

Efecto del ejercicio físico sobre la memoria a corto plazo y velocidad en el procesamiento de información de un paciente que sufrió trauma craneoencefálico: un caso de estudio

Effect of physical exercise on short-term memory and speed in information
processing of a patient who suffered skullencephalic trauma: a case study

Efeito do exercício na memória de curto prazo e velocidade
no processamento de informações de um paciente que
sofreu trauma na cabeça: um estudo de caso

Salas Cabrera, J.¹, Herrera González, E.², Garcés Fayos Ruiz, E.J.²,
Herrera Monge, M.F.², Brenes Bolívar, J.² y Monge Ramos, J.²

1 Universidad Nacional, Escuela Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida, Costa Rica; 2 Universidad de Murcia, España

Resumen: En el artículo se presentan los resultados de un estudio mixto, realizado con un paciente adulto de 35 años de edad, diagnosticado con un trauma de cráneo contusión hemorrágica parietal izquierda superficial focal. El propósito de esta investigación fue evidenciar el progreso de un paciente masculino adulto que sufrió un trauma craneoencefálico al realizar ejercicio aeróbico, de contrarresistencia a la vez que realizaba entrenamiento cognitivo, por doce semanas y tres sesiones semanales. Los resultados muestran una mejora en el consumo máximo de oxígeno de un 30%, además a nivel cognitivo el paciente obtuvo mejoras en la velocidad de respuesta, así como de la respuesta a los comandos del token-test al finalizar las 36 sesiones. Del mismo modo, las respuestas de la entrevista realizada a la esposa antes y después de la intervención muestran una mejora en la memoria a corto plazo, en el procesamiento de la información y en el tiempo de respuesta. En conclusión, se puede apreciar la importancia que tiene las intervenciones de ejercicio físico aunadas al entrenamiento cognitivo, para mejorar el aspecto físico, cognitivo y emocional del paciente que sufre un trauma craneoencefálico, al mismo tiempo que se proporciona una mejora en la calidad de vida de la persona que participa de dicha intervención.

Palabras Claves: Trauma, ejercicio aeróbico, cráneo-encefálico, memoria corto plazo.

Abstract: The article presents the results of a mixed study, carried out with a 35-year-old adult patient, diagnosed with traumatic skull traumatic left focal haemorrhagic left parietal contusion. The purpose of this research was to demonstrate the progress of an adult male patient who suffered cranioencephalic trauma when performing aerobic exercise, counter-resistance while performing cognitive training, for twelve weeks and three weekly sessions. The results show an improvement in the maximum oxygen consumption of 30%, in addition to cognitive level the patient obtained improvements in the speed of response, as well as the response to the token-test commands at

the end of the 36 sessions. Similarly, interview responses to the wife before and after the intervention show an improvement in short-term memory, information processing, and response time. In conclusion, we can appreciate the importance of physical exercise interventions combined with cognitive training, to improve the physical, cognitive and emotional appearance of the patient suffering from cranioencephalic trauma, while providing an improvement in the quality of life Of the person who participates in this intervention.

Key Words: Trauma, aerobic exercise, cranio-encephalic, short-term memory

Resumo: O artigo apresenta os resultados de um estudo conjunto realizado com um paciente adulto de 35 anos de idade, diagnosticado com uma superfície focal parietal esquerda ferimento na cabeça hemorrágica contusão são apresentados. O objetivo desta pesquisa foi para mostrar o progresso de um paciente masculino adulto que sofreu um crânio-encefálico ao realizar exercícios aeróbicos, contra a resistência durante a execução de treinamento cognitivo, por doze semanas e três sessões semanais trauma. Os resultados mostram uma melhoria no consumo máximo de oxigênio de 30%, mais o paciente melhorias cognitivamente obtidos na velocidade de resposta e resposta aos comandos recebidos do token-teste no final das 36 sessões. Da mesma forma, as respostas da entrevista com a mulher antes e após a cirurgia mostram uma melhoria na memória de curto prazo no processamento de informações e tempo de resposta. Em conclusão, podemos apreciar a importância das intervenções de exercício físico juntamente com a formação cognitiva para melhorar aspecto físico, cognitivo e emocional do paciente que sofre de um trauma cerebral, ao mesmo tempo, proporcionando uma melhor qualidade de vida da pessoa participando da intervenção.

