

Predictores de la recuperación funcional cognitiva en pacientes con traumatismo craneoencefálico

Ignacio Solís-Marcos, Ana M. Castellano-Guerrero, Rosario Domínguez-Morales, José León-Carrión

Laboratorio de Neuropsicología Humana; Universidad de Sevilla (I. Solís-Marcos, A.M. Castellano-Guerrero, J. León-Carrión). Centro de Rehabilitación de Daño Cerebral C.RE.CER (R. Domínguez-Morales, J. León-Carrión). Sevilla, España.

Correspondencia:

Dr. José León Carrión. Laboratorio de Neuropsicología Humana. Universidad de Sevilla. San Fernando, 4. E-41004 Sevilla.

E-mail:

leoncarrion@us.es

Aceptado tras revisión externa:

24.01.14.

Cómo citar este artículo:

Solís-Marcos I, Castellano-Guerrero AM, Domínguez-Morales R, León-Carrión J. Predictores de la recuperación funcional cognitiva en pacientes con traumatismo craneoencefálico. Rev Neurol 2014; 58: 296-302.

© 2014 Revista de Neurología

Introducción. Tras un traumatismo craneoencefálico (TCE), el funcionamiento cognitivo de los pacientes puede resultar gravemente alterado. Diversos estudios han tratado de identificar las variables que mejor predicen su recuperación.

Objetivos. Evaluar la recuperación funcional cognitiva de pacientes con TCE tras un programa de neurorrehabilitación e identificar las variables predictoras de dicha recuperación.

Pacientes y métodos. Estudio pre-post retrospectivo de 58 pacientes adultos con TCE que realizaron un programa de rehabilitación intensivo. Todos fueron evaluados mediante la subescala de funcionalidad cognitiva de la medida de la independencia funcional + medida de la evaluación de la funcionalidad (FIM+FAM), al inicio y al final de la rehabilitación. Ambas puntuaciones fueron comparadas mediante la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Se calculó el porcentaje de ganancia funcional cognitiva y se correlacionó con todas las variables recogidas. A partir de toda la información clínica, demográfica y cognitiva recogida, realizamos un análisis de regresión lineal múltiple para identificar los mejores predictores de dicha ganancia.

Resultados. La funcionalidad cognitiva aumentó significativamente del 33,6% al 85% ($p < 0,01$). Los pacientes con mayor porcentaje de ganancia funcional cognitiva fueron aquellos con menor edad y período post-TCE, y mayores puntuaciones en la subescala cognitiva de la FIM+FAM y en las pruebas de atención condicional y curva de aprendizaje de Luria. Los mejores predictores de la recuperación funcional fueron el período post-TCE y la funcionalidad cognitiva al inicio (R^2 ajustado = 55,8%).

Conclusiones. El comienzo temprano de la rehabilitación y la mayor funcionalidad cognitiva al inicio resultaron ser los mejores predictores de la recuperación funcional cognitiva. Otras variables, como la edad o puntuaciones en pruebas cognitivas, también deben considerarse en futuros estudios.

Palabras clave. Funcionalidad. Neurorrehabilitación. Predictores. Recuperación funcional cognitiva. Tiempo post-TCE. Traumatismo craneoencefálico.

Introducción

Los traumatismos craneoencefálicos (TCE) constituyen en la actualidad un auténtico problema para el sistema sanitario español. Si bien los datos sobre la incidencia de TCE en España indican un leve descenso generalizado en la última década, el número de ingresos anual sigue siendo muy elevado, situándose en torno a 20.000 pacientes, de los cuales gran parte se debe a accidentes de tráfico, accidentes laborales y otros [1]. Como consecuencia, el impacto económico, social y emocional que se derivan de la mortalidad y morbilidad de estos pacientes continúa siendo excesivamente elevado.

Las lesiones producidas por un TCE pueden afectar a diversas áreas cerebrales y, por ello, a funciones motoras, sensoriales y neuropsicológicas [2-4]. Como resultado, la funcionalidad del paciente en su entorno personal, social o laboral resulta, en muchos casos, muy mermada [5-7]. Existe una alta variabilidad en cuanto a los déficits que presentan

los pacientes. El deterioro neurológico y funcional de éstos dependerá de la compleja interrelación de diferentes factores demográficos, clínicos y sociales [8-10].

