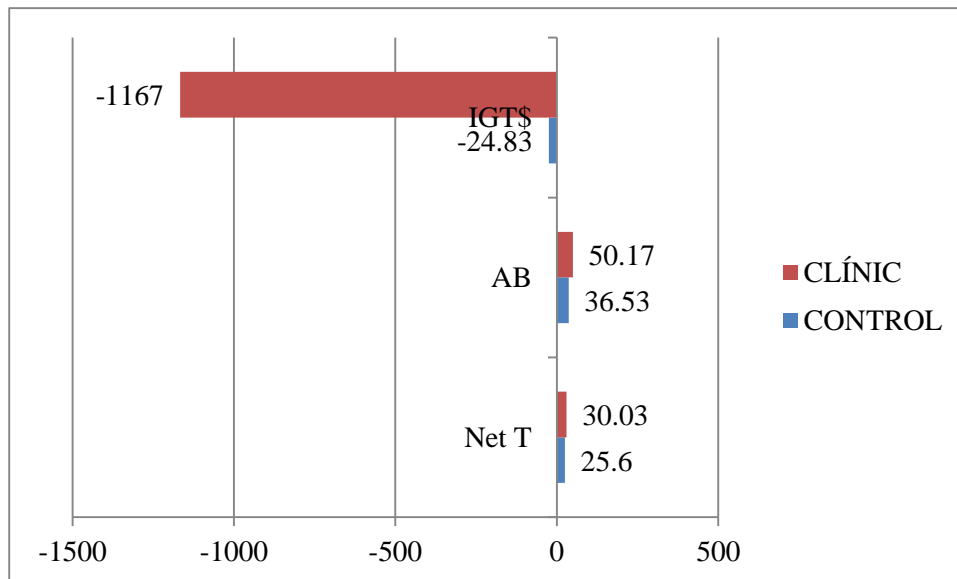
**Taula 3.** Resultats descriptius del grup clínic i del grup control en la tasca IGT

	GRUP CLÍNIC <i>N</i> = 30	GRUP CONTROL <i>N</i> = 30	DIFERÈNCIES ENTRE GRUPS
<b>Net T:</b>			
<i>M:</i>	30.03	25.60	
<i>SD:</i>	15.66	16.59	$p < .001$
<i>R:</i>	(-10 ; 65)	(8 ; 48)	
<b>IGT \$:</b>			
<i>M:</i>	-1167	-24.83	
<i>SD:</i>	1005.79	954.46	$p < .001$
<i>R:</i>	(-3340 ; 1090)	(-1795 ; 1980)	
<b>AB:</b>			
<i>M:</i>	50.17	36.53	
<i>SD:</i>	12	9.64	
<i>R:</i>	(23 ; 74)	(9 ; 54)	$p < .001$

(M: mitjana, DT: desviació típica, R: rang)

Es va observar una diferència significativa entre el Net T del grup control i el grup clínic,  $p < .001$ , 95% IC [-21.77, -5.10],  $d = 0.37$ , on el grup control va triar més cartes favorables que el grup clínic. De la mateixa manera, es detecta una diferència significativa en IGT \$ del grup control i grup clínic,  $p < .001$ , 95% IC [637.68, 1646.65],  $d = 1.16$ . El grup control va acumular més quantitat de diners al final de la prova que el grup clínic. Finalment, també s'observa una diferència significativa en AB entre el grup control i el grup clínic,  $p < .001$ , 95% IC [-19.27, -7.10],  $d = 1.25$ . El grup clínic va triar més cartes desfavorables que el grup control (veure Taula 3).

**Gràfic 2.** Resultats descriptius del grup clínic i del grup control en la tasca IGT



### Resultats descriptius i comparatius, entre grup clínic i grup control en el Test d'Imatges

#### Superposades.

El grup clínic va obtenir una mitjana inferior que la del grup control en la puntuació total de la tasca.

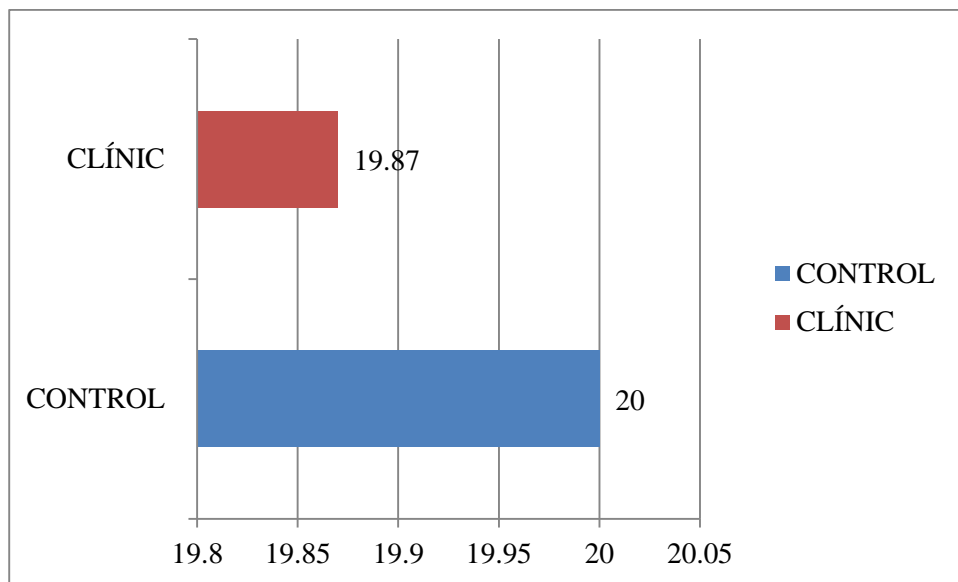
No es va observar una diferència significativa en el Test d'Imatges Superposades entre el grup control i el grup clínic,  $p = .10$ ,  $d = 0.31$ , 95% IC [-0.29, 0.30]. (veure Taula 4 i Gràfic 3).

**Taula 4.** Resultats descriptius del grup clínic i del grup control en el Test d'Imatges Superposades.

	GRUP CLÍNIC (N=30)	GRUP CONTROL (N=30)	DIFERÈNCIES ENTRE GRUPS
Test d'Imatges Superposades.			
<i>M</i>	19.87	20	
<i>DT</i>	0.43	0.00	$p = .10$
Rang	(18 ; 20)	(20 ; 20)	

*Nota.* *M*: mitjana, *DT*: desviació típica

**Gràfic 3.** Resultats descriptius del grup clínic i del grup control en el Test d'Imatges Superposades.



### **Correlació entre administració de la BART i la IGT**

En el grup clínic no es va obtenir cap correlació entre Net T i Pulsacions T,  $p = .315$ ,  $r_{ab.c} = -.21$ . De la mateixa manera, tampoc hi va haver correlació entre Pulsacions T i AB,  $p = .059$ ,  $r_{ab.c} = .38$ , i en últim lloc es va observar correlació entre el total de \$ BART i el total de \$ IGT,  $p = .524$ ,  $r_{ab.c} = -.13$ .

En el grup control no hi ha presència de correlació entre Net T i Pulsacions T,  $p = .725$ ,  $r_{ab.c} = -.07$ . De la mateixa manera no es troba correlació entre Pulsacions T i AB,  $p = .953$ ,  $r_{ab.c} = .01$ , i finalment no es va observar correlació entre el total de BART \$ i el total d'IGT \$,  $p = .814$ ,  $r_{ab.c} = -.04$ .

### **Influència de variables sociodemogràfiques i neuropsicològiques respecte a la puntuació de Pulsacions T de la BART**

En el grup clínic, només la variable sociodemogràfica anys d'estudis,  $p = .012$  ( $b = -213.78$ ), es va incloure per poder explicar la variació en puntuació Pulsacions T; ni el sexe,  $p = .333$ , ni l'etiologia,  $p = .739$ , ni l'edat,  $p = .521$ , hi van influir. Tampoc les variables estudiades, Net T  $p = .644$ , ni AB,  $p = .757$ .

En el grup control no es va incloure cap variable sociodemogràfica per explicar la variació en puntuació Pulsacions T; ni els anys estudiats,  $p = .789$ , ni el sexe,  $p = .971$ , ni l'edat,  $p = .369$ , hi van influir. Tampoc es va incloure cap variable cognitiva estudiada, Net T,  $p = .871$ , ni AB  $p = .746$ .



### **Influència de variables sociodemogràfiques i neuropsicològiques respecte a la puntuació total de BART \$**

En el grup clínic, cap variable cognitiva estudiada va quedar inclosa per poder explicar la variació del BART\$, IGT\$,  $p = .779$ , ni Test d'Imatges Superposades,  $p = .165$ . Respecte a les variables sociodemogràfiques, van quedar excloses el sexe,  $p = .156$ , l'etiologia,  $p = .391$ , i l'edat,  $p = .468$ . Només es va incloure la variable anys d'estudis,  $p = .012$  ( $b = -602.41$ ) per poder explicar la variació en puntuació BART\$.

En el grup control, la variable estudiada IGT\$ no va quedar inclosa per poder explicar la variació en BART\$  $p = .918$ , ni Test d'Imatges Superposades  $p = .823$ . No es va Respecte a les variables sociodemogràfiques, cap d'elles va ser inclosa per aplicar la variació en puntuació BART\$, ni els anys estudiats,  $p = .666$ , ni el sexe,  $p = .586$ , ni l'edat,  $p = .524$

### **Correlació entre administració de la BART i figures superposades**

En el grup clínic no es va obtenir cap correlació entre BART \$ i figures superposades T  $p = .439$ ,  $r_{ab.c} = -.09$ .

De la mateixa manera, tampoc hi va haver correlació en el grup control BART \$ i figures superposades T,  $p = .823$ ,  $r_{ab.c} = -.04$ .

## Discussió

L'objectiu principal de la recerca era observar si la prova BART és una tasca adequada per a la valoració de la presa de decisions en el dany cerebral adquirit.

En el nostre estudi es troben diferències de resultats entre el grup control i el grup clínic, tant en el total de diners aconseguits com en la quantitat de pulsacions i explosions de globus en la BART. La quantitat de pulsacions realitzades s'associa amb el fenomen “cercador de sensacions”, en el sentit que com més pulsacions es realitzin per augmentar el volum del globus, més probabilitat hi haurà que aquest exploti; i, per contra, com més pulsacions es realitzen, més quantitat de diners acumulats. Entenem que la “cerca de sensacions” és la necessitat d'obtenir experiències noves, variades, complexes i intenses; és el desig d'arriscar-se tant a nivell físic com social, legal i financer, amb la finalitat d'obtenir-les (Zuckerman, 2007). Individus amb puntuacions altes i baixes, en cerca de sensacions, presenten diferències en marcadors biològics, conductuals, cognitius i emocionals. El fet de presentar algun tipus d'alteració en algun marcador comportarà diferències en la cerca de sensacions, per tant, diferències en la forma com es prenen decisions (Roberti, 2004; Rosenbloom, 2003 ).

En la recerca de Madrazo et al.(1999) es va observar una disminució en el factor cerca de sensacions en pacients traumàtics, la qual cosa significa que disminueix l'interès per buscar situacions noves, amb fortes emocions i alhora arriscades. En el nostre estudi, on el grup clínic està format per un 73.33% de subjectes traumàtics, també es constata que aquests subjectes arriquen menys en la presa de decisions que els subjectes del grup control; és a dir, el grup clínic del nostre estudi presenta una disminució en el factor de cerca de sensacions.

De la mateixa manera, en l'estudi realitzat per Rochat et al. el 2010, també es va observar que els pacients que havien sofert un TCE presentaven menor puntuació en els ítems de cerca de sensacions, pel que fa a la presa de decisions. Aquest fenomen podria estar relacionat amb la falta de motivació i apatia, trastorns bastant comuns després de sofrir un TCE (Wood,

2001).

L'apatia (McAllister, 2008) generalment es defineix com una reducció d'interès cap a qualsevol element, situació o emoció de la pròpia persona (Levy & Dubois, 2005). Per tant, podem interpretar que presentar apatia es relaciona amb una reducció en la motivació per realitzar activitats que siguin interessants o arriscades.

En la mateixa línia d'estudi, Sousa et al., el 2012 van concloure que els pacients que havien sofert TCE presentaven menys capacitat d'empatia emocional, menys excitació davant elements desagradables del seu voltant i, al seu torn, també menys motivació que un grup control sa.

Així mateix, la recerca de Madrazo et al. ens indica que hi ha un augment d'indiferència afectiva que provoca fredor i apatia. Després de l'AVC els pacients presenten més indiferència davant els pensaments i sentiments de tot allò que els envolta, cosa que afecta les seves accions i redueix la seva motivació.

L'estudi de Blasmeda et al. ens informa que, després d'un AVC, les persones, igual que els subjectes que conformen el 26.67% de la nostra mostra clínica, poden presentar desinhibició, impulsivitat, apatia, abúlia, lentitud i falta d'espontaneïtat.

Aquestes característiques, esmentades anteriorment, estan totalment relacionades amb la capacitat de presa de decisions, ja que la recerca actual posa cada vegada més èmfasi en el fet que la presa de decisions no constitueix un mer procés racional consistent a comptabilitzar o comparar les pèrdues i guanys que resulten d'una elecció determinada.

La hipòtesi del marcadorsomàtic, desenvolupada per Damasio, descriu quin pot ser el paper de l'emoció en la presa de decisions i ha servit de guia per a la recerca en aquest àmbit.

L'absència, alteració o debilitament dels marcadors somàtics condueix a prendre decisions inadequades o desavantatjoses. Aquest dèficit es produeix en pacients amb lesions prefrontals ventromedials i altres regions frontals, com l'escorça prefrontal dorsolateral i cingulada, així

com en pacients amb lesions bilaterals a l'amígdala, en els quals es dóna la incapacitat d'experimentar adequadament emocions i de generar respostes vegetatives davant estímuls aversius (Martínez, Sánchez, Bechara, Román, 2006), com succeeix en el grup de pacients de la nostra recerca. D'aquesta manera, podem explicar que les diferències de resultats obtingudes entre el grup control i el grup clínic s'expliquen per l'aparició de canvis conductuals que afecten la presa de decisions, tant en els pacients que han sofert un TCE com en els que han sofert un AVC.

L'estudi realitzat per Young, et al. el 2012, utilitzant la tasca BART, també ens va informar del fet que el grup clínic (delinqüents) va mostrar menors taxes de risc en la presa de decisions que el grup control del seu estudi. Com en el nostre estudi, el grup clínic pren decisions menys arriscades que el grup control.

Un altre de Strenziok et al. el 2011 ens informa que els subjectes amb demència frontotemporal, amb alteració de la conducta, van arriscar menys en la tasca BART tot realitzant menys pulsacions que el grup control sa.

De la mateixa manera, l'estudi realitzat per Ekhtiari et al., el 2007, ens indica que els subjectes amb esclerosi múltiple prenen decisions menys arriscades que els subjectes sans.

Els subjectes sans seleccionen més cartes de les baralles favorables (guanys petits amb pèrdues inferiors) en la IGT. En canvi, lesionats orbitofrontals drogodependents tendeixen a triar més les cartes de les baralles desfavorables (guanys grans amb pèrdues superiors), per les dificultats per desenvolupar senyals emocionals associats al valor afectiu de les diferents opcions, i, per tant, són incapaços d'anticipar les conseqüències de les seves eleccions (Alameda, Paíno & Mogedas, 2012; Bechara, 2003; Mogedas & Alameda, 2011).

En la investigació realitzada (Broche, Cortés & Omar, 2015) els joves amb conducta antisocial presenten un pitjor rendiment en la presa de decisions en comparació amb els seus

iguals amb conducta social adequada, mitjançant la IGT, com també passa en la nostra mostra clínica.

Després d'avaluar 317 adolescents homes amb conducta antisocial a través de la IGT es va comprovar el baix rendiment en la presa de decisions (Miura, 2009).

Totes aquestes recerques, comentades anteriorment, reforcen el resultat obtingut en la nostra recerca, en el qual el grup control arrisca més que el grup clínic i obté més pulsacions i més diners en la tasca BART.

Com a últim punt, en aquest estudi hem observat que no existeix correlació entre la capacitat que valora la IGT i la BART. Encara que ambdues van ser creades per valorar la presa de decisions, els resultats obtinguts en aquest estudi apunten al fet que es valoren aspectes diferents. La IGT requereix la preservació d'unes capacitats cognitives més complexes, com ara capacitats mnèsiques, atencionals, funcions executives i llenguatge, per poder entendre la lògica aplicada en recompenses i càstigs de la tasca (Bechara, Damasio i Anderson, 1994). La BART, a diferència de la IGT, no segueix cap lògica predeterminada, ja que les explosions es realitzen a l'atzar (Lejuez, 2002). Així doncs, estem davant de dues tasques que valoren aspectes cognitius diferents.

La BART sembla que ens aporta més informació que la IGT sobre el risc que prenen els subjectes davant la presa de decisions. Com conclouen en l'estudi realitzat per Lejuez et al. el 2003, la BART es va crear per enfrontar el pacient a una situació de risc que pot donar-se en la vida real.

En l'estudi de Lejuez el 2003, amb subjectes fumadors i no fumadors, es va demostrar que existeix correlació significativa entre la BART i els autotests relacionats amb conductes de risc, i es troben diferències significatives en els resultats entre els grups de fumadors i no fumadors (Lejuez et al. 2002; 2003), però igual que en la nostra recerca, tampoc es va trobar

correlació entre l'acompliment de la BART i la IGT (Lejuez et al., 2003).

A manera de conclusió, afirmem que la tasca BART detecta diferències entre el grup control i el grup clínic, però no es correlaciona amb les puntuacions obtingudes en la IGT. De la mateixa manera que tampoc no es relaciona amb la tasca que no valora la capacitat de presa de decisions, en aquest cas el test d'Imatges Superposades.

És necessari, doncs, tenir en compte que la mostra estudiada és petita: la majoria de participants són joves i amb escolaritat mitjana, per la qual cosa seria interessant, per a recerques futures, estudiar els efectes en poblacions amb diferent escolaritat i edat, ja que en altres recerques s'indica que tant l'edat, com l'escolaritat afecten els processos cognitius.

Una altra variable interessant a tenir en compte és la influència de gènere en les alteracions cognitives, la qual cosa no es va poder estudiar, en aquesta recerca, a causa de la major prevalença d'homes.

## **3.2 Estudi 2**

**Influència de la memòria de treball i la flexibilitat cognitiva en l'execució de la tasca Balloon Analogue Risk Task.**





## Resum

Diversos estudis plantegen la importància que tenen les funcions executives com la flexibilitat cognitiva, la inhibició i la memòria de treball en la presa de decisions. En aquest estudi es pretén valorar si la memòria de treball i la flexibilitat cognitiva, processos cognitius presents en la presa de decisions, poden explicar les alteracions en el rendiment dels pacients amb DCA en la BART. A 73 pacients amb DCA se'ls va administrar la BART, el TMTB i el WCST, per valorar la flexibilitat cognitiva; i el subtest LN del WAIS-III per avaluar la memòria de treball. Els mateixos tests van ser administrats a un grup control de 30 subjectes sense DCA. En el grup clínic, les variables neuropsicològiques que explicaven la variació del BART \$ van ser TMTB,  $p < .001$ , i WCST,  $p < .001$ . Observem que únicament la flexibilitat cognitiva valorada amb WCST i TMTB va poder explicar les alteracions en el rendiment dels pacients amb DCA en la BART. Per tant, és lògic pensar que si el rendiment de la BART depèn de la flexibilitat cognitiva d'aquests pacients, llavors cal esperar que aquesta capacitat sigui un bon factor predictiu en la presa de decisions.

*Paraules clau:* dany cerebral adquirit, presa de decisions, Balloon Analogue Risk Task, memòria de treball, flexibilitat cognitiva.

## 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 BART. 73 patients with adult Acquired Brain Injury (ABI) were assessed with the BART, TMTB, WCST to assess cognitive flexibility; and subtest 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.

## Introducció

Les funcions executives són un conjunt d'habilitats implicades en la generació, supervisió, regulació, execució i reajustament de conductes adequades per aconseguir objectius complexos, especialment aquells que requereixen un abordatge nou i creatiu (Gilbert & Burgess, 2008).

Els trastorns mentals i les patologies neurològiques són especialment vulnerables a l'alteració de les funcions executives (Biringier et al., 2005; Davidson, Gao, Mason, Winocur & Anderson, 2007), la qual cosa constitueix un problema addicional que limita l'autonomia i funcionalitat dels pacients, així com la presa de decisions (García et al., 2008).

La presa de decisions és un procés dinàmic que afavoreix l'elecció, en situacions d'incertesa, de l'alternativa més adequada entre múltiples opcions de resposta valorant la seva influència en futures accions (Clark, Cools & Robbins, 2004). Triar entre diverses opcions pot semblar una tasca senzilla, però posa en joc nombrosos processos cognitius, entre ells, el processament dels estímuls presents en la tasca, el record i la manipulació d'experiències anteriors (memòria de treball) i la modificació i adaptació de la nostra conducta a l'entorn (flexibilitat cognitiva) (Martínez, Sánchez, Bechara, & Román, 2006).

La memòria de treball no es considera simplement com una forma de registrar i emmagatzemar informació per a futurs propòsits, sinó més aviat com un procés d'activació de memòries ja registrades que s'actualitzen amb els continguts presents de la cognició. El record de les experiències passades i la valoració de les conseqüències futures s'integren i processen a nivell prefrontal amb clares implicacions en la reacció o la presa de decisions sobre situacions presents (Martínez et al. 2006).

Abans de prendre una decisió és necessari presentar fluïdesa en els processos d'execució del pla; és a dir, tenir la capacitat d'analitzar i verificar l'execució dels plans en acció. Aquesta

fluïdesa inclou flexibilitat per retrocedir, corregir i canviar el rumb dels plans d'acord amb els resultats parcials que s'obtinguin (Miller & Cohen, 2001).

Diversos estudis han plantejat la importància que tenen certes funcions executives com l'atenció, la flexibilitat cognitiva, la inhibició de la resposta i la memòria de treball en la presa de decisions. Barry & Petry (2008) troben que el rendiment de subjectes drogodependents i no drogodependents en la IGT està associat al seu acompliment en el TMT, instrument utilitzat per al mesurament de la capacitat d'inhibició de la resposta més automatitzada i la flexibilitat cognitiva. De la mateixa manera, en l'estudi dut a terme per Brand et al. (2005) es va concloure que en pacients amb síndrome de Korsakoff existeix una relació entre la presa de decisions, la flexibilitat cognitiva i la categorització, valorades mitjançant el WCST.

D'altra banda, ha quedat àmpliament demostrat que existeix una associació entre la memòria de treball i la presa de decisions. En aquest sentit, els qui presenten dèficit en la memòria de treball posseeixen dificultats en la presa de decisions i no al revés; és a dir, el dèficit en la presa de decisions no implica l'existència de dificultats en la memòria de treball (Bechara, 2004; Dunn, Dalgleish & Lawrence, 2006).

En la presa de decisions, també intervenen aspectes conductuals com la motivació, les emocions, la impulsivitat i la cerca de sensacions; entenent aquesta última com la necessitat d'experimentar sensacions i experiències noves, variades i complexes, juntament amb el desig d'arriscar-se amb la finalitat d'obtenir-les (Zuckerman, 2007).

Hi ha estudis que introdueixen les emocions com a factor clau en la presa de decisions (Bechara, 2004; Bechara et al., 2001; Bechara, Tranel & Damasio, 2000), on es proposa que, davant una situació de dilema, s'activen un conjunt d'estats corporals que s'han associat a situacions similars viscudes en el passat (canvis neuroendocrins, vegetatius o musculars) i que es manifesten com a senyals d'alarma; la qual cosa força l'atenció sobre les opcions que poden provocar resultats negatius. La hipòtesi de Damasio se centra en la idea que els

processos de presa de decisions depenen sobretot dels mecanismes neurals que regulen l'homeòstasi, les emocions i els sentiments (Damasio, 2004).

Davant una situació de presa de decisions, els marcadors proporcionen senyals que faciliten la decisió, fins i tot abans que el subjecte sigui capaç d'explicar quina estratègia està utilitzant (Martínez et al., 2006). La presència de marcadors somàtics redueix el nombre d'opcions i el temps de resposta, focalitza l'atenció, optimitza la memòria de treball i augmenta l'eficàcia i precisió de la presa de decisions, especialment en la conducta social, en què poden donar-se situacions de major incertesa (Contreras et al., 2008; Damasio, 2004; Dante, 2006; Fellows, 2006; Martínez et al. 2006).

L'alteració o absència dels marcadors somàtics deriva en la incapacitat per prendre decisions avantatjoses, circumstància que es produeix en els pacients amb dany frontal. Els pacients amb lesions frontals es mostren sovint impulsius, incapaços de fer estimacions sobre les conseqüències dels seus actes o de dur a terme plans per al futur. És a dir, es caracteritzen per un notable dèficit en els processos de presa de decisions (Happaney, Zelazo & Stuss, 2004).

Encara que l'alteració de la capacitat per a la presa de decisions és una de les conseqüències més freqüents d'una lesió en el lòbul frontal, existeixen pocs instruments coneguts per valorar la presa de decisions en el camp del dany cerebral adquirit (Strauss, Sherman & Spreen, 2006). La majoria de les proves existents són difícils d'utilitzar per la complexitat de la seva execució i requereixen una capacitat de comprensió verbal complexa ben preservada.

Lejuez et al. (2002) han dissenyat la BART, una tasca computaritzada que s'utilitza en el camp de les addiccions, la psicopatologia i les conductes de risc per a la valoració de la presa de decisions.

La BART va ser dissenyada per avaluar els processos de la presa de decisió del pacient, en enfrontar-lo a una situació de risc en la qual pot guanyar o perdre una suma determinada de

diners. A diferència d'altres instruments, com la IGT, permet una aplicació més ràpida i proposa una tasca que resulta més fàcil de comprendre.

Efectivitat reafirmada per un estudi meta-analític realitzat el 2014 (Lauriola et al.) a través de l'anàlisi de 65 articles, en què es va trobar que, efectivament, la prova BART té una validesa significativa entorn del mesurament de la cerca de sensacions, la impulsivitat, l'assumpció de riscos i la presa de decisions en la vida diària.

