
TOMA DE DECISIONES EN NIÑOS CON TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO EN LA ETAPA SUBAGUDA DE LA LESIÓN

DECISION MAKING IN CHILDREN WITH TRAUMATIC BRAIN INJURY IN SUBACUTE STAGE OF INJURY

MAURA JAZMÍN RAMÍREZ FLORES

SARAH SANDRA FUENTES LIMAS

*Laboratorio de Neuropsicología y Cognición,
Facultad de Psicología
Universidad Nacional Autónoma de México*

GUILLERMO ALEJANDRO SALAS MORALES

JAIME CONTRERAS VACA

JOSÉ ADELFO SANTOS CORDERO

JOSÉ LUIS OLVERA GÓMEZ

*Hospital General Regional No. 2
Instituto Mexicano de la Seguridad Social*

e-mail: mau_ramz@comunidad.unam.mx

RESUMEN

Posterior al traumatismo craneoencefálico (TCE), durante la niñez, puede haber déficit en la toma de decisiones, provocando elecciones impulsivas y riesgosas. El estudio pretende observar el rendimiento en la toma de decisiones en niños con TCE durante la fase aguda, en comparación con niños con traumatismo músculo-esquelético (TME). Un total de 28 niños mexicanos entre los 4 y 8 años (14 con TCE y 14 con TME, pareados por edad y sexo) fueron evaluados. Se aplicó la «Tarea del Burrito Hambriento» para evaluar la toma de decisiones. Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas ($p=0.050$) entre los grupos; el grupo TCE eligió opciones más desventajosas ($M=-0.42$; $D.E.=10.90$), que los niños

ABSTRACT

Children sustaining traumatic brain injury (TBI) may have impairments in decision making that lead them to take risky and impulsive choices. The main goal of this study is to observe decision making performance in children with TBI during its sub-acute phase, compared to children with musculoskeletal trauma (MT). 28 Mexican children between 4 and 8 years (14 with TBI and 14 with MT, matched by age and sex) were assessed. The Hungry Donkey Task was used to assess decision making. There was significant static differences ($p=0.050$) between groups, TBI group chose more disadvantageous options ($M=-0.42$; $D.E.=10.90$) than MT group ($M=8.00$; $D.E.=10.76$). Age and degree of severity showed no relation with the

con TME ($M=8.00$; $D.E.=10.76$). El grado de severidad y la edad al momento de la lesión no mostraron relación con el desempeño en la tarea de apuestas. En conclusión, los niños con TCE tienden a elegir opciones arriesgadas, incluso durante la fase subaguda.

PALABRAS CLAVE

Toma de decisiones, Traumatismo craneoencefálico, Niños, Neuropsicología, Cognición.

gambling task performance. In conclusion children with TBI tend to choose risky options even during a sub-acute phase.

KEYWORDS

Decision making, Traumatic brain injury, Children, Neuropsychology, Cognition.

INTRODUCCIÓN

El traumatismo craneoencefálico (TCE) es una lesión traumática producida sobre la bóveda craneal y su contenido. Puede implicar al menos, contusión o laceración del cuero cabelludo, del cráneo y una alteración del estado de conciencia (Martínez & Bonifaz, 2008). En el caso de la población pediátrica mexicana (Vázquez-Solís & Villa-Manzano, 2013), el TCE ocupa el segundo lugar como causa de muerte, cercano al 30% (Garduño-Hernández, 2000). Provoca discapacidad parcial o total que afecta de manera adversa el rendimiento educativo del niño (Hooper, 2013). En población infantil, el TCE es ocasionado por accidentes de vehículos en movimiento, debido al uso incorrecto de las medidas de seguridad dentro del auto, en patios de recreo y práctica de deportes, entre otras. Dentro del hogar las caídas representan un porcentaje importante (37%), entre las que destacan las caídas de la cama, de escaleras y azoteas. En este tipo de situaciones los niños frecuentemente sufren colisiones con objetos estacionarios, principalmente los que aún gatean, así como los traumatismos ocasionados por el uso de vehículos montables de juguete y andaderas (García, Reyes, Diego Pérez, & Mercado, 2003).

Es frecuente que el TCE provoque alteraciones en diversos procesos cognitivos (Taylor & Maegan, 2008), incluyendo las funciones ejecutivas, como es el caso de la toma de decisiones. Una decisión puede ser definida como el resultado de un proceso cognoscitivo dirigido a metas que lleva a la selección de un curso de acción dentro de varias alternativas disponibles, incrementando la probabilidad de supervivencia del individuo. Este proceso involucra diferentes

niveles de riesgo e incertidumbre, así como recompensas (Bandyopadhyay & Pammi, 2013). De manera general, la toma de decisiones conlleva dos componentes: el cognitivo y el afectivo (Van Leijenhorst, Westenberg, & Crone, 2008). El *componente cognitivo* se refiere a la estimación de la probabilidad, es decir, qué opción tiene la mayor probabilidad de resultar en una recompensa o ganancia, y la evaluación de la recompensa, la cual está asociada al resultado menos probable. El *componente afectivo* considera que las posibles opciones siempre están cargadas de un valor emocional, también llamado valencia. La valencia positiva de un estímulo o evento, provoca la búsqueda de éstos en situaciones posteriores. En cambio, la valencia negativa, ocasiona que las probabilidades de elegir nuevamente ese estímulo disminuyan. Además, este componente también integra las «corazonadas» o «intuición» propias de un individuo, estas nada tienen que ver con la probabilidad de un evento, pero son un componente afectivo, y por ende, involucran a la emoción.