En las últimas décadas han aumentado los trabajos que tratan de identificar las variables que más se asocian a la recuperación de los pacientes tras un daño cerebral. Para ello se ha estudiado la capacidad predictiva de múltiples variables, desde las relacionadas con la propia lesión (gravedad de la lesión, complicaciones secundarias, período de amnesia postraumática, etc.), hasta variables demográficas y aquéllas relacionadas con el tratamiento posthospitalario del paciente. Debido a diversas limitaciones metodológicas, conceptuales y clínicas, resulta difícil determinar cuáles son los principales predictores de la recuperación. No obstante, ciertas variables se han documentado repetidamente por su capacidad predictiva.

Según Jourdan [11], las variables que más se asocian a la recuperación de los pacientes con daño

cerebral adquirido son la edad, los años de escolaridad y la gravedad de la lesión, por este orden. Otros factores, como un menor período de amnesia post-traumática y de estancia en la unidad de rehabilitación del hospital, y una mayor puntuación en la medida de la independencia funcional (FIM) y en la escala de coma de Glasgow (GCS), también se han documentado en la bibliografía [5,11,12]. Estas variables han llegado a explicar hasta un 86% de la funcionalidad al alta de los pacientes [13]. Por otro lado, otros estudios han permitido concluir, mediante diversos procedimientos estadísticos, que un menor tiempo desde el TCE hasta el inicio de la neurorrehabilitación constituye el mejor factor pronóstico para la recuperación [14,15].

Muchos de estos trabajos han abordado el estudio de la recuperación funcional tras la neurorrehabilitación partiendo de la puntuación total obtenida en una escala de funcionalidad [2,5,16]. Sin embargo, la funcionalidad global puede subdividirse en áreas más concretas, como la funcionalidad cognitiva, comunicativa, motora, psicosocial, etc. [17]. Dependiendo de la localización y gravedad de la lesión, el paciente puede ser más funcional en unas áreas que en otras [18-21]. En este sentido, es probable que las variables predictoras difieran según el área funcional de interés [22].

Los déficits cognitivos asociados al daño cerebral afectan directamente a la autonomía e independencia de estas personas [23,24]. Alteraciones en áreas como la memoria, el lenguaje o el razonamiento repercuten en la capacidad para desenvolverse en todas las esferas de la vida (social, laboral y personal). En muchos casos, estos pacientes requieren una constante atención por parte de familiares o cuidadores para atender sus necesidades diarias.

El objetivo principal de este estudio fue evaluar la recuperación funcional cognitiva de pacientes con TCE que llevaron a cabo un programa de rehabilitación intensivo, integral y multidisciplinar. De forma más específica, se trató de determinar qué variables de las recogidas en el ingreso en el centro permiten pronosticar la evolución de dichos síntomas.

Pacientes y métodos

Muestra

Se llevó a cabo un estudio pre-post retrospectivo a partir de un grupo de pacientes con daño cerebral que cumplió los siguientes criterios de inclusión:

- Haber sufrido un TCE.
- Una puntuación inicial en la GCS \leq 8.

- Haber recibido un programa de rehabilitación integral multidisciplinar durante un período superior a cuatro meses en el Centro de Rehabilitación de Daño Cerebral (Sevilla, España).
- Confirmación clínica de alteraciones neuropsicológicas en el momento del ingreso en dicho centro.

Como criterios de exclusión, se establecieron las siguientes condiciones:

- Haber sufrido un TCE o accidente cerebrovascular previo.
- Antecedentes o presencia actual de enfermedad neurológica o psiquiátrica.
- Rehabilitación neuropsicológica previa.
- Abuso de sustancias.

En total, 58 pacientes cumplieron todos los criterios, 44 varones y 14 mujeres, con una edad mediana de 20 años (rango intercuartílico: 17-28,5) y una puntuación inicial en la GCS de 5 (rango intercuartílico: 4-7). La mediana de meses entre el momento del daño cerebral y el comienzo del programa de rehabilitación fue de ocho meses. Por otro lado, el tiempo de tratamiento fue de 10,5 meses (Tabla I).

El protocolo de este estudio cumple los requisitos establecidos por la Declaración de Helsinki.

