



UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

GRADO EN PSICOLOGÍA

Análisis del Sistema Funcional Atencional en el Traumatismo

Craneoencefálico Leve.

Autora: Pilar Regúlez Ibarretxe

Tutora: Valentina Ladera Fernández

Julio 2016

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro que he redactado el trabajo “*Análisis del sistema funcional atencional en el traumatismo craneoencefálico leve*” para la asignatura de Trabajo Fin de Grado en el curso académico 2015/2016 de forma autónoma, con la ayuda de las fuentes bibliográficas citadas en la bibliografía, y que he identificado como tales todas las partes tomadas de las fuentes indicadas, textualmente o conforme a su sentido.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
3. METODOLOGÍA.....	4
3.1. Materiales.....	4
3.2. Procedimiento.....	8
3.3. Análisis de la información.....	9
4. RESULTADOS.....	10
5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	19
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Selección de estudios.....	8
Figura 2. Componentes atencionales abordados en los estudios empíricos.....	9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de las características de los estudios empíricos incluidos.....	5
Tabla 2. Principales resultados en atención sostenida en el TCE leve.....	11
Tabla 3. Principales resultados en atención dividida en el TCE leve.....	12
Tabla 4. Principales resultados en atención selectiva en el TCE leve.....	13
Tabla 5. Principales resultados en vigilancia en el TCE leve.....	14
Tabla 6. Principales resultados en control atencional en el TCE leve.....	15
Tabla 7. Principales resultados de los estudios de meta-análisis.....	18

RESUMEN

El traumatismo craneoencefálico es un daño en la estructura cerebral causada por una fuerza externa que ocasiona trastornos en el funcionamiento cerebral. El traumatismo craneoencefálico leve es el tipo de lesión cerebral traumática más frecuente, estimándose su prevalencia entre un 70-90% del total de diagnósticos de traumatismo craneoencefálico. Las alteraciones en el sistema funcional atencional aparecen con una alta probabilidad tras una lesión de este tipo, lo cual tiene una gran repercusión en la actividad diaria de los pacientes. Estas alteraciones se deben fundamentalmente a lesiones en los circuitos cerebrales fronto-parietales, así como al daño axonal difuso, que afecta a la integridad de las conexiones que se establecen entre las fibras de la sustancia blanca. El objetivo del presente trabajo es analizar, a través de la literatura científica, si existen alteraciones en el sistema funcional atencional en pacientes con traumatismo craneoencefálico leve, así como estudiar qué componentes de la misma (atención sostenida, dividida, selectiva, vigilancia y control atencional) se ven más afectados. Los materiales empleados son 21 artículos científicos, de los cuales 18 son investigaciones empíricas y 3 meta-análisis. Los resultados ponen de manifiesto rendimientos por debajo de la normalidad en pacientes con TCE leve en tareas atencionales, lo cual avala la existencia de alteraciones en los diferentes componentes del sistema funcional atencional. Los componentes que muestran una mayor afectación son la atención sostenida, dividida y selectiva. Respecto a la vigilancia y el control atencional, si bien los trabajos estudiados evidencian déficits en estos componentes, hay que tomar estos resultados con cautela dado el escaso número de estudios que evalúan dichos componentes atencionales.

Palabras clave: Atención. Daño cerebral. Neuropsicología. Traumatismo Craneoencefálico leve.

1. INTRODUCCIÓN

El traumatismo craneoencefálico (TCE) es un daño en la estructura cerebral causada por una fuerza externa que ocasiona trastornos en el funcionamiento cerebral, los cuales incluyen disfunciones sensitivas, motoras, perceptivas, comportamentales, cognitivas, emocionales, etc. (Thiagarajan et al., 2013).

The *Nacional Head Injury Foundation* -NHIF- (NHIF, 1985), define el daño cerebral traumático como: "*Un daño en el cerebro, de naturaleza no degenerativa, causada por una fuerza externa que puede producir una disminución o alteración del estado de conciencia, dando como resultado un deterioro del funcionamiento de las capacidades cognitivas, físicas, del comportamiento y manejo emocional*".

Las lesiones cerebrales de tipo traumático, pueden clasificarse de acuerdo con la gravedad del daño producido, y estas lesiones pueden ser leves, moderadas o severas. El TCE leve es la lesión cerebral de tipo traumática más frecuente, estimándose entre un 70% -90% (Dean et al., 2014; Larrabee et al., 2013; Thiagarajan et al., 2013; Trontel et al., 2013). Las alteraciones cognitivas, emocionales, comportamentales y funcionales en este tipo de población han sido ampliamente estudiados en Neuropsicología, así como uno de los más controvertidos (Pertab et al., 2009).

Uno de los criterios más utilizados son los propuestos por *The Mild Traumatic Brain Injury Interdisciplinary Special Interest del Group of the American Congress of Rehabilitation Medicine* -ACRM- (Kay et al., 1993) y la *Organización Mundial de la Salud* (OMS, 2004), los cuales señalan: 1- Algún período de alteración o pérdida de conciencia de duración ≤ 30 minutos. 2- Pérdida de memoria para eventos que sucedieron inmediatamente antes o después del accidente. Duración de la amnesia postraumática < 24 horas. 3- Alguna alteración en el estado mental en el momento del accidente (desorientación, confusión, sensación de aturdimiento, etc.). 4- Déficit neurológico/s focal/es que pueden ser o no transitorios. 5.- Puntuación en la GCS ≥ 13 .

Las características clínicas neuropsicológicas que presentan los pacientes con TCE son muy variadas y dependen de múltiples factores. En los traumatismos leves pueden aparecer alteraciones cognitivas que afectan fundamentalmente a la velocidad en el procesamiento de la información, atención y concentración, y memoria (Gentilini et al., 1989; Kwok et al., 2008; Leninger et al., 1990; Williams et al., 1990). En cuanto a

la atención, en esta población se han observado fundamentalmente dificultades para realizar tareas que requieren atención dividida (Paré et al., 2009; Toyokura et al., 2012), así como para mantener o focalizar la atención (McIntire et al., 2006).

Desde un punto de vista neurofuncional, estas alteraciones en el sistema atencional se deben fundamentalmente a lesiones en los circuitos cerebrales fronto-parietales (Mayer et al., 2009). Los mecanismos de aceleración y desaceleración que provocan el daño cerebral traumático, suelen afectar a las áreas orbital y lateral de los lóbulos frontal y temporal, zonas que se encuentran relacionadas con los circuitos neuronales implicados en la atención, memoria y funciones ejecutivas (Sarajuuri et al., 2012). Por otra parte, el daño axonal difuso afecta a la integridad de las conexiones que se establecen entre las fibras de la sustancia blanca y aparece con frecuencia como consecuencia de un TCE leve. Este daño altera, entre otras, las funciones atencionales y es responsable de la persistencia de los síntomas cognitivos tras la fase aguda, donde aparecen con más frecuencia déficits atencionales y de memoria (Pare et al., 2009).

Las pruebas de neuroimagen permiten obtener información acerca de las bases biológicas de estas alteraciones en la atención que se producen como consecuencia del traumatismo. De entre estas técnicas, imágenes realizadas con resonancia magnética (RM) funcional avalan la existencia de alteraciones en el lóbulo frontal (concretamente en el giro frontal medio izquierdo y el córtex prefrontal dorsolateral) que repercuten en tareas que requieren atención y memoria de trabajo (citado en Dean et al., 2014). Por otra parte, Vakhtin et al., (2013) ponen de manifiesto que pacientes con TCE leve muestran hiperactivación en la unión temporo-parietal, así como un déficit en la conexión de la red atencional con otras redes cerebrales, lo cual puede verse reflejado en las alteraciones de la atención que estos pacientes presentan, concretamente en la atención sostenida y la vigilancia.

En cuanto a la evolución de las manifestaciones clínicas neuropsicológicas en el TCE hemos de señalar que los mecanismos de recuperación tras un TCE leve son muy complejos y variados. En los últimos años se ha cuestionado mucho si las alteraciones cognitivas se presentan como déficit transitorios o pueden mantenerse como secuelas permanentes. Algunos estudios realizados ponen de manifiesto que, en general, en los tres primeros meses después del traumatismo existe una clara mejoría de los déficit cognitivos iniciales y que, cuando estos déficit persisten, suelen afectar a la memoria, a

la velocidad en el procesamiento de la información y a la atención selectiva y sostenida (Dikmen et al., 1986; Gentilini et al., 1989; Möller et al., 2014; Ruff et al., 1989). Los pacientes con TCE leve con frecuencia presentan dificultades para focalizar y mantener la atención, si bien es cierto que las medidas neuropsicológicas pueden presentar fallos para detectar lapsus momentáneos en la focalización y mantenimiento de la atención debido a que miden eventos concretos (Diwakar et al., 2015).