Aquest estudi té per objectiu comprovar si l'alteració en la memòria de treball, valorada mitjançant el subtest de LN i en la flexibilitat cognitiva avaluada amb les tasques WCST i TMTB, capacitats presents en la presa de decisions, pot influir en el rendiment dels pacients amb dany cerebral adquirit en la BART. Si el rendiment en la BART depèn de la memòria de treball i de la flexibilitat cognitiva d'aquests pacients, llavors cal esperar que l'alteració en aquestes funcions cognitives sigui un bon predictor del dèficit en la presa de decisions.

## **Metodologia**

### **Disseny**

Es va realitzar un estudi no experimental, transversal i correlacional amb la finalitat d'establir associacions i relacions entre les variables proposades (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

### **Participants**

El grup clínic va estar constituït per 73 pacients, de nacionalitat espanyola, amb dany cerebral adquirit, i tots ells amb lesions en el lòbul frontal. La mostra estava composta per 31 dones i 42 homes, amb un rang d'edat de 19 a 54 anys,  $M$  edat = 37.32 anys. La valoració es va dur a terme a partir dels 6 mesos de la lesió cerebral, amb una  $M$  = 222 dies.

Els criteris d'inclusió, van ser els següents: presentar TCE o AVC amb presència de lesió en el lòbul frontal i una edat, al moment de la lesió, en la franja de 18 a 55 anys; no presentar dèficits motors ni sensorials que impedeixin administrar amb normalitat qualsevol dels tests neuropsicològics utilitzats en l'estudi, i no presentar dificultats en la comprensió i expressió del llenguatge, condició necessària per seguir les instruccions, ni tampoc en la codificació dels ítems de les proves.

Els criteris d'exclusió van ser: presentar una síndrome confusional aguda o amnèsia postraumàtica, trastorn psiquiàtric greu o alteracions conductuals que impossibilitessin l'administració de la prova. El grup control el van conformar trenta pacients sans amb una edat i característiques sociodemogràfiques equivalents a les del grup clínic. Per a la selecció del grup control es va utilitzar el mètode d'emparellament. El grup estava compost per 12 dones i 18 homes,  $M$  edat = 35.89, rang d'edat: 19 a 55 anys (veure Taula 4).

**Taula 1.** Descripció de la mostra

	GRUP CLÍNIC (N = 73)	GRUP CONTROL (N = 30)
Estudis (anys d'escolarització) M (DT)	14.89 (5.38)	14.87 (5.19)
Etiologia TCE (%), AVC (%)	56 (76.71%), 17 (23.29%)	-
Localització anatòmica F/P/O/T (%)	F: 31 (42.46%) FPO: 4 (5.47%) FP: 13 (17.80%) FT: 8 (10.96%) FPT: 17 (23.31%)	

*Nota.* M: mitjana, DT: desviació típica, F: frontal, P: parietal, O: occipital, T: temporal.

### Instruments

Balloon Analogue Risk Task (Lejuez et al., 2002). La BART és una tasca informatitzada que simula característiques presents en la presa de decisions. Els elements presents en la tasca inclouen l'avaluació de guanys i pèrdues en situacions de risc i incertesa. La tasca consisteix a inflar uns globus representats visualment. L'individu ha d'introduir aire en els globus durant 30 assajos. Cada vegada que el globus augmenta de volum el subjecte guanya una quantitat de diners fixa; però si esclata, els diners acumulats del globus es perden automàticament. La probabilitat d'explosió dels globus és desconeguda pel subjecte. La probabilitat que cada globus exploti cada vegada que s'infla és d'1/128. D'acord amb aquest algoritme, la mitjana de punt de tall és de 64 pressions per cada globus.

Subtest de Lletres i Nombres de l'Escala d'Intel·ligència de Wechsler WAIS-III (Wechsler, 1999) per valorar la memòria de treball, la qual consisteix en una prova en què l'examinador llegeix una sèrie de seqüències que combinen lletres i nombres (p. ex., 5-R-2-C). El subjecte ha d'ordenar-les, primer els nombres en ordre ascendent i a continuació les lletres en ordre



alfabètic (p. ex., 2-5- C-R). Variable d'estudi: nombre total de seqüències ordenades correctament. La fiabilitat interna del test correspon a .080 - .089, la fiabilitat test-retest a 0.70 - 0.79, i la fiabilitat entre avaluadors és < .090.

La flexibilitat cognitiva es va valorar a través de la part B del Trail Making Test (Reitan & Wolfson, 1985), en què es requereix que s'ordenin nombres i lletres de forma alternativa (p. ex., 1-A-2-B-3-C...). Variable d'estudi: temps (en segons) emprat per completar la tasca. Quant a la seva confiabilitat es troba entre un 0.86% i 0.94% (Strauss, 2006), i la fiabilitat és de .66 (Goldstein & Watson 1989).

Per a aquesta mateixa capacitat, es va administrar també la tasca Wisconsin, Card Sorting Test (Heaton, Chellune, Talley, Kay, & Curtis 1993); el subjecte ha d'ordenar una sèrie de cartes en funció de tres categories (color, forma i nombre). Aquest ha de deduir com ordenar-les per la resposta de l'ordinador, la qual es redueix a un correcte o un incorrecte segons si el subjecte ha ordenat o no la carta d'acord en una de les categories. Variables d'estudi: nombre de categories completat i nombre d'errors perseveratius. El test presenta validesa convergent .75 i sensibilitat de canvi (del Valle et al., 2008), i confiabilitat test-retest, igual .82 (Lauriola, Panno, Levin, & Lejuez, 2013).

## **Procediment**

Tots els subjectes estaven hospitalitzats (48.33%) o en situació ambulatoria (51.67%). Disposaven d'una extensa valoració neurològica i neuropsicològica, on s'avaluava el llenguatge, la capacitat cognitiva i conductual, i aspectes motors i sensorials. Totes les valoracions es van realitzar a partir dels 6 mesos de la data de la lesió cerebral, amb una mitjana de 222 dies posteriors a la lesió.

Solament aquells subjectes que complien els criteris d'inclusió i cap dels d'exclusió van ser seleccionats per formar part del grup clínic.

Fase 1: Selecció dels participants en funció dels criteris d'inclusió i exclusió. El reclutament es va basar en admissions consecutives. Només vam haver d'eliminar 17 pacients del grup clínic perquè presentaven alteracions conductuals; 13 pacients presentaven apatia severa, la qual cosa causava inexecució de la tasca, i 4 van mostrar alteració conductual agressiva, fet que també impedia l'administració de la tasca. Aquests subjectes van ser reemplaçats pels 17 pacients següents i consecutius que complien criteris d'inclusió per completar la mostra.

Fase 2: Es va administrar la tasca BART exclusivament als subjectes que formaven part del grup clínic per avaluar la seva capacitat de presa de decisions, i es van recollir les puntuacions de LN, WCST i TMTB de la valoració neuropsicològica.

Fase 3: Aquestes tasques es van administrar a un grup control, format per subjectes aparellats amb el grup clínic.

El temps dedicat a recollir la mostra va ser d'un any i mig, i totes les valoracions les va realitzar el mateix neuropsicòleg.

### **Operacionalització de variables**

Les variables estudiades de la BART van ser les següents (Taula 2):

**Taula 2.** Operacionalització de variables

Variable	
Durada	Temps que triga el subjecte a fer la prova.
Pulsacions T	Nombre total de pressions que fa el subjecte al llarg de tota la prova per inflar el globus.
Explosions T	Nombre total de globus que exploten durant la prova.
BART\$	Total de diners aconseguits.
LN	Puntuació total de la tasca.
TMTB	Temps total d'execució de la tasca.
Perseveracions de WCST	Nombre total de perseveracions realitzades.
Categories de WCST	Nombre total de categories adquirides

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

### *Anàlisi de dades*

Totes les anàlisis estadístiques es van dur a terme utilitzant el paquet estadístic SPSS (v. 15). Atès que tots dos grups seguien una distribució normal, es van utilitzar proves paramètriques. Es va utilitzar la comparació de mitjanes t-Student per a mostres independents amb la finalitat de comparar el resultat de tots dos grups.

Per poder observar la correlació d'ambdues proves en els dos grups s'han utilitzat correlacions parcials de Pearson, ajustades per les variables sociodemogràfiques corresponents. En el cas del grup clínic s'ha ajustat per: sexe, edat, etiologia, estudis i temps transcorregut després de la lesió. I el grup control, per: sexe, edat i estudis. Es va emprar la tècnica de regressió lineal per corroborar la influència de les variables sociodemogràfiques i de les variables estudiades en la predicció de la puntuació BART\$, en tots dos grups.

### **Resultats**

A continuació es detallen les dades comparatives de les tasques neuropsicològiques, es presenta la correlació entre el rendiment de la tasca BART i les tasques de flexibilitat cognitiva (WCST i TMTB) i la memòria de treball. Hi incloem la influència de les variables sociodemogràfiques i neuropsicològiques sobre el rendiment de la tasca BART.

#### **Resultats descriptius i comparatius entre el grup clínic i el grup control en la tasca BART**

En l'execució de la tasca BART, el grup clínic va emprar més temps: va realitzar un major nombre de pulsacions T, va causar més explosions T i va obtenir més BART\$ al final de la tasca.

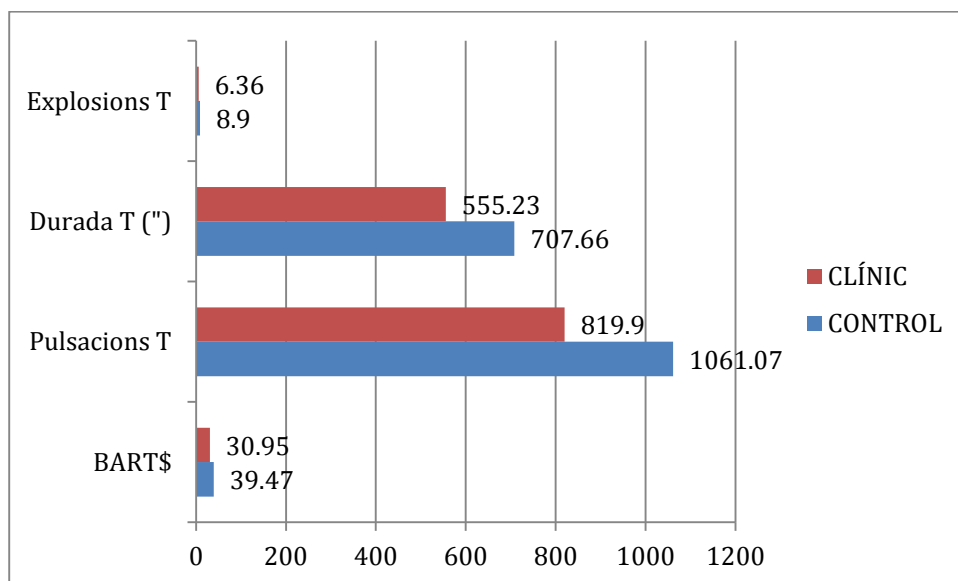
En la durada de la prova no es van trobar diferències significatives entre el grup control i el grup clínic,  $p = .334$ ,  $d = 0.15$ , 95% IC [-8608.03, 3022.31].

Existeixen diferències significatives entre el nombre de pulsacions T del grup control i el del grup clínic,  $p < .001$ ,  $d = 0.74$ , 95% IC [-363.83, -120.29], on el grup control realitza un major nombre de pulsacions totals. Es troba diferència significativa entre explosions T entre tots dos grups,  $p = .001$ ,  $d = 0.72$ , 95% IC [-3.94, -1.14], amb major quantitat d'explosions totals en el grup control. Per finalitzar, es va observar diferència entre el BART\$ del grup clínic i el del grup control,  $p < .001$ ,  $d = 0.88$  95% IC [-1267570, -426015]. El grup control va acumular una major quantitat de diners al final de la prova (veure Taula 3).

**Taula 3.** Resultats descriptius del grup clínic i del grup control en la tasca BART

	GRUP CLÍNIC <i>N</i> = 73	GRUP CONTROL <i>N</i> = 30	DIFERÈNCIES ENTRE GRUPS
	<i>M</i> ( <i>DT</i> ) Rang	<i>M</i> ( <i>DT</i> ) Rang	
Durada de la prova	555.23 (301.14) (75.12 ; 1520.79)	707.66 (1450.84) (211.72 ; 8456.67)	$p = .334$
Pulsacions T	819.90 (379.69) (132 ; 1527)	1061.07 (260.90) (364 ; 1389)	$p < .001$
Explosions T	6.36 (4.16) (0 ; 18)	8.90 (2.78) (3 ; 16)	$p = .001$
BART \$:	30.95 (10.05) (5.85 ; 44.85)	39.47 (9.40) (16 ; 54)	$p < .001$

*Nota.* *M*: mitjana, *DT*: desviació típica.

**Gràfic. 3** Resultats descriptius del grup clínic i del grup control en la tasca BART

### **Resultats descriptius i comparatius entre el grup clínic i el grup control en les tasques LN, TMTB i WCST**

El grup control va obtenir, en general, un rendiment normal respecte a les dades normatives, amb mitjanes superiors al grup clínic tant en la tasca de memòria de treball (LN), com en les de flexibilitat cognitiva (TMTB i WCST).

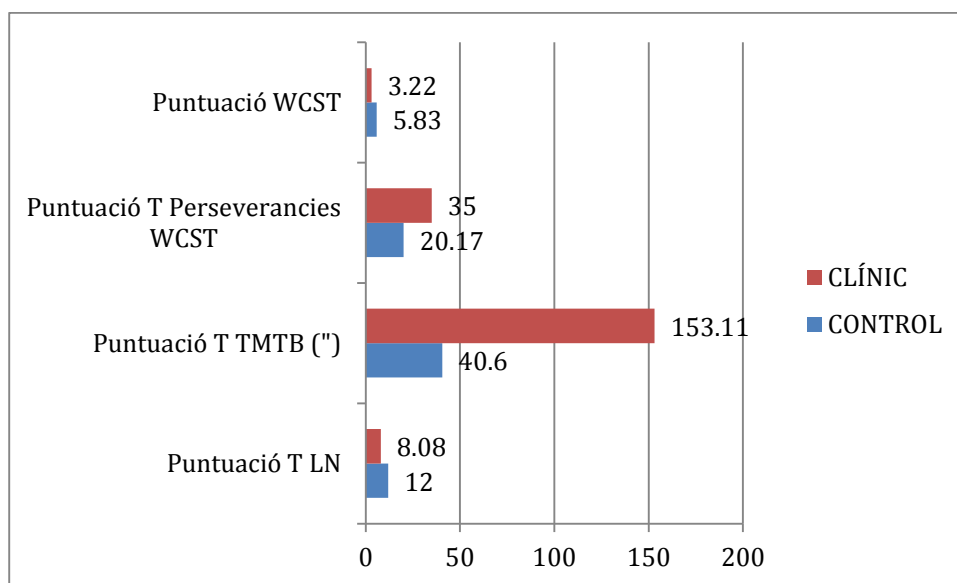
En la puntuació total de LN, es van trobar diferències significatives entre el grup control i el grup clínic,  $p < .001$ ,  $d = 1.23$ , 95% IC [-4.86, -2.97].

Existeixen diferències significatives entre la puntuació TMT B del grup control i la puntuació TMTB del grup clínic,  $p < .001$ ,  $d = 1.23$ , 95% IC [85.96, 121.03], on el grup control completa l'activitat en menys temps que el grup clínic. S'evidencia una diferència significativa en perseveracions de WCST entre el grup clínic i el grup control,  $p < .001$ ,  $d = 2.19$ , 95% IC [12.49, 17.17], amb una major quantitat en el grup clínic. Per finalitzar, es va observar diferència entre categories de WCST del grup clínic i del grup control,  $p < .001$ ,  $d = 2.18$ , 95% IC [-2.95, -2.28]. El grup control va adquirir més quantitat de categories al final de la prova que el grup clínic (veure Taula 4).

**Taula 4.** Resultats descriptius del grup clínic i grup control en la tasca LN, WCST i TMT B.

	GRUP CLÍNIC (N = 73)	GRUP CONTROL (N = 30)	DIFERÈNCIES ENTRE GRUPS
	M (DT) (Rang)	M (DT) (Rang)	
Puntuació T en LN	8.08 (3.30) (0 ; 14)	12 (1.51) (9 ; 15)	$p < .001$
Puntuació T de TMTB	153.11 (74.16) (54 ; 360)	40.60 (7.89) (40 ; 61)	$p < .001$
Puntuació T de Perseveracions en WCST	35 (9.32) (15 ; 50)	20.17 (2.45) (8 ; 25)	$p < .001$
Puntuació T en WCST	3.22 (1.30) (0 ; 5)	5.83 (0.38) (5 ; 6)	$p < .001$

Nota. M: mitjana, DT: desviació típica,

**Gràfic 4.** Resultats descriptius del grup clínic i del grup control en la tasca LN, WCST i TMT B.

### **Correlació entre administració de BART i LN, TMTB i WCST**

En el grup clínic no es va obtenir cap correlació entre BART\$ i LN,  $p = .659$ ,  $r_{ab.c} = -.05$ , però es va trobar una relació positiva en els resultats de BART\$ i categories de WCST,  $p < .001$ ,  $r_{ab.c} = .73$ , i negativa en BART\$ i perseveracions de WCST,  $p < .001$ ,  $r_{ab.c} = -.61$ , de igual forma que TMT B,  $p = .001$ ,  $r_{ab.c} = -.72$ .

El grup control va presentar correlació positiva entre categories de WCST i BART\$,  $p = .012$ ,  $r_{ab.c} = .47$ . BART\$ i LN,  $p = .072$ ,  $r_{ab.c} = .38$  no presenten equivalència, de la mateixa forma que tampoc n'hi ha entre BART\$ i les perseveracions de WCST,  $p = .313$ ,  $r_{ab.c} = -.20$ , i BART\$ i TMTB,  $p = .226$ ,  $r_{ab.c} = -.25$ .

### **Influència de variables sociodemogràfiques i neuropsicològiques sobre la puntuació BART\$.**

En el grup clínic, les úniques variables estudiades que van quedar incloses per poder explicar la variació del BART\$ van ser TMTB,  $p < .001$  ( $b = -0.62$ ), i WCST,  $p < .001$ , ( $b = 3.59$ ). No es va obtenir significació en Lletres i Nombres,  $p = .239$ , ni en perseveracions de WCST,  $p = .942$ . Respecte a les variables sociodemogràfiques, van quedar excloses el sexe,  $p = .670$ , l'etiologia,  $p = .270$ , i l'edat,  $p = .971$ . Només es va incloure la variable anys d'estudis,  $p = .005$ , ( $b = -0.33$ ), per poder explicar la variació en puntuació BART\$. No es detecta colinealitat ( $FIV < 1.49$ ) en les tres variables), de manera que els coeficients estandarditzats permeten valorar la magnitud de l'efecte sobre el BART\$: el més gran és l'efecte positiu de WCST ( $b^* = 0.46$ ), similar a l'efecte negatiu de TMTB ( $b^* = -0.46$ ); l'efecte negatiu dels anys estudiats és d'una magnitud inferior ( $b^* = -0.19$ ).

En el grup control, les úniques variables estudiades que van quedar incloses per poder explicar la variació en BART\$ van ser LN,  $p = .049$ , ( $b = 2.03$ ), i WCST,  $p = .008$ , ( $b = 11.11$ ). No es va obtenir significació en TMTB,  $p = .147$ , ni en perseveracions de WCST,  $p = .173$ . Respecte a les variables sociodemogràfiques, cap d'elles va ser inclosa per aplicar la

variació en puntuació BART\$, ni els anys estudiats,  $p = .812$ , ni el sexe,  $p = .94$ , ni l'edat,  $p = .956$ . No es detecta colinealitat ( $FIV < 1.51$ ) en les dos variables, de manera que els coeficients estandarditzats permeten valorar la magnitud de l'efecte sobre el BART\$: el més gran és l'efecte positiu de WCST ( $b^* = 0.45$ ), i un efecte inferior el de LN ( $b^* = 0.33$ ).

## Discussió

L'objectiu principal de la recerca era comprovar si la memòria de treball, valorada mitjançant la tasca LN i la flexibilitat cognitiva avaluada amb les tasques WCST i TMTB, capacitats presents en la presa de decisions, podien explicar les alteracions en el rendiment dels pacients amb dany cerebral adquirit en la BART.

En el nostre estudi es troben diferències en els resultats de la BART entre el grup control i el grup clínic, tant en el total de diners aconseguits com en la quantitat de pulsacions i explosions de globus. També es troben diferències en TMTB, LN i WCST, on el grup control obté una puntuació normal respecte a les dades normatives, que és superior al grup clínic.

La quantitat total de diners obtinguda en la prova BART \$ s'associa a la capacitat cognitiva de presa de decisions, ja que implica el component de risc, valorat per les pulsacions totals realitzades i un component executiu que controla les decisions més arriscades.

Associem la quantitat de pulsacions realitzades al tempteig inicial de la tasca i al component conductual de cerca de sensacions, en el sentit que com més pulsacions es realitzin per augmentar el volum del globus, més probabilitat existeix que aquest exploti. I, d'altra banda, com més pulsacions es realitzen, més quantitat de diners s'acumularà en cada



globus i, per tant, també més BART \$. Zuckerman (2007) va definir la cerca de sensacions com la “necessitat d'obtenir experiències noves, variades, complexes i intenses; el desig d'arriscar-se a nivell físic, social, legal i/o financer, amb la finalitat d'obtenir-les” (p. 49). Individus amb puntuacions altes i baixes en proves que valoren la cerca de sensacions presenten diferències en marcadors biològics, conductuals, cognitius i emocionals. El fet de presentar algun tipus d'alteració en algun marcador comportarà diferències en la cerca de sensacions i, per tant, diferències en la forma com es prenen les decisions (Roberti, 2004).

En els últims anys ha cobrat rellevància l'estudi de la presa de decisions, principalment des de la creació de la prova de la IGT. En els estudis es descriuen diferents mecanismes que podrien explicar el rendiment en aquesta tasca, entre ells, la flexibilitat cognitiva (Barry & Petry, 2008; Chiu & Lin, 2007; Dunn, Dalgleish & Lawrence, 2006; Maia & McClelland, 2005; Martínez et al., 2006).

En el nostre estudi hem observat que en el grup clínic s'obté una correlació negativa entre la tasca BART i el TMTB i el WCST perseveracions i positiva WCST categories, la qual cosa ens porta a confirmar que, efectivament, l'èxit en aquesta tasca requereix habilitats preservades en atenció alternant i flexibilitat cognitiva.

Encara que no existeixen estudis previs que analitzin específicament el rendiment en el TMTB i en el WCST amb la presa de decisions en pacients amb DCA, sí que disposem d'alguns estudis amb altres poblacions. En un estudi realitzat per Weinstock, Barry & Petry (2008) es va observar que el rendiment dels subjectes drogodependents i no drogodependents en la IGT està relacionat amb el rendiment en el TMTB.

L'estudi de Brand et al. (2005) va concloure que en pacients amb síndrome de Korsakoff existeix una relació entre la presa de decisions, la flexibilitat cognitiva i la categorització, valorades mitjançant el WCST. Els mateixos autors indiquen que la presa de decisions està

relacionada amb la categorització, la flexibilitat cognitiva i la susceptibilitat a la interferència en pacients addictes al joc.

En l'estudi realitzat per Ramiez & Ostorky (2012) ens informen que en la tasca WCST els pacients amb TCE van generar menys categories, la qual cosa evidencia la falta d'adherència a un patró específic, ja que les classificacions es basen en les característiques específiques (p. ex. el nombre de costats, els parells i imparells), de manera que van cometre errors perseveratius, de manteniment i de criteri.

Igualment, l'estudi realitzat en pacients amb lesió prefrontal ventromedial ens va informar de la inclusió de la representació de recompenses i flexibilitat cognitiva en la presa de decisions (O'Doherty, Kringelbach, Rolls, Hornak & Andrews, 2001).

D'altra banda, la memòria de treball no explica els resultats en la BART dels pacients de l'estudi, resultat que es reforça per les recerques realitzades en pacients amb lesió ventromedial i dorsolateral, en què es descriu una dissociació entre la memòria de treball i la presa de decisions (Grafman, Jonas, & Salazar, 1990; Anderson, Damasio, Jones, & Tranel, 1991; Damasio, 2004; Bechara, Damasio, & Tranel, 1998).

Verdejo-García, López-Torrecillas, Clandre, Delgado-Rodríguez, & Bechara (2009) et al. van analitzar el rendiment d'un grup de pacients amb fibromiàlgia, comparant-lo amb un grup control mitjançant dos instruments utilitzats tradicionalment per avaluar diferents components de les funcions executives, el WCST, que avalua abstracció i flexibilitat cognitiva, i l'IGT, que avalua la presa de decisions emocionals. En els resultats del seu estudi van trobar que el grup de pacients amb fibromiàlgia presentava un pitjor rendiment en els dos instruments en comparació amb el grup control.

En conclusió, només la flexibilitat cognitiva va influir en el rendiment dels nostres pacients amb dany cerebral adquirit en la BART, i aquests resultats es veuen reforçats per les

conclusions d'altres estudis realitzats amb poblacions diferents. ja que el rendiment de la BART depèn de la flexibilitat cognitiva d'aquests pacients; llavors cal esperar que aquesta capacitat sigui un bon indicador de la presa de decisions.

És necessari, doncs, tenir en compte que la majoria de participants són joves i amb escolaritat mitjana, per la qual cosa seria interessant, per a recerques futures, estudiar els efectes en poblacions amb diferent escolaritat i edat, ja que ambdues variables afecten els processos cognitius.

Durant l'execució de la tasca BART es van observar diferències en les actituds entre el grup control i el grup clínic. Mentre que el grup control tendeix a indagar sobre el funcionament de la tasca presentada, el grup clínic executa la tasca de forma menys explorativa i més automatitzada. Aquesta situació podria explicar-se no solament per la preservació de les funcions executives en el grup control, sinó també per la intervenció d'un possible factor de “cerca de sensacions”, absent en el grup clínic.



### **3.3 Estudi 3**

**Influència del factor cerca de sensacions en l'execució de la tasca Balloon**

**Analogue Risk Task**



## Resum

En aquest treball es va avaluar la influència de la variable cognitiva “cerca de sensacions” en la presa de decisions en 73 pacients amb DCA, a través de la BART i la subescala de cerca de sensacions de la escala UPPS-P versió espanyola. Com a grup control, es van aplicar les proves a 30 persones sanes que complien els criteris d'inclusió i cap dels d'exclusió proposats.