Al respecto, Bandyopadhyay y Pammi (2013) mencionan que existen dos tipos de influencias afectivas, las emociones relevantes (se originan simultáneas a la toma de decisión al experimentar la consecuencia) e irrelevantes (vienen de otras fuentes ajenas a la toma de decisiones, como de estímulos ambientales distintos o del estado de ánimo basal de la persona). En años anteriores, el efecto que tienen las emociones sobre las decisiones se expone en la Teoría del Marcador Somático (TMS) de Bechara y Damasio (2005), que es contraria a los modelos económicos que utilizan la teoría de utilidad esperada sin considerar factores emocionales. Estateoría expone que las señales polarizadas provenientes del cuerpo son integradas en regiones cerebrales de orden superior, particularmente la corteza prefrontal ventromedial, y así regulan la toma de decisiones en situaciones complejas. Por otra parte, existen estudios que refutan esta hipótesis y explican cómo el conocimiento consciente guía el comportamiento ventajoso, por ejemplo Maia & McClelland (2004), aplicaron la tarea clásica de Bechara y Damasio, y además pidieron a los participantes responder un cuestionario semiestructurado, que consta de 5 preguntas, donde se exploran las conductas que guiaron la elección de las cartas de cada participante, lo que indica «el conocimiento de la estrategia ventajosa». Estas preguntas se hicieron al terminar los primeros 20 ensayos y después cada 10 ensayos; obteniéndose así el patrón de elección (la conducta de elección), la puntuación total, la ganancia neta reportada (la ganancia que se espera obtener de la carta), el cálculo neto (el promedio del cálculo neto que se espera obtener basado en el conocimiento de las recompensas de cada carta), y cuál sería la carta seleccionada (si sólo se le permitiera tomar una de ellas). Los investigadores sugieren que los participantes tienen un

conocimiento de la estrategia ventajosa más confiable que le permite comportarse ventajosamente. Cuando se comportan ventajosamente, sus reportes verbales revelan evidencia de un conocimiento cuantitativo acerca de las recompensas de las cartas que pudiera ser suficiente para guiar su conducta.

Para poder detectar las deficiencias en la toma de decisiones en pacientes con lesión en la corteza prefrontal ventromedial, Bechara, Damasio, Damasio, y Anderson (1994) diseñaron una tarea análoga a una situación de toma de decisiones en la vida real, esta prueba es conocida como la Tarea de Apuestas de Iowa (*Iowa Gambling Test* [IGT], por sus siglas en inglés). Esta tarea se ha usado para investigar los procesos cognitivos y emocionales asociados a la toma de decisiones en un ambiente de incertidumbre. La tarea consiste en elegir entre cuatro barajas, donde A y B son barajas desventajosas (la ganancia es mayor pero la pérdida también es mayor), y C y D son ventajosas (las ganancias son menores pero la pérdida también es menor), cada vez que el participante seleccione una carta puede ganar o perder dinero. El objetivo del juego es ganar tanto dinero como sea posible.

Croney van der Molen (2004) desarrollaron una versión modificada de la IGT apropiada para niños en edad escolar, llamada «*Hungry Donkey Task*». Se trata de una tarea computarizada en la cual las cartas fueron sustituidas por «puertas» que el niño debe elegir, al abrirse cada puerta puede obtener ganancias (manzanas para alimentar a un burro) o pérdidas (las manzanas son mostradas con una equis para ejemplificar cuántas ha perdido); sigue el mismo paradigma de presentación de cartas que la IGT, en donde las puertas (1 y 2) se encuentran en desventaja a largo plazo, debido a que la magnitud de recompensas y castigos son mayores, mientras las otras dos puertas (3 y 4) tienen ventajas a largo plazo, ya que aunque dan recompensas pequeñas en cada ensayo, también tienen pérdidas menores. En su estudio, reportan que los niños más jóvenes, de 6 a 9 años, tienden a seleccionar opciones desventajosas. Se propone que esto se debe a que se ven atraídos por recompensas grandes e inmediatas, por lo que presentan una especie de «miopía para el futuro». Sugieren que los niños muestran una aversión a las puertas que tengan castigos más frecuentes. Por lo que se infiere que inicialmente son más propensos a preferir elecciones con pérdidas menos frecuentes, particularmente si presentan recompensas inmediatas. Conforme los niños van madurando (a los 10 u 11 años de edad hasta la adolescencia), se observa que comienzan a tener consciencia de las consecuencias a futuro de sus decisiones, así como la estimación de la proporción de las pérdidas o ganancias (Carlson & Zayas, 2009; Dong & Lin, 2014; Huizenga, Crone, & Jansen, 2007).

En población adulta se ha descrito que los individuos con daño en la corteza orbitofrontal o ventromedial, persisten en tomar elecciones que ofrecen recompensas inmediatas más grandes, pero también pérdidas mayores a largo plazo, esto a pesar de haber tenido un *insight* o consciencia verbal sobre las opciones que eran más convenientes a largo plazo (Wood & McHugh, 2013). De igual manera, se dice que los niños con una lesión focal en áreas ventromediales y orbitofrontales, son insensibles ante contingencias de reforzamiento y castigo, con dificultades en tomar decisiones, aunado a un desarrollo deficiente tanto académico como psicosocial (Schmidt, Hanten, Li, Vasquez, Wilde, Chapman, & Levin, 2012). Resultados apoyados por Hanten, Schiebel, Li, y Levin (2006), quienes además muestran que los niños que sufrieron el TCE en edades más tempranas, tuvieron mayores deficiencias en la toma de decisiones en comparación a quienes adquirieron la lesión tardíamente. Al igual, Schmidt y cols. (2012), indican que los niños con TCE tienen una adecuada toma de decisiones durante los primeros meses de la lesión, pero conforme pasan el tiempo, el desempeño se mantiene plano e incluso se observó disminución a los 24 meses.