Otros autores indican que existe un pequeño subgrupo de pacientes que continúan presentando déficit más allá de los 3 meses, incluso años después del traumatismo (Alexander, 1995; Gasquoin, 1997; Ponsford et al., 2000). Levin et al. (1987) en un estudio multicéntrico, refieren que en TCE leves sin ningún tipo de complicación raramente aparecen alteraciones cognitivas permanentes. Sin embargo Vanderploeg et al. (2005) encontraron que los TCE leves 8 años después de la lesión presentan importantes secuelas a nivel de atención y memoria de trabajo.

A pesar de los avances médicos y científicos, se ha comprobado que algunos sujetos con TCE leve siguen presentando trastornos cognitivos y específicamente en el sistema atencional, que si bien presentan una buena resolución neurológica, afectan de forma significativa a sus actividades diarias. Los déficits atencionales repercuten en las relaciones interpersonales que estos pacientes mantienen con sus cuidadores o sus familiares, dado que a menudo presentan dificultades para focalizar y mantener la atención en sus interacciones con los mismos (Kang et al., 2011). Asimismo, estas personas pueden experimentar problemas para planificar eventos, pagar facturas, seguir un horario o tomar decisiones (Waid-Ebbs et al., 2014), por lo que los déficit que se producen en el sistema atencional a causa de un TCE leve abarcan un amplio conjunto de actividades y tienen una gran repercusión en la vida diaria del sujeto.

Desde una perspectiva teórica y en la práctica clínica es de gran interés conocer los déficits en el sistema funcional atencional que los pacientes con TCE leve pueden presentar, dada su repercusión en las actividades de la vida diaria. La elaboración de un plan terapéutico adecuado y adaptado al paciente, permitirá minimizar las consecuencias que tienen en la vida diaria, mejorar la calidad de vida y su autonomía.

2. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es analizar, a través de la literatura científica, si existen o no alteraciones en el sistema funcional atencional en sujetos adultos que han sufrido un TCE leve, así como estudiar qué modalidades de la atención (sostenida, dividida, selectiva, vigilancia y control atencional) se ven más afectadas.

3. METODOLOGÍA

3.1. Materiales

Para la realización de este trabajo se han utilizado 21 artículos científicos, de los cuales 18 artículos son investigaciones empíricas y 3 meta-análisis. En la tabla 1 se presentan las características de los estudios empíricos incluidos.

Los 3 meta-análisis han sido realizados por Frencham et al., (2005); Pertab et al., (2009) y Larrabee et al., (2013). El trabajo realizado por Frencham et al. (2005), estudia un total de 17 artículos empíricos en los cuales los participantes presentan TCE leve, tanto en fase aguda (transcurridos menos de 3 meses desde la lesión) como en fase crónica (transcurridos más de 3 meses), con el objetivo de observar la relación entre el tiempo transcurrido tras la lesión y el rendimiento neuropsicológico.

Pertab et al. (2009), analizan 25 trabajos de acuerdo con cuatro variables: mecanismo de la lesión; criterios diagnósticos para delimitar la severidad del daño (GCS, pérdida de conciencia, amnesia post-traumática, y severidad de la lesión, TCE leve complicado o no); tipo de instrumento de evaluación neuropsicológica empleado y tiempo transcurrido desde el TCE hasta la evaluación; y si en los estudios se clasifican por separado subgrupos de pacientes de acuerdo a la presencia o no de síntomas de forma crónica, o, si por el contrario, los sujetos se categorizan por una historia de TCE leve. De estos 25 trabajos, 18 artículos aportan variables que permiten a los investigadores calcular el tamaño del efecto de las variables que son objeto de estudio.

Por último, el meta-análisis realizado por Larrabee et al. (2013), incluye 13 estudios en los cuales se compara sujetos control con sujetos que presentan TCE leve con el objetivo de determinar la existencia o no de un subgrupo de TCE leve complicado, caracterizado por anomalías en la estructura cerebral y por la presencia de más de un TCE, que manifiestan déficit cognitivos pasados 3 meses de la lesión.

Tabla 1. Descripción de las características de los estudios empíricos incluidos.

Estudio	Diseño	Participantes				Componentes de la atención evaluados	
		Grupos de sujetos		Género %	Edad Media (SD)		Años de educación Media (SD)
Kurka et al. (2006)	Observacional Transversal	TCE leve (n=30)	RM con evidencia de lesiones estructurales (n=7)	Varones 71% Mujeres 29%	Media=33.71 (SD=14.24)	Media=14.14 (SD=2.34)	- Atención selectiva
			RM normal (n=23)	Varones 70% Mujeres 30%	Media=31.57 (SD=11.30)	Media=14.30 (SD=2.27)	
		Control (n= 23)	RM normal (n=23)	Varones 70% Mujeres 30%	Media=29.39 (SD=11.82)	Media=15.7 (SD=1.84)	
McIntire et al., (2006)	Observacional Transversal	TCE leve (n=17)		Varones 52% Mujeres 48%	Media=22 (SD=4.19)	Media=15 (SD=2.96)	- Atención selectiva
		Control (n= 17)		Varones 35% Mujeres 65%	Media=22 (SD=3.97)	Media=15 (SD=3.13)	
Kwok et al., (2008)	Longitudinal (1 y 3 meses tras la lesión)	TCE leve (n=31)		Varones 80% Mujeres 20%	Media=38.60 (SD=12.35)	Media=10.26 (SD=4.24)	- Atención selectiva - Atención sostenida
		Control (n= 32)		Varones 59% Mujeres 41%	Media=39.72 (SD=11.66)	Media=11.38 (SD=3.59)	- Atención dividida
Blanchet et al., (2009)	Observacional Transversal	TCE leve (n=13)		No especificado	Media=26.31 (SD=5.23)	Media=13.69 (SD=3.42)	- Atención sostenida - Atención selectiva
		Control (n=12)			Media=26 (SD=5.34)	Media=15 (SD=2.44)	-Atención dividida
Mayer et al., (2009)	Observacional Transversal	TCE leve (n=16)		Varones 50% Mujeres 50%	Media=27.2 (SD=7.62)	Media=13.1 (SD=2.5)	- Control atencional
		Control (n=16)		Varones 50% Mujeres 50%	Media=27.3 (SD=7.43)	Media=14.4 (SD=2.3)	

Tabla 1 (continuación). Descripción de las características de los estudios empíricos incluidos.

Estudio	Diseño	Participantes				Componentes de la atención evaluados	
		Grupos de sujetos	Género %	Edad Media (SD)	Años de educación Media (SD)		
Paré et al., (2009)	Longitudinal (1 semana y 3 meses tras la lesión)	TCE leve (n=37)	Varones 65% Mujeres 35%	Media=26.70 (SD=10.26)	Media=13.14 (SD=2.51)	- Atención dividida	
		Control (n=79)	Varones 42% Mujeres 58%	Media=30.59 (SD=11.86)	Media=14.32 (SD=2.9)		
Kang et al., (2011)	Observacional Transversal	TCE leve (n=9)	Varones 88% Mujeres 22%	Media=50.4 (SD=7.2)	No especificado	- Vigilancia	
Bolduc-Teasdale et al., (2012)	Observacional Transversal	Control (n=19)	Varones 53% Mujeres 47%	Media=25.9 (SD=6.61)	No especificado	- Atención selectiva	
Sarajuuri et al., (2012)	Observacional Transversal	TCE (n=34)	Varones 100%	Media=34 (SD=10)	Media=11.3 (SD=1.4)	- Control atencional	
Toyokura et al., (2012)	Estudio de Caso	TCE leve (n=2)	Varones 100%	Media=31 (SD=2)	No especificado	- Atención dividida	
Thiagarajan et al., (2013)	Observacional Transversal	TCE leve (n=12)	Varones 33% Mujeres 66%	Media=29 (SD=3)	No especificado	- Atención sostenida	
Trontel et al., (2013)	Observacional Transversal	TCE leve (n=49)	Diagnóstico (n=25)	Varones 40% Mujeres 60%	Media=23.72 (SD=8.25)	Media=12.83 (SD=1.13)	- Control atencional
			Control (n=24)	Varones 46% Mujeres 54%	Media=20.50 (SD=3.67)	Media=12.63 (SD=1.01)	
Vakhtin et al., (2013)	Observacional Transversal	TCE leve (n=13)	Varones 100%	Media=34.3 (SD=6.6)	No especificado	- Vigilancia	
		Control (n=50)		Media=29.7 (SD=8.4)			
Dean et al., (2014)	Observacional Transversal	TCE leve sin SPC (n=8)	Varones 44% Mujeres 56%	19-32 años	No especificado	- Control atención	
		TCE leve con SPC (n=8)					
		Control (n=9)					

Tabla 1 (continuación). Descripción de las características de los estudios empíricos incluidos.