Instrumentos

Evaluación de la funcionalidad

La FIM+FAM (medida de la independencia funcional + medida de la evaluación de la funcionalidad) es una escala de evaluación funcional multidimensional utilizada para medir el impacto de la rehabilitación en pacientes con daño cerebral adquirido. Se obtiene un índice global a través de dos componentes: la FIM, compuesta de 18 ítems, y la FAM, medida a través de 12 ítems.

Esta escala es uno de los instrumentos más ampliamente utilizados por su demostrada validez y fiabilidad en la valoración de pacientes con daño cerebral [10,11] en fase postaguda y durante todo el proceso de rehabilitación [12,13].

Los 30 ítems de la escala se dividen en siete subescalas: autocuidado, control de esfínteres, tipo de transferencia, locomoción, comunicación, ajuste psicosocial y funciones cognitivas (FC). Cada uno de los ítems se puntúa en una escala del 1 al 7, de tal manera que una baja puntuación indica baja funcionalidad y alta dependencia, y viceversa.

Para el presente estudio, y en línea con los objetivos planteados, sólo utilizaremos la subescala de FC como medida de la rehabilitación funcional cognitiva.

Tabla I. Datos demográficos, clínicos y neuropsicológicos al ingreso ($n = 58$).

	Mediana	Rango intercuartílico	Correlación con %GFC ^a
Sexo (hombre/mujer)	44/14	–	–
Edad (años)	20	17-28,5	-0,448 ^c
Años de educación	9	8-11	0,194
Meses de tratamiento	10,5	6-18	-0,368 ^c
Meses desde el TCE hasta el inicio del tratamiento	8	3-19,5	-0,54 ^c
Puntuación en la escala de coma de Glasgow	5	4-7	0,174
Batería neuropsicológica de Sevilla			
Atención simple			
Aciertos	94	89-100	0,112
Errores	1	0-1,49	-0,257
Tiempos de reacción	0,59	0,46-0,63	-0,248
Atención condicional			
Aciertos	92	88-98	0,283 ^b
Errores	1	0-1,7	-0,164
Tiempos de reacción	0,46	0,41-0,55	-0,365 ^b
Torre de Hanoi			
Tiempo total	150,85	103,96-311,84	-0,194
N.º de movimientos	22	14-36	0,01
Errores de tipo 1	0	0-1	0,015
Errores de tipo 2	0	0-2	-0,049
Errores de tipo 3	6,5	3-10,5	0,116
Stroop			
Aciertos	100	87,5-100	0,116
Tiempos de reacción	1,55	1,35-2,35	-0,25
Curva de aprendizaje de Luria			
Índice de recuerdo real	5,55	5,1-7,95	0,358 ^b
Índice de autoconocimiento	0,50	-0,7-0,85	-0,118
Índice de contaminación	8,27	1,82-11,86	-0,28 ^b
Variables funcionales			
%GFC	68,30	38,82-100	–
FC _{inicial}	31,66	3,33-66,7	0,438 ^c

%GFC: porcentaje de ganancia funcional cognitiva; FC_{inicial}: funcionalidad cognitiva al ingreso. ^a Correlación no paramétrica de Spearman; ^b $p < 0,05$; ^c $p < 0,01$.

Evaluación neuropsicológica

La valoración neuropsicológica se llevó a cabo mediante la batería neuropsicológica de Sevilla [25]. Se trata de una batería computarizada válida para la evaluación cognitiva [14] de pacientes con cualquier patología neurológica.

Mediante la batería neuropsicológica de Sevilla se evaluaron procesos atencionales básicos, como la vigilancia y la atención sostenida (tests de atención simple y condicional), y capacidades que se integran dentro de las funciones ejecutivas, como el control inhibitorio (test de Stroop) y la flexibilidad cognitiva (torre de Hanoi). De cada prueba se obtuvieron diferentes índices, como el número de aciertos, errores y tiempos de reacción. Además, para la torre de Hanoi se recogió el número de movimientos, el tiempo total de ejecución y tres tipos de errores (errores de tipo 1 o perceptivos, errores de tipo 2 o de arrepentimiento, y errores de tipo 3 o ejecutivos). Para más información sobre la torre de Hanoi, véase la referencia [26].