La toma de decisiones, en particular aquellas relacionadas a las elecciones riesgosas, ha sido estudiada en adultos con TCE, en donde se observa que presentan elecciones riesgosas así como poco aprendizaje a lo largo de los ensayos. En el caso de los niños, son escasos los estudios realizados, los datos con los que se cuenta indican que en los niños con TCE severo se presenta una elección riesgosa, mientras que los otros niveles de severidad responden similar al grupo control.

Con base en lo anterior, el objetivo del estudio es analizar el desempeño en una tarea de toma de decisiones en niños después de haber sufrido un traumatismo craneoencefálico durante su fase aguda, comparado con un grupo de niños con lesión músculo-esquelética.

MÉTODO

Participantes

La muestra estuvo conformada por un total de 28 niños de 4 a 8 años de edad, los cuales fueron seleccionados dentro del Hospital General Regional No. 2 «Villa Coapa» del IMSS, así como participantes que asistieron de manera voluntaria al Laboratorio de Neuropsicología y Cognición de la Facultad de Psicología de la UNAM. El grupo de TCE estuvo conformado por 14 niños de entre 4 y 8 años de edad con TCE leve, moderado y severo en fase subaguda, los

cuales recibieron el diagnóstico y grado de severidad por un médico internista al momento de ingreso a la unidad de urgencias del hospital. El grupo control estuvo conformado por 14 niños con traumatismo músculo-esquelético (TME), utilizado para controlar variables como maduración y estrés post hospitalización, pareados por edad y sexo con el grupo de TCE. El estudio fue aprobado por el comité de ética del hospital participante, teniendo con consideración la declaración de Helsinki. La participación de los niños fue voluntaria, les fue explicado a sus padres o tutores en qué consistía el estudio y posteriormente se les pidió a estos últimos que firmaran una carta de consentimiento informado. Como criterios de exclusión fueron tener obesidad, diabetes, cardiopatías, padecer alguna enfermedad neurológica (que no sea consecuencia del TCE) y/o autoinmune; tener antecedentes de problemas intrauterinos o perinatales, enfermedades psiquiátricas, o problemas conductuales, así como problemas moderados o severos del aprendizaje previo al TCE, así como contar con promedio escolar menor a 8.00.

Instrumento

Se utilizó la versión computarizada de la tarea «Hungry Donkey Task» o «Tarea del Burro Hambriento» (TBH) propuesta por Crone y van der Molen (2004), adaptada para niños mexicanos cuya lengua materna es el español (De Gyves, 2015), con el programa Psychology Experiment Building Language (PEBEL) (Mueller & Piper, 2014).

En la parte superior de la pantalla hay cuatro puertas, y en la parte inferior hay un burro, como se muestra en la Figura 1. El niño elige la puerta que desea abrir seleccionándola con un clic sobre ella. Cada puerta representa las ganancias (ganancias de manzanas) o las pérdidas (pérdida de manzanas). La puerta 1 (C) y 2 (V) son desventajosas y las puertas 3 (B) y 4 (N) son ventajosas, es decir, hay una ganancia o pérdida neta a lo largo de los ensayos. Las puertas C y B tienen una pérdida frecuente (50% de los ensayos) y las puertas V y N una pérdida infrecuente (10% de los ensayos), el patrón de ganancias y pérdidas se presenta en la Tabla 1.

Posterior a la respuesta del participante, se presenta una pantalla con la retroalimentación (ganancias o pérdidas de manzanas) durante 500 ms, después se presenta el siguiente ensayo.

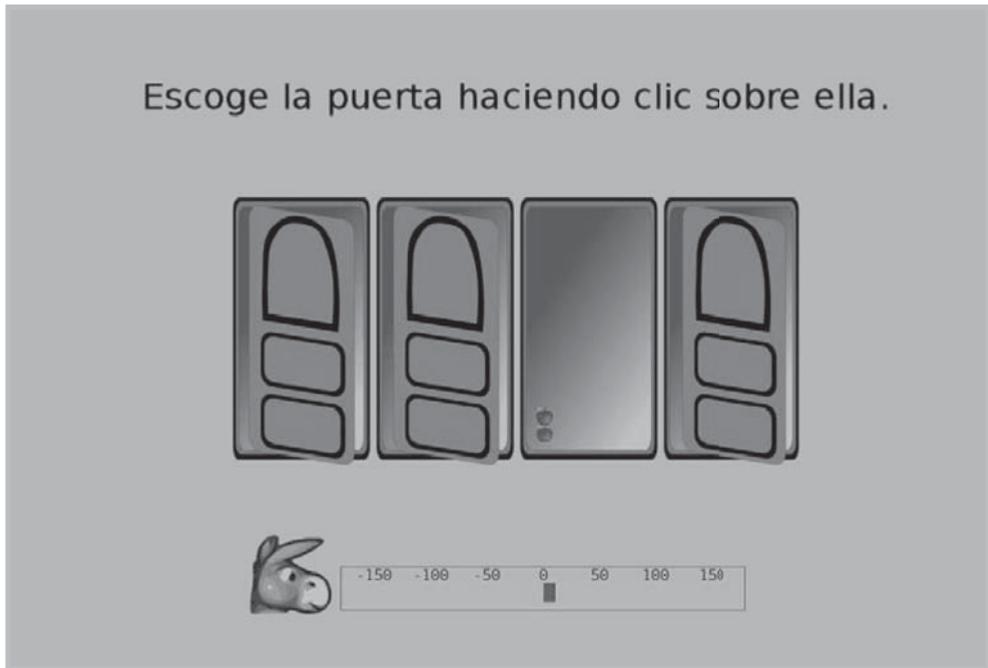


Figura 1. Gráficos de la TBH computarizada. Se representa como al hacer clic en la puerta 3 (B) se da una recompensa de dos manzanas, en la parte inferior de la imagen se observa la «barra de retroalimentación» cuando se elige cada puerta la cual se ilumina en verde cuando se la elección es positiva y en rojo cuando la elección es negativa. Modificado de PEBEL (Mueller & Piper, 2014).