Com a resultat es van obtenir diferències significatives entre el grup clínic i el grup control, en què aquest últim va mostrar un nivell superior de presa de risc en la BART i cerca de sensacions en la subescala UPPS-P, sense presentar correlació entre les dues tasques en el grup clínic. Prenent en consideració la literatura revisada, els resultats obtinguts i l'observació qualitativa del grup clínic, podríem sospitar que en aquesta tasca es troba present el component d'apatia i motivació.

Paraules claus: Neuropsicologia, Dany Cerebral Adquirit, Balloon Analogue Risk Task, Cognició, Presa de decisions, Presa de riscos.

### **Abstract**

In this paper was evaluated the influence of cognitive variable “sensation seeking” in decision making in 73 patients with ABI, trough the BART and sensation seeking sub scale of UPPS-P, as control group, test were applied to 30 healthy subjects who met the inclusion and exclusion criteria proposed.

As a result significant differences between the clinical and the control group where the last one showed a higher level of risk taking in the BART and sensation seeking in the sub scale UPPS-P, without correlation between the two task in clinical group. Considering the literature reviewed, the results and qualitative observation of clinical group. We might suspect that in this task is present the apathy and motivation component.

Key words: Neuropsychology, Acquired Brain Injury, Balloon Analogue Risk Task, Cognition, Taking Decisions Risk taking.



## Introducció

Les funcions executives són un conjunt d'habilitats implicades en la generació, supervisió, regulació, execució i reajustament de conductes adequades per aconseguir objectius complexos, especialment aquells que requereixen un abordatge nou i creatiu (Gilbert & Burgess, 2008). Els trastorns mentals i les patologies neurològiques són especialment vulnerables a l'alteració de les funcions executives (Biringier et al., 2005; Davidson, Gao, Mason, Winocur & Anderson, 2007), i constitueixen un problema addicional que limita l'autonomia i funcionalitat dels pacients, com la presa de decisions (García et al., 2008). La presa de decisions és un procés dinàmic que afavoreix l'elecció, en situacions d'incertesa, de l'alternativa més adequada entre múltiples opcions de resposta, valorant la seva influència en futures accions (Clark, Cools & Robbins, 2004). Triar entre diverses opcions pot semblar una tasca senzilla, però posa en joc nombrosos processos cognitius, entre ells, el processament dels estímuls presents en la tasca, el record i la manipulació d'experiències anteriors (memòria de treball) i la modificació i adaptació de la nostra conducta a l'entorn (flexibilitat cognitiva). (Martínez, Sanchez, Bechara & Román 2006.) En la presa de decisions, també hi intervenen aspectes conductuals relacionats amb: la motivació, les emocions, la impulsivitat i la cerca de sensacions. Entenent la cerca de sensacions com la necessitat d'experimentar sensacions i experiències noves, variades i complexes, i com el desig d'arriscar-se amb la finalitat d'obtenir-les (Zukerman, 2007).

Zukerman, el 2007, ens informa de la importància de la inclusió de reactius en el factor cerca de sensacions: desinhibició, cerca d'aventures i emoció, cerca d'excitació i susceptibilitat a l'avorriment. Un estudi realitzat per RoCHAT et al. (2010) va informar que els pacients que havien sofert un traumatisme cranioencefàlic presentaven menor puntuació en els ítems de cerca de sensacions, en la presa de decisions. Aquest fenomen podria estar relacionat amb la falta de motivació i apatia, trastorns bastant comuns després de patir un TCE (Wood,

2001). Alguns autors van poder observar una disminució en el factor cerca de sensacions en pacients traumàtics, la qual cosa significa que disminueix l'interès per buscar situacions noves, amb fortes emocions i alhora arriscades (Madrazo et al., 1999). Els pacients amb AVC presenten també alteracions conductuals com: agressivitat, excitabilitat, desinhibició, baixa tolerància a les rutines i alteració en les normes socials (Blasmeda, Barroso & León-Carrión, 2002).

Bechara introdueix les emocions com a factor clau en la presa de decisions (Bechara, 2004; Bechara, Tranel & Damasio, 2000; Bechara et al., 2001). Aquest autor proposa que, davant una situació de dilema, s'activen un conjunt d'estats corporals que s'han associat a situacions similars viscudes en el passat (canvis neuroendocrins, vegetatius o musculars) i que s'activen com a senyals d'alarma, forçant l'atenció sobre les opcions que poden provocar resultats negatius. La noció central de la hipòtesi és que els processos de presa de decisions depenen sobretot dels mecanismes neurals que regulen l'homeòstasi, les emocions i els sentiments (Damasio, 1994).

Davant una presa de decisions, els marcadors proporcionen senyals que faciliten la decisió, fins i tot abans que el subjecte sigui capaç d'explicar quina estratègia està utilitzant (Martínez et al., 2006). La presència de marcadors somàtics redueix el nombre d'opcions i el temps de resposta, focalitza l'atenció, optimitza la memòria de treball i augmenta l'eficàcia i precisió de la presa de decisions, especialment en la conducta social, en què poden donar-se situacions de major incertesa (Contreras et al., 2008; Damasio, 1994; Dante, 2006; Fellows, 2006; Martínez et al., 2006).

L'alteració o absència dels marcadors somàtics deriva en una incapacitat per prendre decisions avantatjoses, circumstància que es produeix en els pacients amb dany frontal. Els pacients amb lesions frontals solen ser subjectes impulsius incapaçs de fer estimacions sobre

les conseqüències dels seus actes o de dur a terme plans per al futur. És a dir, es caracteritzen per un notable dèficit en els processos de presa de decisions.

Encara que l'alteració de la capacitat per a la presa de decisions és una de les conseqüències més freqüents després de patir una lesió en el lòbul frontal, existeixen pocs instruments coneguts per valorar la presa de decisions en el camp del DCA (Spreen, Sherman & Strauss, 2006). La majoria de les proves existents són difícils d'utilitzar per la complexitat de la seva execució i requereixen una capacitat de comprensió verbal complexa ben preservada.

La BART va ser dissenyada per avaluar els processos de la presa de decisió del pacient, en enfrontar-lo a una situació de risc en la qual pot guanyar o perdre una suma determinada de diners. A diferència d'altres instruments, com la IGT, permet una aplicació més ràpida i ofereix una tasca que resulta més fàcil de comprendre. Efectivitat que és reafirmada per un estudi meta-analític realitzat el 2014 (Lauriola, Panno, Levin, & Lejuez, 2014) en què, a través de l'anàlisi de 65 articles, es va trobar que la prova BART té una validesa significativa entorn del mesurament de la cerca de sensacions, la impulsivitat, l'assumpció de riscos i la presa de decisions en la vida diària.

En aquest estudi pretenem comprovar si el factor conductual cerca de sensacions valorat mitjançant la subescala de UPPS-P, present en la presa de decisions, influeix en la variable Pulsacions T de la tasca BART en pacientss amb DCA frontal. Si és així, podríem dir que el factor cerca de sensacions és present en aquesta tasca.

## Metodologia

### Disseny

Es va realitzar un estudi no experimental, transversal i correlacional amb la finalitat d'establir associacions i relacions entre les variables proposades (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

### Participants

El grup clínic va estar constituït per 73 pacients, de nacionalitat espanyola, amb dany cerebral adquirit, tots ells amb lesions en el lòbul frontal. La mostra estava composta per 31 dones i 42 homes, amb un rang d'edat: 19 a 54 anys,  $M$  edat = 37.32 anys. La valoració va ser realitzada a partir dels 6 mesos de la lesió cerebral, amb una  $M = 222$  dies.

Els criteris d'inclusió, avaluats mitjançant una extensa valoració neurològica i neuropsicològica per al grup clínic, van ser els següents: pacients amb dany cerebral TCE o AVC amb presència de lesió en lòbul frontal i una edat al moment de la lesió en rang de 18 a 55 anys; no presentar dèficits motors ni sensorials que impedeixin administrar amb normalitat qualsevol dels tests neuropsicològics utilitzats en l'estudi, i no presentar dificultats en la comprensió i expressió del llenguatge, necessàries per seguir les instruccions, ni en la codificació dels ítems de les proves.

Els criteris d'exclusió van ser: presentar una síndrome confusional aguda o amnèsia posttraumàtica, trastorn psiquiàtric greu o alteracions conductuals que impossibilitessin l'administració de la prova. El grup control el van conformar trenta pacients sans amb una edat i característiques sociodemogràfiques equivalents a les del grup clínic. Per a la selecció del grup control es va utilitzar el mètode d'aparellament. El grup estava compost per 12 dones i 18 homes,  $M$  edat = 35.89, rang d'edat: 19 a 55 anys (veure Taula 1).

**Taula 1.** Descripció de la mostra

	G. CLÍNIC (N = 73)	G. CONTROL (N = 30)
Estudis (anys d'escolarització) M (DT)	14.89 (5.38)	14.87 (5.19)
Etiologia	56 (76.71%), 17 (23.29%)	-
TCE (%)		
AVC (%)	F: 31 (42.46%) FPO: 4 (5.47%) FP: 13 (17.80%) FT: 8 (10.96%)	
Localització anatòmica F/P/O/T (%)	FPT: 17 (23.31%)	

*Nota.* M: mitjana, DT: desviació típica, F: frontal, P: parietal, O: occipital, T: temporal

### Instruments

Balloon Analogue Risk Task (Lejuez et al, 2002). La BART és una tasca informatitzada que simula característiques presents en la presa de decisions. Els elements presents en la tasca inclouen l'avaluació de guanys i pèrdues en situacions de risc i incertesa. La tasca consisteix a inflar uns globus representats visualment. L'individu ha d'introduir aire en els globus durant 30 assajos. Cada vegada que el globus augmenta de volum el subjecte guanya una quantitat de diners fixa; però si esclata, els diners acumulats del globus es perden automàticament. La probabilitat d'explosió dels globus és desconeguda pel subjecte. La probabilitat que cada globus exploti cada vegada que s'infla és d'1/128. D'acord amb aquest algoritme, la mitjana de punt de tall és de 64 pressions per cada globus.

Subescala de cerca de sensacions de UPPS-P: la versió espanyola de l'escala breu d'impulsivitat UPPS-P (Cándido, Orduña, Perales, Verdejo-García & Billieux, 2012) és una escala dissenyada per mesurar 5 dimensions d'impulsivitat: urgència positiva i negativa, falta de premeditació, falta de perseverança i cerca de sensacions, per a la qual s'han demostrat

proprietats de validesa convergent, fiabilitat i consistència interna acceptables (amb un  $\alpha$  de Cronbach d'entre .61 i .81 per a les cinc dimensions, Cándido et al. 2012), similars a la de l'escala original en anglès. Està formada per 20 ítems puntuats sobre una escala tipus Likert de 4 punts, on 1 significa completament d'acord i 4, completament en desacord.

## **Procediment**

Tots els subjectes estaven hospitalitzats (48.33%) o en situació ambulatoria (51.67%). Disposaven d'una extensa valoració neurològica i neuropsicològica, on s'avaluava el llenguatge, la capacitat cognitiva, la conductual i aspectes motors i sensorials. Totes les valoracions es van realitzar a partir dels 6 mesos de la data de la lesió cerebral, amb una mitjana de 222 dies posteriors a la lesió. Solament aquells subjectes que complien els criteris d'inclusió i cap dels d'exclusió van ser seleccionats per formar part del grup clínic.

Fase 1: Selecció dels participants en funció dels criteris d'inclusió i exclusió. El reclutament es va basar en admissions consecutives. Només vam haver de descartar 17 pacients del grup clínic perquè presentaven alteracions conductuals: 13 pacients presentaven apatia severa, la qual cosa causava inexecució de la tasca, i 4 van mostrar alteració conductual agressiva, fet que també impedia l'administració de la tasca. Aquests subjectes van ser reemplaçats pels 17 pacients següents i consecutius que complien criteris d'inclusió per poder completar la mostra.

Fase 2: Es va administrar la tasca BART i la subescala UPPS-P exclusivament als subjectes que formaven part del grup clínic.

Fase 3: Aquestes tasques es van administrar a un grup control, format per subjectes aparellats amb el grup clínic.

El temps dedicat a recollir la mostra va ser d'un any i mig, i totes les valoracions les va realitzar el mateix neuropsicòleg.

## Operacionalització de variables

Les variables estudiades de la BART van ser les següents (veure Taula 2):

**Taula 2.** Operacionalització de variables

Durada	Temps que triga el subjecte a realitzar la prova.
Pulsacions T	Nombre total de pressions que realitza el subjecte al llarg de tota la prova per inflar el globus
Explosions T	Nombre total de globus que exploten durant la prova.
BART\$	Total de diners aconseguits.
UPPS-P	Puntuació total de la subescala de cerca de sensacions de l'escala UPPS-P

*Nota.* (Lejuez, et. al, 2003) & (Cándido, Orduña, Perales, Verdejo-García & Billieux, 2012)

## Anàlisi de dades

Totes les anàlisis estadístiques es van dur a terme utilitzant el paquet estadístic SPSS (v. 15). Atès que tots dos grups tenien grandàries suficients i les variables estudiades seguien una distribució normal, es van utilitzar proves paramètriques. Es va utilitzar la comparació de mitjanes T-Student per a mostres independents amb la finalitat de comparar el resultat de tots dos grups.

Per poder observar la correlació d'ambdues proves en els dos grups s'han utilitzat correlacions parcials de Pearson, ajustades per les variables sociodemogràfiques corresponents. En cas del grup clínic s'ha ajustat per: sexe, edat, etiologia, estudis i temps transcorregut després de la lesió. I en el grup control, per: sexe, edat i estudis. Es va emprar la tècnica de regressió lineal per corroborar la influència de les variables sociodemogràfiques i les variables estudiades en la predicció de la puntuació BART\$, en tots dos grups.

## **Resultats**

A continuació es detallen les dades comparatives de les tasques neuropsicològiques, es presenta la correlació entre el rendiment de la tasca BART i la subescala cerca de sensacions de la UPPS-P. Hi incloem la influència de les variables sociodemogràfiques i variables neuropsicològiques sobre el rendiment de la tasca BART.

### **Resultats descriptius i comparatius entre el grup clínic i el grup control en la tasca BART**

En l'execució de la tasca BART, el grup clínic va emprar més temps: va realitzar un major nombre de pulsacions T, va causar més explosions T i va obtenir més BART\$ al final de la tasca.

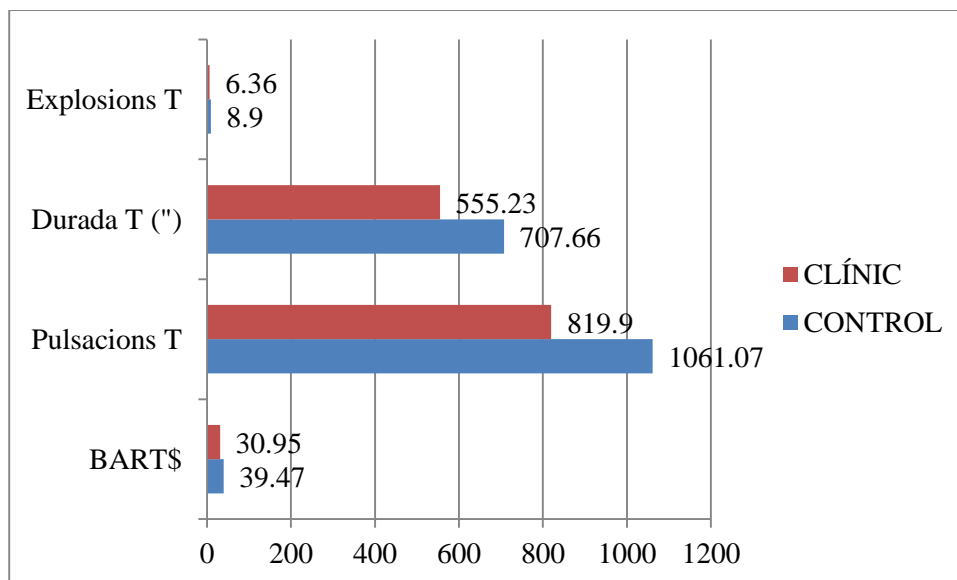
En la durada de la prova no es van trobar diferències significatives entre el grup control i el grup clínic,  $p = .334$ ,  $d = 0.15$ , 95% IC [-8608.03, 3022.31].

Existeixen diferències significatives entre el nombre de pulsacions T del grup control i el del grup clínic,  $p < .001$ ,  $d = 0.74$ , 95% IC [-363.83, -120.29], on el grup control realitza un major nombre de pulsacions totals. Es troba diferència significativa entre explosions T entre tots dos grups,  $p = .001$ ,  $d = 0.72$ , 95% IC [-3.94, -1.14], amb major quantitat d'explosions totals en el grup control. Per finalitzar, es va observar diferència entre el BART\$ del grup clínic i el del grup control,  $p < .001$ ,  $d = 0.88$  95% IC [-1267570, -426015]. El grup control va acumular una major quantitat de diners al final de la prova (veure Taula 3).



**Taula 3.** Resultats descriptius del grup clínic i del grup control en la tasca BART

	GRUP CLÍNIC <i>N</i> = 73	GRUP CONTROL <i>N</i> = 30	DIFERÈNCIES ENTRE GRUPS
	<i>M</i> ( <i>DT</i> ) Rang	<i>M</i> ( <i>DT</i> ) Rang)	
Durada de la prova	555.23 (301.14) (75.12 ; 1520.79)	707.66 (1450.84) (211.72 ; 8456.67)	<i>p</i> = .334
Pulsacions T	819.90 (379.69) (132 ; 1527)	1061.07 (260.90) (364 ; 1389)	<i>p</i> < .001
Explosions T	6.36 (4.16) (0 ; 18)	8.90 (2.78) (3 ; 16)	<i>p</i> = .001
BART \$:	30.95 (10.05) (5.85 ; 44.85)	39.47 (9.40) (16 ; 54)	<i>p</i> < .001

**Gràfic 5.** Resultats descriptius del grup clínic i del grup control en la tasca BART

**Resultats descriptius i comparatius, entre grup clínic i grup control en els ítems de cerca de sensacions de la tasca UPPS-P**

El grup clínic va obtenir una mitjana inferior que la del grup control en els ítems de cerca de sensacions de l'escala UPPS-P.

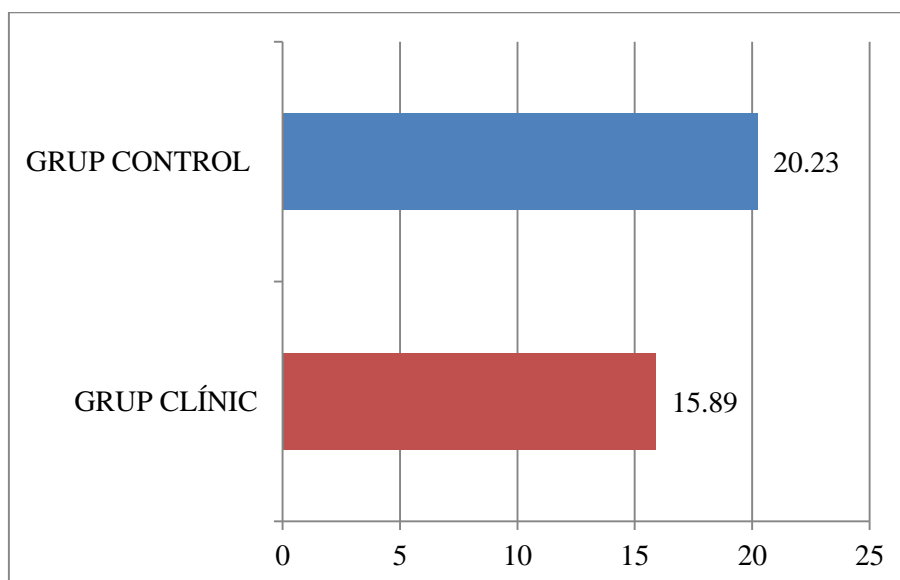
Es va observar una diferència significativa entre els ítems de cerca de sensacions UPPS-P del grup control i el grup clínic,  $p = .001$ ,  $d = 0.67$ , 95% IC [-7.88, - 0.81], ja que el grup control va obtenir una major puntuació (veure Taula 4).

**Taula 4.** Resultats descriptius del grup clínic i del grup control en els ítems de cerca de sensacions tasca UPPS-P.

	GRUP CLÍNIC ( $N=73$ )	GRUP CONTROL ( $N=30$ )	DIFERÈNCIES ENTRE GRUPS
Ítems de cerca de sensacions UPPS-P.			
<i>M</i> :	15.89	20.23	
<i>DT</i>	6.69	8.60	$p = .001$
Rang	(10 – 32)	(8 – 38)	

*Nota.* *M*: mitjana, *DT*: desviació típica

**Gràfic 6.** Resultats descriptius del grup clínic i del grup control en els ítems de cerca de sensacions tasca UPPS-P.



### **Correlació entre administració del BART i els ítems de cerca de sensacions tasca UPPS-P**

En el grup clínic no es va obtenir cap correlació entre ítems de cerca de sensacions de l'escala UPPS-P i pulsacions T,  $p = .114$ ,  $r_{ab.c} = .25$ .

En el grup control hi ha presència de relació positiva entre els ítems de cerca de sensacions de la UPPS-P i pulsacions T,  $p = .024$ ,  $r_{ab.c} = 0.43$ .

### **Influència de variables respecte a la puntuació total de pulsacions BART**

Per explicar la variació de la variable pulsacions T sociodemogràfiques, només la variable anys d'estudis,  $p = .026$ , ( $b = -161.18$ ), es va incloure per poder explicar la variació en puntuació pulsacions T; ni el sexe,  $p = .461$ , ni l'etiologia,  $p = .116$ , ni l'edat,  $p = .769$ , hi van influir. Tampoc la variable estudiada UPPS-P,  $p = .313$ .

En el grup control no es va incloure cap variable sociodemogràfica per explicar la variació en puntuació pulsacions T; ni els anys estudiats,  $p = .988$ , ni el sexe,  $p = .987$ , ni l'edat,  $p = .301$ , hi van influir. Només es va incloure la variable estudiada, factor de cerca de sensacions de la UPPS-P,  $p = .020$ , ( $b = 12.14$ ).

### Discussió

L'objectiu principal de la recerca era observar si el factor conductual cerca de sensacions, present en la capacitat de la presa de decisions, es troba en la tasca BART realitzada per pacients amb dany cerebral frontal.

En el nostre estudi es troben diferències en els resultats de la BART entre el grup control i el grup clínic, tant en el total de diners aconseguits com en la quantitat de pulsacions i explosions de globus. També observem diferències en les puntuacions de la subescala UPPS-P de cerca de sensacions, ja que el grup clínic va obtenir una puntuació global menor.

La cerca de sensacions és un tret de personalitat que es defineix com la necessitat d'experimentar variades i complexes sensacions, així com el desig de córrer riscos físics i socials, pel simple desig de gaudir de tals experiències; aquest concepte es considera multifacètic i multidimensional, ja que pot englobar components com la cerca d'emoció i aventura, cerca d'experiències, desinhibició i susceptibilitat a l'avorriment (Zuckerman, 2007).

Madrazo et al. (1999) van observar una disminució en el factor cerca de sensacions en pacients traumàtics, la qual cosa significa que disminueix l'interès per buscar situacions noves, amb fortes emocions i alhora arriscades. En el nostre estudi, on el grup clínic està format per un 76.71% de subjectes traumàtics, també es constata que aquests subjectes

arrisquen menys en la presa de decisions que els subjectes del grup control, és a dir, el grup clínic del nostre estudi presenta una disminució en el factor de cerca de sensacions.

De la mateixa manera, en l'estudi realitzat per Rochat et al. el 2010 també es va observar que els pacients que havien sofert un traumatisme cranioencefàlic presentaven menor puntuació en els ítems de cerca de sensacions, en la presa de decisions. Aquest fenomen podria estar relacionat amb la falta de motivació i apatia, trastorns bastant comuns després de patir un TCE (Wood, 2001).

L'apatia (McAllister, 2008) generalment es defineix com una reducció d'interès cap a qualsevol element, situació o emoció de la pròpia persona (Levy & Dubois, 2005). Per tant, podem interpretar que presentar apatia, es relaciona amb una reducció en la motivació per realitzar activitats que siguin interessants o arriscades.

Segons l'estudi de Ojeda del Pou et al., pacients amb danys frontals solen provocar també símptomes característics de la depressió (Ojeda del Pozo et al., 2000), i aquestes alteracions de l'humor poden funcionar com un factor modulador de la presa de decisions, independentment del dany orgànic (Regis et al., 2002).

En la mateixa línia d'estudi, Sousa et al., 2012, van concloure que els pacients que havien sofert TCE presentaven menor capacitat d'empatia emocional, menor excitació davant elements desagradables del seu voltant i el seu torn, i també menor motivació que un grup control sa.

Així mateix, la recerca de Madrazo et al., el 1999, ens indica que hi ha un augment d'indiferència afectiva, cosa que produeix fredor i apatia. Després de l'AVC els pacients presenten una major indiferència davant els pensaments i sentiments de tot allò que els envolta, i que afecta les seves accions i redueix la seva motivació.

L'estudi de Blasmeda, Barroso & León-Carrión en 2002 ens informa que les persones, després d'un AVC, igual que el 23.29% dels subjectes que conformem de la nostra mostra

clínica, poden presentar desinhibició, impulsivitat, apatia, abúlia, lentitud i falta d'espontaneïtat.

En els estudis realitzats per Bartolomé et al., el 2002, i Rios et al., el 2008, els pacients amb contusió cerebral frontal, temporal i lesió axonal difusa poden presentar una actitud passiva i apàtica, indiferent davant les exigències de l'entorn i sense programes o plans personals per al futur.

Igualment que en el nostre estudi, Oddy et al. (1985) van observar problemes emocionals i comportamentals com: desinterès (43%), impaciència (43%), comportament infantil (40%) i negació (40%), després de 7 anys de sofrir un TCE.

En un altre estudi realitzat per (Kant, Duffy, Pivovarnik, 1998) en un grup de TCE es va observar que els símptomes emocionals i comoportamentals presents després de 10 o 15 anys de la lesió frontal presenten canvis de personalitat, aïllament social, desinterès i baixa tolerància a l'estrès.