Palavras-chave: trauma, exercício aeróbico, lesão cerebral, memória de curto prazo

Dirección para correspondencia [Correspondence address]: Jorge Salas Cabrera. Ph. D. Escuela Ciencias del Movimiento Humano y Calidad de Vida (Costa Rica). E-mail: josaca106@gmail.com

En la actualidad muchas enfermedades han generado deterioro en la calidad de vida de la humanidad, muchas personas sufren los embates que genera el poseer un problema de tipo físico que con el pasar de los años van disminuyendo las capacidades para mantener una vida normal, así encontramos las dolencias de tipo crónico degenerativas como las cardiopatías, hipertensión, el cáncer, entre otras. En la actualidad nuevas enfermedades han empezado a tomar un especial interés para la comunidad científica, las mismas se han encargado de generar afectación en el sistema nervioso (Eleazar, Vázquez, 2002). Pero el Sistema Nervioso no solo sufre las consecuencias del mal funcionamiento orgánico, en algunas ocasiones se ve afectado por algún accidente externo que provoca un trauma en el mismo, así encontramos los accidentes de tránsito o laborales que provocan lesiones a nivel craneal y que se les conoce como trauma cráneo-encefálico (TCE). El traumatismo craneoencefálico es causa de morbimortalidad a nivel mundial; provoca afecciones a varones jóvenes y genera un problema de salud pública. (Alted, Bermejo y Chico, 2009). La Organización Mundial de la Salud (2004), indica que un evento traumático accidental es una situación que ocurre de manera instantánea, inesperada y que puede prevenirse, la misma es producto de situaciones y actos inseguros previos; suele tener como consecuencia lesiones, muerte o daños físicos y la muerte. Los efectos neuropsicológicos focales de los TCE (afasias, apraxias, agnosias, alexias, acalculias y amnesias, síndrome frontal, etc.) se presentan como consecuencia de contusiones y laceraciones debidas al efecto del impacto inmediato, en otras oportunidades se presentan por efecto de las hemorragias extensas o a infartos en zonas limítrofe. Existen tres déficit importantes cuando el trauma causa un efecto en el hipocampo entre ellos: *a.* Déficit en la capacidad de procesamiento de la información; *b.* Déficit en la capacidad de almacenar información en la memoria a largo plazo, y *c.* Déficit en la capacidad de recuperar información almacenada. Es posible que la afectación de estas capacidades corresponda a la combinación de lesiones en la neocorteza, el hipocampo, los ganglios basales o la sustancia blanca. (Junqué, 1999; Ariza, Pueyo y Serra, 2004; Wheeler, Stuss, Tulving, 1999). El mecanismo por el que se produce el TCE está de alguna forma asociado con la manera de vivir de los países desarrollados: accidentes de tráfico, deportes u ocio, caídas y agresiones (Bruns y Hauser, 2003).

Durante un accidente el encéfalo sufre una rápida aceleración/desaceleración de la cabeza con movimiento de todo cerebro dentro del cráneo, por lo cual las lesiones pueden generarse por golpe y al contragolpe. Esto tiene repercusiones en las zonas frontal inferior (sobre la órbita) y la temporal inferior, además que uno de los sitios más lesionados es el polo contrario al lugar del impacto (Smith, 1974; Valery, Theadom, Barker-Collo, Starkey, McPherson, Kahan M et al, 2013). Las zonas del lóbulo frontal y temporal son de las

más dañadas en un trauma craneoencefálico, las estructuras relacionadas con la memoria, motoras y las emociones se ven comprometidas y más recurrentes en un TCE (Ares, 1998; Acosta, Naoki, Shinozuka, Ishikawa, Grimmig, Diamond, Sanberg, Bickford, Kaneko y Borlongan 2013). Las lesiones contusas del lóbulo temporal, presentan manifestaciones en la memoria, por el compromiso de la zona del hipocampo, circunvolución para hipocampal y el fornix, todas estructuras del sistema límbico (Levin, 1998; Markowitsch, Staniloiu, 2013).

En Costa Rica las lesiones de médula espinal frecuentemente se acompañan de otras lesiones significativas. Las más frecuentes, incluyen las fracturas (29.3%), pérdida de la conciencia (28.2%), neumotórax traumático (17.8%) y trauma craneoencefálico que afectó el funcionamiento cognitivo y emocional (11.5%) (Ucles, Valverde y Mata, 2012). Nuestro país presenta índices altos de accidentes de tránsito, estos accidentes son los responsables de la tercera causa de muerte en nuestro país. (Torres Román, R. P., 2013). Las estadísticas en Costa Rica durante un año, muestran que las causas que afectan las lesiones cráneo-encefálicas se distribuyen de la siguiente manera: por accidentes de tráfico, 75%, caídas representan un 20% y las lesiones deportivas representan un 5%. En el caso de la distribución por género los hombres presentan tres veces más frecuencia que las mujeres. En el caso de la edad: existe una mayor frecuencia entre los 15 y los 29 años. Por atropellos y caídas, más frecuentes en los niños y en los mayores de 65 años.