Tabla 1. Se muestra el patrón de pérdidas y ganancias de la TBH.

	PUERTA 1	PUERTA 2	PUERTA 3	PUERTA 4
TBH	Ganancia: 4(100%) Pérdida: 8/10/12(50%) Puntaje neto: 40-50= -10	Ganancia: 4(100%) Pérdida: 50 (10%) Puntaje neto: 40-50= -10	Ganancia: 2 (100%) Pérdida: 1/2/3(50%) Puntaje neto: 20-10= 10	Ganancia: 2 (100%) Pérdida: 10 (10%) Puntaje neto: 20-10= 10

Procedimiento

La THB fue aplicada en una computadora portátil a una distancia aproximada de 65 cm del niño, el cual debió permanecer sentado durante la prueba. Primero el evaluador explicó a los participantes las instrucciones utilizando como apoyo unas imágenes de ejemplo de la tarea, así como las instrucciones escritas. Se les hicieron unas preguntas para medir el nivel de comprensión de la tarea.

Posteriormente se inició la tarea, cada ensayo inicia con la presentación del set de puertas a seleccionar, seguida por la respuesta del participante, así como una barra en la parte inferior que muestra el color rojo si el niño va perdiendo y verde si va ganando. La tarea consta de un total de 100 ensayos; para el análisis posterior fueron divididos en 5 bloques de 20 ensayos cada uno. La duración aproximada de la tarea fue de 15 a 20 minutos. Al final de la prueba el niño respondió unas preguntas sobre su desempeño en la tarea.

Análisis Estadístico

Para el análisis posterior de la toma de decisiones se tomaron en cuenta las puntuaciones directas de la TBH, medidas por la fórmula $[(B+N)-(C+V)]$, es decir que se le restan el total de las opciones desventajosas al total de las opciones ventajosas elegidas. La aplicación de la fórmula es por cada uno de los 5 bloques (20 ensayos cada uno) y para la puntuación total de los 100 ensayos.

Los datos fueron capturados y analizados mediante el paquete estadístico SPSS versión 22 para Windows 8.1 y con el programa Graph Pad Prism versión 5 para Windows 8.1. Se obtuvo la estadística descriptiva de las variables demográficas y de las variables de estudio, así como un análisis de distribución normal y homogeneidad de varianzas con una prueba Shapiro-Wilkins. Se aplicó una prueba *t* de Student con la finalidad de comparar la puntuación total de la TBH y el tiempo de reacción total del grupo con TCE y el grupo TME. Fue aplicada la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para comparar la ejecución de los participantes según el grado de severidad del TCE. Asimismo, se realizó un análisis de correlación de Pearson entre la edad en la que ocurrió el TCE y la puntuación total.

Resultados

Fueron evaluados 28 participantes, 14 del grupo TCE (TCE leve=9; TCE Moderado=3; TCE Severo=2) y 14 del grupo TME. La edad promedio fue de 6.21 años para el grupo con TCE y de 6.14 años para el grupo TME; el tiempo de evolución aproximado es de 1 mes, como se observa en las Tablas 2 y 3.

Tabla 2. *Variables demográficas de los grupos con traumatismo músculo-esquelético (TME) y craneoencefálico (TCE).*

	SEXO		EDAD		ESCOLARIDAD		TIEMPO DE EVOLUCIÓN	
	H	M	MEDIA	D.E.	MEDIA	D.E.	MEDIA	D.E.
TME (14)	6	8	6.29	1.49	3.93	1.59	1.23	0.59
TCE (14)	6	8	6.14	1.56	3.71	1.77	1.07	0.26

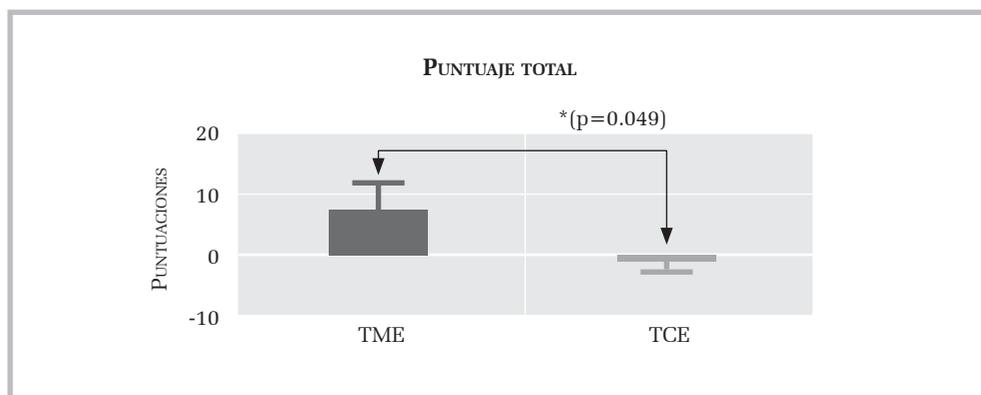
H: hombres; M: mujeres; D.E.: desviación estándar.