Els dèficits neuropsicològics trobats en la investigació de Mosquera i Vadeblanquez (2009) són característiques fonamentals de lesions cerebrals difuses, i són més comunes les alteracions de l'hemisferi esquerre, el que en certa mesura queda corroborat amb els estudis de neuroimatge on s'aprecien contusió cerebral frontal, temporal, així com lesió axonal difusa (Pérez, Otero, García, Parellada & Puga, 2007); es varen observar canvis de personalitat: una actitud passiva i apàtica, indiferent davant les exigències de l'entorn i sense programes o plans personals per al futur (Ríos-Lago et al., 2008), de la mateixa manera que l'actitud que presentava el grup clínic de la nostra investigació.

Segons l'estudis de Llanero et al., 2008, i Pedrero et al., (2009a), la simptomatologia frontal es relaciona amb inatenció, apatia, indiferència davant els pensaments i els altres o inflexibilitat. Segons s'informa en el llibre de Silver, McAllister i Yudofsky (2005), l'apatia és

un dels problemes comportamentals que desenvolupen almenys 10% de pacients amb TCE. Aquest trastorn afecta la resposta emocional, l'interès per les activitats i la realització d'activitats dirigides a metes i espontànies.

Diferents estudis, així com la nostra investigació, informen que les persones amb TCE poden arribar a presentar trastorns d'ansietat, apatia i depressió (Kennedy, et al., 2005).

Aquestes característiques, esmentades anteriorment, estan totalment relacionades amb la capacitat de presa de decisions, ja que la recerca actual posa cada vegada més èmfasi en el fet que la presa de decisions no constitueix un mer procés racional de comptabilitzar o comparar les pèrdues i guanys que resulten d'una elecció determinada.

La hipòtesi del marcador somàtic, desenvolupada per Damasio, descriu quin pot ser el paper de l'emoció en la presa de decisions i ha servit de guia per a la recerca en aquest àmbit. L'absència, alteració o debilitament dels marcadors somàtics condueix a prendre decisions inadequades o desavantatjoses. Aquest dèficit es produeix en pacients amb lesions prefrontals ventromedials i altres regions frontals, com l'escorça prefrontal dorsolateral i cingulada, així com en pacients amb lesions bilaterals, a l'amígdala, en els quals es dona la incapacitat d'experimentar adequadament emocions i de generar respostes vegetatives davant estímuls aversius (Martínez et al., 2006), com succeeix en el grup de pacients de la nostra recerca. D'aquesta manera, podem explicar que les diferències de resultats obtingudes entre el grup control i el grup clínic s'expliquen per l'aparició de canvis conductuals que afecten la presa de decisions, tant en els pacients que han sofert un TCE com en els que han sofert un AVC.

L'estudi realitzat per Gessamí & Ostrosky-Solís el 2005 ens informa que els pacients amb TCE moderat i sever van ser diferents del control en la capacitat d'obtenir la major quantitat de punts triant les cartes menys arriscades (aquelles que treuen menys punts). Es va trobar que els pacients amb TCE sever obtenen la menor quantitat de punts,  $M = 19$ ,  $R = -5 - 34$ , i

registren el major percentatge d'elecció de cartes de risc (40%), mentre que els pacients amb TCE moderat tenen una millor elecció de les cartes, la qual cosa els permet obtenir més punts,  $M = 24$ , però encara estan per sota del que es podria esperar; dades que concorden amb Levine et al., (2005). Malgrat saber quins cartes proporcionaven més beneficis i quines més risc, i d'observar les conseqüències negatives de la seva elecció (reducció de punts), els pacients amb TCE donaven explicacions poc ajustades a la seva conducta, a prop de l'elecció errònia, per exemple, que la carta amb valor "5" (carta amb major risc) és el seu nombre de la sort i per això la trien malgrat el càstig (Gessamí & Ostrosky-Solís, 2009). Des del punt de vista descriptiu, els canvis més freqüents després d'un TCE són l'apatia i la pèrdua d'interès per l'entorn, l'embotiment afectiu, la irritabilitat, els problemes d'impulsivitat, la desinhibició i l'eufòria, la labilitat emocional, la conducta egocèntrica i infantil, i la suspicàcia o la intolerància a la frustració (Prigatano, 1991).

Els trastorns de base emocional i els canvis en la personalitat són els components més evidents de les seqüeles d'un TCE, i si l'afectació compromet les àrees frontals com els subjectes d'aquesta investigació, s'observen modificacions molt interessants, els pacients mostren una disminució de l'interès i indiferència emocional generalitzada (Mendes, et al., 2014).

L'estudi realitzat per Young, et al., el 2012, utilitzant la tasca BART, també ens va informar que el grup clínic (delinqüents) va mostrar menors taxes de risc, en la presa de decisions, que el grup control del seu estudi. Així com, en el nostre estudi, el grup clínic pren decisions menys arriscades que el grup control.

Un altre estudi realitzat per Strenziok et al., el 2011, ens informa que els subjectes amb demència frontotemporal, amb alteració de la conducta, van arriscar menys en la tasca BART i van fer una menor quantitat de pulsacions que el grup control sa.

De la mateixa manera, l'estudi d'Ekhtiari et al., el 2007, ens indica que els subjectes amb



esclerosi múltiple prenen decisions menys arriscades que els subjectes sans.

Totes aquestes recerques, comentades anteriorment, reforcen el resultat obtingut en el nostre estudi , en el qual el grup control arrisca més que el grup clínic i obté més pulsacions, més diners en la tasca BART i menys puntuació en la subescala de cerca de sensacions de la tasca UPPS-P.

Com a últim punt, en aquesta recerca hem observat que en el grup control es troba relació entre Pulsacions T i puntuació subescala cerca de sensacions UPPS-P, però no ocorre el mateix amb el grup clínic.

Encara que l'aplicació de la tasca és igual per a tots dos grups, els resultats obtinguts en aquest estudi apunten al fet que es valoren aspectes conductuals diferents. En el cas del grup control les Pulsacions T de la BART ens aporten més informació sobre el risc que prenen els subjectes davant la presa de decisions. Com conclou l'estudi realitzat per Lejuez, et al. (2003), la BART s'ha creat per enfrontar el pacient a una situació de risc que pot donar-se en la vida real.

A manera de conclusió, afirmem que el factor conductal cerca de sensacions és present en la tasca BART en població sana, però hem de seguir investigant quins components conductuals es relacionen amb Pulsacions T del grup clínic. Segons la revisió bibliogràfica aportada, els resultats obtinguts i l'observació qualitativa sobre la forma de realitzar la tasca en els pacients amb DCA, podríem sospitar que en aquesta tasca es troba present el component d'apatia i motivació.



# **DISCUSSIÓ GENERAL**



## DISCUSSIÓ GENERAL

L'objectiu general del present treball era observar si la BART és un instrument adequat per obtenir evidències que permetin valorar la presa de decisions amb dany cerebral adquirit. Estudiar també si la memòria de treball i la flexibilitat cognitiva, capacitats presents en la presa de decisions, poden influir en el rendiment dels pacients amb dany cerebral adquirit en la BART. I comprovar si el factor conductual cerca de sensacions, present en la capacitat de la presa de decisions, influeix en la variable Pulsacions T de la tasca BART.

En el nostre estudi observem diferències de resultats entre el grup control i el grup clínic, tant en el total de diners aconseguits, com en la quantitat de pulsacions i explosions de globus en la BART, en què el grup clínic obté puntuacions menors en totes les àrees. També s'observa una menor puntuació en els resultats globals de la IGT. Respecte a les puntuacions obtingudes de la subescala de recerca de sensacions UPPS-P, el grup clínic obté una puntuació global més baixa, així com en TMTB, LN i WSCT, fet que mostra que el grup control té un millor rendiment executiu.

Entenem que la “cerca de sensacions” és la necessitat d'obtenir experiències noves, variades, complexes i intenses; és el desig d'arriscar-se tant a nivell físic, social, legal com financer, amb la finalitat d'obtenir-les (Zuckerman, 2007). Individus amb altes i baixes puntuacions, en cerca de sensacions, presenten diferències en marcadors biològics, conductuals, cognitius i emocionals. El fet de presentar algun tipus d'alteració en algun marcador comportarà diferències en la cerca de sensacions, per tant, diferències en la forma com es prenen les decisions (Roberti, 2004; Rosenbloom, 2003).

En la seva investigació, Madrazo et al. (1999) van observar una disminució en el factor cerca de sensacions en pacients traumàtics, la qual cosa significa que disminueix l'interès per buscar situacions noves, amb fortes emocions i alhora arriscades. En el nostre estudi, on el

grup clínic es troba un gran percentatge de subjectes traumàtics, també es constata que aquests subjectes arriquen menys en la presa de decisions que els subjectes del grup control, és a dir, el grup clínic del nostre estudi presenta una disminució en el factor de cerca de sensacions.

De la mateixa manera, en l'estudi realitzat per Rochat et al., el 2010, també es va observar que els pacients que havien sofert un TCE presentaven menor puntuació en els ítems de recerca de sensacions, en la presa de decisions. Aquest fenomen podria estar relacionat amb la falta de motivació i apatia, trastorns bastant comuns després de patir un TCE (Wood, 2001).

L'apatia (McAllister, 2008) generalment es defineix com una reducció d'interès cap a qualsevol element, situació o emoció de la pròpia persona (Levy & Dubois, 2005). Per tant, podem interpretar que presentar apatia es relaciona amb una reducció en la motivació per realitzar activitats que siguin interessants o arriscades.

Segons l'estudi d'Ojeda del Pozo et al., el 2000, pacients amb danys frontals solen presentar també símptomes característics de la depressió i aquestes alteracions de l'humor poden funcionar com un factor modulador de la presa de decisions, independentment del dany orgànic (Regis et al., 2002).

En la mateixa línia d'estudi, Sousa et al., el 2012, van concloure que els pacients que havien sofert TCE presentaven menor capacitat d'empatia emocional, menor excitació davant elements desagradables del seu voltant i, al seu torn, menor motivació que un grup control sa.

Així mateix, la investigació de Madrazo et al. (1999) ens indicava que hi ha un augment d'indiferència afectiva, la qual cosa produeix fredor i apatia. Després de l'AVC els pacients

presentaven una major indiferència davant els pensaments i sentiments de tot allò que els envolta, i això afecta les seves accions i redueix la seva motivació.

L'estudi de Blasmeda et al. (2002) ens informava que les persones, després d'un AVC, igual que els subjectes que formen part de la nostra mostra clínica, poden presentar desinhibició, impulsivitat, apatia, abúlia, lentitud i falta d'espontaneïtat.

Els estudis realitzats per Bartolomé et al (2002), i Rios et al. (2008), ens informaven que pacients amb contusió cerebral frontal, temporal i lesió axonal difusa poden presentar una actitud passiva i apàtica, indiferent davant les exigències de l'entorn i sense programes o plans personals per al futur.

Segons els estudis de Llanero et al., 2008, i Pedrer et al., 2009a), la simptomatologia frontal es relacionava amb desatenció, apatia, indiferència davant els pensaments i els altres o inflexibilitat.

Segons ens informava el llibre de Silver et al., el 2005, l'apatia és un dels problemes comportamentals que desenvolupen almenys 10% de pacients amb TCE. Aquest trastorn afecta la resposta emocional, l'interès per les activitats o la realització d'activitats dirigides a metes i espontànies.

Aquestes característiques, esmentades anteriorment, estan totalment relacionades amb la capacitat de presa de decisions, ja que la investigació actual posa cada vegada més èmfasi en el fet que la presa de decisions no constitueix un mer procés racional de comptabilitzar o comparar les pèrdues i guanys que resulten d'una elecció determinada.

La hipòtesi del marcadore somàtic, desenvolupada per Damasio, descrivia quin pot ser el paper de l'emoció en la presa de decisions i ha servit de guia per a la investigació en aquest àmbit.

L'absència, alteració o debilitament dels marcadors somàtics condueix a prendre decisions inadequades o desavantajoses. Aquest dèficit es produeix en pacients amb lesions prefrontals ventromedials i altres regions frontals, com l'escorça prefrontal dorsolateral i cingulada, així com en pacients amb lesions bilaterals, a l'amígdala, en els quals es dona la incapacitat d'experimentar adequadament emocions i de generar respostes vegetatives davant estímuls aversius (Martínez-Selva et al., 2006), com succeeix en el grup de pacients de la nostra investigació. D'aquesta manera, podem explicar que les diferències de resultats obtingudes entre el grup control i el grup clínic s'expliquen per l'aparició de canvis conductuals que afecten la presa de decisions, tant en els pacients que han sofert un TCE com en els que han sofert un AVC.

L'estudi realitzat per Ramírez i Ostrosky-Solís el 2009 mostrava que els pacients amb TCE moderat i sever van ser diferents del control en la capacitat d'obtenir la major quantitat de punts triant les cartes menys arriscades (aquelles que treuen menys punts). Es va trobar que els pacients amb TCE sever obtenen la menor quantitat de punts ( $M = 19$ ,  $R = -5 - 34$ ) i tenen el major percentatge d'elecció de cartes de risc (40%), mentre que els pacients amb TCE moderat tenen una millor elecció de les cartes, la qual cosa els permet obtenir més punts ( $M = 24$ ), però encara estan per sota de l'esperat; dades que concorden amb Levine et al. (2005). Malgrat saber quins cartes proporcionaven més beneficis i quines implicaven un major risc, i malgrat observar les conseqüències negatives de la seva elecció (reducció de punts), els pacients amb TCE donaven explicacions poc ajustades a la seva conducta, a prop de l'elecció errònia; per exemple, que la carta amb valor "5" (carta amb un major risc) és el seu nombre de la sort i per això la trien malgrat el càstig (Jazmín & Ostrosky-Solís, 2009).

Els dèficits neuropsicològics trobats en la investigació de Mosquera i Vadeblanquez (2009) són característiques fonamentals de lesions cerebrals difuses, i són més comunes les alteracions de l'hemisferi esquerre, cosa que en certa mesura queda corroborada amb els



estudis imaginològics on s'aprecien contusió cerebral frontal, temporal i lesió axonal difusa (Pérez, Otero, García, Parellada & Puga, 2007); es varen observar canvis de personalitat: una actitud passiva i apàtica, indiferent davant les exigències de l'entorn i sense programes o plans personals per al futur (Ríos-Lago et al., 2008), de la mateixa manera que l'actitud que presentava el grup control de la nostra investigació.

L'estudi realitzat per Young, et al., l'any 2012, que utilitza la tasca BART, també ens va informar que el grup clínic (delinqüents) va mostrar menys Pulsacions T que el grup control del seu estudi. Com en el nostre estudi, el grup clínic pren decisions menys arriscades que el grup control.

Un altre estudi realitzat per Strenziok et al. (2011) ens informava que els subjectes amb demència frontotemporal amb alteració de la conducta, van obtenir menys Pulsacions T en la tasca BART i van fer menys quantitat de pulsacions que el grup control sa. De la mateixa manera, l'estudi d'Ekhtiari et al., el 2007, ens indicava que els subjectes amb esclerosi múltiple prenen decisions menys arriscades que els subjectes sans.

Totes aquestes investigacions, comentades anteriorment, reforcen el resultat obtingut en la nostra investigació, en el qual el grup control arrisca més que el grup clínic i obté més pulsacions, més diners en la tasca BART i major puntuació en la subescala de recerca de sensacions de la tasca UPPS-P.

En el nostre estudi hem observat que en el grup control hi ha relació entre Pulsacions T i puntuació subescala cerca de sensacions UPPS-P, però no ocorre el mateix amb el grup clínic. Encara que l'aplicació de la tasca és igual per a tots dos grups, els resultats obtinguts apunten al fet que es valoren aspectes conductuals diferents. En el cas del grup control les Pulsacions T de la BART ens aporten més informació sobre el risc que prenen els subjectes davant la presa de decisions. Hem observat que en el grup control hi ha la relació entre

Pulsacions T i puntuació subescala cerca de sensacions UPPS-P, però no passa el mateix amb el grup clínic, i hem de seguir investigant quins components conductuals es relacionen amb Pulsacions T del grup clínic. Igualment, hem observat que la BART no es correlaciona amb la tasca IGT.

Com conclou l'estudi realitzat per Lejuez, et al. (2003), la BART s'ha creat per enfrontar el pacient a prendre una decisió de risc que pot donar-se en la vida real. En el mateix estudi de Lejuez, et al. (2003), amb subjectes fumadors i no fumadors, es varen observar diferències significatives en els resultats entre els grups de fumadors i no fumadors (Lejuez et al. de 2002, 2003), però igual que en la nostra investigació, tampoc es va trobar correlació entre l'acompliment de la BART i la IGT (Lejuez et al, 2003).

També hem tingut present la quantitat total de diners aconseguits, associada amb una presa de decisions avantatjosa, ja que implica el component de risc valorat per les pulsacions totals realitzades i un component executiu que controla la inhibició dels riscos presents.

Durant l'execució de la tasca BART s'observen diferents actituds entre el grup control i el grup clínic (el grup control tendeix a indagar sobre el funcionament de la tasca presentada, mentre que el grup clínic realitza la tasca de forma menys explorativa/apàtica).

Aquesta situació podria explicar-se per la intervenció de les funcions executives en la presa de decisions.

En els últims anys ha adquirit rellevància l'estudi de l'habilitat de presa de decisions, principalment des de la creació de la prova de la IGT (Barry & Petry, 2008; Chiu & Lin, 2007; Dunn et al., 2006; Maia & McClelland, 2005, Martínez-Selva et al., 2006).

Els autors assenyalats esmentaven que existeixen mecanismes que podrien explicar el rendiment en aquesta tasca, entre ells la memòria de treball, l'atenció, la flexibilitat cognitiva, la inhibició de la resposta i trets de personalitat.

La memòria de treball és un sistema d'emmagatzematge de capacitat limitada que manté i manipula la informació de manera temporal; i és necessària per realitzar tasques complexes com el raonament, la comprensió del llenguatge i l'aprenentatge (Perry, et al., 2001), i la flexibilitat cognitiva s'entén la com la capacitat que tenen les persones d'adaptar els seus acompliments a les condicions de les tasques (Cañas et al., 2003).

En el nostre estudi hem observat que en el grup clínic hi ha una correlació negativa entre la tasca BART i la flexibilitat cognitiva TMTB i perseveracions WCST i positiva amb categories WCST.

Aquests resultats ens porten a pensar que, probablement, l'èxit en aquesta tasca requereixi habilitats preservades en atenció alternada i flexibilitat cognitiva.

En l'actualitat no coneixem estudis anteriors que analitzin com les habilitats executives específiques valorades mitjançant el TMT poden contribuir en la presa de decisions en pacients amb dany cerebral adquirit. La presa de decisions es basa en múltiples processos cognitius, incloent-hi la capacitat per respondre amb flexibilitat als canvis imprevistos, inhibir una resposta dominant, identificar la solució a un nou problema, i supervisar les respostes anteriors i els seus resultats, els processos que també es troben en el TMT.

Els pacients amb dificultats en la presa de decisions tenen alhora dificultats per canviar ràpidament els seus comportaments en funció de les contingències ambientals, eliminant respostes que estan sent castigades o que simplement han deixat de ser reforçades (Clark, et al., 2004).

Un altre estudi realitzat per Brand et al. (2005) amb pacients amb síndrome de Korsakoff ens informava que existeix una relació entre la presa de decisions i la flexibilitat cognitiva i la categorització valorades mitjançant el WCST. Un altre estudi dels mateixos autors indicava que la presa de decisions estava correlacionada amb la categorització, la flexibilitat cognitiva i la susceptibilitat a la interferència en pacients addictes al joc. Aquests estudis reforcen les conclusions del nostre estudi, el resultat final del qual en la tasca BART\$ es relaciona amb les activitats de flexibilitat cognitiva.

Verdejo-García et al. (2009) van analitzar el rendiment d'un grup de pacients amb fibromiàlgia, comparant-lo amb un grup control mitjançant dos instruments utilitzats tradicionalment per avaluar diferents components de les funcions executives: el WCST, que avalua abstracció i flexibilitat cognitiva, i la IGT, que avalua la presa de decisions emocionals.

En els resultats del seu estudi van trobar que el grup de pacients amb fibromiàlgia presentava un pitjor rendiment en els dos instruments en comparació del grup control.

Un estudi realitzat amb pacients amb lesió prefrontal ventromedial va indicar que la representació de recompenses i flexibilitat cognitiva és present en la presa de decisions. (O'Doherty et al., 2001), com també ho és en el resultat de la nostra investigació.

D'altra banda, hem observat que no es troba correlació entre la memòria de treball i la tasca BART, i hem conclòs que aquesta capacitat cognitiva present en la presa de decisions no es troba en la tasca.

Estudis realitzats amb pacients amb lesió ventromedial ens informaven que existeix una dissociació entre memòria de treball i capacitat de presa de decisions (Grafman, Jonas & Salazar, 1990; Anderson et al., 1991; Damasio, 2004).

En l'estudi de Bechara et al. (1998), els pacients amb lesió dorsolateral van presentar alteracions en la presa de decisions però la seva memòria de treball romaní preservada, per tant, van demostrar que en aquest tipus de pacients no hi ha correlació entre memòria de treball i presa de decisions.

Un altre estudi realitzat per Bechara et al. (1998) ens informava que subjectes amb lesió frontal ventromedial presentaven alteració en la presa de decisions però que la memòria de treball es trobava preservada.

#### **4.1 Limitacions**

En aquesta investigació trobem diverses limitacions:

Els pacients que van participar en aquest estudi, dins del grup clínic, tenien lesions diverses, que no solament estaven circumscrites en el lòbul frontal, sinó que abastaven diferents àrees cerebrals pels efectes primaris de la lesió i per les seves lesions secundàries, per la qual cosa també es poden esperar seqüeles en altres processos cognoscitius.

L'alta prevalença d'homes que conformen la mostra, no va permetre poder analitzar diferències entre gènere, per valorar quin és l'efecte d'aquest sobre la presa de decisions, i sobretot, sobre variables implicades com la cerca de sensacions.

És necessari tenir en compte que la major part de la mostra de participants són joves i amb escolaritat mitjana,, ja que en altres recerques s'indica que tant l'edat com l'escolaritat afecten els processos cognitius

Finalment, una limitació d'aquest estudi va ser no indagar sobre les característiques socioeconòmiques dels individus, les quals possiblement explicarien les diferències oposades en els rendiments d'aquests grups i exercirien alguna influència en les tasques.

La possibilitat d'utilitzar tècniques de neuroimatge per determinar les àrees del còrtex frontal dorsolateral i permetre escollir la mostra d'una manera més precisa, és un altre punt dèbil d'aquest estudi, ja que la selecció de pacients ha estat basada en informe radiològic. En aquest sentit, l'estudi amb neuroimatge funcional hagués permès valorar possibles diferències entre les àrees d'activació cerebral en a BART i en la IGT.

#### **4.2 Línies d'investigació futures**

És necessari tenir en compte que la major part de la mostra de participants són joves i amb escolaritat mitjana, per la qual cosa seria interessant, per a recerques futures, estudiar els efectes en poblacions amb diferent escolaritat i edat, ja que en altres recerques s'indica que tant l'edat com l'escolaritat afecten els processos cognitius.

Una altra variable interessant és la influència de gènere en les alteracions cognitives, la qual cosa en aquesta recerca no es va poder estudiar a causa de la major prevalença d'homes.

Segons la revisió bibliogràfica aportada, els resultats obtinguts i l'observació qualitativa sobre la forma de realitzar la tasca en els pacients amb DCA, podríem sospitar que en aquesta tasca es troba present el component d'apatia i motivació. Així que seria interessant per a recerques futures estudiar la influència de l'apatia i la motivació en aquesta tasca. Cal seguir investigant de forma detallada la psicometria de la tasca en pacients amb DCA. La recerca no tanca cap tema de manera conclusiva i queda encara molt camí per recórrer en relació a la validació de la tasca en aquesta mostra.

# **CONCLUSIONS GENERALS**





## CONCLUSIONS GENERAL

A continuació s'exposen les conclusions d'aquest projecte en relació als objectius inicialment plantejats.

### OBJECTIU GENERAL

L'objectiu general del present treball és observar si la BART és un instrument adequat per obtenir evidències que permetin valorar la presa de decisions amb dany cerebral adquirit.

### OBJECTIUS ESPECÍFICS

#### Estudi 1

---

#### Objectiu 1

Valorar si la BART es correlaciona amb la prova IGT, la tasca més utilitzada i validada per avaluar la presa de decisions amb pacients amb dany cerebral adquirit.

- Les puntuacions que s'obtenen en aquesta prova no es correlacionen amb les puntuacions de la IGT, fet que suggereix que les dues tasques mesuren diferents aspectes de la presa de decisions.

#### Objectiu 2

Observar les discrepàncies entre la prova BART i una tasca que no avalua la presa de decisions, en aquest cas el test d'imatges superposades.

- Les puntuacions que s'obtenen en aquesta prova no es correlacionen amb les puntuacions de les imatges superposades.

### **Objectiu 3**

Estudiar si un instrument és capaç de detectar diferències entre grup clínic i grup control.

- La BART és capaç de detectar diferències en el rendiment entre un grup control i un grup de pacients amb DCA.

### **Estudi 2**

---

### **Objectiu 4**

Comprovar si l'alteració en la memòria de treball valorada mitjançant el subtest de LN i en la flexibilitat cognitiva avaluada amb les tasques WCST i TMTB, capacitats presents en la presa de decisions, pot influir en el baix rendiment dels pacients amb dany cerebral adquirit en la BART.

- En el nostre estudi hem observat que en el grup clínic s'obté una correlació negativa entre la tasca BART i el TMTB i el WCST, la qual cosa ens porta a confirmar que, efectivament, l'èxit en aquesta tasca requereix habilitats preservades en atenció alternant i flexibilitat cognitiva.
- D'altra banda, la memòria de treball no influeix en els resultats en la BART en els pacients del nostre estudi.

### Estudi 3

---

#### Objectiu 5

Comprovar si el factor cerca de sensacions valorat mitjançant el subtest cerca de sensacions, capacitats presents en la presa de decisions, pot alterar el rendiment dels pacients amb dany cerebral adquirit en la variable Pulsacions T de la tasca BART.

- En la nostra última investigació s'ha comprovat que el factor conductual cerca de sensacions influeix en la variable Pulsacions T de la tasca BART en població sana, però no en la mostra de dany cerebral frontal adquirit.



# REFERÈNCIES GENERALS



## REFERÈNCIES GENERALS

Agencia de Calidad del Sistema Nacional de Salud. Ministerio de Sanidad y Política Social.

Estudios sobre la calidad de vida de pacientes afectados por determinadas patologías.