La rehabilitación de pacientes que han sufrido daño craneoencefálico hoy en día se ha convertido en todo un proceso de investigación, su principal objetivo es generar beneficios en la movilidad, aspectos cognitivos y perceptuales de los pacientes. En este sentido Rodríguez y Díaz (2012), mencionan la importancia que trae para un paciente que ha sufrido daño neurológico el realizar actividad física, de manera que permita a la sangre transportar el oxígeno que contribuye a la nutrición de las neuronas y esto mejora no solo la conexión entre ellas, sino también a la creación de nuevas neuronas. El ejercicio físico de tipo aeróbico potencializa las zonas en donde existe daño a causa de un trauma o enfermedad (Sampeiro, Begesa, 2013, Snowden, Steinman, Mochan, Grodstein, Prohaska, Thurman, 2011).

Por su parte Baker, Frank, Foster-Schubert, Green, Wilkinson, McTiernan (2010), determinan que es posible la creación de nuevas neuronas en el hipocampo y esto permite una mayor red de conexiones que contribuyen a un mejor procesamiento de información que la persona aprenda como un nuevo contenido, además el ejercicio físico de tipo aeróbico parece activar procesos de regeneración y mantenimiento de las células nerviosas a lo cual se le denomina neuroprotección fisiológica. Según el Department of Health and Human Service (García Guerrero, 2013), el propósito de la

rehabilitación de personas que han sufrido daño cerebral, es que vuelvan a aprender aptitudes que se perdieron a causa del daño, entre las aptitudes que se encuentra están la coordinación, fuerza muscular, flexibilidad, compensación por alguna habilidad perdida, entre otras. Debido a los cuidados especiales que se debe tener con los pacientes que sufren daño craneo-encefálico y por las intervenciones de tipo individual, el propósito de esta investigación fue evidenciar el progreso de un paciente masculino adulto que sufrió un trauma craneoencefálico al realizar ejercicio aeróbico, de contrarresistencia a la vez que realiza entrenamiento cognitivo.

Método

Se realizó la investigación mixta con un paciente adulto, edad de 35 años, estatura 1,63 mtrs, peso corporal 71,4 kg. En la epícrisis de egreso se la diagnóstico un trauma de cráneo contusión hemorrágica parietal izquierda superficial focal, quedó en observación durante 48 horas, la medicación fue de EPAMIN 100 mg durante 10 días. Al término de los dos días de internamiento presenta un estado neurológicamente íntegro y se refirió a psicología previo al egreso. La escala de Galsgow (GCS), (la GCS como un índice de severidad de la lesión cerebral ha sido validada en varios estudios (Seel, Chair, Sherer, 2010)) indicó en la valoración 15. Una vez que al paciente se le dio de alta se procedió a iniciar la rehabilitación craneoencefálica mediante el ejercicio aeróbico, contra-resistencia y el entrenamiento cognitivo, durante 12 semanas y 36 sesiones (3 veces por semana), se le prescribió ejercicio físico el cual fue realizado en dos medios, banda rodante y en bicicleta estacionaria, de acuerdo a los resultados de la evaluación física se le prescribió una intensidad entre los 50%-65% del VO_2 reserva que se aumentó de manera progresiva. El paciente iniciaba con ejercicio en banda rodante y a la mitad del entrenamiento aeróbico se cambiaba a la bicicleta para finalizar el tiempo total. Durante el tiempo que el paciente realizaba el ejercicio aeróbico tanto en banda rodante como en bicicleta, se le ubicaba un teléfono móvil con una aplicación llamada "Neuronation" la cual va presentando distintas actividades que involucran: atención, memoria, respuesta rápida, además al paciente se le realizaban preguntas acerca de su historia pasada con nombres y lugares que había visitado de joven a la vez del nombre de personas significativas para él y su lugar de residencia. Todo esto lo realizó durante las tres sesiones de ejercicio durante 11 semanas de ejercicio físico y entrenamiento cognitivo. Posteriormente realizó entrenamiento de contrarresistencia utilizando del 60-80% de 1RM en los principales grupos musculares. Antes de iniciar la intervención se le realizaron evaluaciones antropométricas, peso, porcentaje de grasa corporal, talla y el índice de masa corporal