La memoria verbal se evaluó a través de diferentes índices incluidos en las pruebas de la curva de aprendizaje de Luria: índice de recuerdo real (volumen de memoria inmediata), índice de contaminación (grado de interferencia mnésica) e índice de autoconocimiento (metamemoria) [27].

Procedimiento

Tanto la batería neuropsicológica de Sevilla como la FIM+FAM se integran dentro del protocolo de la valoración clínica de los pacientes ingresados en el Centro de Rehabilitación de Daño Cerebral. Cada paciente es evaluado al ingreso y alta del programa de rehabilitación, así como en diferentes momentos de la rehabilitación.

Se recogió toda la información necesaria de todos los pacientes ingresados y dados de alta en el centro desde el año 1998 hasta el 2013 que cumplían los criterios de inclusión/exclusión previamente descritos. Posteriormente se procedió a su informatización y posterior análisis estadístico.

La comparación entre las puntuaciones pre- y posrehabilitación en la escala FIM+FAM informa de la ganancia funcional del paciente en cada una de las subescalas a lo largo de la rehabilitación.

Con objeto de favorecer la interpretación de los resultados, las puntuaciones en la subescala de FC al ingreso ($FC_{inicial}$) y alta (FC_{final}) se transformaron a porcentajes. La puntuación total obtenida por el paciente se dividió por la puntuación máxima que se puede obtener en dicha subescala (35 puntos) y se multiplicó por 100. Se obtuvo así una puntuación

Figura 1. Diagrama de cajas de la funcionalidad cognitiva al ingreso y la funcionalidad cognitiva al alta.

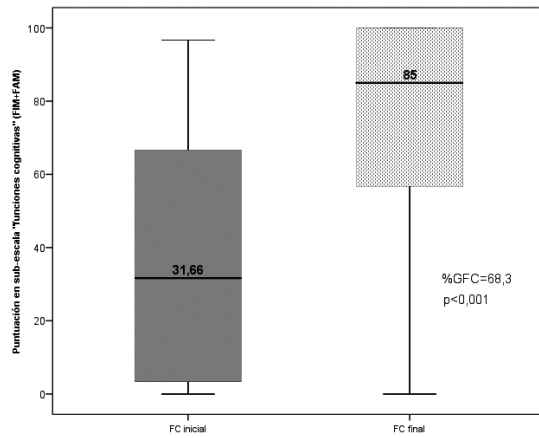
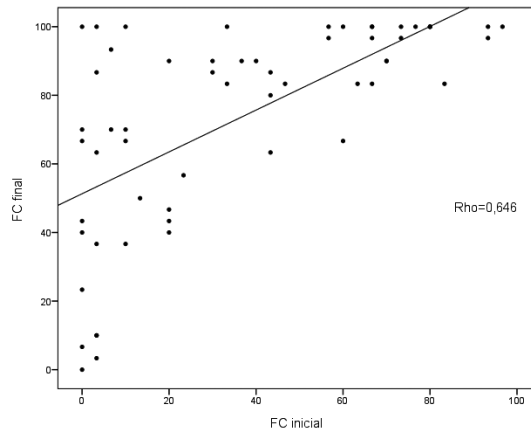


Figura 2. Correlación entre la funcionalidad cognitiva al ingreso y la funcionalidad cognitiva al alta.



porcentual del nivel de independencia y autonomía de los pacientes a nivel cognitivo.

La recuperación o ganancia funcional cognitiva (%GFC) experimentada por un paciente durante la rehabilitación se obtuvo a partir de los índices descritos mediante la siguiente fórmula:

$$\%GFC = (Fc_{\text{final}} - Fc_{\text{inicial}}) / (100 - Fc_{\text{inicial}})$$

El %GFC es un índice relativo que permite cuantificar la recuperación de un paciente durante la rehabilitación en cuanto a sus capacidades cognitivas, tomando siempre en cuenta las puntuaciones al ingreso y alta en la subescala de funcionalidad cognitiva de la FIM+FAM. De esta forma, resulta un procedimiento útil para comparar pacientes con diferentes niveles funcionales, como se ha demostrado en otros trabajos [3].

Análisis estadísticos

Dada la ausencia de parametricidad en la mayoría de las variables, los datos vienen expresados en medianas y rangos intercuartílicos.