Tabla 3. *Descripción de las alteraciones cerebrales presentadas en los pacientes con TCE (leve, moderado y severo).*

TIPO TCE	EDAD	SEXO	ALTERACIONES CEREBRALES
<i>Leve</i>	4	Masculino	Dato perdido
<i>Leve</i>	4	Masculino	Sin alteraciones en TAC
<i>Leve</i>	4	Femenino	Hematoma epidural laminar, fractura hundida parieto-temporal izquierda
<i>Leve</i>	5	Masculino	Sin alteraciones en TAC
<i>Leve</i>	6	Femenino	Sin alteraciones en TAC
<i>Leve</i>	6	Masculino	Dato perdido
<i>Leve</i>	6	Femenino	Hematoma subdural laminar, fractura de cráneo de 5 mm
<i>Leve</i>	7	Femenino	Sin alteraciones en TAC
<i>Leve</i>	8	Masculino	Hemorragia subaracnoidea Fisher, fractura temporal
<i>Moderado</i>	5	Femenino	Hematoma subdural laminar, parieto-occipital
<i>Moderado</i>	8	Masculino	Hematoma epidural, parieto-temporal izquierdo
<i>Moderado</i>	8	Femenino	Otorragia izquierda
<i>Severo</i>	7	Femenino	Contusión hemorrágica del lóbulo temporal izquierdo
<i>Severo</i>	8	Femenino	Fractura frontal con hematoma

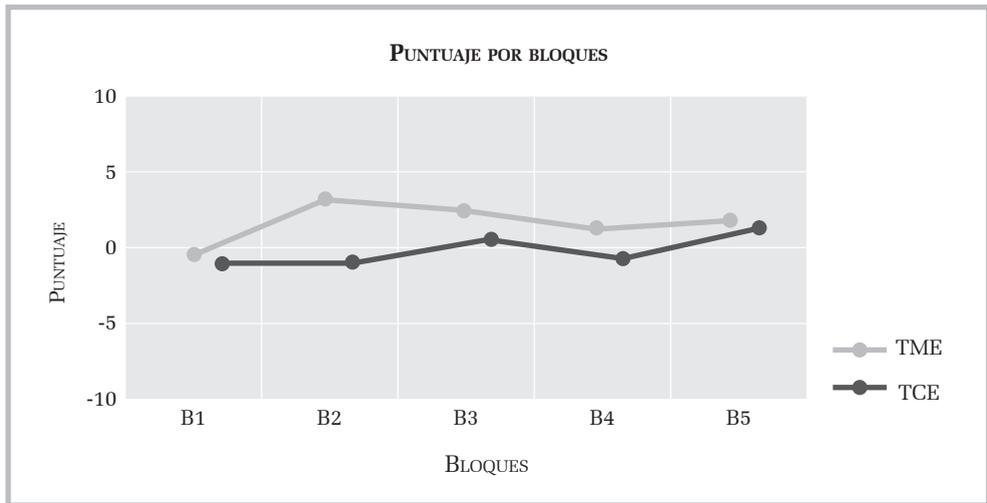
TAC: Tomografía axial computarizada.

La prueba *t* de Student muestra una diferencia significativa ($t=2.059$, $p=0.049$), siendo el grupo con TCE quien obtuvo la puntuación total más baja en la tarea TBH, como se observa en la Gráfica 1.



Gráfica 1. Comparación de las medias del puntaje total de la tarea TBH entre ambos grupos. TCE: grupo con traumatismo craneoencefálico; TME: grupo con traumatismo músculo-esquelético.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar la ejecución de los 5 bloques (20 ensayos por bloque) entre ambos grupos, con la prueba *t* de Student. Como se observa en la gráfica 2, en el bloque 1 ($t=0.29$, $p=0.77$) el grupo con TCE tiene una puntuación de $M=-1.00$, $D.E.=1.12$; menor a la del grupo TME con $M=-0.57$, $D.E.=0.53$. En el bloque 2 ($t=2.52$, $p=0.02$) el grupo control muestra un mejor desempeño, mientras que el grupo con TCE mantiene la misma puntuación (TCE: $M=-1.00$, $D.E.=1.18$; TME: $M=3.00$, $D.E.=1.55$), durante el bloque 3 ($t=1.18$, $p=0.25$) existe un incremento en la puntuación del grupo con TCE y un ligero decrecimiento por parte del grupo control (TCE: $M=0.57$, $D.E.=0.90$; TME: $M=2.42$, $D.E.=1.75$), se observa un decremento en la puntuación del grupo TCE durante el bloque 4 ($t=1.75$, $p=0.10$) (TCE: $M=-0.57$, $D.E.=0.87$; TME: $M=1.28$, $D.E.=0.87$), finalmente en el bloque 5 ($t=0.37$, $p=0.71$) hay una recuperación discreta en ambos grupos (TCE: $M=1.14$, $D.E.=1.37$; TME: $M=1.85$, $D.E.=1.80$).



Gráfica 2. Se muestra el promedio de la ejecución y error estándar de cada bloque para el grupo control con traumatismo musculo-esquelético (TME) y el grupo con traumatismo craneoencefálico (TCE). Cada uno de los 5 bloques estuvo compuesto por 20 ensayos cada uno.

Relación entre toma de decisiones y edad de presentación del TCE

No se encontró una relación ($r=-0.33$; $p=0.24$) entre la edad de presentación del TCE y su puntuación total, por medio de la correlación de Pearson. En la Tabla 4 se observa la puntuación obtenida en la prueba por grupo de edad.