Madrid: Ministerio de Sanidad y Política Social; 2009. Retrieved from:

[http://www.msssi.gob.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/docs/Estudios\\_calidad\\_vida\\_pacientes.pdf](http://www.msssi.gob.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/docs/Estudios_calidad_vida_pacientes.pdf)

Alameda, J. R., Paíno, S. & Mogedas, A. I. (2012). Toma de decisiones en consumidores de cannabis. *Adicciones*, 24, 161-172.

Alberdi Odriozola, F., Iriarte Ibararán, M., Mendía Gorostidi, A., Murgialda & A., Marco Grande, P. (2009). [Prognosis of the sequels after brain injury](#). *Medicina Intensiva*, 33, 171-81. doi:10.1016/S0210-5691(09)71213-6.

Alloway, T. P. (2006). Working memory and children with developmental coordination disorders. In T. P. Alloway & S. E. Gathercole (Eds.). *Working memory and neurodevelopmental conditions*, 161-187. Psychology Press. doi: 10.1177/0022219408315815

Anderson, S. W., Damasio, H., Jones, R. D. & Tranel, D. (1991). Wisconsin card sorting test performance as a measure of frontal lobe damage. *J Clin Exp Neuropsychol*, 3, 909–922. doi:10.1080/01688639108405107

Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function during childhood. *Child Neuropsychology*, 8, 71-82. doi: 10.1076/chin.8.2.71.8724

Ardila A. (2008). On the evolutionary origins of executive functions. *Brain Cogn.*, 68, 92–9. doi: 10.1016/j.bandc.2008.03.003.

Baddeley, A. D. & della Salla, S. (1998). Working memory and executive control. En

Roberts et al. (1980). The utility of the Wisconsin Card Sorting Test in detecting and localizing frontal lobe lesions. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 48, 605-614.

Banich, M. T. (2004). *Cognitive neurosciences and neuropsychology*. Boston:

Houghton Mifflin

Barkley, R. A. (1999). *Niños hiperactivos*. Barcelona: Paidós.

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

Bartolomé, M., Fernández, V., & Ramos, F. (2002). Rendimientos amnésicos en el traumatismo craneoencefálico leve. *Rev Neurol*, 35, 607-12.

Bechara, A. (2003). Risky business: Emotion, decision making and addiction. *Journal of Gambling Studies*, 19, 102- 103. doi: 10.1023/A:1021223113233

Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H. & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, 50, 7-15.

doi:10.10163/0010-0277(64)90018-3

Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D. & Anderson, S. W. (1998). Dissociation of working memory from decision making within the human prefrontal cortex.

*Journal of Neuroscience*, 18(1), 428-437. doi:10.1093/cercor/6.2.215



- 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
- 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. (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*, 336-72. doi:10.1016/j.geb.2004.06.010
- Bechara, A. & Damasio, H. (2002) Decision-making and addiction (part i): Impaired activation of somatic states in substance dependent individual when pondering decisions with negative future consequences. *Neuropsychologia*, *40*, 1675-89. doi: 1675–1689 10.1016/S0028-3932(02)00015-5
- Bellani, M., Tomelleri, L. & Brambilla, P. (2009) Emotion-based decision making in schizophrenia: evidence from the Iowa Gambling Task. *Epidemiol Psichiatr Soc.*, *18*, 104-106.
- Berridge, K.C., Robinson, T.E (1998). What is the role of dopamine in reward: hedonic impact, reward learning, or incentive salience? *Brain Res. Rev*, *28*, 309–369.
- Biringer, E., Lundervold, A., Stordal, K., Mykletun, A., Egeland, J., Bottlender, R. et al. (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
- Birnboim, S. & Miller, A. (2004). Cognitive strategies application of multiple sclerosis patients. *Multiple Sclerosis, Sage Journal*, 10, 67-73.  
doi:10.1191/1352458504ms980oa
- Blasmeda, R., Barroso, J. M. & León-Carrión, J. (2002). Neuropsychological and behavioural deficits in cerebrovascular diseases. *Revista Española de Neuropsicología*, 4(4), 312-330.
- Bodwal, J., Sreenivas, M. & Aggrawal, A. (2013) Intracranial penetrating injury by screw driver: A case report and review of literature. *J Forensic Leg Med.* 20(8), 972–5. doi: 10.1016/j.jflm.2013.09.010.
- Bonatti, E., Zamarian, L., Wagner, M., Benke, T., Hollosi, P. & Strubreither, W.(2008). Making decisions and advising decisions in traumatic brain injury. *Cogn Behav Neurol.*, 21, 164-175. doi doi: 10.1097/WNN.0b013e318184e688
- Boyle, P.A., Yu, L., Buchman, A.S., Laibson, D.I. & Bennett, D.A. (2011). Cognitive function is associated with risk aversion in community-based older persons. *BMC Geriatr*, 11, 53.
- 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
- Broche-Pérez Y., Cortés-González, L. & Omar-Martínez, E. (2015). Toma de decisiones en jóvenes con conductas antisociales: Evidencias desde el Iowa Gambling Task. *Neurología Argentina*. doi: 10.1016/j.neuarg.2015.03.006

- Campbell, M. (2000). *Rehabilitation for Traumatic Brain Injury. Physical Therapy. Practice in.* Context United Kingdom: Churchill Livingstone.
- Cañas, J., Quesada, J., Antolí, A. & Fajardo, I. (2003). Cognitive flexibility and adaptability to environmental changes in dynamic complex problem solving tasks. *Ergonomics*, 46, 482 -501. doi:10.1080/0014013031000061640
- Cardoso, C.O., Branco, L.D., Cotrena, C., Kristensen, C.H., SchneiderBakos, D.D.G. & Fonseca, R.P. (2014). The impact of frontal and cerebellar lesions on decision making: evidence from the Iowa Gambling Task. *Front Neurosci.*, 8. doi: 10.1590/S0047-20852010000400003
- Carod-Artal, F.J. (2006). Depresión postictus (II). Diagnóstico diferencial, complicaciones y tratamiento. *Rev Neurol.*, 42, 238-44.
- Chan, R.C.K., Shum, D., Touloupoulou, T. & Chen, E.Y.H. (2008). Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. *Arch Clin Neuropsych.*, 23, 201–16. doi: 10.1016/j.acn.2007.08.010
- Chan, S.K., Pang, K.Y. & Wong, C.K. (2014) Transnasal penetrating intracranial injury with a chopstick. *Hong Kong Med J.*, 4(20), 67-9. doi: 10.12809/hkmj134028.
- 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
- Cicerone, K., Levin H., Malec, J., Stuss, D. & Whyte, J. (2006). Cognitive rehabilitation interventions for executive function: moving from bench to bedside in patients with traumatic brain injury. *J Cogn Neurosci*, 18(7), 1212-22.
- Clark, L., Bechara, A., Damasio, H., Aitken, M.R., Sahakian, B.J., & Robbins, T.W. (2008). Differential effects of insular and ventromedial prefrontal cortex lesions on risky decision-making. *Brain*, 131, 1311- 1322. doi: 10.1093/brain/awn066

- 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
- Collette, F., Hogge, M., Salmon, E., & Van der Linden, M. (2006). Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience*, 139, 209-221. doi:10.1016/j.neuroscience.2005.05.035
- 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.
- Craggs, L.J., Yamamoto, Y., Ihara, M., Fenwick, R., Burke, M., Oakley, A. et al. (2014). White matter pathology and disconnection in the frontal lobe in cerebral autosomal dominant arteriopathy with subcortical infarcts and leukoencephalopathy (CADASIL). *Neuropathology and Applied Neurobiology*, 40(5), 591-602. doi: 10.1111/nan.12073.
- Crone, E. A. & Van der Molen, M. W. (2004). Developmental changes in real life decision making: Performance on a gambling task previously shown to depend on the ventromedial prefrontal cortex. *Developmental Neuropsychology*, 25, 251 -79. doi: 10.1177/1087054714524984
- Cytowik, R.E. (1996). *The neurological side of neuropsychology*. Cambridge, MA: MIT Press
- Damasio, A. (1996). The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 351, 1413-1420. doi:10.1098/rstb.1996.0125

- Damasio, A. (1999). *El error de Descartes*. Barcelona: Crítica
- Damasio, A. (2004). *El error de Descartes*. Barcelona: Crítica (versió original 1994).
- Damasio A.R. (2005). A Modern Phineas Gage. *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. ISBN 014303622X. (1st Ed.: 1994)
- Damasio, A.R. (2006). The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 351, 1413-1420
- Dante, C. (2006). Patrón de toma de decisiones desventajosas en pacientes drogodependientes. *Salud y Drogas*, 6(1), 71-88.
- De la Casa-Fages, B. & Vela-Desojo, L. (2012). Enfermedad neurológica en el paciente adulto. *Neurorrehabilitación: Métodos específicos de valoración y tratamiento*. (pp. 21-32) Madrid: Médica Panamericana.
- Devinsky, O. & D'Esposito, M. (2004). *Neurology of cognitive and behavioral disorders*. New York: Orxford University Press.
- Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: cognitive functions, anatomy and biochemistry. In D.T. Stuss & R.T. Knight (Eds.) *Principles of frontal lobe functions*. New York: Oxford University Press. doi: 10.1093/acprof:oso/9780195134971.003.0029
- Disability National Observatory (2011). New Data on the Incidence of DCA. Retrieved from: <http://www.fedace.org/portal/index.php/noticias-de-actualidad/136-datosdca.html>
- Dulay, M.F., Busch, R.M., Chapin, J.S., Jehi, L. & Najm, I. (2013). Executive functioning and depressed mood before and after unilateral frontal lobe resection for intractable epilepsy. *Neuropsychologia*, 51(7), 1370-6  
doi:10.1016/j.neuropsychologia.2012.07.004

- 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
- Escartin, G., Junqué, C., Juncadella, M., Gabarrós, A., de Miquel, M. & Rubio, F. (2012). Decision-making impairment on the Iowa gambling task after endovascular coiling or neurosurgical clipping for ruptured anterior communicating artery aneurysm. *Neuropsychology*, 26, 172-180. doi: 10.1037/a0024336
- 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
- Ekhtiari, H., Jangouk, P., Janti, A., Sahraeian, A., Mokri, A., & Lotfi, J. (2007). Characteristics of prefrontal cortex specific cognitive processing in patients with sclerosis. *Advances in cognitivescience*, 34, 12-25.
- Elliot, R. (2003). Executive functions and their disorders. *British Medical Bulletin*, 65, 49-59. doi: 10.1093/bmb/ldg65.049
- Ernst, M. & Paulus, M.P. (2005). Neurobiology of decision making: a selective review from a neurocognitive and clinical perspective. *Biol Psychiatry*, 58(8), 597-604.
- Fisk, J. E. & Sharp, C. A. (2004). Age related impairment in executive functioning: Updating, inhibition, shifting and access. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 26, 874-890. doi:10.1080/13803390490510680
- Fuster, J. M. (1989). *The prefrontal cortex*. New York: Raven Press.
- Gennarelli, T.A. (1987). Cerebral concussion and diffuse brain injuries. In P. R. Cooper (Ed.), *Head Injury* (108-124). Baltimore: Williams &Wilkins.

- García Molina, A. (2012). Phineas Gage and the enigma of the prefrontal cortex. *Neurologia*, 27(6), 370-375.
- García Molina, A., Roig Rovira, T., Yuguero Rueda, M., Enseñat Cantallops, A., Bernabeu, M., & Sánchez-Carrión, R. (2008). Community integration as an outcome of traumatic brain injury neurorehabilitation. *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
- Girardi, A., Macpherson, S.E. & Abrahams, S. (2011). Deficits in emotional and social cognition in amyotrophic lateral sclerosis. *Neuropsychology*, 25(1), 53-65. doi: 10.1037/a0020357
- Goldberg, (2004). *El cerebro ejecutivo: Los lóbulos frontales y mente civilizada* (2a ed.). Barcelona: Crítica
- Goldman, P. (1992). Working memory and the mind. *Scientific American*, 267, 110-117.  
doi:10.1038/scientificamerican0992-110
- Gordon, P.H., Delgadillo, D., Piquard, A., Bruneteau, G., Pradat, P.F., Salachas, F., et al. (2011). The range and clinical impact of cognitive impairment in French patients with ALS: A cross-sectional study of neuropsychological test performance. *Amyotroph Lateral Scler.* doi:10.1159/000341316
- Grafman J., Jonas B. & SalazarA. (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
- 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.

- Jurado, M.A. & Junque, C. (1996). Psicopatía y neuropsicología del córtex prefrontal. *Actas Luso-Españolas de Neuropsicología y Psiquiatría*, 24, 148 –155
- Kandel, E. (2007). *En busca de la memoria*. España: Katz.
- Kant R, Duffy J. D. & Pivovarnik A. (1998). Prevalence of apathy following head injury. *Brain Inj.*, 12(1), 87-92.
- Kennedy R. E., Livingston, L., Riddick, A., Marwitz J. H., Kreutzer J. S., & Zasler N.D., (2005). Evaluation of the Neurobehavioral Functioning Inventory as a depression screening tool after traumatic brain injury. *J. Head Trauma Rehabil.*, 20(6), 512-26.
- Koechlin, E., & Summerfield, C. (2007). An information theoretical approach to prefrontal executive function. *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 229-235. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tics.2007.04.005> PMID:17475536
- Korzeniowski, C. G. (2011). Desarrollo evolutivo del funcionamiento ejecutivo y su relación con el aprendizaje escolar. *Revista de Psicología*, 7(13), 7-26.
- Kolb, B. & Whishaw, I. (2006). *Neuropsicología Humana*. Madrid, España: Médica Panamericana.
- Kopp, B., Rösser, N., Tabeling, S., Stürenburg, H.J., de Haan, B., Karnath, H.O. et al. (2014). Disorganized behavior on Link's cube test is sensitive to right hemispheric frontal lobe damage in stroke patients. *Front Hum Neurosci.*,8(79), 1-9. doi: [10.3389/fnhum.2014.00079](https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00079)
- La Encuesta sobre Discapacidades, Deficiencias y Estado de Salud (INE 1999). Retrieved from: <http://www.ine.es/prodyser/pubweb/discapa/disctodo.pdf>.
- Lahey, B.B., Rathouz, P.j., Lee, S.S., Chronis-Turcano, A., Pelham, W.E., Waldman I.D. et al. (2011). Interactions between early parenting and a polymorphism of the child's



dopamine transporter gene in predicting future child conduct disorder symptoms. *J Abnorm Psychol.*, 120(1), 33-45. doi: 10.1037/a0021133

Lauriola, M., Panno, M., Levin, I., & Lejuez, C. W. (2014). 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, C.W., Read, J.P., Kahler, C.W., Richards, J.B., Ramsey, S.E., Stuart, G.L., et al. (2002). Evaluation of a behavioral measure of risk taking: the Balloon Analogue Risk Task (BART). *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 8, 75-84. doi:10.1037//1076-898X.8.2.75

Lejuez, W. C., Akalín, M.W., Zvolensky, J. M., & Pedulla, M.C. (2003). Evaluation of the Balloon Analogue Risk Task (BART) as a predictor of adolescent real-world risk-taking behaviors. *Journal of Adolescence*, 26, 475-479. doi:10.1016/S0140-1971(03)00036-8

Lejuez, C. W., Aklin, 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

Leland, D. S., & Paulus, M. P. (2005). Increased risk-taking decisionmaking but not altered response to punishment in stimulant-using young adults. *Drug and Alcohol Dependence*, 78, 83-90.

León-Carrión, J. & Machuca (2001). Recuperación espontánea de las funciones cognitivas después del daño cerebral severo: ¿cuándo están establecidas las secuelas neurocognitivas? *Revista Española de Neuropsicología*. 3, 58-67.

- Levine, B., Black, S. E., Cheung, G., Campbell, A., O'Toole, C., & Schwartz, M. L. (2005). Gambling task performance in traumatic brain injury. Relationships to injury severity, atrophy, lesion location, and cognitive and psychosocial outcome. *Cognitive and Behavioral Neurology*, *18*, 45-54. doi:http://doi.dx.org/00146965-200503000-00006
- Levy, R., Dubois, B. (2005). Apathy and the functional anatomy of the prefrontal cortex-basal ganglia circuits. *Cerebral Cortex*, *5*, 1-13. doi:10.1093/cercor/bhj043
- Lezak, M. D., Howieson, D.B. & Loring, D.W. (2004). *Neuropsychological Assesment*. (4a ed). New York: Oxford University Press.
- Lezak, M.D., Howieson, D.B., Bigler, E.D. & Tranel, D. (2012). *Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford University Press
- Lillo, P., Savage, S., Mioshi, E., Kiernan, M.C. & Hodges, J.R. (2012). Amyotrophic lateral sclerosis and frontotemporal dementia: A behavioural and cognitive continuum. *Amyotroph Lateral Scler*, *13*(1), 102-9. doi: 10.3109/17482968.2011.639376
- Livingstone, S.A., & Skelton, R.W. (2007). Virtual environment navigation tasks and the assessment of cognitive deficits in individuals with brain injury. *Behavioural Brain Research*, *185*, 21-31. doi:10.1016/j.bbr.2007.07.015
- Llanero-Luque, M., Ruiz-Sánchez de León, J.M., Pedrero-Pérez, E.J., Olivar-Arroyo, A., Bouso-Saiz, J.C., Rojo-Mota, G. et al. (2008). Sintomatología disejecutiva en adictos a sustancias en tratamiento mediante la versión española del cuestionario disejecutivo (DEX-Sp). *Rev Neurol*, *47*(9), 457-463.
- Lopera, F. (2008). Funciones ejecutivas: aspectos clínicos. *Rev Neuropsicol Neuropsiq Neurociencias*, *8*, 59—7. doi: :10.1016/j.nrl.2012.06.011
- Luria, A. R. (1980). *Higher cortical functions in man* (2a ed.). New York: Basis.

- Madrazo, L.M., Machuca, M.F., Barroso, J. M., Domínguez, M.D. & León-Carrión, J. (1999). Emotional changes after severe traumatic brain injury. *Revista Española de Neurología, 1*, 75-82.
- 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
- Manes, F., Sahakian, B., Clark, L., Rogers, R., Antoun, N., Aitken, M., et al. (2002). Decision-making processes following damage to the prefrontal cortex. *Brain 125*, 624–639. doi:http://doi.dx.org/10.1093/brain/awf049
- 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.
- Martins J, Ribeiro J.P., Garrett C. (2006). Incapacidad y calidad de vida del paciente afectado por un accidente vascular cerebral: evaluación nueve meses después del alta hospitalaria. *Rev Neurol., 42*(11), 655-9.
- Matsuoka, K., Kitamura, S., Kiuchi, K., Kosaka, J. & Okada, K. (2014). Decision making deficit of a patient with axonal damage after traumatic brain injury. *Brain Cogn, 84*, 63-68.
- Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A. & Ostrosky, F. (2007). *ENI: Examen Neuropsicológico Infantil*. México: Manual Moderno.
- McAllister, W. (2008). Neurobehavioral sequel of traumatic brain injury: Evaluation and management. *World Psychiatry, 7*, 3-10.
- Mendes, A, Alba, C. & Gil, H. (2014). Estados emocionales de ansiedad y depresión en los traumatismos craneoencefálicos en Huambo. *Rev. Psicol. Trujillo (Perú), 16*(2), 163-168.

- Mendez, M.F., Anderson, E. & Shapira, J.S. (2005). An investigation of moral judgement in frontotemporal dementia. *Cogn Behav Neurol*, 18, 193-7.
- Milner, B. (1964). Some effects of frontal lobectomy in man. In J.M. Qwarren & K. Akert (Eds.) *The frontal granular cortex and behavior* (pp. 331 – 334). New York: McGraw – Hill.
- Miscusi, M., Arangio, P., De Martino, L., De-Giorgio, F., Cascone, P. & Raco, A. (2013). An unusual case of orbito-frontal rod fence stab injury with a good outcome. *BMC Surg*, 13(31). doi: [10.1186/1471-2482-13-31](https://doi.org/10.1186/1471-2482-13-31)
- Miura H. (2009). Differences in frontal lobe function between violent and non-violent conduct disorder in male adolescents. *Psychiatry Clin Neurosci.*, 63, 161–6. doi: 10.1111/j.1440-1819.2009.01935.x
- Mogedas, A. I., Alameda, J. R. (2011). Toma de decisiones en pacientes drogodependientes. *Adicciones*, 23, 277- 287.
- Mosquera, G.M. & Vadeblanquez A. (2009). Mortalidad por trauma craneoencefálico en el adulto mayor. *Arch Méd Camagüey*, 13(1), 1025-55.
- Mulas, F., Gandía, R., Roca, P., Etchepareborda, M.C. & Abad-Mas, L. (2012) Actualización farmacológica en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad: modelos de intervención y nuevos fármacos. *Rev Neuro*, 54, 41-53.
- Muñoz, J.M. & Tirapu, J. (2004). Rehabilitación de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 38(7), 656 – 663.
- Murie-Fernández, M., Irimia, P., Martínez-Vila, E., John-Meyer, M. & Teasell, R. (2010). Neurorrehabilitación tras el ictus. *Neurología*, 25(3), 189-96. doi: 010.1016/S0213-4853(10)70008-6

- Oddy, M., Coughlan, T., Tyerman, A. & Jenkins, D. (1985). Social adjustment after closed head injury: a further follow-up seven years after injury. *J Neurol. Neurosurg Psychiatry*, 48(6), 564-8
- O'Doherty, J., Kringelbach, M. L., Rolls, E. T., Hornak, J. & Andrews, C. (2001). Abstract reward and punishment representations in the human orbitofrontal cortex. *Nat. Neurosci.*, 4, 95–102. doi: 10.1038/82959
- Ojeda del Pozo, N., Ezquerro-Iribarren, J.A., Urruticoechea-Sarriegui, I., Quemada, J.I., Muñoz-Céspedes, J.M. (2000). Entrenamiento en habilidades sociales en pacientes con daño cerebral adquirido. *Revista de Neurología*, 39(8), 783-787.
- OMS: Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/es/>
- Parkin, A.J. (1999). Exploraciones en Neuropsicología cognitiva. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Paz-Fonseca, R., Zimmermann, N., Cotrena, C., Cardoso, C., Kristensen, C.H. & Grassi-Oliveira, R. (2012) Neuropsychological assessment of executive functions in traumatic brain injury: Hot and cold components. *Psychology & Neuroscience*, 5, 183–90.
- Pedrero, E. J. (2009a). TCI-R-67: Versión abreviada del TCI-R de Cloninger. Proceso de creación y administración a una muestra de adictos a sustancias en tratamiento. *Trastornos Adictivos*, 11, 12-23.
- Peña-Casanova J. (2007) Neurología de la Conducta y Neuropsicología. Madrid: Medica Panamericana.
- Pérez, R.R., Otero, C., García, V.M., Parellada, B.J. & Puga, T. (2007). Caracterización del trauma craneoencefálico utilizando la escala de Coma de Glasgow en un servicio de cuidados intermedios quirúrgicos. *Rev. Cubana Med. Int. Emerg.*, 63, 850-6

- 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. *Schizophr Bull*, 7, 157-76. doi:10.1093/oxfordjournals.schbul.a006854
- Pineda, D.A. (2000). La función ejecutiva y sus trastornos. *Rev Neurol*, 30(8), 764-768
- Pinel, J. (2001). Biopsicología. Madrid: Pearson educación S.A.
- Price, B.H., Daffner, K. R., Stowe, R. M., et al. (1990). The comportamental learning disabilities of early lobe damage. *Brain*, 113, 1383-1393.
- Prigatano, G. (1991). *Disturbances of self awareness of deficit after traumatic brain injury*. In G. Prigatano i D. L. Schacter (Eds.) *Awareness of deficit after brain injury* (pp. 111-126). New York: Oxford University Press.
- Prigatano, G. (2008). Neuropsychological rehabilitation and psycho-dynamic psychotherapy. In Morgan J.E. (Ed) *Textbook of clinical neuropsychology* (pp.985-995). New York: Taylor & Francis.
- Poppelreuter, W. (1914-16) *Die Psychischen Schadeigungen durch Kopfschuss im Kriege*. Von Leopold Voss, Leipzig, 1917.
- Powers, R.L., Russo, M., Mahon, K., Brand, J., Braga, R.J. & Malhotra, A.K. (2013) Impulsivity in bipolar disorder: relationships with neurocognitive dysfunction use substance use history. *Bipolar Disord*, 15, 876-884. doi: 10.1111/bdi.12124
- Quezada, M. (2008). El daño cerebral adquirido (DCA) en España: principales resultados a partir de la encuesta EDAD-2008. *Boletín del Observatorio Estatal de la Discapacidad*, 3, 39-59.
- Rains, G. D. (2004). *Principios de Neuropsicología Humana*. México, D.F.: McGraw Hill.