con una báscula tanita modelo Tanita BC554 Ironman Glass InnerScan, una precisión de 0.1 lb (50 g) 0.1%, consumo máximo de oxígeno directo con un medidor de gases marca COSMED con una exactitud de 0,02% O_2 , además se le evaluó la flexibilidad con el protocolo sentarse y estirar y para la resistencia muscular se evaluaron tres protocolos, el primero fue resistencia abdominal modificado durante un minuto, una prueba de "push ups" durante un minuto y una de fondos durante un minuto. Para la evaluación cognitiva se procedió a utilizar el instrumento escrito Token-Test el cual contiene una validez de $r = 0,89$ y $r = 0,97$. La finalidad de este test es la de evaluar la capacidad del paciente para comprender el nombre (círculo y cuadrado, color y tamaño), los verbos y las preposiciones incluidos en las instrucciones. Además el investigador incluyó el tiempo de respuesta del paciente durante la ejecución del test con un cronometro marca Casio modelo HS30. Además se le aplicó un instrumento de test de memoria de manera virtual de la página web psicoactiva, el objetivo del test era retratar de memorizar la mayor cantidad de objetos de un total de 30 durante dos minutos. Pasado el tiempo, los objetos desaparecieron y tuvo dos minutos más para escribir los nombres de todos los que recordó.

Para la investigación cualitativa se realizó una entrevista con la esposa del paciente, se le realizaron cinco preguntas acerca de la situación del paciente (su accionar, emociones, desarrollo de tareas, entre otras) justo después del accidente y finalmente se le realizan las mismas preguntas la última semana de la intervención de ejercicio físico y del entrenamiento cognitivo.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos al finalizar las 12 semanas de entrenamiento aeróbico, de contrarresistencia y de entrenamiento cognitivo del participante.

Tabla. 1. Valores pre y post en el consumo máximo de oxígeno de un paciente con trauma craneoencefálico, posterior a la intervención de ejercicio físico durante 12 semanas.

	FC Máx	VO2MAX (ml/kg/min)	% de mejora
Pre	181	35,5	30 %
Post	195	46,4	

Como se puede apreciar en la tabla anterior, los valores del consumo máximo de oxígeno del paciente con trauma craneo-encefálico mejoraron el 30% posterior a la intervención del ejercicio tanto aeróbico como anaeróbico realizado durante 12 semanas y asistiendo 3 veces por semana.

Tabla. 2. Valores pre y post en el Token-Test de un paciente con trauma craneoencefálico, posterior a la intervención de ejercicio físico y entrenamiento cognitivo durante 12 semanas.

	Correctas		Incorrectas		% de mejora respuestas Token Test	Tiempo de respuesta pro- medio segundos		% de mejora velocidad de tiempo de respuesta
	Pre	Post	Pre	Post		Pre	Post	
I Parte	10	10	0	0	100%	-	-	
II Parte	10	10	0	0	100%	1,09	0,53	33%
III Parte	10	10	0	0	100%	1,47	0,79	46%
IV Parte	9	10	1	0	98 %	2,63	0,93	64%
V Parte	22	18	0	4	88%	3,19	2,19	31%
Total	61	58	1	4	97,2%	122,01	70,79	41%

La tabla anterior, muestra los valores en el Token-test al iniciar y al finalizar la intervención de ejercicio físico y del entrenamiento cognitivo del paciente con trauma cráneo-encefálico mejorando no solo en las respuestas del test, con un 98%, si no, también en el tiempo de respuesta con un 41 % de mejora.

La tabla anterior, muestra los valores en el test de memoria tanto al iniciar la intervención como al finalizar. Utilizando el ejercicio físico y el entrenamiento cognitivo el paciente con trauma cráneo-encefálico mejoró en un 10% las respuestas del test.

Tabla. 3. Valores pre y post en el test de memoria psicoactiva.com de un paciente con trauma craneoencefálico, posterior a la intervención de ejercicio físico y entrenamiento cognitivo durante 12 semanas.

	Aciertos	Imágenes no memorizadas	Puntuación
Pre	9 de 30	21	7 (30%)
Post	12 de 30	18	9 (40%)

Tabla. 4 Análisis cualitativo, entrevista a la esposa del paciente con trauma-cráneo-encefálico sometido al ejercicio físico y el entrenamiento cognitivo.