Tabla 4. *Medias de la puntuación total según la edad en el grupo de niños con TCE.*

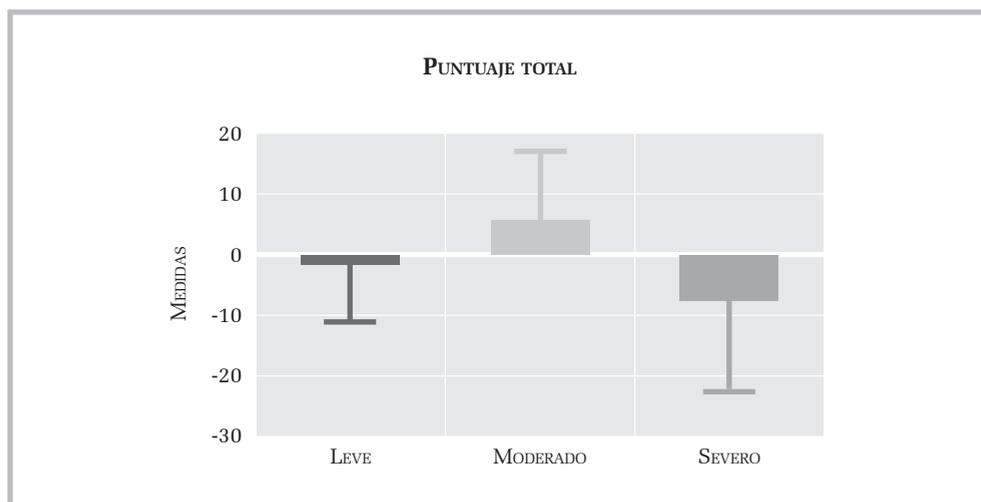
EDAD DEL TCE	N	PUNTAJÓN TOTAL MEDIA (D.E.)
4	3	8.00 (12.17)
5	2	2.00 (13.11)
6	3	-8.00 (8.48)
7	2	-9.00 (12.73)
8	4	-0.50 (7.72)

Relación entre toma de decisiones y el grado de severidad del TCE

De acuerdo al grado de severidad del TCE, no se observaron diferencias significativas ($H= 1.150$; $p=0.562$), como se indica en Tabla 5 y Gráfica 4. Aunque, el grupo con TCE leve y el grupo con TCE severo obtienen puntuaciones más bajas, indicando la toma de elecciones riesgosas.

Tabla 5. Medias de la puntuación total por grado de severidad del TCE.

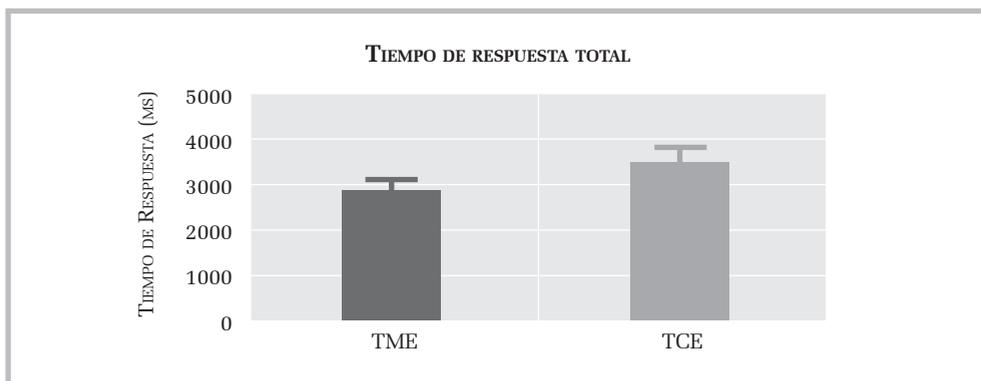
SEVERIDAD EL TCE	N	PUNTUACIÓN TOTAL MEDIA (D.E.)
Leve	9	-8.88 (10.10)
Moderado	3	5.33 (12.22)
Severo	2	-7.00 (15.55)



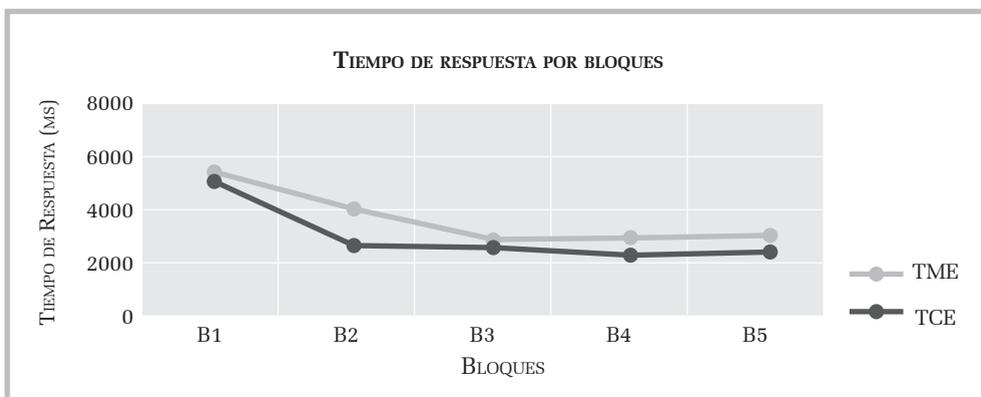
Gráfica 4. Se muestran las medias y error estándar de la puntuación total de los niños con traumatismo craneoencefálico (TCE) divididos por grado de severidad (leve, moderado, severo).

Comparación de los promedios de tiempo de respuesta de la tarea TBH

Se realizó una prueba *t* de Student para comparar las medias de los promedios de tiempo de respuesta durante los ensayos de la tarea del burrito hambriento (TBH) entre ambos grupos (TCE: $M=3474$, $D.E.=342.7$; TME: $M=2847$, $D.E.=265.4$) ($t=1.44$, $p=0.159$), sin encontrar diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, es posible observar que los niños con TCE tardan más tiempo en realizar la tarea, los resultados pueden observarse en las Gráficas 5 y 6.



Gráfica 5. Comparación del tiempo de respuesta total entre ambos grupos. TCE: grupo con traumatismo craneoencefálico; TME: grupo con traumatismo músculo-esquelético.



Gráfica 6. Comparación del tiempo de respuesta por bloques entre los grupos. TCE: grupo con traumatismo craneoencefálico; TME: grupo con traumatismo músculo-esquelético.