Las comparaciones pre-post se analizaron mediante el test no paramétrico de muestras relacionadas de Wilcoxon. Los análisis de asociación lineal se llevaron a cabo mediante la correlación de Spearman (rho).

La identificación de los principales predictores de la recuperación funcional cognitiva se realizó

mediante la ejecución de un análisis de regresión lineal múltiple. Como variable dependiente se introdujo el %GFC, calculado mediante la fórmula descrita con anterioridad. Se introdujeron como variables independientes todas las variables demográficas, médicas, funcionales y neuropsicológicas recogidas dentro del modelo (Tabla I). Además, se utilizó el método de pasos sucesivos para evitar el problema de multicolinealidad entre las variables predictoras.

En todos los análisis realizados se estableció un nivel de significación $p < 0,05$.

Resultados

Funcionalidad cognitiva

En el momento del ingreso en el centro, la puntuación mediana del grupo en la subescala de FC fue de 31,66 puntos porcentuales (rango intercuartílico: 3,33-66,67). Al final del programa de rehabilitación, dicha puntuación aumentó a 85 (rango intercuartílico: 55-100), lo que supone un %GFC del 68,3% (Fig. 1). Esta diferencia alcanzó significación estadística con un valor $p < 0,001$.

Además, se observó una fuerte asociación lineal entre las puntuaciones en dicha subescala al inicio y al final del programa ($\rho = 0,646$; $p < 0,001$) (Fig. 2). Dicha correlación resultó ser positiva, de forma que los pacientes con mayor funcionalidad cognitiva al

Tabla II. Tabla de regresión lineal múltiple.

	Coefficiente β	Error típico	t	p	R^2 ajustado
Constante	62,946	7,042	8,938	0	
Meses desde el TCE hasta el inicio del tratamiento	-1,117	0,233	-4,786	0	0,558
FC_{inicial}	0,514	0,136	3,769	0,001	

FC_{inicial} : funcionalidad cognitiva al ingreso; TCE: traumatismo craneoencefálico.

ingreso presentaron mayores puntuaciones al alta del programa de rehabilitación, y viceversa.

Correlaciones entre variables demográficas y clínicas y el porcentaje de ganancia funcional cognitiva

Como se observa en la tabla I, algunas de las variables clínicas y demográficas recogidas muestran una fuerte asociación lineal con el %GFC. Concretamente, fueron las variables edad, meses de tratamiento y meses desde el TCE hasta el inicio de tratamiento las que presentaron mayores coeficientes. Todas las correlaciones fueron negativas y con niveles de significación $< 0,01$. Por su parte, los años de educación y la puntuación en la GCS no presentaron asociación lineal.

Dentro de los índices neuropsicológicos correspondientes a la batería neuropsicológica de Sevilla se observaron algunas asociaciones importantes. Las correlaciones significativas se concentran en las pruebas de atención condicional y curva de aprendizaje de Luria. En la primera de ellas, los pacientes que al ingreso obtuvieron un mayor número de aciertos y menores tiempos de reacción son los que más recuperación funcional cognitiva presentaron posteriormente. En relación con la curva de aprendizaje de Luria, fueron los índices de recuerdo real y contaminación los que más correlacionaron con el %GFC. Aquellos pacientes con mejor recuerdo verbal y menor contaminación mnésica presentaron una mayor recuperación. Por último, dentro de las variables funcionales, la FC_{inicial} presentó una fuerte asociación lineal positiva ($\rho = 0,438$; $p < 0,01$) con el %GFC.

Predictores de la ganancia funcional cognitiva

Se llevó a cabo un análisis de regresión lineal múltiple mediante la inclusión de variables por pasos sucesivos. Dicho modelo resultó ser significativo para

$\alpha = 0,05$ y cumplió todos los supuestos estadísticos necesarios para garantizar su validez: normalidad, homocedasticidad y linealidad de los residuos.

Las variables independientes seleccionadas por el modelo fueron los meses desde el TCE al tratamiento y la FC_{inicial} . Esta ecuación permitió explicar hasta un 55,8% de la variabilidad observada en la variable dependiente (%GFC) (Tabla II).