Categorías	Respuesta entrevista pre intervención	Respuesta entrevista post intervención
¿Procesamiento de información y memoria de antes de la intervención?	“...antes del accidente, el procesamiento de la información de él era ágil, rápido, se notaba con la capacidad de atender y aprender cualquier cosa concreta, siempre lo abstracto no era su fuerte...” “... La velocidad para pensar después del accidente es diferente, ha venido evolucionando de manera muy lenta. Ocho días posterior al accidente estaba demasiado lento, no podía decir lo que pensaba, se le olvidaban demasiadas palabras, no entendía mensajes subliminales o que tuvieran doble sentido, no entendía mensajes sencillos...”	“...las respuestas en el procesamiento de la información de él mejoraron conforme pasó el tiempo, poco a poco recuperó su agilidad para responder y recordar las cosas...”
¿Cómo fueron las respuestas de la memoria después de ser dado de alta del hospital?	“...tenía una memoria extraordinaria en asuntos de su interés, por ejemplo le gusta demasiado la historia, y en específico toda la historia de los caballeros templarios, las primera y segunda guerra mundial, entre otras...”	“...Más rápido para responder, no se le olvidan palabras. Ya no se le olvida las tareas de la vida diaria, ya no le recuerdo qué hacer. Recuperó la iniciativa para hacer las cosas...”
¿Qué aspectos se observa en su comportamiento después del accidente?	“...se ponía muy resistente y hacía negación a su estado de salud, pero hacía caso omiso a las indicaciones que no manejara el carro, que por cierto lo chocó sacándolo de la casa de mis papás. Se le indicó que no estuviera solo, él se retiraba solo a otras partes, entre otras indicaciones que no siguió...”	“...En todo mejoró poco a poco, el proceso ha sido lento pero desde que se sometió al proceso la evolución aceleró. El único aspecto que Emmanuel está rezagado es para socializar...”

Categorías	Respuesta entrevista pre intervención	Respuesta entrevista post intervención
¿Desde el abordaje hubo cambios en lo emocional?	“...Después del accidente fue que quedó directo, todo lo que siente y piensa lo dice a cualquier persona, más si son de su confianza, entonces la gente lo notaba muy grosero...” “...; también muy susceptible, ganas de llorar, se ha sentido muy triste, pero también muy muy enojado y de mal humor...”	“...Lo cambios emocionales han mejorado paralelamente con la mejoría en la memoria, en la capacidad de articular y responder, ya que ya no se enoja fácilmente, ya no se castiga, no se culpa. Todo mejoró en sincronía con el avance en la parte física y mental. Con su hija y conmigo ya todo es igual en comparación con antes del accidente...”
¿Comentario fin que se considere importante?	“...Seis semanas después del accidente tenía mal humor siempre (él nunca había sido así) y se sentía demasiado cansado, no podía hablar por mucho tiempo con alguien o dar una clase, si la daba quedaba agotado y empezaba a olvidar muchas palabras o desarticular o decir incongruencias...”	“...El avance que venía teniendo se aceleró con el proceso que se sometió. Ya su vida y su rutina es prácticamente igual a la que tenía antes del accidente...”

Discusión

El ejercicio aeróbico empleado en combinación con otro tipo de ejercicios tanto de fuerza-resistencia, como de estiramientos y corte recreacional, así como el entrenamiento en las funciones cognitivas permiten alcanzar resultados positivos de acuerdo a 8 y 9 estudios en las áreas como atención, concentración, orientación y memoria en pacientes con algún tipo de trauma a nivel craneoencefálico (Solla, 2015). Como se puede apreciar la combinación entre ejercicio aeróbico, el entrenamiento contra resistencia y la estimulación a nivel cognitivo provoca modificaciones positivas en aquellos pacientes que han sufrido daño en el encéfalo producto de traumas o por enfermedad.

Los pacientes que se ejercitan a intensidades entre el 40 al 80% del consumo de oxígeno reserva obtienen mejoras en las respuesta de consumo máximo de oxígeno, de acuerdo a Bushbacher y Porter, (2000), los efectos físicos son directos, como la mejora de la capacidad aeróbica, el entrenamiento físico general. Se puede apreciar un incremento importante de un 30% en el paciente de este estudio, el cual inicio con un consumo máximo de oxígeno de 35,5 ml/kg/min y una vez realizada la intervención de ejercicio aeróbico en banda sin fin y bicicleta estacionaria termina con un consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.) de 46,4 ml/kg/min.

Hunter, Tomberlin, Kirkikis, & Kuna (1990), encontraron mejoras similares al ejercitar de manera aeróbica en banda sin fin y ciclo ergómetro a pacientes con lesión craneoencefálica con edades entre 26 y 48 años, con más de un año de evolución, en sesiones de 50 minutos, cinco días por semana durante tres meses. El VO₂max y el gasto energético máximo mejoraron significativamente después del programa de acondicionamiento.

Por otra parte, Reyes, (2016), realizó un meta-análisis para observar el comportamiento de las funciones cognitivas y físicas, así como la respuesta del VO₂max; encontraron que en 18 artículos científicos los pacientes con enfermedad de

Parkinson habían mejorado su consumo de oxígeno máximo después de someterse a un programa de ejercicio aeróbico y los estragos de la enfermedad habían disminuido.