DISCUSIÓN

El objetivo general fue analizar la habilidad de toma de decisiones bajo circunstancias de incertidumbre en niños de 4 a 8 años después de haber sufrido un traumatismo craneoencefálico en comparación a niños con traumatismo músculo-esquelético.

Los resultados del estudio muestran que hay un menor rendimiento en la Tarea del Burro Hambriento en niños con TCE con respecto al grupo control. Lo cual concuerda con estudios realizados en adultos (Levine, Black, & Cheung, 2005), implicando la participación de varias áreas cerebrales en esta habilidad; contrario a lo propuesto por Bechara, Tranel, Damasio, y Damasio (1996) quienes atribuyen esta habilidad a la corteza prefrontal ventromedial, en donde habría un proceso automático y pre consciente previo al análisis de la contingencia de una recompensa o castigo.

El desempeño por bloques en la tarea TBH, no mostró diferencias significativas, sin embargo, se observó una tendencia a que el grupo TCE presentara un desempeño más bajo. Lo anterior puede ser interpretado como una dificultad para poder identificar los elementos de contingencia y magnitud de los castigos en los primeros bloques de la tarea. Schmidt et al., (2012) reportan un patrón de aprendizaje similar, aunque ambos grupos lograron tener un desempeño positivo al final de la prueba, el grupo con TCE mostraba una trayectoria de desempeño menos dinámica que su grupo control.

Con respecto a la edad de la lesión, el análisis mostró que no existe correlación entre la edad en la que ocurrió el TCE y un mejor desempeño en la TBH. En el estudio, aunque la diferencia no fue significativa, los niños de 4 y 5 años del grupo con TCE muestran un mejor desempeño que los niños en edad escolar (6, 7 y 8 años). La prueba TBH fue realizada por sus adaptadores como una tarea pro-social para que los niños tuvieran mayor interés, esto pudiera relacionarse con una mayor empatía y motivación de parte de los niños más pequeños con la figura del «burrito hambriento», además los niños más grandes (6, 7, 8 años) pueden verse influenciados por un proceso atencional en donde se tenga mayor enfoque a las diferentes opciones, lo que podría dificultar una selección intuitiva. Las elecciones en este rango de edad (4 a 8 años) no están relacionadas directamente con la idea de una mayor pérdida o ganancia a futuro, esto concuerda con estudios en niños en condiciones normotípicas, tanto en etapas prescolares como escolares, donde muestran resultados fluctuantes que son interpretados de manera general como una incapacidad para interpretar las consecuencias a futuro, también llamada «miopía al futuro» (Crone & van der Molen, 2004, 2005; Garon & Moore, 2004; Kerr & Zelazo, 2004), lo cual es consistente con la hipótesis de la maduración

relativamente tardía de la corteza prefrontal. Huizenga et al. (2007) plantean que es hasta después de la adolescencia donde se hacen más sofisticadas las reglas de razonamiento proporcional, de pérdidas y de ganancias.

Además, se debe considerar que la evaluación de los niños con TCE fue realizada en la etapa aguda de la lesión, por lo que las diferencias dependiendo de la edad pudieran presentarse en la etapa crónica del TCE. La muestra no fue similar en los rangos de edad, este es un factor a considerar a la hora de interpretar los resultados.

De acuerdo al grado de severidad del TCE, no se encontraron diferencias en la toma de decisiones. Esto es contrario a lo reportado en otros estudios realizados en adultos con TCE, en donde los pacientes con TCE severo mostraban deficiencias significativas en comparación a los otros dos grados (Catroppa & Anderson, 2006; MacNeill, Soper, & Reynolds, 2010). Posiblemente uno de los factores principales que influenciaron estos resultados fue la diferencia del número de participantes en los tres grados, siendo en su mayoría TCE leves. Es importante resaltar que hasta el momento los estudios no se han realizado en niños con TCE leve, los resultados del presente estudio indican que los niños con este grado de TCE muestran una tendencia a tomar elecciones riesgosas en comparación con niños con TCE moderado, pero no tan arriesgadas como el grupo con TCE severo.

En el tiempo de respuesta de la tarea, a pesar de no haberse encontrado diferencias estadísticamente significativas, se observó una tendencia del grupo con TCE a demorar más su elección. Si estas deficiencias que se presentan en la niñez, a medida que avanza a la adolescencia y la edad adulta, se requerirá una eficiente velocidad de procesamiento para manejar situaciones en las que se imponen restricciones de tiempo, por ejemplo, en exámenes escolares, actividades laborales, etc. (Anderson, 2012). Por el momento no hay estudios que evalúen directamente los tiempos de respuesta en una tarea de apuestas o toma de decisiones en pacientes con TCE infantil, por lo que no hay parámetros de comparación.

Es importante considerar la posibilidad de que los mecanismos emocionales propuestos por Bechara y Damasio (2005) se encuentren en vías de desarrollo durante la etapa infantil por lo que no sean el dominio específico a la hora de tomar una decisión durante esta etapa a diferencia de la etapa adulta. Por otro lado, puede existir influencia de otros dominios generales (atención, memoria de trabajo, auto regulación) al interpretar el desempeño de pacientes con déficits neuropsicológicos tan complejos como el traumatismo craneoencefálico (Levine et al., 2005).

En conclusión, la tarea del burrito hambriento muestra señales de sensibilidad ante el traumatismo craneoencefálico infantil, lo que invita a seguir realizando futuras investigaciones para mejorar las características de dicha prueba y sus elementos involucrados.