Ambas variables seleccionadas por el modelo presentaron tolerancias superiores a 0,99, lo que indica ausencia de multicolinealidad entre ellas.

Discusión

Actualmente, los importantes avances médicos y tecnológicos son determinantes en la mejora del cuidado de los pacientes con TCE. Éstos aseguran una mejor monitorización del paciente durante la fase aguda, contribuyen a minimizar los déficits posteriores y mejoran el pronóstico de su recuperación [28]. A pesar de todo, la realidad es que las alteraciones físicas y neuropsicológicas suelen afectar gravemente a la autonomía de los pacientes en todos los ámbitos de su vida [7,23,24,29].

De acuerdo con la bibliografía, el grado de recuperación de un paciente está determinado por la confluencia de múltiples factores relacionados con aspectos demográficos y socioeconómicos, la gravedad y complicaciones derivadas de la lesión, y las asociadas a la atención intra y extrahospitalaria [6]. Son numerosas las investigaciones dirigidas a la identificación de variables que informan sobre la capacidad de recuperación tras el alta hospitalaria. El objetivo de estos estudios es poder establecer expectativas sobre cuál será la evolución posthospitalaria de los pacientes [30] y, sobre todo, la posibilidad de intervenir sobre las variables más importantes de forma eficaz.

En esta línea, mediante este trabajo tratamos de conocer cómo es la recuperación funcional cognitiva de pacientes con TCE en un programa intensivo de rehabilitación, y qué características comparten los pacientes que mayor recuperación tuvieron.

Nuestros datos reflejan que, tras un tratamiento integral e intensivo, los pacientes presentaron una importante recuperación cognitiva. En términos cuantitativos, el %GFC fue del 68,3%, y se alcanzó así un buen grado de independencia (Fig. 1). Estos resultados son acordes con las conclusiones obtenidas por otros autores [18,29,31,32]. Por otro lado, se observó que existe una fuerte relación lineal entre la funcionalidad al momento de ingreso y al final del tratamiento (Fig. 2). Los pacientes con ma-

yor funcionalidad al ingreso presentaron mayor nivel al final del tratamiento, y viceversa. Aunque esto último es un dato clínicamente importante, no informa del grado de recuperación.

Además, se observó que los pacientes con mayor %GFC fueron aquellos con menor edad y período post-TCE, y mejores puntuaciones iniciales en la subescala cognitiva de la FIM+FAM y en las pruebas de atención condicional y curva de aprendizaje de Luria. El número de meses de tratamiento mostró una relación lineal negativa con el %GFC, lo que indica que los pacientes con menos capacidad de recuperación requirieron más tiempo de tratamiento.

Partiendo de toda la información recogida de cada paciente, se llevó a cabo un modelo de regresión lineal múltiple siguiendo el método de pasos sucesivos. Se observó que los mejores predictores del %GFC fueron el número de meses desde el TCE hasta el inicio del tratamiento y la $FC_{inicial}$, lo que explica el 55,8% de la variabilidad observada en el %GFC.

Una limitación importante de este trabajo es la ausencia de un grupo control que permita controlar el efecto de la recuperación espontánea. No podemos concluir que la mejoría observada en nuestros pacientes se deba al efecto aislado de la rehabilitación. Para ello, es necesario disponer de un grupo de pacientes de características similares y evaluados con las mismas pruebas que no reciban rehabilitación. Sin embargo, por razones metodológicas y éticas, son limitaciones difíciles de evitar.

Por otro lado, a pesar del uso generalizado de la escala FIM+FAM, se trata de un instrumento que, en muchas ocasiones, puede estar sujeto a la subjetividad del clínico. Por ello, además de escalas clínicas, es recomendable el uso de otras herramientas que garanticen la objetividad de los resultados.

Los resultados permiten concluir que nuestros pacientes presentaron una mejor funcionalidad cognitiva tras la rehabilitación. Concretamente, aquellos más jóvenes, que antes iniciaban el tratamiento y que presentaban mayor $FC_{inicial}$, se recuperaron más. Esta información permite realizar un pronóstico más preciso e intervenir de forma efectiva sobre variables que podemos controlar, como por ejemplo, el período desde el TCE hasta el inicio de la rehabilitación.