Estudio	Diseño	Participantes				Componentes de la atención evaluados
		Grupos de sujetos	Género %	Edad Media (SD)	Años de educación Media (SD)	
Möller et al., (2014)	Observacional Transversal	TCE leve (n=24)	Varones 50% Mujeres 50%	Media=36 (SD no especificada)	Media=12 (SD no especificada)	- Atención selectiva -Atención sostenida
		Control (n=31)	Varones 42% Mujeres 58%	Media=37 (SD no especificada)	Media=12 (SD no especificada)	
Waid-Ebbs et al., (2014)	Observacional Transversal	TCE leve (n=6)	No especificado	Media=31 (SD=6.7)	No especificado	- Atención sostenida
Yadav et al., (2014)	Observacional Transversal	TCE leve (n=7)	Varones 14% Mujeres 86%	Media=29.5 (SD=4.3)	No especificado	- Atención sostenida
Diwakar et al., (2015)	Observacional Transversal	TCE leve (n=25)	No especificado	Media=32.7 (SD=11.2)	Media=14.7 (SD=1.4)	- Atención sostenida - Control atencional
		Control (n=25)		Media=31.8 (SD=10.6)	Media=15.2 (SD=1.5)	

Nota. SPC: Síndrome Post Conmoción. **TCE:** Traumatismo Craneoencefálico.

3.2. Procedimiento

Para la elaboración del presente trabajo se ha realizado una búsqueda bibliográfica, durante el mes de febrero de 2016, mediante el empleo de las bases de datos *Medline*, *Psychinfo*, *Pubmed* y *Scopus*. Se utilizaron las palabras clave “*Mild Traumatic Brain Injury*” y “*Attention*”, y se obtuvieron un total de 3876 resultados. Dado el elevado número de trabajos obtenidos, se establecieron los siguientes criterios de selección: -trabajos publicados en el periodo comprendido entre enero de 2005 y febrero de 2016; -realizados en sujetos humanos adultos; -escritos en castellano y/o inglés; -investigaciones empíricas y meta-análisis y; las palabras de búsqueda debían estar presentes en el título, resumen y/o palabras clave. Se obtienen un total de 1245 documentos (figura 1).

A continuación se excluyeron todos los trabajos que no estaban centrados en el TCE leve (TCE moderado y severo), y los estudios clínicos farmacológicos. También se excluyen aquellos artículos en los cuales los pacientes presentan otros cuadros médicos y/o psicopatológicos (además del TCE) y se eliminaron los artículos repetidos. Se obtuvo un total de 21 documentos (figura 1).

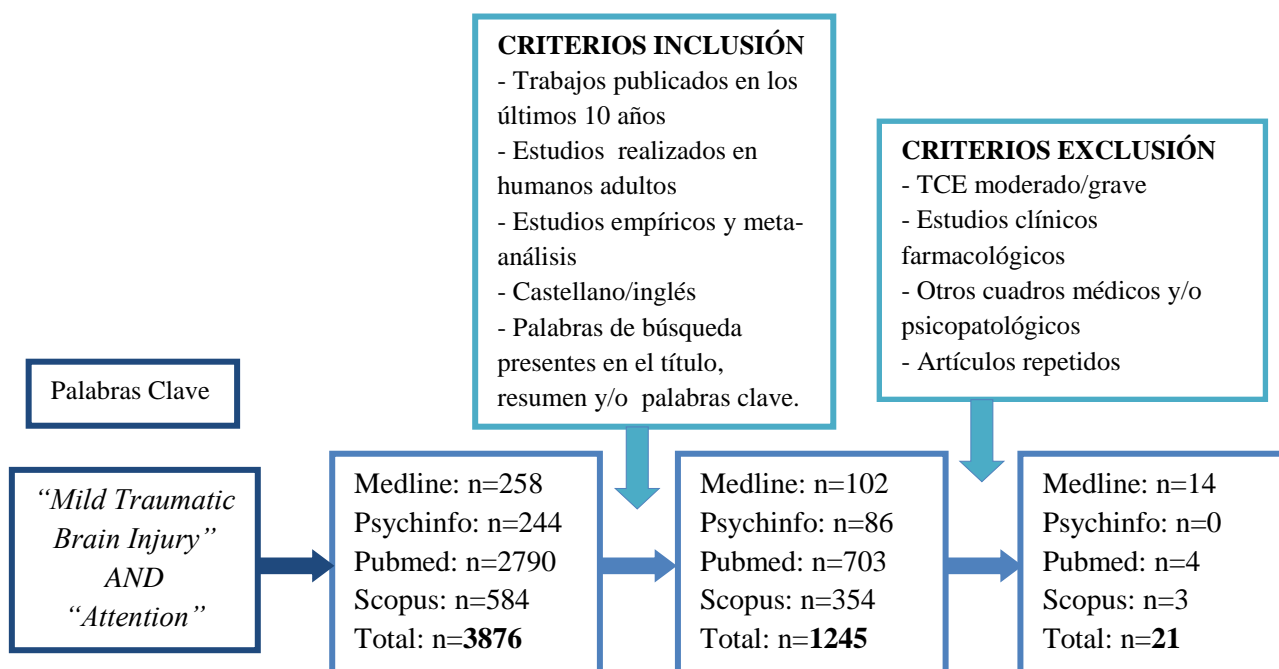


Figura 1. Selección de estudios.

3.3. Análisis de la información

En primer lugar, se han ordenado cronológicamente todos los trabajos seleccionados para obtener una visión del estado general de las investigaciones sobre el tema tratado en los últimos 10 años.

A continuación, se analizan los distintos componentes atencionales abordados en los estudios empíricos seleccionados para la realización de este trabajo. En la figura 2 se muestran aquellos componentes atencionales abordados en estos estudios.

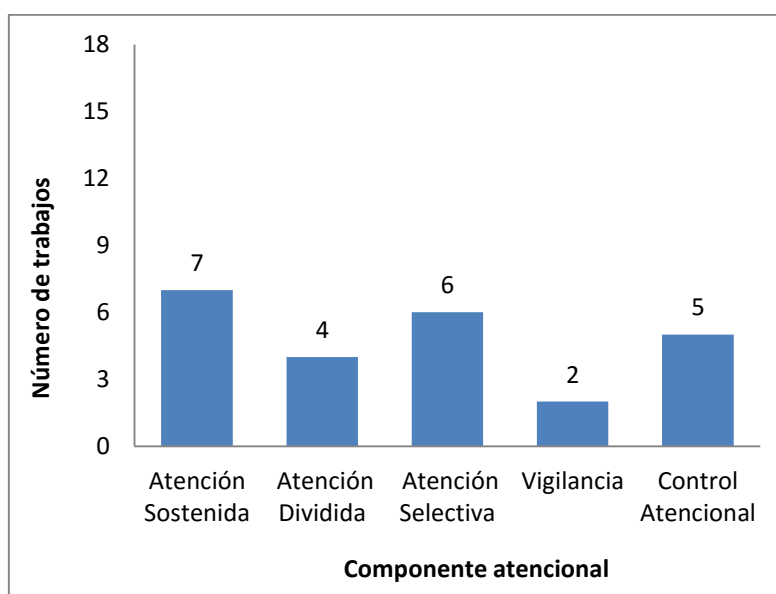


Figura 2. Componentes atencionales abordados en los estudios empíricos incluidos.

Posteriormente se analizaron los meta-análisis (n=3). En el de Frencham et al. (2005), se analizan la memoria de trabajo y atención, organización perceptiva, comprensión verbal, habilidades motoras, memoria, funciones ejecutivas y velocidad de procesamiento. Dentro de la atención los componentes analizados son la atención sostenida y la atención dividida.

Pertab et al. (2009), analizan en su meta-análisis como variables neuropsicológicas la memoria y la atención. En la función atencional, diferencian componentes atencionales de acuerdo a la intencionalidad o no en el mantenimiento de la atención, es decir, los componentes que aquí se analizan son el control atencional y la atención sostenida.

Por su parte, el meta-análisis llevado a cabo por Larrabee et al. (2013), se basa en establecer una diferenciación entre TCE leve no complicado y TCE leve complicado, el cual se caracteriza por la presencia de anomalías en las estructuras cerebrales observables mediante pruebas de neuroimagen, además de cumplir los criterios diagnósticos del TCE leve. Además, busca dilucidar si existe una relación entre estos dos subgrupos de TCE leve y la aparición de los diferentes síntomas que forman el Síndrome Post Conmoción (SPC).

4. RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados obtenidos tras el análisis de los estudios seleccionados. En primer lugar, se van a presentar los resultados de los estudios empíricos (n=18) en función de los componentes atencionales incluidos en los diferentes trabajos: atención sostenida, atención dividida, atención selectiva, vigilancia y control atencional. En segundo lugar, se presentan los resultados obtenidos del estudio de los meta-análisis seleccionados (n=3).

Atención sostenida: un 38% (n=7) de los documentos empíricos empleados para la realización de este trabajo evalúa este componente atencional. De ellos, el 71% señalan alteraciones en la atención sostenida en pacientes con TCE leve (Kwok et al., 2008; Möller et al., 2014; Thiagarajan et al., 2013; Yadav et al., 2014; Diwakar et al., 2015). Estos resultados se han observado en pruebas como el *Test de Vigilancia de Dígitos* (Kwok et al., 2008), en el que se observan rendimientos por debajo de lo esperado inmediatamente después de producirse el traumatismo, continuando por debajo de la normalidad tres meses después del traumatismo; el *DSST* (Möller et al., 2014), donde se observa que se producen más errores conforme aumenta el tiempo de aplicación de la prueba; el *PVSAT* (Thiagarajan et al., 2013; Yadav et al., 2014) y el *ANT* (Diwakar et al., 2015) a través del cual se pone de manifiesto que los TCE leve requieren mayor tiempo de reacción en tareas de búsqueda visual.

Un 29% de los trabajos señalan que no existen alteraciones significativas en la atención sostenida (Blanchet et al., 2009; Möller et al., 2014). Las tareas utilizadas en estas investigaciones son, *Test Informatizado de las Funciones Atencionales* (Blanchet et al., 2009), el *Test de Actuación Continua* (Blanchet et al., 2009), el *Ruff 2&7*

Selective Attention Test (Möller et al., 2014). Las principales conclusiones obtenidas sobre este componente atencional se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Principales conclusiones en atención sostenida en el TCE leve.

Estudio	Instrumentos de evaluación	Conclusiones
Kwok et al., (2008)	Test de Vigilancia de Dígitos	Inmediatamente tras un TCE leve, se observan déficits atencionales que tienen un impacto diferencial dado que con el tiempo, hay sub tipos de la atención que tienden a recuperarse y otros subtipos como la atención sostenida, no retornan a niveles normales con el tiempo.
Blanchet et al., (2009)	Test Informatizado de las Funciones Atencionales Test de Actuación Continua	No hay diferencias entre controles y TCE leve en la atención sostenida tras tres meses de la lesión.
Thiagarajan et al., (2013)	PVSAT	La mejora en la atención sostenida vía visual tras un entrenamiento oculomotor muestra la plasticidad cerebral para el aprendizaje oculomotor.
Möller et al., (2014)	Ruff 2 & 7 DSST	Test que requieren la activación simultánea de varios dominios cognitivos (DSST) son más sensibles para detectar deterioros en la atención sostenida tras un periodo de aplicación de la prueba que aquellos que miden funciones atencionales automáticas (Ruff).
Waid-Ebbs et al., (2014)	GMT	Pacientes con TCE leve con alteraciones en la atención sostenida, ven mejorados sus déficits tras la aplicación de esta intervención.
Yadav et al., (2014)	PVSAT	Los cambios significativos en pruebas neuropsicológicas como el PVSAT sugieren que la rehabilitación oculomotora afecta a procesos visuales que están involucrados con la atención sostenida.
Diwakar et al., (2015)	ANT	Hay evidencias de alteraciones en la atención sostenida que se ven reflejadas en déficits en la búsqueda visual, lo cual podría reflejar fallos en el control anticipatorio de movimientos oculares en pacientes con TCE leve.

Nota. **ANT:** Attention Network Test (Fan et al, 2002). **CCRTT:** Computerized Contrast Reaction Time Task. **DSST:** Digit Symbol Substitution Test. **GMT:** Goal Management Training. **PVSAT:** Paced Visual Search and Attention Test (Gronwall et al, 1974). **TCE:** Traumatismo Craneoencefálico.

Atención dividida: del total de estudios empleados para la realización de este trabajo, un 22% (n=4) analiza la atención dividida.

El 100% de trabajos ponen de manifiesto la existencia de alteraciones significativas de la atención dividida inmediatamente después de sufrir un TCE leve (Blanchet et al., 2009; Kwok et al., 2008; Paré et al., 2009; Toyokura et al., 2012). Los

pacientes puntúan por debajo de los esperado en pruebas neuropsicológicas como el *CAT* (Toyokura et al., 2012) o el *Test de Dígitos y Símbolos* (Kwok et al., 2008). Los tiempos de reacción en comparación a sujetos controles, son mayores en una doble tarea enmarcada en el *Test d'Attention Partagée Informatisé* (Paré et al., 2009) y presentan una peor resolución en tareas que evalúan memoria y demandan atención dividida (Blanchet et al., 2009).

No existe un acuerdo respecto a la duración en el tiempo de estos déficits en atención dividida. Un 25% de los trabajos afirman que las alteraciones observadas inmediatamente tras el traumatismo, tienden a mejorar transcurrido un mes y retornan a los valores normales tras tres meses de la lesión, de acuerdo con los resultados obtenidos con el *Test de Dígitos y Símbolos* (Kwok et al., 2008). El 75 % de los documentos estudiados indican que la persistencia de los déficits en atención se observa en la atención dividida, evaluada con el paradigma de la doble tarea. Estos déficits se ponen de manifiesto en el *Test d'Attention Partagée Informatisé* (Paré et al., 2009) o mediante pruebas de *Doble Tarea*, si bien pueden pasar desapercibidos mediante pruebas como el *PASAT* (Toyokura et al., 2012).

En la tabla 3 se presentan las principales conclusiones en relación a este componente atencional.

Tabla 3. Principales conclusiones en atención dividida en el TCE leve.

Estudio	Instrumentos de evaluación	Conclusiones
Kwok et al., (2008)	Test de Dígitos y Símbolos	Tras el TCE leve se producen alteraciones en la atención. La atención dividida tiende a mejorar con el tiempo, mientras que otros subtipos de atención continúan estando alteradas.
Blanchet et al., (2009)	Tarea de memoria con atención	Hay una disponibilidad reducida de recursos atencionales tras TCE leve. Se observa un déficit en el aprendizaje verbal en una tarea que requiere atención dividida tras TCE leve debido a la reducción de recursos cognitivos.
Paré et al., (2009)	TAPI	Los déficits en atención dividida, pueden persistir más de tres meses después de sufrir un TCE leve. Una prueba basada en la doble tarea puede resultar útil para evaluarla.
Toyokura et al., (2012)	CAT Doble tarea	Las alteraciones a largo plazo en la atención dividida pueden pasar desapercibidas. Una prueba de doble tarea puede ser la idónea para evaluar esta función atencional.

Nota. **CAT:** Clinical Assessment of Attention (Japan Society for Higher Brain Dysfunction, 2006).

TAPI: Test d'Attention Partagée Informatisé. **TCE:** Traumatismo Craneoencefálico.

Atención selectiva: un 33% (n=6) de la totalidad de artículos empíricos con los que se ha realizado este trabajo evalúa la atención selectiva en pacientes con TCE leve. En la tabla 4 se muestran las principales conclusiones obtenidas tras el análisis de los trabajos que evalúan este componente atencional.

Un 66% de los trabajos estudiados avalan la existencia de alteraciones de la atención selectiva en pacientes con TCE leve. Esto se pone de manifiesto una tareas como la *Presentación Visual Serial Rápida –RSVP-* (McIntire et al., 2006), la prueba *Stroop Word-Colour Test* (Kwok et al., 2008; Möller et al., 2014) y mayores tiempos de reacción cuando se requiere la selectividad atencional en pruebas como *DRT* y el *CAT* (Kurka et al., 2006). Con el *Ruff 2&7 Selective Attention Test* (Möller et al., 2014) no se han encontrado diferencias significativas en este tarea entre sujetos con TCE leve y sujetos controles.

Un 33% de los trabajos evidencian que las alteraciones en la atención selectiva mejoran con el tiempo, alcanzando los límites de la normalidad aproximadamente a los 3 meses tras el traumatismo. Estos pacientes no muestran diferencias respecto a sujetos controles tanto en una tarea de *Stroop* (Kwok et al., 2008) transcurrido un mes desde el traumatismo; ni en el *Test Informatizado de las Funciones Atencionales* (Blanchet et al., 2009) tras al menos tres meses después de la lesión.