Es importante recordar que las personas que sufren trauma craneoencefálico pueden ver comprometidas distintas funciones entre ellas las motoras, sensitivas o incluso cognitivas, en el caso del paciente que participo en esta investigación, tuvo secuelas en las zonas que se encargan del procesamiento de información, así como de la memoria a corto plazo y la zona del sistema límbico por lo que se estableció dentro de la terapia de rehabilitación el entrenamiento cognitivo, utilizando aplicaciones y juegos recreativos de recordar y de rápida respuesta, además de realizar conversatorio con el paciente acerca de su convivencia con la esposa y su hija. Este proceso se estuvo aplicando durante las 36 sesiones que el paciente estuvo realizando la terapia de ejercicio aeróbico como anaeróbico. Los resultados de esta terapia se muestran a través de del test de memoria como el Token-test.

En el caso del Token-test antes de iniciar la terapia el paciente contestó de manera casi correcta la totalidad del test, sin embargo a la hora de valorar el tiempo de respuesta, se puede apreciar que tardó más tiempo contestando el test con respecto al tiempo que utilizó para responder los ítems al finalizar la intervención. Los resultados de esta investigación concuerdan con los de BrainWork, (2002) quien realizó un estudio con jóvenes sedentarios, a estas personas se les aplicó un protocolo de evaluación cognitiva, posteriormente fueron sometidos a un programa de entrenamiento físico. El mismo consistía en ejercicio aeróbico y correr moderadamente por treinta minutos, tres veces a la semana por tres meses. Los resultados mostraron mejor rendimiento en atención, control inhibitorio y memoria de trabajo.

Como se puede apreciar en la respuesta de la entrevista, la esposa del paciente manifiesta que su esposo presenta problemas para responder de manera rápida a los cuestionamientos que se le hacen y que se encuentra demasiado “lento” a la hora de pensar o responder:

“...La velocidad para pensar después del accidente es diferente, ha venido evolucionando de manera muy lenta. Ocho días posterior al accidente estaba demasiado lento, no podía decir lo que pensaba, se le olvidaban demasiadas palabras...”

De acuerdo a Muñoz, Lapedriza (2001) reconocer las alteraciones cognitivas después de un trauma craneoencefálico leve constituye un problema de indudable trascendencia, a pesar que hoy en día las manifestaciones somáticas, el déficit cognitivos y los cambios emocionales referidos son de naturaleza difusa, sin embargo se muestra una clara evidencia en el comportamiento diario del paciente cuyo funcionamiento es diferente del que se tenía antes de presentar el trauma. Por su parte, Goixart, Ortiz, Rodríguez, Izquierdo, Corselles y Cabello, (2014), muestran que los pacientes con trauma craneoencefálico presentan un deterioro marcado de su calidad de vida relacionada a la salud a los 6 meses con mejoría hasta los 12 meses, aunque sin lograr igualar su estado previo. Para lograr cambios importantes en la mejora de estos pacientes es necesario la intervención de terapias enfocadas a la rehabilitación de las funciones afectadas, muchas de estas terapias se concentran en el objetivo de centrar la recuperación a través del entrenamiento cognitivo, sin embargo hoy en día la combinación de terapias alternativas como integrar el ejercicio aeróbico y el entrenamiento contra resistencia permite una rehabilitación de los pacientes en menos tiempo.

Esto se puede observar en los resultados obtenidos por el paciente de esta investigación en el test de memoria psicoactiva en el cual logro obtener una mejoría de un 10% de acuerdo a los resultados de la primera evaluación y que se refuerza con lo expresado por la esposa del paciente:

“...Más rápido para responder, no se le olvidan palabras. Ya no se le olvida las tareas de la vida diaria, ya no le recuerdo qué hacer. Recuperó la iniciativa para hacer las cosas...”

El ejercicio cardiovascular ha sido asociado con las mejoras a nivel de la función cognitiva en los seres humanos, los efectos demuestran que los procesos cognitivos como: la memoria de trabajo, la modificación de tareas y la inhibición de la información poco importante, mejora en alto porcentaje, los cuales se presentan en los lóbulos frontales del cerebro. Sin embargo, los cambios estructurales del cerebro no se han definido totalmente (Colcombe, Kramer, 2003). En ese sentido el paciente de esta investigación obtuvo mejoras en los procesos cognitivos tanto de la memoria de trabajo, así como la el cambio de tareas de pocos importantes a las muy importantes, esto se evidencia en las respuestas de la esposa del participante la cual manifestó que durante la participación de su esposo en la intervención de ejercicio y entrenamiento cognitivo mejoró notablemente. Esto se puede apreciar en la siguiente expresión de parte de ella:

“...las respuestas en el procesamiento de la información de él mejoraron conforme pasó el tiempo, poco a poco recuperó su agilidad para responder y recordar las cosas...”