REFERENCIAS

- Anderson, V. (2012). 10 years outcome from childhood traumatic brain injury. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 30(3), 217-224. doi: 10.1016/j.ijdevneu.2011.09.008
- Bandyopadhyay, D., & Pammi, V. C. (2013). Role of affect in decision making. *Progress in Brain Research*, 202, 37-53. doi:10.1016/B978-0-444-62604-2.00003-4
- Bechara, A., & Damasio, A. (2005). The somatic marker hypothesis; A neural theory of economic decision. *Games and Economic Behavior*, 52, 336-372. doi:10.1016/j.geb.2004.06.010
- Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, 50(1), 7-15. doi:10.1016/0010-0277(94)90018-3
- Bechara, A., Tranel, D., Damasio, H., & Damasio, A. (1996). Failure to respond autonomically to anticipated future outcomes following damage to prefrontal cortex. *Cerebral Cortex*, 6(2), 215-225. doi:10.1093/cercor/6.2.215
- Carlson, S., & Zayas, V. (2009). Neural correlates of decision making on a gambling task. *Child Development*, 80(4), 1076-1096. doi: 10.1111/j.1467-8624.2009.01318.x
- Catroppa, C., & Anderson, V. (2006). Planning, problem-solving and organizational abilities in children following traumatic brain injury: Intervention techniques. *Pediatric Rehabilitation*, 9(2), 89-97. doi: 10.1080/13638490500155458
- Crone, E. A., Bunge, S. A., Latenstein, H., y van der Molen, M. W. (2005). Characterization of children's decision making: ensitivity to punishment frequency, not task complexity. *Child Neuropsychology*, 11, 3: 245-263. doi: 10.1080/092970490911261
- Crone, E., & van der Molen, M. (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(3), 251-279. doi: 10.1207/s15326942dn2503_2
- De Gyves, G. (2015). *Elecciones riesgosas en niños de 6 a 9 años: Una aproximación neuropsicológica*. (Tesis de Licenciatura inédita). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- Dong, G., & Lin, X. (2014). Decision-making after continuous wins or losses in a randomized guessing task: Implications for how the prior selection results

- affect subsequent decision making. *Behavioral and Brain Functions*, 10(11), 1-11. doi: 10.1186/1744-9081-10-11
- García, H., Reyes, D., Diegopérez, J., & Mercado, A.(2003). Traumatismo craneal en niños: Frecuencia y algunas características epidemiológicas. *Revista Médica del IMSS*, 495-501.
- Garduño-Hernández, F. (2000). Traumatismo craneoencefálico en niños. Mecanismos de lesión, restauración cerebral y prevención. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 65(2), 148-153.
- Garon, N., & Moore, C. (2004). Complex decision-making in early childhood. *Brain and Cognition*, 55(1), 158-170. doi: 10.1016/S0278-2626(03)00272-0
- Hanten, G., Schiebel, R., Li, X., & Levin, H. (2006). Decision-making after traumatic brain injury in children: A preliminary study. *Neurocase*, 12(4), 247-251. doi: 10.1080/13554790600910490
- Hooper, S. R. (2013). Memory and learning functions. En S. R. Hooper (Ed.), *Assessment Practices and Procedures in Children and Adolescents with Traumatic Brain Injury* (pp. 49-54). Youngsville: Lash y Associates Publishing/ Training INC.
- Huizenga, H., Crone, E., & Jansen, B. (2007). Decision-making in healthy children, adolescents and adults explained by the use of increasingly complex proportional rules. *Developmental Science*, 10(6), 814-825. doi: 10.1111/j.1467-7687.2007.00621.x
- Kerr, A., & Zelazo, P. D. (2004). Development of «hot» executive function: The children's gambling task. *Brain and Cognition*, 55(1), 148-157. doi: 10.1016/S0278-2626(03)00275-6
- Levine, B., Black, S., & Cheung, G. (2005). Gambling task performance in traumatic brain injury. *Cognitive Behavioural Neurology*, 18(1), 45-54. doi: 10.1097/01.wnn.0000152227.13001.c3
- MacNeill, A., Soper, H., & Reynolds, C. (2010). Executive functions in children with traumatic brain injury. *Applied Neuropsychology*, 17(2), 99-103. doi: 10.1016/j.pediatrneurol.2005.02.002
- Maia, T., & McClelland, J. (2004). A reexamination of the evidence for the somatic marker hypothesis: What participants really know in the Iowa Gambling Task. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(45), 16075-16080. doi:10.1073/pnas.0406666101

- Martínez, T., & Bonifaz, O. (2008). Traumatismo Craneoencefálico en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital Universitario de Puebla. *TRAUMA*, 11(3), 73-85.
- Mueller, ST, & Piper BJ. (2014). The Psychology Experiment Building Language (PEBL) and PEBL Test Battery. *Journal of Neuroscience Methods* 30; 222:250-9.
- Schmidt, A., Hanten, G., Li, X., Vasquez, A.C., Wilde, E.A., Chapman, S.B., Levin, H.S. (2012). Decision making after pediatric traumatic brain injury: Trajectory of recovery and relationship to age and gender. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 30(3), 225-230. doi: 10.1016/j.ijdevneu.2011.11.003
- Taylor, G., & Maegan, D. (2008). Traumatic brain injury in young children: Post-acute effects on cognitive and school readiness skills. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 14(5), 734-745. doi:10.1017/S1355617708081150
- Van Leijenhorst, L., Westenberg, P. M., & Crone, E. A. (2008). A developmental study of risky decisions on the cake gambling task: Age and gender analyses of probability estimation and reward evaluation. *Developmental Neuropsychology*, 33(2), 179-196. doi: 10.1080/87565640701884287
- Vázquez-Solís, M., & Villa-Manzano, A. (2013). Pronóstico del traumatismo craneoencefálico pediátrico. *Revista Médica del Instituto Mexicano Seguro Social*, 51(4), 372-377.
- Wood, R. L., & McHugh, L. (2013). Decision making after traumatic brain injury: a temporal discounting paradigm. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 19(2), 1-8. doi: 10.1017/S135561771200118X