Tabla 4. Principales conclusiones en atención selectiva en el TCE leve

Estudio	Instrumentos de evaluación	Conclusiones
Kurka et al., (2006)	DRT CAT	Pacientes con lesiones estructurales en la RM muestran alteraciones en la atención selectiva tanto en comparación con sujetos control como con sujetos con TCE leve sin lesiones estructurales.
McIntire et al., (2006)	RSVP	Mismos TR de pacientes con TCE leve que controles (parpadeo atencional), más errores en pacientes con TCE leve debido a que se produce una competición atencional. Existen límites temporales de la atención debidos al TCE leve
Kwok et al., (2008)	Stroop Word-Colour Test	La atención selectiva se encuentra alterada tras sufrir un TCE leve, pero retorna a niveles normales transcurrido un mes desde el traumatismo.
Blanchet et al., (2009)	Test Informatizado de las Funciones Atencionales	No hay diferencias entre controles y TCE leve en la atención selectiva (tres meses después de la lesión).

Tabla 4 (continuación). Principales conclusiones en atención selectiva en el TCE leve

Bolduc-Teasdale et al., (2012)	CAT Tarea Nueva	Test neuropsicológicos pueden reflejar puntuaciones normales para personas que sí presentan déficit en la selectividad atencional, por lo que una nueva tarea puede ser la idónea para evaluarlo.
Möller et al., (2014)	Ruff 2 & 7 CWT (Stroop)	Test que demandan funciones ejecutivas (CWT) son más sensibles que los que miden funciones atencionales automáticas (Ruff) a las alteraciones atencionales producidas tras un tiempo de aplicación. Al poder evaluar estos fallos atencionales, es posible evaluar la fatigabilidad cognitiva de pacientes con TCE leve.

Nota. **CAT:** Clinical Assessment of Attention (Japan Society for Higher Brain Dysfunction, 2006). **CWT:** Color Word Test (Smith et al, 1986). **DRT:** Disjunctive Reaction Time. **RM:** Resonancia Magnética. **RSVP:** Rapid Serial Visual Presentation. **TCE:** Traumatismo Craneoencefálico. **TR:** tiempo de reacción.

Vigilancia: se aborda se aborda en un 11% (n=2) de los artículos de investigación empírica incluidos en este trabajo.

El 100% de trabajos evidencian que existe una alteración en este componente del sistema funcional atencional en pacientes con TCE leve. Se ha señalado que estos pacientes presentan dificultades para realizar tareas que requieren de vigilancia atencional, lo cual se pone de manifiesto mediante el aumento en los tiempos de reacción (Kang et al., 2011) y en tareas como el *Making Trail Test* y *PASAT* (Vakhtin et al., 2013). En la tabla 5 se indican las conclusiones obtenidas acerca de la vigilancia en los trabajos estudiados.

Tabla 5. Principales conclusiones en vigilancia en el TCE leve.

Estudio	Instrumentos de evaluación	Conclusiones
Kang et al., (2011)	CCRT (tarea de tiempos de reacción)	Los tiempos de reacción en tareas que requieren vigilancia atencional en pacientes con TCE leve son mayores. La estimulación transcraneal directa en el córtex prefrontal dorsolateral izquierdo reduce estos tiempos de reacción.
Vakhtin et al., (2013)	Trail Making Test PASAT	Existen alteraciones en la sustancia blanca alrededor de redes atencionales. Una hiperactivación de la unión temporo-parietal puede compensar el daño axonal difuso en la sustancia blanca.

Nota. **CCRT:** Computerized Contrast Reaction Time Task. **PASAT:** Paced Auditory Serial Attention Test (Gronwell, 1977). **TCE:** Traumatismo Craneoencefálico

Control atencional: este componente atencional es analizado en un 28% (n=5) de las investigaciones empíricas seleccionadas para la realización de este trabajo.

Un 80% señalan alteraciones en el control de la atención en pacientes con TCE leve. Esto se pone de manifiesto en pruebas como el *PVSAT* (Dean et al., 2014; Mayer et al., 2009), el *Subtest de Amplitud de Dígitos y Letras de la Escala de Weschler* (Trontel et al., 2013), donde se observa que existen alteraciones del control atencional en pacientes con TCE leve. Estudios que analizan la relación entre los resultados en test neuropsicológicos y test de rendimiento motor, evidencian correlaciones entre la agilidad y el control atencional, evaluado a través del *Trail Making Test* y el *Subtest de Dígitos de la Escala de Weschler* (Sarajuuri et al., 2012), donde se observan alteraciones en el control de la atención que se correlacionan con lentificación motora.

Un 20% de los trabajos que evalúan el control atencional evidencia que no hay diferencias significativas en control atencional en pacientes con TCE leve en comparación con sujetos control, evaluado mediante el *ANT* (Diwakar et al., 2015). Sin embargo, estos pacientes muestran tiempos de reacción más prolongados que los sujetos control. Ver tabla 6.

Tabla 6. Principales conclusiones en control atencional en el TCE leve.

Estudio	Instrumentos de evaluación	Conclusiones
Mayer et al., (2009)	PVSAT	Pacientes con TCE leve muestran alteraciones en el control atencional, tanto a nivel de orientar la atención auditivamente como a nivel de inhibir la focalización espacial de la atención comparada con sujetos control. En la RM se observa una hipoactivación del tálamo, núcleo estriado y cerebelo, así como en el córtex parietal posterior derecho, el córtex prefrontal ventrolateral.
Sarajuuri et al., (2012)	Subtest de Dígitos de la Escala de Weschler, WAIS-R Trail Making Test	Existe relación entre las funciones cognitivas y motoras en pacientes que han sufrido un TCE leve tras un año de rehabilitación física satisfactoria. Medidas en atención pueden estar relacionadas con el rendimiento motor.

Tabla 6 (continuación). Principales conclusiones en control atencional en el TCE leve.

Estudio	Instrumentos de evaluación	Conclusiones
Trontel et al., (2013)	Subtest de Amplitud de Dígitos y Letras de la Escala de Weschler, WAIS-III	Las expectativas negativas derivadas de la toma de conciencia de los pacientes con TCE leve sobre su lesión afectan a la percepción de autoeficacia en ausencia de diferencias funcionales. Esta toma de conciencia puede influenciar la percepción de autoeficacia y el rendimiento de los pacientes, lo cual puede explicar síntomas de SPC permitentes en ausencia de diferencias cognitivas.
Dean et al., (2014)	PVSAT	La regulación de las funciones atencionales y la desactivación de áreas irrelevantes para la tarea pueden deberse a una compensación por la reducción en otras funciones cognitivas. Esto puede contribuir a la aparición de síntomas asociados al SPC.
Diwakar et al., (2015)	ANT	No hay diferencias en control atencional, aunque en general, hay tiempos de reacción más largos en TCE leve, lo cual refleja alteraciones en control anticipatorio de movimientos oculares que dependen de las funciones atencionales, y esto se correlaciona con alteraciones en la actividad de las ondas beta.

Nota. **ANT:** Attention Network Test (Fan et al, 2002). **PVSAT:** Paced Visual Search and Attention Test (Gronwall et al, 1974). **SPC:** Síndrome Post Conmoción. **TCE:** Traumatismo Craneoencefálico. **WAIS-III:** Weschler Adult Intelligence Scale (Weschler, 1977).

A continuación se presentan los resultados obtenidos tras el estudio de los meta-análisis seleccionados para la realización del presente trabajo (n=3). Un 100% de los trabajos analizados avala la relación existente entre el tiempo transcurrido tras el TCE leve y los déficits neuropsicológicos que los pacientes pueden mostrar. En la tabla 7 se muestran las conclusiones extraídas tras el estudio de los trabajos meta-analíticos.

Esto se pone de manifiesto en un tamaño del efecto moderado significativamente distinto de cero en la fase aguda (transcurridos menos de 3 meses desde el TCE leve), frente a uno muy pequeño en una fase post aguda (transcurridos más de 3 meses desde el TCE leve) que tiende a cero con el tiempo (Frenchem et al., 2005). En el análisis de test que se aplican en la fase post aguda, el tamaño del efecto es medio o pequeño y las diferencias en él varían según la prueba empleada, y el tamaño de efecto general no es significativo. Cuando los test se aplican en la fase aguda, los tamaños del efecto son más grandes para dominios como la memoria, aunque son pequeños para la atención

(Pertab et al., 2009). Además, se ha observado que no hay diferencias significativas en los resultados neuropsicológicos entre sujetos con TCE leve y sujetos control transcurridos tres meses o más del trauma (Larrabee et al., 2013).

Asimismo, se ha observado el efecto moderador del tiempo sobre las medidas neuropsicológicas, entre las que se ha encontrado un tamaño el efecto significativo en el dominio de atención y memoria. Se ha visto que sí hay una correlación significativa entre el tiempo y el tamaño del efecto (el tiempo explica el 22% de la varianza en el efecto del TCE leve, el cual tiende a cero cuando aumenta el tiempo). Sin embargo, no se ha observado tal correlación entre la atención y el tiempo tras el TCE leve (Frenchem et al., 2005).