Bibliografía

- Pérez C. Lesiones medulares traumáticas y traumatismos craneoencefálicos en España, 2000-2008. Madrid: Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad; 2011.
- Hamilton B, Laughlin J, Granger C, Kayton R. Interrater agreement of the seven level functional independence measure. *Arch Phys Med Rehabil* 1991; 72: 790.
- León-Carrión J, Machuca-Murga F, Solís-Marcos I, León-Domínguez U, Domínguez-Morales MR. The sooner patients begin neurorehabilitation, the better their functional outcome. *Brain Inj* 2013; 27: 1119-23.
- Linacre JM, Heinemann AW, Wright BD, Granger CV, Hamilton BB. The structure and stability of the Functional Independence Measure. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75: 127-32.
- Foy CM, Somers JS. Increase in functional abilities following a residential educational and neurorehabilitation programme in young adults with acquired brain injury. *NeuroRehabilitation* 2013; 32: 671-8.
- Frankel JE, Marwitz JH, Cifu DX, Kreutzer JS, Englander J, Rosenthal M. A follow-up study of older adults with traumatic brain injury: taking into account decreasing length of stay. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87: 57-62.
- Ginarte-Arias Y. Rehabilitación cognitiva. Aspectos teóricos y metodológicos. *Rev Neurol* 2002; 35: 870-6.
- Ponsford J. Factors contributing to outcome following traumatic brain injury. *NeuroRehabilitation* 2013; 32: 803-15.
- Wehman PH, Kreutzer JS, West MD, Sherron PD, Zasler ND, Groah CH, et al. Return to work for persons with traumatic brain injury: a supported employment approach. *Arch Phys Med Rehabil* 1990; 71: 1047-52.
- León-Carrión J, Ramos FJC. Blows to the head during development can predispose to violent criminal behaviour: rehabilitation of consequences of head injury is a measure for crime prevention. *Brain Inj* 2003; 17: 207-16.
- Cifu DX, Keyser-Marcus L, Lopez E, Wehman P, Kreutzer JS, Englander J, et al. Acute predictors of successful return to work 1 year after traumatic brain injury: a multicenter analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78: 125-31.
- Mosenthal AC, Livingston DH, Lavery RF, Knudson MM, Lee S, Morabito D, et al. The effect of age on functional outcome in mild traumatic brain injury: 6-month report of a prospective multicenter trial. *J Trauma Acute Care Surg* 2004; 56: 1042-8.
- Sandhaug M, Andelic N, Vatne A, Seiler S, Mygland A. Functional level during sub-acute rehabilitation after traumatic brain injury: course and predictors of outcome. *Brain Inj* 2010; 24: 740-7.
- Gil JAP, Murga FM. Validez predictiva de la batería neuropsicológica computarizada Sevilla (BNS). *Revista Española de Neuropsicología* 1999; 1: 49-66.
- Gray DS, Burnham RS. Preliminary outcome analysis of a long-term rehabilitation program for severe acquired brain injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 1447-56.
- Granger C, Cotter A, Hamilton B, Fiedler R, Hens M. Functional assessment scales: a study of persons with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil* 1990; 71: 870-5.
- Marrón EM, Alisente JLB, Izaguirre NG, Rodríguez BG. Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica. Barcelona: UOC; 2011.
- Carney N, Chesnut RM, Maynard H, Mann NC, Patterson P, Helfand M. Effect of cognitive rehabilitation on outcomes for persons with traumatic brain injury: a systematic review. *J Head Trauma Rehabil* 1999; 14: 277-307.
- Murga FM, Carrión JL, Barroso JM. Eficacia de la rehabilitación neuropsicológica de inicio tardío en la recuperación funcional de pacientes con daño cerebral traumático. *Revista Española de Neuropsicología* 2006; 8: 81-103.
- De Noreña D, Ríos-Lago M, Bombín-González I, Sánchez-Cubillo I, García-Molina A, Tirapu-Ustárrroz J. Efectividad de la rehabilitación neuropsicológica en el daño cerebral adquirido (I): atención, velocidad de procesamiento, memoria y lenguaje. *Rev Neurol* 2010; 51: 687-98.
- Meyer MJ, Megyesi J, Meythaler J, Murie-Fernandez M, Aubut J, Foley N, et al. Acute management of acquired brain injury part I: an evidence-based review of non-pharmacological interventions. *Brain Inj* 2010; 24: 694-705.
- Meyer MJ, Megyesi J, Meythaler J, Murie-Fernandez M, Aubut J, Foley N, et al. Acute management of acquired brain