- Redolar, D., & Jodar, M. (2013). Neuropsicología de los lóbulos frontales. En M. Jodar (Ed.), *Neuropsicología* (pp. 243-282). Barcelona: Editorial UOC.
- Regis, S., Corsolini, F., Stroppiano, M., Cusano, R. & Filocamo, M. (2002). Contribution of arylsulfatase A mutations located on the same allele to enzyme activity reduction and metachromatic leukodystrophy severity. *Hum. Genet.*, *110*, 351–5.
- Reitan, R. M. & Wolfson, D. (1985). *The Halstead-Reitan neuropsychological test battery: Theory and clinical interpretation*. Tucson, Arizona: Neuropsychology Press.
- Ringholz, G.M., Appel, S.H., Bradshaw, M., Cooke, N.A., Mosnik, D.M., & Schulz, P.E. (2005). Prevalence and patterns of cognitive impairment in sporadic ALS. *Neurology*, *65*(4), 586-90.
- Ríos, S., Castaño, B. & Bernabeu, M. (2007). Farmacoterapia de las secuelas cognitivas secundarias a traumatismo craneoencefálico. *Revista de Neurología*, *45*, 563-570.
- Ríos, M., Alonso, R., Periañez, A., Paúl, N., Oliva, P., Álvarez, J. (2008). Tensor de difusión por resonancia magnética y velocidad de procesamiento. Estudio de la sustancia blanca en pacientes con traumatismo craneoencefálico. *Trauma Fund Mapfre*, *19*(2), 102-112.
- Ríos, M., Benito-León, J., Tirapu, J., & Paul, N. (2008). Neuropsicología del daño cerebral adquirido. In J. Tirapu, M. Rios & F. Maestu (Eds.) *Neuropsicología*.
- 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
- Robbins, T.W., & Arnsten, A.F. (2009). The neuropsychopharmacology of fronto-executive function: monoaminergic modulation. *Annual Review of Neuroscience*, *32*, 267-287. doi: 0.1146/annurev.neuro.051508.135535

- Robinson G., Shallice T., Bozzali M., Cipolotti L. The differing roles of the frontal cortex in fluency tests. *Brain*. 2012;135(7):2202–2214.  
doi 10.1093/brain/aws142.
- Roca, M., Parr, A., Thompson, R., Woolgar, A., Torralva, T., Antoun, N. & Duncan, J. Executive function and fluid intelligence after frontal lobe lesions. *Brain*. 2010;133(1):234–247. doi: 10.1093/brain/awp269
- Rochat, L., Beni, C., Billieux, J., Azouvi, P., Annoni, J. M. & Van der Linden, M. (2010). Assessment of impulsivity after moderate to severe traumatic brain injury. *Neuropsychological Rehabilitation*, 20(5), 778-797.  
doi:10.1080/09602011.2010.495245
- Rosenbloom, T. (2003). Sensation seeking and risk taking in mortality salience. *Personality and Individual Differences*, 35, 1809-1819. doi:10.1016/S0191-8869(03)00031-X
- Ruiz, M.J., Muñoz, J.M. & Tirapu, J. (2001). Memoria y lóbulos frontales. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 54 (2), 193-206.
- Sánchez-Carpintero, R., & Narbona, J. (2004). El sistema ejecutivo y las lesiones frontales en el niño. *Revista de Neurología*, 39(2), 188-191.
- Sánchez, R.J.J, Carbajal, R.E, Chávez, R.M., et al. (2008). Indicadores en el pronóstico de niños con trauma craneoencefálico severo en una Unidad de Terapia Intensiva. *Rev. Mex. Pediatr.*, 75(4), 151-154.
- Seguin, J. R., Arseneault, L., & Tremblay, R. E. (2007). The contribution of “cool” and “hot” components of decision-making in adolescence: Implications for developmental psychopathology. *Cognitive Development*, 22(4), 530-543. doi:10.1016/j.cogdev.2007.08.006



- Silver, J., McAllister, T., Yudofsky, S. (2005). *Textbook of Traumatic Brain Injury*. Washington, DC: American Psychiatric Pub.
- Simmonds, D.J., Pekar, J.J., & Mostofsky, S.H. (2008). Meta-analysis of Go/No-go tasks demonstrating that fMRI activation associated with response inhibition is task-dependent. *Neuropsychologia*, *46*, 224-232. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2007.07.015
- Skoch, J., Ansary, T.L. & Lemole, G.M. (2013). Injury to the temporal lobe via medial transorbital entry of a toothbrush. *J Neurol Surg Rep.*, *74*(1), 23-8. doi: [10.1055/s-0033-1346976](https://doi.org/10.1055/s-0033-1346976)
- Smith, G.T., Fischer, S., Cyders, M.A., Annus, A.M., Spillane, N.S. & McCarthy, D.M. (2007). On the validity and utility of discriminating among impulsivity-like traits. *Assessment*, *14*, 155-170.
- Sousa, A., McDonald, S., & Rushby, J. (2012). Changes in emotional empathy, affective responsiveness, and behavior following severe traumatic brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *34*(6), 606-623. doi:10.1080/13803395.2012.667067
- South, M., Chamberlain, P.D., Wigham, S., Newton, T., LeCouteur, A. & McConachie, H. (2014). Enhanced decision making and risk avoidance in high-functioning autism spectrum disorder. *Neuropsychology*, *28*, 222-228. doi: 10.1037/neu000001
- Strauss, E., Sherman, E., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary* (3a ed., pp. 32-37). New York: Oxford University Press.
- Strenziok, M., Pulaski, S., Krueger, F., Zamboni, G., Clawson, D., & Grafman, J. (2011). Regional Brain Atrophy and Impaired Decision Making on the Balloon Analog Risk

- Task in Behavioral Variant Frontotemporal Dementia. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 24(2), 59-67. doi:10.1097/WNN.0b013e3182255a7c
- Stuss, D. T., & Levine, B. (2000). Adult clinical neuropsychology, lessons from studies of the frontal lobes. *Annual Review of Psychology*, 53, 401-403
- Stuss, D.T., Murphy, K.J., Binns, M.A. & Alexander, M.P. (2003). Staying on the job: the frontal lobes control individual performance variability. *Brain*, 126(11), 2363–2380. doi: [10.1093/brain/awg237](https://doi.org/10.1093/brain/awg237)
- Tagliaferri, F., Compagnone, C., Korsic, M., Servadei, F. & Kraus, J. (2006). A systematic review of brain injury epidemiology in Europe. *Acta Neurochir (Wien)*, 148, 255-268.
- Tanabe, J., Thompson, L., Claus, E., Dalwani, M., Hutchison, K., & Banich, M.T. (2007). Prefrontal cortex activity is reduced in gambling and nongambling substance users during decision-making. *Human Brain Mapping*, 28, 1276-1286. doi: 10.1016/j.biopsych.2008.07.030
- Tanji, J. & Hoshi, E. (2008). Role of the lateral and prefrontal cortex in executive behavioral control. *Physiol Rev.*, 88,37–57. doi 10.1152/physrev.00014.2007
- Teasdale, G. & Jennett, B. (1974). Assesment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet*, 13, 81-4.
- Verdejo-García, A., Lozano, O., Moya, M., Alcázar, M.A. & Pérez-García, M. (2010). Psychometric properties of a Spanish version of the UPPS-P impulsive behavior scale: reliability, validity and association with trait and cognitive impulsivity. *J Pers Assess*, 92(1), 70-7. doi:[http://doi.dx.org/ 10.1080/00223890903382369](http://doi.dx.org/10.1080/00223890903382369)
- Verdejo-García, A., López-Torrecillas, F., Calandre, E.P., Delgado-Rodríguez, A. & Bechara, A. (2009) Executive function and decision-making in women with fibromyalgia. *Arch Clin Neuropsychol*, 24, 113-122.

- Walsh, K.W. (1986). *Neuropsicología Clínica*. Madrid: Alhambra Universidad.
- Wechsler, D. (1999). *Wechsler abbreviated scale of intelligence*. New 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
- Whisnant, J., Basford, J., Bernstein, E., Looper, F., Ayken, M. & Enston, D. (1990). National Institute of Neurological Disorders and Stroke. *Classification of Cerebrovascular Diseases III*. 21, 626-637.
- Whiteside, S. P., & Lynam, D. R. (2001). The Five Factor Model and impulsivity: using a structural model of personality to understand impulsivity. *Personality and Individual Differences*, 30(4), 669-689. doi: 10.1016/S0191-8869(00)00064-7
- Wood, R. L. (2001). Understanding neurobehavioural disability. In R. L. Wood & T.M. McMillan (Eds.) *Neurobehavioural disability and social handicap following traumatic brain injury* (pp. 1–28). Hove: Psychology Press Ltd.
- Wood, R.L., Alderman, N., & Williams, C. (2008). Assessment of neurobehavioural disability: A review of existing measures and recommendations for a comprehensive assessment tool. *Brain Injury*, 22, 905-918.
- Young S., Gudjonsson, G., Carter, P., Terry, R., & Morris, R. (2012). Simulation of risk-taking and its relationship with personality. *Personality and Individual Differences*, 53, 294-299. doi:10.1016/j.paid.2012.03.014
- Zelazo, P. D. & Müller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.) *Handbook of childhood cognitive development* (pp. 445-469). Oxford: Blackwell.

Zuckerman, M. (2007). *Sensation seeking and risky behavior*. Washington, DC: American Psychological Association.

# ANNEX



## Imatges de les tasques

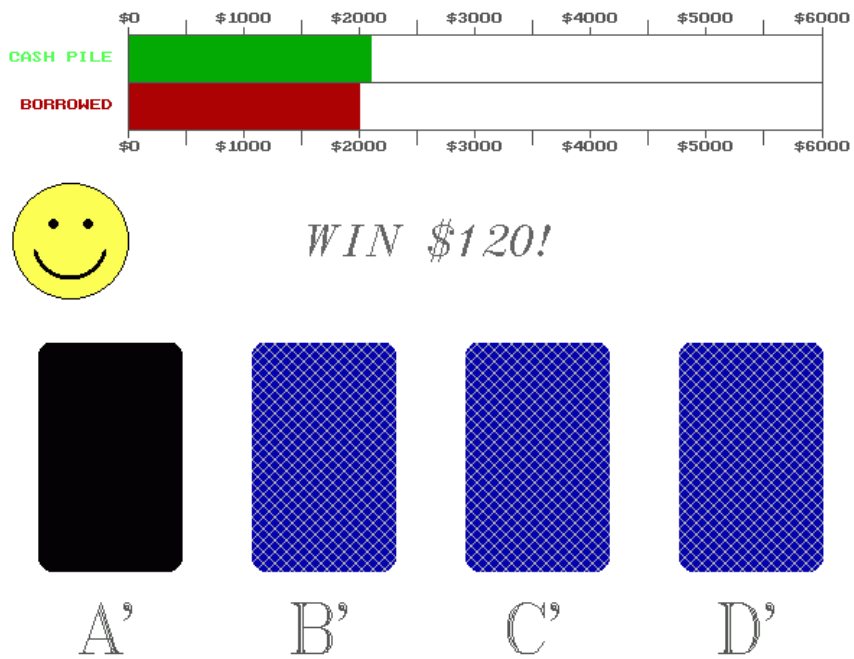


Figura 6. Imatge pantalla principal de la tasca IGT

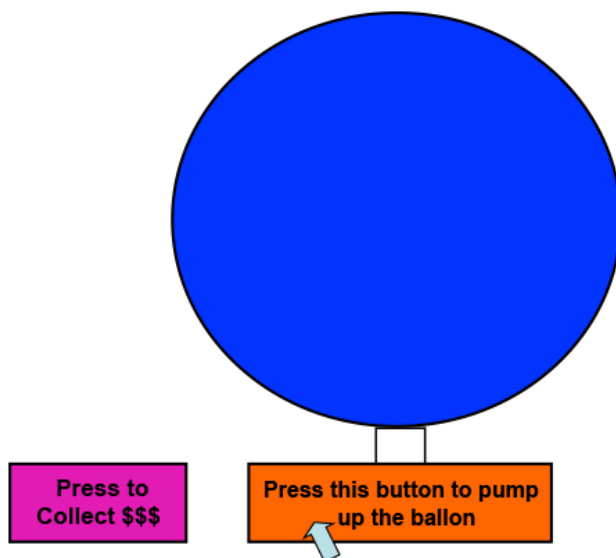


Figura 7. Imatge pantalla principal de la tasca BART





## Revistes

International Journal of Psychological Research.

En procés de revisió (27/03/2015)

Le informo que su artículo "Balloon Analogue Risk Task to assess decision-making in Acquired Brain Injury" se encuentra en proceso de revisión por pares evaluadores, para después entrar en discusión en el comité editorial y tener una decisión final sobre el mismo. Este proceso puede tardar entre 3-4 semanas aproximadamente. Una vez se tenga la respuesta del comité, me comunicaré con usted informándole la respuesta.

Por último quisiéramos agradecerle por haber considerado a nuestra revista International Journal of Psychological Research, como posible lugar para la publicación de su trabajo.

Si tiene alguna otra inquietud, no dude en comunicarse nuevamente.

Cordialmente,

Manuela Valencia-Piedrahíta

*Editorial Assistant*

*International Journal of Psychological Research.*



## **Balloon Analogue Risk Task to assess decision-making in Acquired Brain Injury**

**\*Marina Areny Balagueró<sup>1\*</sup>** Mercè Jodar Vicente<sup>1,2</sup>, Alberto García-Molina<sup>3,4</sup>, Josep María Tormos<sup>3,4</sup>, Teresa Roig-Rovira<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Dpt. Clinical and Health Psychology, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Spain.

<sup>2</sup> Neurology Service. Hospital Universitari Taulí de Sabadell, Spain.

<sup>3</sup> Institut Guttmann, University Institute for Neurorehabilitation attached to the UAB, Badalona, Barcelona, Spain.

<sup>4</sup> Foundation Institute for Research in Health Sciences Germans Trias i Pujol, Badalona, Barcelona, Spain.

\*Correspondence concerning this article should be addressed to Marina Areny Balagueró, address: Department of clinical and health psychology, Univeritat Autònoma de Barcelona, Campus de Bellaterra, Edifici B, Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), 08193, Telephone number: +34 687979252, E-mail: mabalagueró@hotmail.es

## Abstract

**Introduction:** Although impairment in decision-making is a frequent consequence of frontal lobe injury, few instruments evaluate decision-making in patients with acquired brain injury (ABI). Most are difficult to use and require a well-preserved ability of complex verbal comprehension and executive functions. We propose the Balloon Analogue Risk Task (BART) as an alternative instrument to evaluate decision-making in ABI.

**Material and Methods:** Balloon Analogue Risk Task (BART) and Iowa Gambling Task (IGT) were administered to a clinical group of 30 patients with ABI and to a control group of 30 healthy subjects; comparative study to assess possible differences in the results obtained; analysis to determine a possible correlation between the two tests between groups.

**Results:** The results showed that BART is a sensitive instrument to detect differences in performance between a control group and a group of patients with ABI,  $p < .001$ , 95% CI = [5.13, 15.65], but do not correlate with IGT,  $p = .524$ ,  $r_{ab.c} = -0.13$ .

**Conclusions:** Scores obtained with BART do not correlate with those of IGT, suggesting that both tests measure different aspects of decision-making.

*Keywords: Acquired brain injury, Decision-making, Balloon Analogue Risk Task, Iowa Gambling Task.*

## Introduction

The term “acquired brain injury” (ABI) refers to any damage to the brain that occurs after birth. According to the figures published on disability in the *Observatorio estatal de discapacidad* Bulletin (2011), 420,064 people in Spain suffer from acquired brain injury. The large majority of these cases (78%) have been caused by stroke accidents, while 22% correspond to traumatic brain injuries, brain tumours, infectious pathologies, post-surgical patients, and neurodegenerative diseases.

Due to its high incidence and prevalence, ABI is a matter of public health. It has long-term effects on patients and their relatives and entails high economic costs. The consequences of ABI can vary widely depending on the aetiology, the extension and the location of the ABI: vegetative states, minimally conscious states, and a variety of physical and/or cognitive alterations. This wide range of deficiencies, disabilities and handicaps are difficult to classify (Alberdi, Iriarte, Gorostidi, Murgialdai & Marco, 2009).

The neuropsychological sequelae of ABI can be numerous and varied, depending on multiple factors (type of injury, location, extension, counter-cop lesion, or patient’s characteristics), although the most frequent affect attention, memory and executive functions. These cognitive deficits affect functionality and capacity in problem-solving and cause disability (Livingstone & Skelton, 2007).

The term executive functions refers to a group of cognitive abilities that aim to facilitate our adaptation to new or complex situations, that override routine and automatic behaviours (Collette, Hogge, Salmon & Van Der Linden, 2006). It includes different abilities such as the ability to set goals, the development of plans of action, cognitive flexibility, inhibition of automatic responses, self-control of behaviour and verbal fluency (Fisk & Sharp, 2004).

Executive functions are particularly vulnerable to several mental disorders and neurological diseases (Biringier et al., 2005; Davidson, Gao, Mason, Winocur & Anderson, 2007), constituting an additional challenge for the acquisition of autonomy and functionality as well as for decision-making (García et al., 2008).

The decision-making process requires the involvement of executive functions, since they are responsible for initiating, supervising, controlling and evaluating human behaviour.

Choosing from several options can be a very simple task, but triggers numerous cognitive processes such as processing the stimulus present in the task, the memory of previous experiences and the evaluation of possible immediate and future consequences of the different options. Behavioural aspects such as motivation, emotions, impulsiveness and the search of sensations are also involved. Madrazo, Machuca, Barroso, Domínguez and León-Carrión (1999) reported a decrease in the search of sensations in traumatic patients, and found that the interest in seeking new sensations with intense and risky emotions decreases in these patients.

Similarly, in a study carried out by Rochat et al. (2010), the authors also observed that patients who had suffered a traumatic brain injury (TBI) scored lower on the “search of sensation” items in decision-making.

The ventromedial prefrontal cortex is involved in decision-making (Martínez, Sánchez, Bechara & Román, 2006), and is related to the reinforcements and punishments associated to behaviour, in order to optimise future responses when faced with ambiguous situations. All these processes require the involvement of working memory and, in general, the activation of higher brain functions.

The somatic marker hypothesis is being increasingly used to understand the functioning of decision-making. This hypothesis, formulated by Damasio (1996), describes the role of emotions in decision-making and has served as a guide for the research in this

field. The somatic marker hypothesis would be a signal in shape of a somesthetic feeling that contributes to optimising our decisions and our reasoning. According to Damasio, our previous experiences lead us to store a series of event-related pleasant or unpleasant feelings that influence decision-making. Although the alteration of the decision-making ability is one of the most frequent consequences following a frontal lobe injury, there are few known instruments to evaluate decision-making in patients with ABI (Spreeen, Sherman & Strauss, 2006).

The most widely used and validated instrument for the evaluation of this ability is the IGT (Iowa Gambling Test), introduced by Bechara, Damasio, Damasio and Anderson, researchers from the University of Iowa. The IGT is a task designed to simulate real-life decision-making processes, in which the patient must face an activity of punishment and reward. The subject must be capable of understanding the logic of the game and of differentiating between favourable and unfavourable options of the activity, which contribute to or hinder the final objective of the test. Nowadays, IGT is sometimes difficult to use because of the complexity of its execution. This instrument requires the subjects to have a well-preserved ability of complex verbal comprehension, as well as a good functioning of most executive functions.

More recently, Lejuez et al. (2002) designed the Balloon Analogue Risk Task test (BART), a simpler computerised task used in the field of addictions, psychopathology, risk behaviours and for evaluating decision-making.

The main objective of this test consists of facing the patient with a risk situation, in which a simple decision must be taken in order to obtain as much money as possible. It is an easier test than the IGT, not only as far as its execution is concerned, but also for its comprehension, which is an enormous advantage for its application on patients with brain injuries.

For this reason, we propose the BART as an alternative instrument for the evaluation of decision-making in adult ABI.

The aim of this study is to test whether the BART is a suitable instrument to assess decision-making in ABI.

## **Method**

### **Participants**

The clinical group consisted of 30 patients with ABI (7 women and 23 men), aged between 18 and 65 ( $M$  aged = 40.1,  $SD$  = 14.83), with different types of brain lesions that were not only located in the frontal lobe, but also in other areas, due to the primary effects of the injury and secondary injuries (22 TBI and 8 Cerebrovascular Accidents (CVA)). The education level of the patients varied (11 with primary education studies, 9 with secondary studies and 10 with higher education studies) ( $M$  studies = 12.60,  $SD$  = 4.81). The inclusion criteria for the clinical group were: patients with TBI or CVA with the presence of a frontal lobe lesion; age at the time of the injury between 18 and 65 years; no sensory and/or motor deficits that may impede the performance of any of the neuropsychological tests used in the study; and absence of difficulties in the understanding and expression of the language needed to follow instructions or coding the test items. The exclusion criteria were: acute confusional syndrome or post-traumatic amnesia; serious psychiatric disorder; behavioural changes that may make it difficult to administer the test.

The control group was made up of 30 healthy patients with similar age and sociodemographic characteristics to the clinical group. The matched pairs method was used to select the voluntary control group (See Table 1).

### **Materials**

The Iowa Gambling Task (IGT) (Bechara, Damasio, Damasio & Anderson, 1994). The IGT is a computerised task which simulates the essential components of real-life



decision-making situations. These components include the evaluation of reward and punishment in situations of uncertainty and risk. The task is based on a card game format test decision-making. Participants are presented with 4 decks of cards (A, B, C, D) on a computer screen, each deck contains 60 cards. Subjects must choose cards from these decks. Participants play 100 trials. The number of cards in each deck and the number of rehearsals is unknown to the subjects. They are told that each time they choose a card, they will win some game money. The objective of the task is to try to win as much money as possible and try not to lose it. Each card is associated with an immediate economic reward. However, a lot of these cards also generate punishments in the form of money loss. Participants are unaware of the fact that two of the decks (A and B) are unfavourable because, despite generating larger immediate rewards, they also produce more severe losses and negative long-term results. The other 2 packs (C and D) are advantageous in the sense that they generate smaller rewards, but also give less severe punishments, generating long-term benefits. Therefore, in order to accumulate money in the task, the appropriate strategy is to consistently select more cards from packs C and D than from packs A and B.

The Balloon Analogue Risk Task (Lejuez et al., 2002). BART is a computerised task which simulates characteristics present in decision-making. The elements present in the task include the evaluation of gains and losses in situations of risk and uncertainty. The task consists of inflating some balloons which are presented visually. Participants must pump air into the balloons 30 times. Every time the balloon increases in size, the participant earns a fixed amount of money, but if the balloon bursts, the accumulated money is automatically lost. The probability that a balloon might explode is unknown to participants. The probability of explosion of each balloon every time it is inflated is  $1/128$ . According to this algorithm, the average explosion point was 64 pulsations for each balloon.

## **Procedure**

Participants were either inpatients or outpatients. They were subjected to an extensive neurological and neuropsychological assessment, in which language and cognitive skills were evaluated, along with behavioural, motor and sensory aspects. All the evaluations were made from 6 months after the date of the brain injury ( $M = 222$  days).

Only those subjects who fulfilled the inclusion and exclusion criteria were selected to form part of the clinical group. BART and IGT were administered exclusively to the clinical group to evaluate decision-making ability.

These two tests were then administered to the control group, looking for paired subjects. All the assessments were carried out by the same neuropsychologist.

The time taken to collect the sample was one year.

### **Data analysis**

The *t-Student* test for comparing the means of two independent samples was used to study the differences between groups (parametric tests).

Partial correlations adjusted for the corresponding socio-demographic variables were used to observe the correlation of both samples. Adjustments were made by sex, age, aetiology, education and time elapsed after the session. In the control group, adjustments were made only by sex, age and education.

### **Detection data**

The variables used in BART were the following:

*Duration*: Time that the participant takes to complete the test.

*Pulsations*: *T*: Total number of pulsations that the participant makes during the entire test in order to inflate the balloon.

*Explosions* *T*: Total number of exploded balloons in the entire test.

*BART*\$: Total sum of money obtained.

The studied variables in the IGT were the following:

*Net T*: Packs of cards  $[(C + D) - (A + B)]$ .

*IGT\$*: Total sum of money obtained.

*AB*: Sum of cards lifted from Packs A + B.

## Results

### **Descriptive and comparative results between the clinical group and the control group in the BART**

The BART was used to observe differences in the results obtained by the two groups studied. The clinical group performed the test in less time and made less Pulsations T, Explosions T and BART\$.

There were no significant differences between groups in the execution time of the task,  $p = .331$ , 95% CI =  $[-303.35, 804.43]$ . Differences were found in the total number of Pulsations (Pulsations T) between groups,  $p = .001$ , 95% CI =  $[126.12, 469.34]$ , as the control group made a greater number of total pulsations. There were also significant differences between the number of explosions (explosions T) between groups,  $p = .007$ , 95% CI =  $[0.81, 4.99]$ , with a greater number of total explosions in the control group. Finally, a difference in BART\$ between groups was observed,  $p < .001$ , 95% CI =  $[5.13, 15.65]$  The control group accumulated more money at the end of the test than the clinical group (See Table 2 and Graph 1).

## **Descriptive and comparative results between the clinical group and the control group in the IGT**

The control group obtained normal scores according to normative data, which, in general, was higher in Net T, IGT\$ and AB.

A significant difference was observed between the Net T of the control group and the clinical group,  $p < .001$ , 95% CI= [-21.77, -5.10], where the control group chose a larger amount of favourable cards. Similarly, a significant difference in IGT\$ between groups was observed,  $p < .001$ , 95% CI=[ 637.68, 1646.65]. The control group accumulated more money at the end of the test than the clinical group. Finally, significant differences between groups were also observed in AB,  $p < .001$ , 95% CI = [-19.27, -7.10]. The clinical group tended to more unfavourable cards than the control group (See Table 3 and Graph 2).

### **Correlation between the administration of the BART and the IGT**

No correlation was found between Net T and Pulsations T in the clinical group,  $p = .315$ ,  $r_{ab.c} = -.21$ . Similarly, there was no correlation between Pulsations T and AB,  $p = .059$ ,  $r_{ab.c} = .38$ , and finally, a correlation was observed between Total\$ BART and Total\$ IGT,  $p = .524$ ,  $r_{ab.c} = -.13$ .

In the control group, no correlation was found between Net T and Pulsations T,  $p = .725$ ,  $r_{ab.c} = -.07$  and there was no correlation between Pulsations T and AB,  $p = .953$ ,  $r_{ab.c} = .01$ , or between Total\$ BART and Total\$ IGT,  $p = .814$ ,  $r_{ab.c} = -.04$ .

### **Influence of sociodemographic and neuropsychological variables on the total score of Pulsation T of BART**

In the clinical group, only the sociodemographic variable years of study,  $p = .012$  ( $b = -213.78$ ), was included to explain the variation in Pulsations T score; neither sex,  $p =$

.333, aetiology,  $p = .739$ , nor age,  $p = .521$ , had any influence. Neither did the variables studied, Net T  $p = .644$ , or AB,  $p = .757$ .

No sociodemographic variables were included in the control group to explain the variation in T pulses; neither the years of study,  $p = .789$ , sex,  $p = .971$ , nor age,  $p = .369$ , had any influence. None of the studied cognitive variables were included, Net T,  $p = .871$ , nor AB  $p = .746$ .

### **Influence of sociodemographic and neuropsychological variables on BART \$ total score**

In the clinical group, none on the studied variables were included in order to explain the variation of BART\$, IGT\$,  $p = .779$ . The following sociodemographic variables were excluded: sex,  $p = .156$ , aetiology,  $p = .391$ , and age,  $p = .468$ . Only the variable years of study was included,  $p = .012$  ( $b = -602.41$ ) to explain the variation in the BART\$ score.

In the control group, the studied variable IGT\$ was not included in order to explain the variation if BART\$,  $p = .918$ . None of the sociodemographic variables were included to apply the variation in BART\$ score, neither the years of study,  $p = .666$ , sex,  $p = .586$ , nor age,  $p = .524$ .

### **Discussion**

The main aim of the present study was to test whether the Balloon Analogue Risk Task (BART) is a suitable tool to evaluate decision-making in acquired brain injury.