De acuerdo a los diferentes síntomas que presentan los pacientes con TCE leve, se ha observado que hay pacientes que están significativamente por debajo del grupo control en el funcionamiento de las capacidades atencionales, donde destacan las alteraciones en el control atencional (tanto atención automática como dirigida a estímulos) cuando ha transcurrido menos de un mes desde la lesión. (Pertab et al., 2009). En las variables relativas al mecanismo del daño y los criterios diagnósticos empleados para definir el TCE leve y su severidad, Pertab et al. (2009), han encontrado en su estudio demasiada heterogeneidad, tanto en las causas que pueden llevar a tener un TCE leve como en los criterios empleados para diagnosticarlo, por lo que no se puede conocer la interacción que estas variables pueden tener con el tiempo transcurrido hasta la evaluación o las pruebas empleadas en ella.

Por otra parte, en la literatura científica hay una tendencia a considerar en conjunto los efectos persistentes de un TCE leve complicado y los efectos acumulativos del TCE leve múltiple, pero esto se considera como un error dado que se trata de entidades diferentes. Se ha visto que una resolución rápida de la desorientación (dos horas tras el TCE), con una consecuente rápida vuelta a un estado cognitivo normal puede predecir un patrón de recuperación similar a un TCE leve no complicado. Por su parte, evidencia prolongada de procesos cognitivos anormales y quejas sintomáticas tras varios días post trauma puede predecir un TCE más significativo (Larrabee et al., 2013).

Tabla 7. Principales conclusiones de los meta-análisis.

Estudio	Participantes	Instrumentos de evaluación	Conclusiones
Frencham et al., (2005)	TCE leve (n=634) Grupo Control (n=485)	Trail Making Test Digit Span PASAT Stroop	La atención es una de las funciones cognitivas más sensible a alteraciones tras un TCE leve. El tiempo transcurrido tras la lesión es una variable moderadora significativa, si bien el efecto que el TCE leve tiene en el funcionamiento neuropsicológico es pequeño y tiende a cero conforme aumenta el tiempo transcurrido tras el traumatismo.
Pertab et al., (2009)	TCE leve (n=765) Grupo Control (n=583)	Digit Span PASAT	Dada la heterogeneidad de los estudios, las conclusiones se limitan significativamente. Aunque el tamaño del efecto general no es significativo, parece que hay déficits en dominios neuropsicológicos con una duración clínicamente significativa. Esto se pasa por alto al considerar un tamaño del efecto general.
Larrabee et al., (2013)	No especificado	No especificado	Tras un TCE leve no complicado, el sujeto se recupera completamente y los déficits persistentes como el SPC, pueden deberse a factores psicosociales independientes. El TCE leve complicado, se caracteriza por anormalidades en la TC, puede conllevar déficits similares al TCE moderado; y los pacientes pueden recuperarse o no completamente, al igual que en casos de TCE leve múltiple.

Nota. PASAT: Paced Auditory Serial Attention Test (Gronwell, 1977). **SPC:** Síndrome Post Conmoción. **TC:** Tomografía Computerizada. **TCE:** Traumatismo Craneoencefálico

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos tras el estudio de los trabajos seleccionados para la realización del presente trabajo ponen de manifiesto la existencia de alteraciones en los diferentes componentes del sistema funcional atencional que han sido analizados en este trabajo en pacientes con TCE leve. En algunos casos, como en el de las alteraciones de la atención selectiva, tienden a recuperarse con el tiempo y retornan a niveles normales transcurridos tres meses desde que se produce el traumatismo. En el caso de las alteraciones en la atención sostenida, las evidencias encontradas en los trabajos analizados indican que este componente atencional tiende a permanecer deteriorado conforme pasa el tiempo.

La atención sostenida es el componente atencional más estudiado en personas que presentan un TCE leve entre los trabajos que se han seleccionado para este trabajo. No hay un claro acuerdo que evidencie alteraciones de este componente atencional, si bien la mayoría de los trabajos estudiados avalan la existencia de alteraciones en la atención sostenida inmediatamente desde que se produce el traumatismo (Diwakar et al., 2015; Möller et al., 2014; Thiagarajan et al., 2013; Yadav et al., 2014;) que se prolongan transcurridos tres meses (Kwok et al., 2008). Estos resultados son consistentes con estudios meta-analíticos que afirman una mayor posibilidad de alteraciones persistentes en la atención que en otras funciones cognitivas tras un TCE leve (Frencham et al., 2005).

Las pruebas de neuroimagen cerebral como la magneto electroencefalografía (MEG) evidencian disfunciones neuronales que pueden estar en la base de dichas alteraciones atencionales, las cuales son debidas a una actividad beta alterada, la cual se encuentra suprimida en el córtex parietal del hemisferio derecho y aumentada en el núcleo caudado izquierdo y áreas fronto-temporales (Diwakat et al., 2015).

Por otra parte, hay trabajos que no señalan alteraciones en este componente atencional en personas con TCE. Una posible explicación a la falta de evidencia de alteraciones en la atención sostenida es la escasa sensibilidad de las pruebas neuropsicológicas empleadas para su medición, de forma que sí existen déficits en la atención sostenida, pero estos no se reflejan en los resultados de algunas pruebas empleadas para su medición, como es el caso del test *Ruff 2&7 Selective Attention Test* (Möller et al., 2014).

Otros estudios avalan intervenciones que pueden tener un efecto positivo en la mejora de las alteraciones en la atención sostenida. Una intervención puede ser la rehabilitación oculomotora, basada en la búsqueda visual, que afecta a procesos atencionales (Yadav et al., 2014). Por otra parte, Waid-Ebbs et al. (2014) proponen una intervención metacognitiva basada en la rehabilitación funcional ejecutiva, que tiene como objetivo mejorar la atención sostenida (entre otras funciones) en pacientes con TCE leve. Estos autores observaron que tras la aplicación de dicha intervención, los pacientes con TCE leve veían mejoradas sus funciones atencionales (si bien es necesaria más investigación al respecto).

En cuanto a la atención dividida, se da una unanimidad en los trabajos estudiados que evidencian la presencia de alteraciones en este componente atencional inmediatamente tras la lesión (Toyokura et al., 2012; Kwok et al., 2008; Paré et al., 2009; Blanchet et al., 2009). Sin embargo, no existe un acuerdo respecto a la duración en el tiempo de estos déficits, puesto que hay estudios que señalan que el deterioro en este componente atencional tiende a mejorar con el tiempo (Kwok et al., 2008) mientras que la mayoría de los trabajos analizados indican que estos persisten en el tiempo, si bien estas alteraciones pueden pasar desapercibidas (Toyokura et al., 2012; Paré et al., 2009).

Se propone la doble tarea como prueba idónea para valorar las alteraciones en la atención dividida (Toyokura et al., 2012; Paré et al., 2009), ya que se ha visto que las pruebas empleadas para evaluar las alteraciones de la atención, pueden ser poco sensibles para detectar deterioro en este componente atencional, por lo que resulta necesaria la combinación de diferentes tareas para evaluar la atención dividida. Concretamente, se ha visto que al combinar tareas de cancelación y cálculo (Toyokura et al., 2012), los pacientes con TCE leve sí muestran deterioro en su capacidad para dividir su atención entre dos estímulos. La capacidad para atender a un estímulo concreto se encuentra restringida en el contexto de múltiples tareas, donde al realizar una tarea mientras se tiene que atender a otra cosa. Se produce una compensación en la asignación de recursos atencionales en el mantenimiento de un proceso, por lo que en la otra tarea se produce un rendimiento peor. Tras un TCE leve se reducen los recursos cognitivos, concretamente se de una disponibilidad reducida de recursos atencionales tras el TCE leve (Blanchet et al., 2009).

Estudios han evidenciado la importancia del lóbulo frontal, aunque no existe un acuerdo al respecto, ya que se ha observado un rendimiento deteriorado de la memoria (Blanchet et al., 2009) o del cálculo (Toyokura et al., 2012) en condiciones de doble tarea en las que había sujetos que no presentaban anomalías estructurales en pruebas de neuroimagen con RM y tomografía computarizada (TC).

El segundo componente atencional más abordado en los documentos seleccionados para llevar a cabo este trabajo es la atención selectiva. No hay unanimidad a la hora de afirmar la presencia de alteraciones en la selectividad atencional, si bien la mayoría de los estudios evidencian la existencia de alteraciones en este componente atencional (McIntire et al., 2006; Möller et al., 2014; Kurka et al., 2006), las cuales mejoran con el tiempo, retornando a niveles normales transcurridos 3 meses desde el traumatismo (Kwok et al., 2008).