- injury. Part III: an evidence-based review of interventions used to promote arousal from coma. *Brain Inj* 2010; 24: 722-9.
23. Larsson L, Brundin P. Brain damage, brain repair. *Brain* 2002; 125: 2785-6.
 24. Fawcett JW, Dunnett SB, Rosser AE. Brain damage, brain repair. Oxford: Oxford University Press; 2001.
 25. Batería neuropsicológica de Sevilla computarizada. URL: <http://platform.neurobirds.com/index.asp?lang=1>. [05.01.2014].
 26. Barroso JM, Carrión JL. La torre de Hanoi/Sevilla: una prueba para evaluar las funciones ejecutivas, la capacidad para resolver problemas y los recursos cognitivos. *Revista Española de Neuropsicología* 2001; 3: 63-72.
 27. León-Carrión J, Atutxa AM, Mangas MA, Soto-Moreno A, Pumar A, Leon-Justel A, et al. A clinical profile of memory impairment in humans due to endogenous glucocorticoid excess. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2009; 70: 192-200.
 28. Hernández-Muela S, Mulas F, Mattos L. Plasticidad neuronal funcional. *Rev Neurol* 2004; 38: 58-68.
 29. Rohling ML, Faust ME, Beverly B, Demakis G. Effectiveness of cognitive rehabilitation following acquired brain injury: a meta-analytic re-examination of Cicerone et al.'s (2000, 2005) systematic reviews. *Neuropsychology* 2009; 23: 20.
 30. Herrera-Guzmán I, Gudayol-Ferré E, Lira-Mandujano J, Herrera-Abarca J, Herrera-Guzmán D, Montoya-Pérez K, et al. Cognitive predictors of treatment response to bupropion and cognitive effects of bupropion in patients with major depressive disorder. *Psychiatry Res* 2008; 160: 72-82.
 31. Cicerone KD, Mott T, Azulay J, Friel JC. Community integration and satisfaction with functioning after intensive cognitive rehabilitation for traumatic brain injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85: 943-50.
 32. Cicerone KD, Langenbahn DM, Braden C, Malec JF, Kalmar K, Fraas M, et al. Evidence-based cognitive rehabilitation: updated review of the literature from 2003 through 2008. *Arch Phys Med Rehabil* 2011; 92: 519-30.

Predictors of the recovery of cognitive functions in patients with traumatic brain injury

Introduction. After a traumatic brain injury (TBI), cognitive functionality may be severely altered. Some studies have aimed at identifying the best predictive variables for cognitive recovery, however, results still remain unclear.

Aims. To assess the recovery of cognitive functionality in TBI patients after a rehabilitation programme, and to identify the variables that best predict the cognitive recovery.

Patients and methods. We conducted a retrospective pre-post study with 58 adult TBI patients that underwent an intensive rehabilitation programme. All of them were assessed using the cognitive functions sub-scale from the FIM+FAM scale, at admission and discharge. Both scores were compared using non-parametric test Wilcoxon. Cognitive functionality gain percentage was calculated and correlated with all the collected data. A multiple linear regression analysis was carried out to identify the best predictors of cognitive functionality gain percentage by introducing all clinical, demographic and cognitive information.

Results. The group's cognitive functionality increased significantly from 33,6% to 85% ($p < 0,01$). Patients with higher cognitive functionality gain percentage were those with younger age, shorter time post-TBI, and higher scores on cognitive functions sub-scale, conditional attention and Luria's memory word tests. The best predictors for cognitive functionality gain percentage were time post-TBI and cognitive functions at admission (adjusted $R^2 = 55,8\%$).

Conclusions. Patients who started rehabilitation sooner and had a higher cognitive functionality at admission, showed the greatest increase in cognitive functionality gain percentage. Other variables like age, or scores on cognitive tests must also be considered in future studies.

Keywords. Cognitive functional recovery. Functionality. Neurorehabilitation. Predictors. Time post-TBI. Traumatic brain injury.