In this study, differences were found between the control group and the clinical group, not only in the total amount of money obtained, but also in the quantity of pulsations and balloon explosions in the BART. In the literature, the number of

pulsations in the test is associated with the phenomenon “search of sensation”, in the sense that the more pulsations are made in order to increase the size of the balloon, the higher the probability of the balloon exploding. Conversely, when the number of pulsations is greater, the amount of money accumulated is also greater, and subjects receive more benefit at the end of the test. Zuckerman (2007) described the “search of sensations” as the need to obtain new, varied, complex and intense experiences. It is the wish to take risks at a physical, social, legal and financial level in order to experience such sensations. Individuals with high and low scores in tests that evaluate the “search of sensations” show differences in biological, behavioural, cognitive and emotional markers. Any alteration in a marker implies differences in the “search of sensations”, and therefore, differences in the way in which decisions are taken (Roberti, 2004 and Rosenbloom, 2003).

Madrazo et al. (1999) described a decrease in sensation seeking in traumatic patients, which means that the interest in seeking new sensations with intense, emotions decreases in these patients. In our study, where the clinical group is formed by 73.33% of traumatic subjects, it has been observed that these traumatic patients take fewer risks in decision-making than the control group. This result may be interpreted in the sense that the clinical group in our study shows a decrease in sensation seeking.

Similarly, in the study carried out by RoCHAT et al. (2010), it was also observed that patients who had suffered a traumatic brain injury had lower scores in the sensation seeking items in decision-making. This phenomenon may be related to the lack of motivation and apathy, which are quite common factors after suffering a TBI (Wood, 2001).

Apathy (McAllister, 2008) is generally described as a decrease in interest towards any element, situation or emotion of the person (Levy Dubois, 2005).

Therefore, we can interpret that showing apathy is related to a decreased motivation to carry out activities which are interesting or risky.

In a study conducted by Sousa, McDonald & Rushby in 2012, the authors concluded that patients who had suffered a TBI showed less capacity of emotional empathy, less excitement in front of faces with unpleasant elements, and less motivation than a healthy control group. The research conducted by Madrazo et al. (1999) indicates that there is an increase of affective indifference resulting in coldness and apathy. After a brain injury, patients show greater indifference towards the thoughts and feelings of other people affecting their actions, and also reducing their motivation.

Blasmeda, Barroso & León-Carrión (2002), in a study conducted with patients who had suffered CVA, showed that these subjects can present with lack of inhibition, impulsiveness, apathy, abulia, slowness and lack of spontaneity after this incident. These results are consistent with our observations, as 26.67% of our clinical sample showed the same symptoms.

These characteristics are closely related to the capacity of decision-making, and present research emphasises that decision-making is not just a mere rational process of calculating or comparing losses which result from a specific choice.

The hypothesis of the somatic marker developed by Damasio in 1996 describes the role of emotion in decision-making, and has served as a guide for investigation in this field. The absence, alteration or weakening of the somatic markers leads to inadequate or unfavourable decision-making. This deficit takes place in patients with ventromedial prefrontal injuries and other frontal regions, such as the dorsolateral and cingulate prefrontal cortex. Patients with bilateral amygdala injuries also show the same weakening of somatic markers. They have difficulties experiencing emotions

properly, and generate vegetative answers when faced with negative stimulus, as happened in our research group patients (Martínez, Sánchez et al., 2006).

Thereby, this evidence leads us to think that the differences obtained in the results between the control group and the clinical group may be explained by the emergence of behavioural changes that affect decision-making both in patients who have suffered a TBI and those with a CVA.

The study conducted by Young et al. in 2012 using the BART also showed that the clinical group (delinquents) showed lower rates of risk in decision-making than the control group. Similarly, in our study, the clinical group took less risky decisions than the control group.

Another study conducted by Strenziok et al. (2011) showed that subjects with frontotemporal dementia, with behavioural alterations, took fewer risks in the BART, making a smaller number of pulsations than the healthy control group.

Likewise, the study by Ekhtiari et al. (2007) indicates that patients with multiple sclerosis take less risky decisions than healthy subjects.

All these previously mentioned investigations reinforce the result obtained in our research, in which the control group risked more than the clinical group, making more pulsations and obtaining more money in the BART.

Lastly, in our study, no correlation was observed between the capacity evaluated by IGT and BART. Although both tests were created to evaluate the same cognitive function, the results obtained indicate that they assess different aspects of decision-making competence. The IGT requires a preservation of more complex cognitive capacities such as working memory, attention, executive functions and language capacities, in order to understand the logic of the task (rewards and punishments) (Bechara, Damasio et al., 1994). The BART, unlike the IGT, does not follow a



predetermined logic, because the explosions occur randomly (Lejuez et al., 2002).

Therefore, we are faced with two tasks which evaluate different cognitive aspects.

Unlike IGT, BART is an instrument that provides more direct information about the risk taken by the subjects in decision-making. The BART was created to face the patient with a real risk situation, as was observed by Lejuez et al., (2003). These authors, in a study conducted with smoker and non-smoker subjects, found that the BART correlated with the results of self-evaluation tests that measures risk behaviour, but they did not find a correlation between BART and IGT. These results support the conclusions of our study.

In conclusion, our results show that the BART is a sensitive tool to detect differences in the capacity of decision-making between a control group and a group with acquired brain injury. Nevertheless, it does not involve the same cognitive abilities that are required to execute the IGT task. While the BART is more directly related to risk, the IGT involves more complex cognitive functions.

Among the limitations of this study, the fact that the sample of patients used was not homogeneous as regards the brain injury areas should be mentioned, since participants' injuries were not constricted exclusively to the frontal lobe, but to different brain areas affected by either primary effects of the injury or by secondary injuries. Deficits in other cognitive processes may therefore be expected.

The sample studied is small, and the majority of participants are young and with a low education level. In this sense, in future research it would be interesting to study these effects in populations with different education levels and age, since it is well-known that both age and education levels affect cognitive processes.

Another interesting variable to take into account is the influence of gender on cognitive changes and in decision-making in particular, which could not be studied in

this research because of the higher prevalence of men in our sample. Futures studies would be needed to study gender and education effects on decision-making measured with the BART.

### **Conclusions**

In conclusion, our results show that the BART is a sensitive tool to detect differences in the decision-making capacity between a control group and a group with acquired brain injury. Nevertheless, it does not involve the same cognitive abilities that are required to execute the IGT task. While the BART is more directly related to risk, the IGT involves more complex cognitive functions.

In future investigations, it would be interesting to determine whether working memory and cognitive flexibility (abilities present in decision-making) can account for the changes in the BART performance of patients with acquired brain injury. If the BART performance depends on the working memory and cognitive flexibility of these patients, it is hoped that these cognitive functions would be good predictors of decision-making.

### **References**

- Alberdi Odriozola, F., Iriarte Ibarrarán, M., Mendía Gorostidi, A., Murgialda, A., Marco Grande, P. (2009). Prognosis of the sequels after brain injury. *Medicina Intensiva*, 33, 171-81. doi:10.1016/S0210-5691(09)71213-6
- Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H. & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, 50, 7-15. doi:10.10163/0010-0277(64)90018-3

- Blasmeda, R., Barroso, J. M., León-Carrión, J. (2002). Neuropsychological and behavioural deficits in cerebrovascular diseases. *Revista Española de Neuropsicología*, 4(4), 312-330.
- Birnboim, S., & Miller, A. (2004). Cognitive strategies application of multiple sclerosis patients. *Multiple Sclerosis, Sage Journal*, 10, 67-73.  
doi:10.1191/1352458504ms980oa
- 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/s00406-0052-0577-7
- Collette, F., Hogge, M., Salmon, E., & Van der Linden, M. (2006). Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience*, 139, 209-221. doi:10.1016/j.neuroscience.2005.05.035
- Damasio, A. (1996). The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 351, 1413-1420. doi:10.1098/rstb.1996.0125
- Davidson, P. S., Gao, F. Q., Mason, W. P., Winocur, G., & Anderson, N. D. (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
- Disability National Observatory (2011, January 20). New Data on the Incidence of DCA. Retrieved from: <http://www.fedace.org/portal/index.php/noticias-de-actualidad/136-datosdca.html>

- Ekhtiari, H., Jangouk, P., Janti, A., Sahraeian, A., Mokri, A., & Lotfi, J. (2002). Characteristics of prefrontal cortex specific cognitive processing in patients with sclerosis. *Advances in cognitive science*, *34*, 12-25.
- Fisk, J. E., & Sharp, C. A. (2004) Age related impairment in executive functioning: Updating, inhibition, shifting and access. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *26*, 874-890. doi:10.1080/13803390490510680
- García Molina, A., Roig Rovira, T., Yuguero Rueda, M., Enseñat Cantallops, A. Bernabeu, M., Sánchez-Carrión, R (2008). Community integration as an outcome of traumatic brain injury neurorehabilitation. *Rehabilitación*, *42*, 67-72. doi:10.1016/S0048-7120(08)73616-8
- Lejuez, C. W., Read, J. P., Kahler, C. W., Richards, J. B., Ramsey, S. E., Stuart, G. L., Strong, D. R., & Brown, R. A. (2002). Evaluation of a behavioral measure of risk taking: the Balloon Analogue Risk Task (BART). *Journal of Experimental Psychology: Applied*, *8*, 75-84. doi:10.1037//1076-898X.8.2.75
- Lejuez, W. C., Akalín, M. W., Zvolensky, J. M., & Pedulla, M. C. (2003). Evaluation of the Balloon Analogue Risk Task (BART) as a predictor of adolescent real-world risk-taking behaviors. *Journal of Adolescence*, *26*, 475-479. doi:10.1016/S0140-1971(03)00036-8
- Lejuez, C. W., Aklin, 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
- Levy, R., Dubois, B. (2005). Apathy and the functional anatomy of the prefrontal cortex-basal ganglia circuits. *Cerebral Cortex*, *5*, 1-13. doi:10.1093/cercor/bhj043

- Livingstone, S. A., & Skelton, R. W. (2007). Virtual environment navigation tasks and the assessment of cognitive deficits in individuals with brain injury. *Behavioural Brain Research, 185*, 21-31. doi:10.1016/j.bbr.2007.07.015
- Madrazo, L. M., Machuca, M. F., Barroso, J. M., Domínguez, M. D. & León-Carrión, J. (1999). Emotional changes after severe traumatic brain injury. *Revista Española de Neurología, 1*, 75-82.
- Martínez-Selva, J. M., Sánchez-Navarro, J. P., Bechara, A., & Román, F. (2006). Brain mechanisms involved in decision making. *Revista de Neurología, 42*, 411-418.
- McAllister, W. (2008). Neurobehavioral sequelae of traumatic brain injury: Evaluation and management. *World Psychiatry, 7*, 3-10.
- 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
- Miyake, A., Fridman, N. P., Edmerson, M. J., Wizki, A. H. & Howerter, A. (2000). The Unity and Diversity of Executive Function and Their Contributions to Complex "Frontal Lobe" Tasks: A latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology, 41*, 49-100.
- Rochat, L., Beni, C., Billieux, J., Azouvi, P., Annoni, J. M. & Van der Linden, M. (2010). Assessment of impulsivity after moderate to severe traumatic brain injury. *Neuropsychological Rehabilitation, 20(5)*, 778-797. doi:10.1080/09602011.2010.495245
- Rosenbloom, T. (2003). Sensation seeking and risk taking in mortality salience. *Personality and Individual Differences, 35*, 1809-1819. doi:10.1016/S0191-8869(03)00031-X

- Strenziok, M., Pulaski, S., Krueger, F., Zamboni, G., Clawson, D., & Grafman, J. (2011) Regional Brain Atrophy and Impaired Decision Making on the Balloon Analog Risk Task in Behavioral Variant Frontotemporal Dementia. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 24(2), 59-67. doi:10.1097/WNN.0b013e3182255a7c
- Sousa, A., McDonald, S., & Rushby, J. (2012). Changes in emotional empathy, affective responsivity, and behavior following severe traumatic brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 34(6), 606-623. doi:10.1080/13803395.2012.667067
- Strauss, E., Sherman, E., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary* (3rd ed.) (pp. 32-37). NY: Oxford University Press.
- Wood, R. L., Alderman, N., & Williams, C. (2008). Assessment of neurobehavioural disability: A review of existing measures and recommendations for a comprehensive assessment tool. *Brain Injury*, 22, 905-918.
- Young, S., Gudjonsson, G., Carter, P., Terry, R., & Morris, R. (2012). Simulation of risk-taking and its relationship with personality. *Personality and Individual Differences*, 53, 294-299. doi:10.1016/j.paid.2012.03.014
- Zuckerman, M. (2007). *Sensation seeking and risky behavior*. Washington, DC: American Psychological Association.

**Table 1.** Demographic data. Clinical group and control group.

	CLINICAL GROUP <i>N</i> = 30	CONTROL GROUP <i>N</i> = 30
Age	<i>M</i> : 40.136, <i>SD</i> : 14.83	<i>M</i> : 42.04, <i>SD</i> : 15.12
Sex	7 women (23.33%) and 23 men (76.66%)	7 women (23.33%) and 23 men (76.66%)
Studies	<i>M</i> : 12.60, <i>SD</i> : 4.81	<i>M</i> : 12.301, <i>SD</i> 4.72
Etiology	22 TBI (73.33%) and 8 CVS (26.67%)	-
Anatomical localization	1 (3,33%) frontal/parietal/temporal/ occipital, 10 (33,33%) frontal, 9 (30%)frontal/temporal/parietal, 6 (20%) frontal/parietal, 4 (13,33%) frontal/temporal	

*Nota.* (*M*: Mean, *SD*: Standard Deviation)

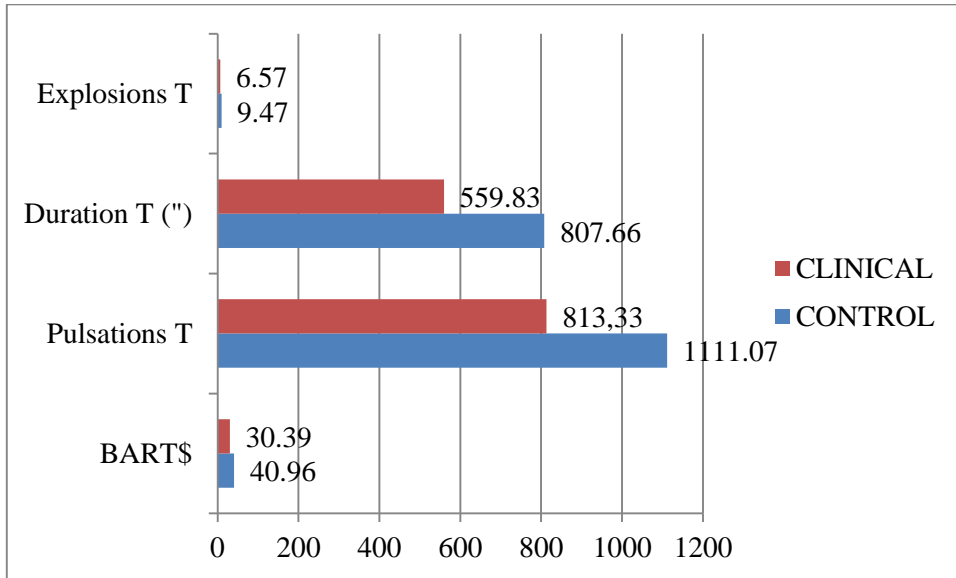
**Table 2.** Descriptive and comparative results of the clinical group and the control group in the BART task.

	CLINICAL GROUP <i>N</i> = 30	CONTROL GROUP <i>N</i> = 30	DIFFERENCES BETWEEN GROUPS
Duration of the test			
<i>M</i> :	559.83	807.66	
<i>SD</i> :	355.20	1450.84	<i>p</i> = .331
<i>R</i> :	132-1527	211-8456	<i>d</i> = 0.45
Pulsations T: total of pulsations			
<i>M</i> :	813.33	1111.07	
<i>SD</i> :	395.36	249.91	<i>p</i> = .001
<i>R</i> :	136-1823	364-155	<i>d</i> = 0.90
Explosions T: Total Explosions			
<i>M</i> :	6.57	9.47	
<i>SD</i> :	4.70	3.25	<i>p</i> = .007
<i>R</i> :	0-18	3-17	<i>d</i> = 0.72
BART\$: Total obtained money			
<i>M</i> :	30.39	40.96	
<i>SD</i> :	2.08	1.59	<i>p</i> < .001
<i>R</i> :	5.85-44.85	16.35-54.10	<i>d</i> = 1.03

*Nota.* (*M*: Mean, *SD*: Standard Deviation, *R*: Range)



**Graphs 1.** Descriptive and comparative results of the clinical group and the control group in the BART task.

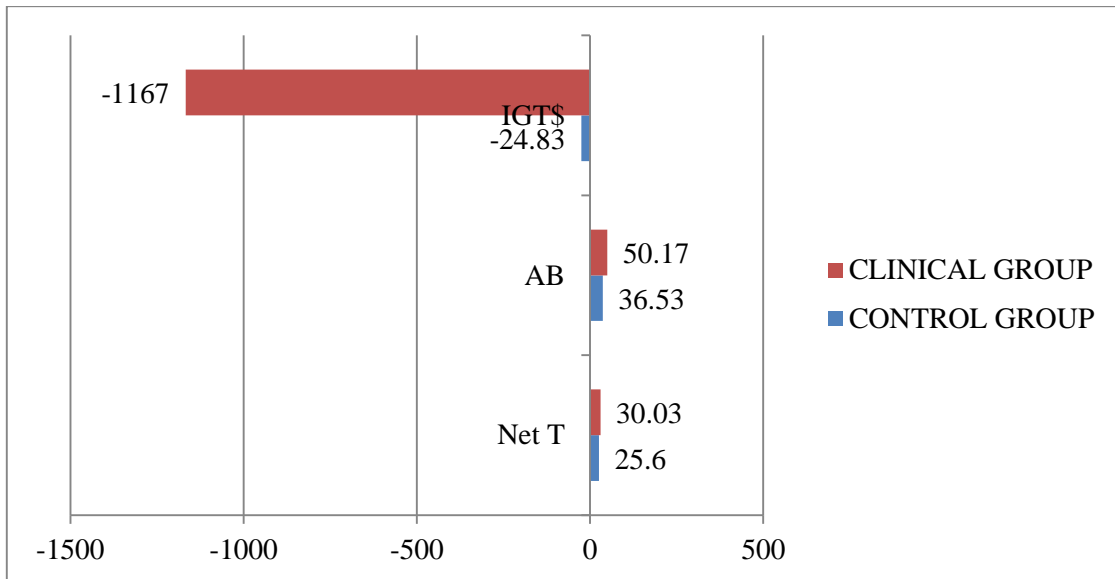


**Table 3.** Descriptive results of the clinical group and the control group in the IGT task.

	CLINICAL GROUP <i>N</i> = 30	CONTROL GROUP <i>N</i> = 30	DIFFERENCES BETWEEN GROUPS
<hr/>			
Net T: Packs			
[(C+D) – (A+B)]			
<i>M</i> :	30.03	25.60	
<i>SD</i> :	15.66	16.59	<i>p</i> < .001
<i>R</i> :	–10 - 65	8 - 48	<i>d</i> = 0.37
IGT \$: Total sum of money obtained			
<i>M</i> :	1167	–24.83	
<i>SD</i> :	1005.79	954.46	<i>p</i> < .001
<i>R</i> :	–3340 - 1090	–1795 - 1980	<i>d</i> = 1.16
AB: Total of unfavourable packs			
<i>M</i> :	50.17	36.53	
<i>SD</i> :	12	9.64	<i>p</i> < .001
<i>R</i> :	23 - 74	9 - 54	<i>d</i> = 1.25
<hr/>			

*Nota.* (*M*: Mean, *SD*: Standard Deviation, *R*: Range)

**Graphs 2.** Descriptive results of the clinical group and the control group in the IGT task.





Psychologia:avances de la disciplina.

Acceptat (10/03/2015)

Buenos días, efectivamente el artículo ha sido aceptado para publicación pero debe pasar siempre por evaluación de correcciones menores. Posteriormente, se le enviará el concepto de dicha evaluación junto con los formatos de cesión de derechos y finalmente el artículo diagramado para su aprobación.

La fecha de publicación está estipulada para julio de 2015

Un saludo,



Carlos Andrés Gantiva Díaz, Ph. D.  
Editor Psychologia: avances de la disciplina  
Facultad de Psicología  
Universidad de San Buenaventura, Bogotá  
Tel.: (057) 6671090 Ext.: 2612  
Carrera 8H # 172 - 20. Edificio Pedro Simón 4º Piso.  
Correo electrónico: [psychologia@usbog.edu.co](mailto:psychologia@usbog.edu.co)  
<http://revistas.usbbog.edu.co/index.php/Psychologia/index>  
[www.usbbog.edu.co](http://www.usbbog.edu.co)





**Titulillo:** memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva en la ejecución de la tarea  
Balloon Analogue Risk Task

**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<sup>1</sup>, Alberto García-Molina<sup>2,4</sup>, Teresa Roig-Rovira<sup>2,4</sup>, Josep  
María Tormos<sup>2,4</sup>, Mercè Jodar- Vicente<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Psicología Clínica y Ciencias de la Salud. Universitat Autònoma de  
Barcelona, Bellaterra - España

<sup>2</sup> Institut Guttmann, Institut Universitari de Neurorehabilitación adscrito a la Universitat  
Autònoma de Barcelona, Badalona - España

<sup>3</sup> Hospital Universitari Parc Taulí, Sabadell - España

<sup>4</sup> 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

---

<sup>1</sup> Correspondencia de este artículo puede ir dirigida a: Marina Areny Balaguero, dirección: Departamento de Psicología Clínica y de la Salud, Universitat Autònoma de Barcelona, Campus de Bellaterra, Edifici B, Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), 08193, Número de Teléfono: +34 687979252, E-mail: mabalaguero@hotmail.es

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), xx-xx.

### **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.



## 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; entendiendo ésta 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 2014 (Lauriola et al.) se 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 i 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 a 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 18-55 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)	$M = 14.891, DT = 5.382$	$M = 14.873, DT = 5.192$
Etiología	56 (76.71%), 17 (23.29%)	-

*Nota.*  $M$ : media,  $DT$ : desviación típica

### *Instrumentos*

Balloon 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 algoritmo, 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 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 <i>N</i> = 73	GRUPO CONTROL <i>N</i> = 30	Valor <i>p</i>
	<i>M</i> ( <i>DT</i> )Rango	<i>M</i> ( <i>DT</i> )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 <i>N</i> = 73	GRUPO CLÍNICO <i>N</i> = 30	Valor <i>p</i>
	<i>M</i> ( <i>DT</i> )Rango	<i>M</i> ( <i>DT</i> )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 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 WSCT, 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 (Grafman, Jonas, & Salazar, 1990; Anderson, Damasio, Jones, & Tranel, 1991; Damasio, 2004; Bechara, Damasio, & Tranel, 1998).



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, 336–72. 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 neurorehabilitación 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. (2014). 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., Greogory, 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., Aklin, 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.





Psychologia:avances de la disciplina

En procés de revisió (05/05/2015)

seny Marina Areny Balaguero:

Gracias por enviarnos su manuscrito "Influencia del factor búsqueda de sensaciones en la ejecución de la tarea Balloon Analogue Risk Task" a Psychologia: avances de la disciplina. Gracias al sistema de gestión de revistas online que usamos podrá seguir su progreso a través del proceso editorial identificándose en el sitio web de la revista:

URL del manuscrito:

<http://revistas.usbbog.edu.co/index.php/Psychologia/author/submission/719>

Nombre de usuario/o: mab

El tiempo promedio de evaluación del artículo es de 60 días.

Si tiene cualquier pregunta no dude en contactar con nosotros/as. Gracias por tener en cuenta la revista Psychologia: avances de la disciplina para difundir su trabajo.

Carlos Andrés Gantiva Díaz

Psychologia: avances de la disciplina

Carlos Gantiva

Editor Revista Psychologia: avances de la disciplina

Facultad de Psicología

Universidad de San Buenaventura, Bogotá

<http://ojs.usbbog.edu.co:8080/index.php/Psychologia>



**Influencia del factor búsqueda de sensaciones en la ejecución de la tarea  
Balloon Analogue Risk Task**

**Influence of sensation seeking factor in performance of the task Balloon  
Analogue Risk Task**

Marina Areny-Balagueró<sup>1\*</sup>, Alberto García-Molina<sup>2,4</sup>, Teresa Roig-Rovira<sup>2,4</sup>, Josep  
María Tormos<sup>2,4</sup>, Mercè Jodar-Vicente<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Departamento Psicología Clínica y Ciencias de la Salud. Universitat Autònoma de  
Barcelona, Bellaterra - España

<sup>2</sup> Institut Guttmann, Institut Universitari de Neurorehabilitación adscrito a la Universitat  
Autònoma de Barcelona, Badalona - España

<sup>3</sup> Hospital Universitari Parc Taulí, Sabadell - España

<sup>4</sup> Fundació Institut d'Investigació en Ciències de la Salut Germans Trias i Pujol,  
Badalona, Barcelona - España

## **Resumen**

En este trabajo se evaluó la influencia de la variable cognitiva “búsqueda de sensaciones” en la toma de decisiones en 73 pacientes con daño cerebral adquirido (DCA), a través de la Balloon Analogue Risk Task (BART) y la sub escala de búsqueda de sensaciones de la UPPS-P, como grupo control, se aplicaron las pruebas a 30 personas sanas que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión propuestos.

Como resultado se obtuvieron diferencias significativas entre el grupo clínico y el grupo control donde éste último mostró un nivel mayor de toma de riesgo en la BART y búsqueda de sensaciones en la sub escala UPPS-P. Tomando en cuenta la literatura revisada, los resultados obtenidos y la observación cualitativa del grupo clínico, podríamos sospechar que en dicha tarea se halla presente el componente de apatía, y motivación.

*Palabras claves: Neuropsicología, Daño Cerebral Adquirido, Balloon Analogue Risk Task, Cognición, Toma de decisiones Toma de riesgos.*

## **Abstract**

In this paper was evaluated the influence of cognitive variable “sensation seeking” in decision making in 73 patients with acquired brain injury (ABI), through the Balloon Analogue Risk Task (BART) and sensation seeking sub scale of UPPS-P, as control group, test were applied to 30 healthy subjects who met the inclusion and exclusion criteria proposed.