En el caso de aquellos trabajos que no evidencian alteraciones en la atención selectiva, se ha sugerido una menor sensibilidad de los instrumentos empleados para la evaluación de alteraciones atencionales (Bolduc-Teasdale et al., 2012) que van surgiendo a medida que se incrementa el tiempo de aplicación del test (Möller et al., 2014). Se propone una nueva tarea para la evaluación de las funciones atencionales mediante la presentación de estímulos y la medición de los tiempos de reacción a través de marcadores electrofisiológicos (Bolduc-Teasdale et al., 2012).

En estudios de neuroimagen con RM, se observa que aquellos pacientes con lesiones estructurales muestran un rendimiento inferior en pruebas neuropsicológicas. Esto sugiere que existe un deterioro en la habilidad para distribuir la atención en pacientes que presentan TCE leve con evidencia de lesiones estructurales, lo cual se corresponde con otros trabajos que afirman la presencia de mayores déficits atencionales en pacientes con anomalías en las pruebas de neuroimagen (Kurka et al., 2006). Estudios previos evidencian que las zonas frontotemporales están implicadas en los procesos atencionales, así como una activación alterada en zonas corticales (McIntire et al., 2006).

En lo referente a la vigilancia, se trata del componente atencional menos abordado en los trabajos seleccionados. Se indica de forma unánime que se dan alteraciones en la vigilancia en pacientes con TCE leve (Kang et al., 2011; Vakhtin et al., 2013), las cuales pueden deberse a la hiperactivación de la unión temporo-parietal,

la cual se encuentra relacionada con la función atencional de la vigilancia y la atención sostenida. Asimismo, en pruebas de RM funcional, se observa en pacientes con TCE leve una mayor activación en uniones temporo-parietales y una menor actividad en el lóbulo temporal inferior izquierdo en dichos pacientes. Respecto a las conexiones funcionales, se ha visto que se establecen conexiones más débiles en redes neuronales relacionadas con las funciones atencionales (Vakhtin et al., 2013).

Para evaluar la vigilancia, se emplea el tiempo de reacción que necesita un sujeto para responder a un estímulo, lo cual refleja el tiempo que tarda en procesar la información. En ocasiones, las personas puntúan similar que lo sujetos control en pruebas que no tienen en cuenta el tiempo que tarda el mismo en responder, por lo que tareas en la que se evalúa el tiempo de reacción son útiles para observar alteraciones en este componente atencional. Se ha visto que estos tiempos de reacción se reducen tras la aplicación de estimulación en el córtex prefrontal dorsolateral izquierdo (Kang et al., 2011).

Por último, en relación al control atencional, en los documentos seleccionados para este trabajo se evidencia de forma mayoritaria la existencia de alteraciones en el control atencional en pacientes con TCE leve (Dean et al., 2014; Mayer et al., 2009; Sarajuuri et al., 2012; Trontel et al., 2013). Esto concuerda con estudios de meta-análisis que afirman la presencia de alteraciones en el control atencional en pacientes con TCE leve (Pertab et al., 2009) transcurrido un mes desde la lesión. Los trabajos que no señalan déficits en control atencional, sí evidencian alteraciones en el control anticipatorio de movimientos oculares, los cuales dependen de la atención (Diwakar et al., 2015). Se ha observado, a través de MEG, que estos déficits en el control anticipatorio tienen una base neural, asociados con alteraciones de las ondas beta.

Gracias a pruebas de neuroimagen como RM, se observa en estos pacientes una activación del tálamo, cerebelo y núcleo estriado inferior a lo esperado, así como en el córtex parietal posterior derecho y el córtex prefrontal ventrolateral (Mayer et al., 2009). Asimismo, se ha observado que transcurrido un año desde el traumatismo, pacientes con síntomas de SPC presentan una mayor activación de áreas relacionadas con el control de la atención junto con una reducción de la activación de redes en el lóbulo temporal relacionadas con la memoria de trabajo. Esto se relaciona con cambios funcionales, donde se observa una reducción de la integridad estructural en el cuerpo caloso y en la

sustancia blanca anterior, así como una menor concentración de creatinina en el córtex prefrontal dorsolateral derecho (Dean et al., 2012). Se sugiere que esta compensación de recursos cognitivos puede contribuir a la aparición de síntomas asociados al SPC.

Por otra parte, se ha observado que existe una relación entre las alteraciones en el control de la atención y el rendimiento motor (Sarajuuri et al., 2012), lo cual pone de manifiesto que los procesos cognitivos están relacionados con los procesos motores. Esto concuerda con estudios previos en los que se sugiere la existencia de una red implicada en el aprendizaje de habilidades motoras, que incluye áreas sensoriomotoras primarias y secundarias, y zonas subcorticales. Cuando se produce un deterioro, en la adquisición de habilidades complejas, se emplean recursos cognitivos cuya función es actuar de acuerdo a las demandas del objetivo que se persigue y esos sistemas del lóbulo frontal están ligados a la selección de la respuesta y su seguimiento (Serrien et al., 2007).

Trontel et al. (2013), proponen una explicación a las alteraciones que se reflejan mediante las pruebas neuropsicológicas en pacientes con TCE leve. Estos autores ponen de manifiesto la relevancia que tienen las expectativas de autoeficacia en el rendimiento de estos pacientes durante su evaluación. Así, atender a la historia de TCE leve de un paciente puede resultar en un descenso de las medidas cognitivas estandarizadas, es decir, la toma de conciencia de su lesión (y el trato al paciente en base a ello), pueden actuar reduciendo la autoeficacia que estas personas tienen acerca de su propio rendimiento, lo cual se refleja con peores puntuaciones en las pruebas de evaluación neuropsicológica, con su consiguiente consideración de la presencia de alteraciones. En consecuencia, estas personas pueden reflejar déficits mayores de los que poseen objetivamente. Esto se relaciona con otros estudios de meta-análisis, los cuales ponen de manifiesto que la persistencia de los síntomas asociados al SPC tras sufrir un TCE leve, puede deberse a otros factores psicológicos diferentes a la presencia objetiva del daño cerebral (Larrabee et al., 2013).

En base a los resultados obtenidos tras el estudio de los documentos seleccionados para la realización del presente trabajo, podemos extraer las siguientes conclusiones:

- Las alteraciones en el sistema funcional atencional son frecuentes en pacientes con TCE leve.

- Los rendimientos observados en tareas que evalúan atención sostenida, dividida y selectiva en pacientes con TCE leve se encuentran por debajo de lo esperado. Nuestros resultados indican que hay que ser muy precisos a la hora de realizar una evaluación neuropsicológica de la atención, ya que muchos de los instrumentos utilizados no detectan déficits sutiles.
- En relación al control atencional y vigilancia, los resultados obtenidos, aunque indican alteración en este componente, no son concluyentes, debido al escaso número de trabajos que lo estudian.

Sería recomendable llevar a cabo nuevas investigaciones en las que se utilicen criterios diagnósticos del TCE leve similares, instrumentos de evaluación neuropsicológica más sensibles y específicos, controlar variables tales como, el tipo de daño cerebral traumático, localización de la lesión, tiempo transcurrido desde que se produce el TCE leve hasta la evaluación, entre otras.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, M.P. (1995). Mild traumatic brain injury: pathophysiology, natural history, and clinical management. *Neurology*, 45(7), 1253–1260.
- Blanchet, S., Paradis-Giroux, A., Pépin, M., & McKerral, M. (2009). Impact of divided attention during verbal learning in young adults following mild traumatic brain injury. *Brain Injury*, 23(2), 111-122. doi: 10.1080/02699050802649688.
- Bolduc-Teasdale, J., Jolicoeur, P., & McKerral, M. (2012). Multiple electrophysiological markers of visual-attentional processing in a novel task directed toward clinical use. *Journal of Ophthalmology*, 2012, 1-11. doi: 10.1155/2012/618654.
- Dean, P., Sato, J., Vieira, G., McNamara, A., & Sterr, A. (2015). Multimodal imaging of mild traumatic brain injury and persistent postconcussion syndrome. *Brain and Behavior*, 5(1), 45-61. doi: 10.1002/brb3.292.
- Dikmen, S., McLean, A., Temkin, N. (1986). Neuropsychological and psychological consequences of minor head injury. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 49(11), 1227-32.
- Diwakar, M., Harrington, D., Maruta, J., Ghajar, J., El-Gabalawy, F., Muzzatti, L., & Lee, R. (2015). Filling the gaps: anticipatory control eye movements in chronic mild traumatic brain injury. *Neuroimage: Clinical*, 22(8), 210-223. doi: 10.1016/j.nicl.2015.04.011
- Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, A., & Posner, M. I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(3), 340-347.
- Freanham, K., Fox, A., & Maybery, T. (2005). Neuropsychological studies of mild traumatic brain injury: a meta-analytic review of research since 2005. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 27(3), 334-351. doi: 10.1080/13803390490520328.
- Gasquoin, P.G. (1997). Postconcussion symptoms. *Neuropsychology Review*, 7(2) 77–85. doi: 10.1023/B:NERV.0000005945.58251.c0
- Gentilini, N., Nichelli, P., Schoenhuber, R. (1989). Assessment of attention in mild head injury. En HS. Levin HM. Eisenberg & AL. Benton (Eds.), *Mild Head Injury* (pp.163-75). New York: Oxford University Press.
- Gronwall, D. M. A. (1977). Paced auditory serial-addition task: a measure of recovery from concussion. *Perceptual and Motor Skills*, 44(2), 367-373.
- Kay T, Harrington D, Adams R, Anderson T, Berrol S, Cicerone K, et al. (1993). Definition of mild traumatic brain injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 8(3), 86-87.