Según Chiesa y Serretti, (2009), mostraron reducciones confiables en los síntomas de ansiedad, estrés y pensamiento iracundo, en pacientes que fueron sometidos a entrenamiento físico de tipo aeróbico, la dopamina es un neurotransmisor importante en la regulación de los procesos cerebrales involucrados en el movimiento. Por su parte la serotonina ayuda a la transmisión de mensajes a través del sistema nervioso. Algunos estudios previos han demostrado que el ejercicio aumenta la serotonina cerebral y la función de la dopamina en los seres humanos. Un estudio realizado por Vafamand, fatalsadat, Kargarfard, Mohammad (2012), determinaron los niveles de serotonina y dopamina y concluyeron que el programa de entrenamiento aeróbico es una intervención efectiva para la mejora de los estados emocionales.

En ese sentido se evidencia que durante la intervención del paciente de esta investigación al programa de ejercicio también logró tener una mejora en su estado emocional, lo cual es consecuente con la respuesta expresada por su esposa en la pregunta que hace referencia a los cambios emocionales del paciente posterior a la intervención:

“...Lo cambios emocionales han mejorado paralelamente con la mejoría en la memoria, en la capacidad de articular y responder, ya que ya no se enoja fácilmente, ya no se castiga, no se culpa. Todo mejoró en sincronía con el avance en la parte física y mental. Con su hija y conmigo ya todo es igual en comparación con antes del accidente...”

Como conclusión se puede apreciar la importancia que tienen las intervenciones tanto de ejercicio aeróbico como del entrenamiento de contrarresistencia, acompañadas de manera simultánea con el entrenamiento cognitivo, generando mejoras no solo en los aspectos físicos del paciente que sufre un trauma craneoencefálico, si no también mejorías en las variables cognitivas, memorias y emocionales procurando una mejor calidad de vida. Evidentemente esto solo fue posible gracias a la voluntad del paciente participante de esta investigación por comprender y a la vez querer mejorar su condición mental y física. De acuerdo a Salavera, Murillo y Abad, (2016) Cuando las personas perciben un clima motivacional que se encuentra orientado hacia una tarea, (en este caso mejorar su salud mental) caracterizado por motivaciones intrínsecas, generan una mayor autoconfianza y aumenta el compromiso hacia determinada tarea. Es necesario complementar este tipo de investigaciones con la valoración estructural de las áreas dañadas a nivel cráneo-encefálico de manera que se evidencie anatómicamente los cambios alcanzados.