As result significant differences between the clinical and the control group where the last one showed a higher level of risk taking in the BART and sensation seeking in the

sub scale UPPS-P. Considering the literature reviewed, the results and qualitative observation of clinical group. We might suspect that in this task is present the apathy and motivation component.

*Key words: Neuropsychology, Acquired Brain Injury, Balloon Analogue Risk Task, Cognition, Taking Decisions Risk taking.*

## **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 (Biringier et al., 2005; Davidson, Gao, Mason, Winocur & Anderson, 2007), constituyendo 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, Sanchez, Bechara & Román 2006).

En la toma de decisiones, también intervienen aspectos conductuales relacionados con: la motivación, las emociones, la impulsividad y la búsqueda de sensaciones. Entendiendo la búsqueda de sensaciones como la necesidad de experimentar sensaciones y experiencias nuevas, variadas y complejas y el deseo de arriesgarse con el fin de obtenerlas. (Zukerman, 2007).

Zukerman, en 2007, nos informa de la importancia de la inclusión de reactivos en el factor búsqueda de sensaciones; desinhibición, búsqueda de aventuras y emoción, búsqueda de excitación y susceptibilidad al aburrimiento.

Un estudio realizado por Rochat et al., (2010) informó que los pacientes que habían sufrido un traumatismo craneoencefálico, presentaban menor puntuación, en los ítems de búsqueda de sensaciones, en la toma de decisiones. Este fenómeno, podría, estar relacionado, con la falta de motivación y apatía, trastornos bastante comunes, después de sufrir un TCE (Wood, 2001).

Algunos autores pudieron observar una disminución en el factor búsqueda de sensaciones en pacientes traumáticos, lo que significa que disminuye el interés en buscar situaciones novedosas, con fuertes emociones y a la vez arriesgadas (Madrado, Machuca, Barroso, Dominguez, & León-Carrión, 1999). Los pacientes con AVC, presentan también alteraciones conductuales como; agresividad, excitabilidad, desinhibición, baja tolerancia a las rutinas, y alteración en las normas sociales. (Blasmeda, Barroso & Leon-Carrion, 2002).

Bechara introduce las emociones como factor clave en la toma de decisiones (Bechara, 2004; Bechara, Tranel & Damasio, 2000; Bechara et al., 2001). Dicho autor 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, forzando la atención sobre las opciones que pueden provocar resultados negativos. La noción central de la hipótesis es 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, 1994).

Ante una 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, 1994; Dante, 2006; Fellows, 2006; Martínez et al., 2006).

La alteración o ausencia de los marcadores somáticos deriva en una incapacidad para tomar decisiones ventajosas, circunstancia que se produce en los pacientes con daño frontal. Los pacientes con lesiones frontales con frecuencia suelen ser sujetos 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 notable déficit en los procesos de toma de decisiones.

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 (Spreen, Sherman & Strauss, 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.

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 que es reafirmada por un estudio meta-analítico realizado el 2013 (Lauriola, Panno, Levin, & Lejuez, 2014) donde a través del análisis de 65 artículos, se encontró que 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.

En este estudio pretendemos comprobar si el factor conductual búsqueda de sensaciones valorado mediante la sub escala de UPPS-P, presente en la toma de decisiones, puede explicar el bajo rendimiento de los pacientes con daño cerebral adquirido en la BART. Si es así, podríamos decir que el factor búsqueda de sensaciones está presente en esta tarea.



## **Metodología**

### **Diseño**

Se realizó un estudio no experimental, transversal i 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 a 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 18-55 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 de la prueba. 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).

### **Instrumentos**

Balloon 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 algoritmo, el promedio de punto de corte es de 64 presiones por cada globo.

Sub escala de búsqueda de sensaciones de UPPS-P: La versión española de la escala breve de impulsividad UPPS-P (Cándido, Orduña, Perales, Verdejo-García & Billieux, 2012). Es una escala diseñada para medir 5 dimensiones de impulsividad: urgencia positiva y negativa, falta de premeditación, falta de perseverancia y búsqueda de sensaciones, para la que se han demostrado propiedades de validez convergente, fiabilidad y consistencia interna aceptables (con un  $\alpha$  de Cronbach de entre .61 y .81 para las cinco dimensiones (Cándido et al., 2012), similares a la de la escala original en inglés. Está formada por 20 ítems puntuados sobre una escala tipo Likert de 4 puntos, donde 1 significa completamente de acuerdo y 4 completamente en desacuerdo.

## **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 exclusión. El reclutamiento se basó en admisiones consecutivas. Solo tuvimos que descartar a 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 y subtarea UPPS-P exclusivamente a los sujetos que formaban parte del grupo clínico.

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)

La variable estudiada de UPPS-P fue la siguiente: (Tabla 2)

### **Análisis de datos**

Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando el paquete estadístico SPSS (v. 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 la sub tarea búsqueda de

sensaciones de la UPPS-P. 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 [-8608.03, 3022.31].

Existen diferencias significativas entre el número de Pulsaciones T del grupo control y el del grupo clínico,  $p < .001$ , 95% IC [-363.83, -120.29], 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 [-3.94, -1.14], 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).

*Resultados descriptivos y comparativos, entre grupo clínico y grupo control en los ítems de Búsqueda de Sensaciones tarea UPPS-P*

El grupo clínico obtuvo una media inferior al grupo control en los ítems de Búsqueda de Sensaciones de la Escapa UPPS-P.

Se observó diferencia significativa entre los Ítems de Búsqueda de Sensaciones UPPS-P del grupo control y el grupo clínico,  $p = .017$ , 95% CI [-7.88, - 0.81], donde el grupo control obtuvo mayor puntuación. (Ver Tabla 4).

*Correlación entre administración del el BART y los ítems de Búsqueda de Sensaciones tarea UPPS-P*

En el grupo clínico no se obtuvo ninguna correlación entre Ítems de Búsqueda de Sensaciones de la Escala UPPS-P y Pulsaciones T,  $p = .114$ ,  $r_{ab.c} = .25$ .

En el grupo control hay presencia de relación positiva entre los Ítems de búsqueda de Sensaciones de la UPPS-P y Pulsaciones T,  $p = .024$ ,  $r_{ab.c} = 0.43$ .

*Influencia de variables respecto puntuación Total de Pulsaciones T de la BART*

Para explicar la variación de la variable Pulsaciones T sociodemográficas solo la variable años de estudios,  $p = .026$ , ( $b = - 161.18$ ), se incluyó para poder explicar la variación en puntuación Pulsaciones T, ni el sexo,  $p = .461$ , ni la etiología,  $p = .116$ , ni la edad,  $p = .769$ , influyeron. Ni la variable estudiada UPPS-P,  $p = .313$ .

En el grupo control ninguna variable sociodemográfica fue incluida para explicar la variación en puntuación Pulsaciones T ni los años estudiados,  $p = .988$ , ni el sexo,  $p = .987$ , ni la edad,  $p = .301$ , influyeron. Solo la variable estudiada, factor de búsqueda de Sensaciones de la UPPS-P, se incluyó,  $p = .020$ , ( $b = 12.14$ ).

## **Discusión**

El objetivo principal de la investigación, era observar si el factor conductual búsqueda de sensaciones, presente en la capacidad de la toma de decisiones, se halla en la tarea BART realizada por pacientes con daño cerebral frontal.

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 observamos diferencias en las puntuaciones de la Búsqueda de Sensaciones, dónde el grupo clínico obtuvo una puntuación global menor.

La búsqueda de sensaciones es un rasgo de personalidad que se define como la necesidad por experimentar variadas y complejas sensaciones, así como el deseo de correr riesgos físicos y sociales, por el simple deseo de disfrutar de tales experiencias; este concepto se considera multifacético y multidimensional, pues puede englobar componentes como la búsqueda de emoción y aventura, búsqueda de experiencias, desinhibición y susceptibilidad al aburrimiento (Zuckerman, 2007).

En la investigación de Madrazo et al. (1999), observaron, una disminución en el factor búsqueda de sensaciones en pacientes traumáticos, lo que significa que disminuye el interés en buscar situaciones novedosas, con fuertes emociones y a la vez arriesgadas. En nuestro estudio, donde el grupo clínico, está formado por un 76,71% de sujetos traumáticos, también se constata, que dichos sujetos, arriesgan menos en la toma de decisiones, que los sujetos del grupo control, es decir, el grupo clínico, de nuestro estudio, presenta una disminución en el factor de búsqueda de sensaciones.

Del mismo modo, en el estudio realizado por Rochat et al., (2010) también se observó, que los pacientes que habían sufrido un traumatismo craneoencefálico, presentaban menor puntuación, en los ítems de búsqueda de sensaciones, en la toma de decisiones. Este fenómeno, podría, estar relacionado, con la falta de motivación y apatía, trastornos bastante comunes, después de sufrir un TCE (Wood, 2001).

La apatía (McAllister, 2008), generalmente se define, como una reducción de interés hacia cualquier elemento, situación o emoción de la propia persona (Levy & Dubois, 2005). Por lo tanto, podemos interpretar, que presentar apatía, se relaciona con una reducción en la motivación, para realizar actividades que sean interesantes o arriesgadas.

Otro estudio nos indica que pacientes con daños frontales suelen provocar también síntomas característicos de la depresión (Ojeda del Pozo, Ezquerria-Iribarren, Urruticoechea-Sarriegui, Quemada & Muñoz-Céspedes, 2000), y estas alteraciones del humor, pueden funcionar como un factor modulador de la toma de decisiones, independientemente del daño orgánico (Manes et al., 2002).

En la misma línea de estudio, Sousa, McDonald y Rushby (2012), concluyeron que los pacientes que habían sufrido TCE, presentaban menor capacidad de empatía emocional, menor excitación ante elementos desagradables de su alrededor y a su vez también menor motivación que un grupo control sano.

Así también, la investigación de Madrazo et al., (1999) nos indica que hay un aumento de Indiferencia afectiva, produciendo frialdad y apatía. Tras el AVC los pacientes, presentan mayor indiferencia, ante los pensamientos y sentimientos de todo aquello que les rodea, afectando a sus acciones, así como reduciendo su motivación.



El estudio de Blasmeda, Barroso y Leon-Carrion (2002), nos informa, de que las personas, tras un AVC, al igual que los sujetos, que conforman el 23,29% de nuestra muestra clínica, pueden presentar desinhibición, impulsividad, apatía, abulia, lentitud y falta de espontaneidad.

El estudio realizado por Bartolomé, Fernandez y Ramos (2002) y Ríos-Lago et al., (2008) informan que pacientes con contusión cerebral frontal, temporal y lesión axonal difusa pueden presentar una actitud pasiva y apática, indiferente ante las exigencias del entorno y sin programas o planes personales para el futuro.

Según los estudios de Llanero et al., 2008 y Pedrero (2009a) la sintomatología frontal se relaciona con inatención, apatía, indiferencia ante los pensamientos de los demás o inflexibilidad. Según se informa en el libro de Silver (Silver, McAllister & Yudofsky, 2005), la apatía es uno de los problemas comportamentales que desarrollan al menos 10% con TCE. Este trastorno afecta a la respuesta emocional, interés por las actividades, realización de actividades dirigidas a metas y espontaneas.

Dichas características, mencionadas anteriormente, están totalmente relacionadas, con la capacidad de toma de decisiones, ya que, la investigación actual, pone cada vez más énfasis, en que la toma de decisiones, no constituye, un mero proceso racional, de contabilizar o comparar las pérdidas y ganancias, que resultan de una elección determinada.

La hipótesis del marcador somático, desarrollada por Damasio (1994), describe, cuál puede ser, el papel de la emoción, en la toma de decisiones y ha servido de guía para la investigación en este ámbito.

La ausencia, alteración o debilitamiento de los marcadores somáticos, conduce a tomar decisiones inadecuadas o desventajosas. Este déficit, se produce en pacientes, con lesiones prefrontales ventromediales y otras regiones frontales, como la corteza prefrontal dorsolateral y cingulada, así como en pacientes, con lesiones bilaterales, en la amígdala, en los que se da la incapacidad de experimentar adecuadamente emociones y de generar respuestas vegetativas, ante estímulos aversivos (Martínez, et al., 2006), como sucede en el grupo de pacientes de nuestra investigación. De este modo, podemos explicar, que las diferencias de resultados, obtenidas, entre el grupo control y el grupo clínico, se explican por la aparición, de cambios conductuales, que afectan a la toma de decisiones, tanto en los pacientes que han sufrido un TCE o un AVC.

El estudio realizado por Jazmín y Ostrosky-Solís (2005) nos informa de que los pacientes con TCE Moderado y Severo fueron diferentes del control en la capacidad de obtener la mayor capacidad de puntos eligiendo las cartas menos riesgosas (aquellas que quitan menos puntos). Se encontró que los pacientes con TCE Severo obtienen la menor cantidad de puntos,  $M = 19$ ,  $R = -5 - 34$  y tienen el mayor porcentaje de elección de cartas de riesgo (40%), en los pacientes con TCE Moderado tienen una mejor elección de las cartas, lo que les permite obtener más puntos,  $M = 24$ , pero aún están por debajo de lo esperado; datos que concuerdan con Levine et al., (2005). A pesar de saber cuáles cartas proporcionaban más beneficios y cuales implicaban mayor riesgo, y de observar las consecuencias negativas de su elección (reducción de puntos), los pacientes con TCE daban explicaciones poco ajustadas a su conducta a cerca de la elección errónea, por ejemplo, que la carta con valor “5” (carta con mayor riesgo) es su número de la suerte y por eso la eligen a pesar del castigo. (Jazmín & Ostrosky-Solís, 2009).

Un estudio realizado el 2012

(Young, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0191886912001316> - aff1

Gudjonsson, Carter, Terry, & Morris, 2012), utilizando la tarea BART, también nos informó, de que el grupo clínico (delincuentes), mostro, menores tasas de riesgo, en la toma de decisiones, que el grupo control, de su estudio. Así como en nuestro estudio, el grupo clínico toma decisiones menos arriesgadas que el grupo control.

El estudio de Strenziok et al., (2011) nos informa, que los sujetos, con demencia fronto-temporal, con alteración de la conducta, arriesgaron menos, en la tarea BART, realizando menor cantidad de pulsaciones, que el grupo control sano.

Del mismo modo, un estudio realizado por Ekhtiari et al., (2007) nos indica que los sujetos con esclerosis múltiple, toman decisiones menos arriesgadas, que los sujetos sanos.

Todas estas investigaciones, comentadas anteriormente, refuerzan el resultado obtenido en nuestra investigación, en el que, el grupo control, arriesga más, que el grupo clínico, obteniendo más pulsaciones, más dinero en la tarea BART y mayor puntuación en la sub-escala de búsqueda de sensaciones.

es de la tarea UPPS-P.

Como último punto, en dicha investigación, hemos observado, que en el grupo control se halla relación entre Pulsaciones T y Puntuación Sub-escala búsqueda de sensaciones UPPS-P, pero no ocurre lo mismo con el grupo clínico.

Aunque la aplicación de la tarea es igual para ambos grupos, los resultados obtenidos, en este estudio, apuntan, a que se valoran, aspectos conductuales diferentes.

En el caso del grupo control las Pulsaciones T de la BART, nos aporta más información sobre el riesgo, que toman los sujetos ante la toma de decisiones. Como concluyen en el estudio realizado por Lejuez, et al., (2003) la BART está creada para enfrentar al paciente, a una situación de riesgo que puede darse en la vida real.

A modo de conclusión, afirmamos, que el factor conductual “búsqueda de sensaciones” está presente en la tarea BART en población sana, pero debemos seguir investigando qué componentes conductuales se relacionan con “Pulsaciones T” del grupo clínico. Según la revisión bibliográfica aportada, los resultados obtenidos y la observación cualitativa sobre la forma de realización de la tarea en los pacientes con DCA, podríamos sospechar que en dicha tarea se halla presente el componente de apatía, y motivación.

## Referencias

- Bartolomé, M., Fernández, V., Ramos, F. (2002). Rendimientos amnésicos en el traumatismo craneoencefálico leve. *Rev Neurol*, 35, 607-12.
- 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:[http://dx.doi.org/ 10.1093/brain/123.11.2189](http://dx.doi.org/10.1093/brain/123.11.2189)
- Bechara, A., Dolan, S., Denburg, N., Hindes, 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:[http://dx.doi.org/10.1016/S0028-3932\(00\)00136-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0028-3932(00)00136-6)
- Bechara, A. (2004). The role of emotion in decision-making: Evidence from neurological patients with orbitofrontal damage. *Brain and Cognition*, 55, 30-40. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.bandc.2003.04.001>
- 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: [http://dx.doi.org/ 10.1007/s00406-005-0577-7](http://dx.doi.org/10.1007/s00406-005-0577-7)
- Blasmeda, R., Barroso, JM., León-Carrión, J. (2002). Neuropsychological and behavioural deficits in cerebrovascular diseases. *Revista Española de Neuropsicología*, 4(4), 312-330.
- Cándido, A., Orduña, E., Perales, J. C., Verdejo-García, A. y Billieux, J., (2012). Validation of a short Spanish version of the UPPS-P impulsive behavior scale. *Trastornos adictivos*, 14, 73-78. doi: 10.1016/S1575-0973(12)70048-X

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:[http://dx.doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00284-7](http://dx.doi.org/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. (1994). El error de Descartes. Barcelona: Crítica.

Dante, C. (2006). Patrón de toma de decisiones desventajosas en pacientes drogodependientes. *Salud y drogas*, 6(1) 71-88.

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:<http://dx.doi.org/10.1080/13803390601161166>

Ekhtiari, H., Jangouk, P., Janati, A., Sahraeian, A., Mokri, A., & Lotfi, J. (2007).

Characteristics of prefrontal cortex specific cognitive processing in patients with sclerosis. *Advances in cognitive science*, 34, 12-25.

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:<http://dx.doi.org/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 neurorehabilitación en el

traumatismo craneoencefálico. *Rehabilitación*, 42, 67-72. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7120\(08\)73616-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7120(08)73616-8)

Gilbert, S., & Burgess, P. W. (2008). Executive function. *Current Biology*, 18, 110-114. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.cup.2007.12.014>

Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6.a ed.) México: McGraw-Hill.

Jazmin, M. & Ostrosky-Solís, F. (2009). Secuelas en las funciones ejecutivas posteriores al traumatismo craneoencefálico en el adulto. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 4, 127-137

Lauriola, M., Panno, M., Levin, I. & Lejuez, C. W. (2014). 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

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 Ballon Analogue Risk Task ( BART). *Journal of Experimental Psychology*, 8, 75-84. doi:<http://dx.doi.org/10.1037//1076-898X.8.2.75>

Levine, B., Black, S.E., Cheung, G., Campbell, A., O'Toole, C., y Schwartz, ML. (2005). Gambling task performance in traumatic brain injury. Relationships to injury severity, atrophy, lesion location, and cognitive and psychosocial outcome. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 18, 45-54. doi:<http://doi.doi.org/00146965-200503000-00006>

Levy, R., Dubois, B. (2005). Apathy and the functional anatomy of the prefrontal cortex-basal ganglia circuits. *Cerebral Cortex*, 5, 1-13. doi:<http://dx.doi.org/10.1093/cercor/bhj043>

Lejuez, C. W., Aklin, 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:<http://doi.dx.org/10.1037/1064-1297.11.1.26>

Llanero, M., Ruiz Sánchez de León, J. M., Pedrero, E. J., Olivar, Á., Bouso, J. C., Rojo, G. &

Puerta, C. (2008). Sintomatología disejcutiva en adictos a sustancias en tratamiento

mediante la versión española del cuestionario disejcutivo (DEX-Sp). *Revista de*

*Neurología*, 47, 457-463

Madrazo, L.M., Machuca, M.F., Barroso, JM., Dominguez, M.D. & León-Carrión, J. (1999).

Emotional changes after severe traumatic brain injury. *Revista Española de Neurología*,

1, 75-82.

Manes, F., Sahakian, B., Clark, L., Rogers, R., Antoun, N., Aitken, M. and Robbins, T. (2002).

Decision-making processes following damage to the prefrontal cortex. *Brain* 125, 624–

639. doi:<http://doi.dx.org/10.1093/brain/awf049>

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.

McAllister, W. (2008). Neurobehavioral sequel of traumatic brain injury: Evaluation and

management. *World Psychiatry*, 7, 3–10.

Ojeda del Pozo, N., Ezquerro-Iribarren, J.A., Urruticoechea-Sarriegui, I., Quemada, J.I. y

Muñoz-Céspedes, J.M. (2000). Entrenamiento en habilidades sociales en

pacientes con daño cerebral adquirido. *Revista de Neurología*, 39(8), 783-7877



- Pedrero, E. J. (2009a). TCI-R-67: Versión abreviada del TCI-R de Cloninger. Proceso de creación y administración a una muestra de adictos a sustancias en tratamiento. *Trastornos Adictivos 11*, 12-23
- Regis, S., Corsolini, F., Stroppiano, M., Cusano, R., Filocamo, M. (2002) Contribution of arylsulfatase A mutations located on the same allele to enzyme activity reduction and metachromatic leukodystrophy severity. *Hum Genet, 110*, 351–5.
- Ríos, M., Alonso, R., Periañez, A., Paúl, N., Oliva, P., Álvarez, J. (2008). Tensor de difusión por resonancia magnética y velocidad de procesamiento. Estudio de la sustancia blanca en pacientes con traumatismo craneoencefálico. *Trauma Fund Mapfre, 19(2)*, 102-12.
- Rochat, L., Beni, C., Billieux, J., Azouvi, P., Annoni, JM. & Van der Linden, M. (2010). Assessment of impulsivity after moderate to severe traumatic brain injury. *Neuropsychological Rehabilitation, 20 (5)*, 778-797. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/09602011.2010.495245>
- Silver, J., McAllister, T., Yudofsky, S. (2005). *Textbook of Traumatic Brain Injury*. 1st Ed. Washington, DC: American Psychiatric Pub.
- Sousa, A., McDonald, S., & Rushby, J. (2012). Changes in emotional empathy, affective responsivity, and behavior following severe traumatic brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 34(6)*, 606-623. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/13803395.2012.667067>
- Strauss, E., Sherman, E. M., & Spreen, O. (2006). A Compendium of Neuropsychological Tests, Administration, Norms, and Commentary, Chapter 2 (Norms Selection in Neuropsychological Assessment, pp. 44- 58). New York: Oxford University Press

- Strenziok, M., Pulaski, S., Krueger, F., Zamboni, G., Clawson, D., & Grafman, J. (2011). Regional Brain Atrophy and Impaired Decision Making on the Balloon Analog Risk Task in Behavioral Variant Frontotemporal Dementia. *Cognitive and Behavioral Neurology*, 24(2), 59-67. doi:[http://dx.doi.org/ 10.1097/WNN.0b013e3182255a7c](http://dx.doi.org/10.1097/WNN.0b013e3182255a7c)
- Verdejo-García, A., Lozano, O., Moya, M., Alcázar, MA., Pérez-García, M. (2010). Psychometric properties of a Spanish version of the UPPS-P impulsive behavior scale: reliability, validity and association with trait and cognitive impulsivity. *J Pers Assess*, 92(1), 70-7. doi:[http://doi.doi.org/ 10.1080/00223890903382369](http://doi.doi.org/10.1080/00223890903382369)
- Whiteside, S. P., & Lynam, D. R. (2001). The Five Factor Model and impulsivity: using a structural model of personality to understand impulsivity. *Personality and Individual Differences*, 30(4), 669-689. doi: 10.1016/S0191-8869(00)00064-7
- Wood, R. L. (2001). Understanding neurobehavioural disability. In R. L. Wood y T.M. McMillan (Eds.), *Neurobehavioural disability and social handicap following traumatic brain injury*,( 1–28). Hove: Psychology Press Ltd.
- Young, S., Gudjonsson, G., Carter, P., Terry, R., & Morris, R. (2012). Simulation of risk-taking and its relationship with personality. *Personality and Individual Differences*, 53, 294-299. doi:<http://doi.doi.org/10.1016/j.paid.2012.03.014>
- Zuckerman, M. (2007). *Sensation seeking and risky behavior*. Washington, DC: American Psychological Association.

## Tablas

**Tabla 1.** Descripción de la muestra

	<b>G.CLÍNICO</b> <i>N</i> = 73	<b>G.CONTROL</b> <i>N</i> = 30
<b>Estudios (años de escolarización)</b>	<i>M</i> = 14.89, <i>DT</i> = 5.38	<i>M</i> = 14.87, <i>DT</i> = 5.19
<b>Etiología</b>	56 TCE (76.71%) y 17 AVC (23.29%)	-

*Nota.* *M*: media, *DT*: desviación típica

**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
UPPS-P	Puntuación total de la sub escala de búsqueda de sensaciones de la Escala UPPPS-P

---

*Nota.* (Lejuez, et. al, 2003) & (Cándido, Orduña, Perales, Verdejo-García & Billieux, 2012)

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

	<b>GRUPO CLÍNICO</b> <i>N</i> = 73	<b>GRUPO CONTROL</b> <i>N</i> = 30	<b>DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS</b>
	<i>M (DT)</i> Rango	<i>M (DT)</i> Rango	
<b>Duración de la prueba</b>	555.23 (301.14)75.12 – 1520.79	707.66 (1450.84) 211.72 – 8456.67	<i>p</i> = .334 <i>d</i> = 0.15
<b>Pulsaciones T</b>	81.90 (379.69) 132 - 1527	1061.07 (260.90) 364 – 1389	<i>p</i> < .001 <i>d</i> = 0.74
<b>Explosiones T</b>	6.36 (4.16) 0 – 18.	8.90 (2.78) 3 – 16	<i>p</i> = .001 <i>d</i> = 0.72
<b>BART\$:</b>	30.95 (10.05)5.85 – 44.85	39.47 (9.40) 16 – 54	<i>p</i> < .001 <i>d</i> = 0.88

*Nota.* *M*: media, *DT*: desviación típica.

**Tabla 4.** Resultados descriptivos del grupo clínico y grupo control en los ítems de Búsqueda de Sensaciones tarea UPPS-P.

	<b>GRUPO CLÍNICO</b> N=73	<b>GRUPO CONTROL</b> N=30	<b>DIFERENCIAS ENTRE</b> <b>GRUPOS</b>
Ítems de Búsqueda de Sensaciones UPPS-P.			
<i>M:</i>	15.89	20.23	
<i>DT:</i>	6.69	8.60	$p = .001$ $d = 0.67$
Rango	10 – 32	8 – 38	

*Nota.* (*M:* Media, *DT:* Desviación Típica)