- Kang, E., Kim, D., & Paik, N. (2012). Transcranial direct current stimulation of the left prefrontal cortex improves attention in patients with traumatic brain injury: a pilot study. *Journal of Rehabilitation Medicine, 44*(4), 346-350. doi: 10.2340/16501977-0947.
- Kato, M. (2006). The development and standardization of Clinical Assessment for attention (CAT) and Clinical Assessment for Spontaneity (CAS) (in Japanese). *Higher Brain Function Research, 26*, 310-319.
- Kurca, E., Sivák, S., & Kucera, P. (2006). Impaired cognitive functions in mild traumatic brain injury patients with normal and pathologic magnetic resonance imaging. *Neuroradiology, 48*(9), 661-669. doi: 10.1007/s00234-006-0109-9.
- Kwok, F., Lee, T., Leung, C., & Poon, W. (2008). Changes of cognitive functioning following mild traumatic brain injury over a 3-month period. *Brain Injury, 22*(10), 740-751. doi: 10.1080/02699050802336989.
- Larrabee, G., & Rohling, M. (2013). Neuropsychological differential diagnosis of mild traumatic brain injury. *Behavioral Sciences and the Law, 31*(6), 686-701. doi: 10.1002/bsl.2087.
- Lee, T. M., & Chan, C. C. (2000). Stroop interference in Chinese and English. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 22*(4), 465-471.
- Leninger B, Gramling S, Farrell A, Kreutzer J, Peck E. (1990). Neuropsychological deficits in symptomatic minor head injury patients after concussion and mild concussion. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, 53*(4), 293-6.
- Levin, H., Mattis, S., Ruff, R., Eisenberg, H., Marshall, L., Tabaddor, K.,...Frankowski, R. (1987). Neurobehavioral outcome following minor head injury: a three-center study. *Journal of Neurosurgery, 66*(2), 234-43.
- Lewis, R.F. (1992). *Digit Vigilance Test: Professional user's guide*. Washington: American Psychological Association.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., & Bigler, E. D. (2012). *Neuropsychological assessment (5th ed.)*. New York: Oxford University Press.
- Mayer, A., Manell, M., Ling, J., Elgie, R., Gasparovic, C., Phillips, J.,...Yeo, R. (2009). Auditory orienting and inhibition of return in mild traumatic brain injury: a fMRI study. *Human Brain Mapping, 30*(12), 4152-4166. doi: 10.1002/hbm.20836.
- McIntire, A., Langan, J., Halterman, A., Ostering, L., Chou, L., & Van Donkelaar, P. (2006). The influence of mild traumatic brain injury on the temporal distribution of attention. *Experimental Brain Research, 174*(2), 361-366. doi: 10.1007/s00221-006-0469-8.

- Möller, M., Nygren de Boussard, C., Oldenburg, C., & Bartfai, A. (2014). An investigation of attention, executive, and psychomotor aspects of cognitive fatigability. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 36(7), 716-729. doi: 10.1080/13803395.2014.933779.
- National Head Injury Foundation (1985). *An educator's manual: what educators need to know about students with traumatic Brain injury*. Framingham, MA: HNIF.
- Paré, N., Rabin, L., Fogel, J., Pépin, M. (2009). Mild traumatic brain injury and its sequelae: characterisation of divided attention déficits. *Neuropsychological Rehabilitation*, 19(1), 110-137. doi: 10.1080/09602010802106486.
- Pertab, J., James, K., & Bigler, F. (2009). Limitations of mild traumatic brain injury meta-analyses. *Brain Injury*, 23(6), 498-508. doi: 10.1080/02699050902927984.
- Pépin, M., Laporte, P., & Loranger, M. (2004). *TIFA, versión expérimentale 1.0*. Québec: Le Réseau Psychotheque.
- Ponsford, J., Willmott, C., Rothwell, A., Cameron, P., Kelly, A., Nelms, R.,...Ng, K. (2000). Factors influencing outcome following mild traumatic brain injury in adults. *Journal of the International Neuropsychology Society*, 6(5), 568-579. doi: 10.1017/S1355617700655066
- Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. (1992). Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink?. *Journal of experimental psychology: Human perception and performance*, 18(3), 849.
- Ruff, R. M., & Allen, C. C. (1996). *Ruff 2 & 7 Selective Attention Test*. Lutz: Psychological Assessment Resources.
- Ruff R, Levin H, Mattis S, High W, Marshall L, Eisenberg H, et al. (1989). Recovery of memory after mild head injury: a three-center study. En HS. Levin HM. Eisenberg & AL. Benton (Eds.), *Mild Head Injury* (pp.152-72). New York: Oxford University Press.
- Sarajuuri, J., Psanen, M., Rinne, M., Vartiainen, M., Lehto, T., & Alaranta, H. (2013). Relationships between cognitive and motor performance in physically well-recovered med with traumatic brain injury. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 45(1), 38-46. doi: 10.2340/16501977-1060.
- Serrien, D.J., Ivry, R.B., Swinnen, S.P. (2007). The missing link between action and cognition. *Progress in Neurobiology*, 82(2), 95-107.
- Smith, A. (1982). *Symbol Digit Modalities Test (SDMT): Manual (revised)*. Los Angeles: Western Psychological Services.
- Smith, G., Nyman, G. E., & Hentschel, U. (1986). *Manual till CWT-seriellt färgordtest*. Stockholm: Psykologiförl..

- Thiagarajan, P., & Ciuffreda, K. (2013). Effect of oculomotor rehabilitation on vergence responsivity in mild traumatic brain injury. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 50(9), 1223-1240. doi: 10.1682/JRRD.2012.12.0235.
- Toyokura, M., Nishimura, Y., Akutsu, L., Mizuno, R., & Watanabe, F. (2012). Selective deficit of divided attention following traumatic brain injury: case reports. *Journal of Experimental and Clinical Medicine*, 37(1), 19-24.
- Trontel, H., Hall, S., Ashendorf, L., & O'Connor, M. (2013). Impact of diagnosis threat on academic self-efficacy in mild traumatic brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 35(9), 960-70. doi: 10.1080/13803395.2013.844770.
- Vakhtin, A., Calhoun, V., Jung, R., Prestopkin, J., Taylor, P., & Ford, C. (2013). Changes in intrinsic functional brain networks following blast-induced mild traumatic brain injury. *Brain Injury*, 27(11), 1304-1310. doi: 10.3109/02699052.2013.823561.
- Vanderploeg, R.D, Curtiss, G., & Belanger H.G. (2005). Long-term neuropsychological outcomes following mild traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 11(3), 228-36. doi: 10.1017/S1355617705050289
- Vonkomer, J. (1992). *Disjunkčný reakčný eas*. Bratislava: Psychodiagnostika.
- Waid-Ebbs, J., Daly, J., Wu, S., Berg, W., Bauer, R., Perlstein, W., & Crosson, B. (2014). Response to goal management training in veterans with blast-related mild traumatic brain injury. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 51(10), 1555-1566. doi: 10.1682/JRRD.2013.12.0266.
- Wechsler, D. (1981). *WAIS-R manual*. New York: The Psychological Corporation.
- Weschler, D. (1997). *Weschler adult intelligence scale-Third edition*. San Antonio: Psychological Corporation.
- Williams, D., Levin, H., Eisenberg, H. (1990). Mild head injury classification. *Neurosurgery*, 27(3), 422-428.
- Yadav, N., Thiagarajan, P., & Ciuffreda, K. (2014). Effect of oculomotor vision rehabilitation on the visual-evoked potential and visual attention in mild traumatic brain injury. *Brain Injury*, 28(7), 922-929. doi: 10.3109/02699052.2014.887227.