Rererencias

- Acosta, S. A., Tajiri, N., Shinozuka, K., Ishikawa, H., Grimmig, B., Diamond, D., ... & Borlongan, C. V. (2013). Long-term upregulation of inflammation and suppression of cell proliferation in the brain of adult rats exposed to traumatic brain injury using the controlled cortical impact model. *PLoS one*, 8(1), e53376. Recuperado en <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0053376>
- Alted, E., Bermejo, S. y Chico, M. (2009). Actualizaciones en el manejo del traumatismo craneoencefálico grave. *Revista Electrónica ELSIEVER*, 33 (1), 16-30.
- Ariza, M., Pueyo, R., y Serra, J.M. (2004). Secuelas neuropsicológicas de los traumatismos craneoencefálicos. *Anales de Psicología*, 20(2), 303-316.
- Baker, L., Frank, L., Foster-Schubert, K., Green, K., Wilkinson, C. y Mc Tiernan, E. (2010). Effects of Aerobic Exercise on Mild Cognitive Impairment A Controlled Trial. *Archives Neurological*. 67(1), 71-79.
- Bushbacher, R.M., y Porter, C.D. (2000). *Deconditioning, conditioning and the benefits of exercise*. In RI Braddom (ed), *Physical Medicine & Rehabilitation* (2nd ed). Philadelphia Saunders, pp. 440-455.
- BrainWork. (2002). *The Neuroscience Newsletter*, 12. Recuperado en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-885X2004000200008
- Bruns, J. y Hauser, W. A. (2003). The epidemiology of traumatic brain injury: A Review. *Epilepsia*, 44(10), 2-10.
- Colcombe, S., Kramer, A.F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A Meta-Analytic Study. *Psychol Sci*, 14, 125-130.
- Chiesa, A., y Serretti, A. (2009). Mindfulness-based stress reduction for stress management in healthy people: A Review and Meta-Analysis. *J. Altern. Complement. Med.* 15, 593-6000.
- García Guerrero, J. (2013). El consentimiento informado en los pacientes privados de libertad.
- Goixart, L. S., Castelló, M. B., Ortiz, N. M., Rodríguez, G. B., Izquierdo, E. V., Corselles, J. V. y Cabello, J. T. (2014). Factores de riesgo de deterioro de calidad de vida en pacientes traumáticos críticos. Valoración a los 6 y 12 meses del alta de la unidad de cuidados intensivos. *Medicina Intensiva*, 38(1), 1-10.
- Feigin, V. L., Theadom, A., Barker-Collo, S., Starkey, N. J., McPherson, K., Kahan, M. y Jones, K. (2013). Incidence of traumatic brain injury in New Zealand: a population-based study. *The Lancet Neurology*, 12(1), 53-64.
- Hunter, M., Tomberlin, J., Kirkikis, C. y Kuna, S. T. (1990). Progressive exercise testing in closed headinjured subjects: comparison of exercise apparatus in assessment of a physical conditioning program. *Phys. Ther.*, 70, 363-371.
- Junqué, C. (1999). Secuelas neuropsicológicas de los traumatismos craneoencefálicos. *Revista de Neurología*, 28(4), 423-429.
- Marín, M. J., Fábregues, G., Rodríguez, P. D., Díaz, M., Paez, O., Alfie, J., ... & González, M. (2012). Registro Nacional de Hipertensión Arterial: Conocimiento, tratamiento y control de la hipertensión arterial. Estudio RENATA. *Revista argentina de cardiología*, 80(2), 121-129.
- Markowitsch, H. J. y Staniloiu, A. (2013). The impairment of recollection in functional amnesic states. *Cortex*, 49(6), 1494-1510.
- Muñoz, A. y Lapedriza, N.P. (2001). Congreso virtual de Neuropsicología. Simposio: Neuropsicología Forense (Parte I). Recuperado en <http://www.l-mental.co/wp-content/uploads/simutce.pdf>
- Ninness, Chris; Rumph, Robin; Vasquez, Eleazar, III; Bradfield, Anna; Ninness, Sharon K. *Behavior and Social Issues*; Chicago 12.1 (Fall 2002): 64-74.
- Organización Mundial de la Salud. *57 Asamblea Mundial de la Salud. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud*. (2004).
- Reyes, A. (2016). Ejercicio y resultados clínicos en pacientes con enfermedad de Parkinson: una revisión sistemática y meta análisis. Recuperado en <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/11958>
- Sampedro, P. y Begega, A. (2013). ¿Previene la actividad física y mental el deterioro cognitivo? Evidencia de la Investigación Animal. *Psychological Writings / Escritos de Psicología*, 6(3), 5-13.
- Seel R, Chair, T.F. y Sherer, M., (2010). Assessment scales for disorders of consciousness: evidence-based recommendations for clinical practice and research. *Arch Phys Med Rehabil*, 91, 1795-1813.
- Snowden, M., Steinman, L., Mochan, K., Grodstein, F., Prohaska, T. R., Thurman, D. J., y Little, D. (2011). Effect of exercise on cognitive performance in community-dwelling older adults: review of intervention trials and recommendations for public health practice and research. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59(4), 704-716.
- Solla, JA, (2015). Influencia del ejercicio físico sobre la función cognitiva en pacientes con daño cerebral adquirido. Universidad a Coruña. Facultad de Fisioterapia. Recuperado en <http://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/14809>
- Supervía U, Salavera C, MurilloV y Abad JJ, (2016). Relación entre motivación, compromiso y autoconcepto en adolescentes: estudio con futbolistas. Descargado: 06/06/2017. Recuperado: <http://revistas.um.es/cpd/article/view/254561/192191>
- Torres Román, R. P. (2013). La negativa de las instituciones de salud públicas y privadas a la atención de las personas víctimas de accidentes de tránsito por motivos económicos y la incorporación en la ley orgánica de la salud de sanciones pecuniarias y administrativas más drásticas para los responsables (Bachelor's thesis).
- Ucles, Valverde y Mata, (2012). Diagnóstico Epidemiológico de los Pacientes Ingresados al Centro Nacional de Rehabilitación (CENARE). Hospital Dr. Humerto Araya Rojas con diagnóstico de lesión medular. Recuperado en <http://www.binasss.sa.cr/revistas/neuroeje/v25n1/art6.pdf>
- Vafamand, E, Fatalsadat, Kargarfard M, Mohammad M, (2012). Effects of an Eight-Week Aerobic Exercise Program on Dopamine and Serotonin Levels in Addicted Women in the Central Prison of Isfahan, Iran. *Journal of Isfahan Medical School*. 11/12/2012, Vol. 30 Issue 204, p1-12. 12p.
- Wheeler, M. A., Stuss, D. T. y Tulving, E. (1995). Frontal lobe damage produces episodic memory impairment. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 1(06), 525-536.