

# Relaciones entre ejercicio físico y funcionamiento cognitivo.

Aproximación al estado actual del conocimiento.



TRABAJO DE FIN DE GRADO

Universidad de Zaragoza

Grado de Psicología

Alejandro Mallén Gracia

Directora: Elena Espeitx Bernat

## 1. Resumen

La mayoría de investigaciones sobre los efectos del ejercicio físico regular se centran en los beneficios de éste para la salud, y en su papel en la prevención y/o tratamiento de la obesidad, hipercolesterolemia, cardiopatías, determinados tipos de cáncer, etc. Sin embargo, estos últimos años se ha incrementado el interés sobre los efectos del ejercicio físico sobre el bienestar psicológico y el funcionamiento cognitivo. En la actualidad existe ya un volumen considerable de investigación en este sentido, por lo que resulta conveniente una revisión de la literatura existente.

*Palabras clave: ejercicio físico, deporte, cognición, patología cognitiva*

### 1.2 Abstract

The majority of research on the effects of regular exercise are focused on the benefits of this to health and their role in the prevention and/or treatment of obesity, high cholesterol, heart disease, certain forms of cancer, etc. However, in recent years it has increased the interest on the effects of exercise on psychological well-being and cognitive functioning. Currently there is already a considerable amount of research in this direction, making it convenient a review of the existing literature.

*Keywords: physical exercise, sport, cognition, cognitive pathology*

## 2. Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud, la actividad física hace referencia a cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía, mientras que el ejercicio físico es una variedad de actividad física planificada, estructurada, repetitiva y realizada con un objetivo relacionado con la mejora o el mantenimiento de uno o más componentes de la aptitud física. Cuando este ejercicio es pautado conforme a reglas y con una finalidad competitiva, recreativa o profesional, hablaremos de deporte.

Hoy día encontramos un gran número de investigaciones que indican que el ejercicio físico se asocia con mejoras en el funcionamiento cognitivo desde la infancia (Sibley & Eitner, 2002; Hillman et al., 2009), pasando por la edad adulta (Sanabria, 1995; Araya & Campos, 2003; Coles & Tomporowski et al, 2008; Smith et al., 2010) y finalmente en la vejez (Cian et al., 2001; Colcombe & Kramer, 2003; Larson et al., 2006). Desde hace años existe base para poder afirmar que la práctica de ejercicios físico-deportivos de manera continuada y regular tiene efectos positivos (Sanabria, 1995; Araya & Campos, 2003). Se han encontrado efectos inmediatos tras el ejercicio (Brisswalter et al., 2002; Tomporowski, 2003), y se han reportado los mismos beneficios en población con parálisis cerebral (Verschuren, 2007).

La literatura existente muestra que los efectos del ejercicio sobre la cognición dependen de la duración e intensidad del mismo (Brisswalter et al., 2002; Tomporowski, 2003; Kamijo et al., 2004), y se ha visto que el aumento del arousal fisiológico inducido por el ejercicio mejora el funcionamiento cognitivo de la persona (McMorris & Graydon, 2000). El ejercicio aeróbico regularmente cambia la estructura y funcionamiento cerebral al proporcionar un mayor flujo de sangre y concentración de oxígeno (Vaynman & Gómez, 2005; Querido & Sheel, 2007; Moncada, 2008), por ello induce cambios en el funcionamiento cognitivo independientemente de la edad.

La contraparte se puede encontrar en la actividad aguda, que llevada al extremo con agotamiento físico, deshidratación y altos niveles de arousal, afecta negativamente a la función cognitiva de la persona (McMorris & Graydon, 2000; Brisswalter et al., 2002). Es por ello que no debe exceder los límites personales, evitando sobrepasar el consumo óptimo de recursos corporales y mentales.

Con esta revisión, se pretende presentar el estado actual del conocimiento sobre las relaciones entre ejercicio físico y funcionamiento cognitivo.

### 3. Método

La búsqueda de estudios se ha realizado en las siguientes bases de datos: PubMed, PsycInfo, Infobase (base de datos de la Organización Mundial de la Salud), Cochrane Database, Dialnet (Fundación Universidad de La Rioja), ERIC-Institute of Education and Sciences y revistas como Revista de Psicología del Deporte y Sport Medicine.

Las palabras clave utilizadas en la búsqueda incluían *cognition, physical exercise, sport, attention, memory, visual perception, proprioception, academic achievement, anxiety, Alzheimer disease, dementia, depression*. Los criterios de selección se han basado en la aportación empírica de relación en los términos del ejercicio físico y la mejora del funcionamiento cognitivo.

### 4. Resultados de la revisión

#### 4.1. Relación de variables cognitivas y ejercicio físico

Dado que las investigaciones consultadas arrojan datos de diferentes aspectos del funcionamiento cognitivo, se expondrán por categorías las diferentes relaciones encontradas:

##### 4.1.1 Atención y ejercicio físico

La mejora de la atención es de gran importancia para los deportistas de alto rendimiento al permitirles identificar la información más importante de entre todos los estímulos del entorno deportivo y dirigirla a aquellos adecuados para extraer el significado eficiente (Williams, Davids & Williams, 1999). Por ello, parte de la investigación se ha centrado en el efecto de la dirección de la atención sobre el rendimiento, diferenciando el foco interno, situado en las sensaciones internas, y externo en el ambiente que rodea al deportista (Wulf, Hob & Prinz, 1998; Zachry et al., 2005;

Wulf, 2007), y se ha observado que el foco atencional externo les proporcionaba mejores resultados deportivos.

Otros estudios se centran en la atención al pensamiento asociado vs disociado durante la práctica del ejercicio, y se ha visto que con cargas ligeras de éste, el foco de atención es flexible y puede cambiar de manera voluntaria; sin embargo cuando la carga aumenta, se vuelve asociado, lo que sugiere que a consecuencia de la fatiga resulta difícil mantener el pensamiento disociado impuesto inicialmente y que acaba imponiéndose involuntariamente el asociado (Tenenbaum & Connolly, 2008; Balagué et al. 2011). Por ello, es relevante saber que la carga mental, añadida a la carga física, siempre va a provocar un incremento de la sensación de esfuerzo físico (Cárdenas et al., 2015). Se destaca que la tarea mental puede distraer la atención del sujeto que realiza esfuerzo físico y reducir el sufrimiento que éste produce (Balagué et al., 2011).

En el terreno del ejercicio físico-deportivo, cuanta más incertidumbre o cantidad de estímulos contenga la tarea, mayor será la cantidad de recursos que la persona necesite, y mayor control atencional necesitará para llevar a cabo el correcto desempeño de la actividad deportiva (Cárdenas, Conde & Perales, 2015). Por ello, los deportistas expertos muestran un mejor desempeño cognitivo, comparados con no expertos, en medidas de atención y recolección de la información (Hack, Memmert & Rupp, 2009).

No todas investigaciones se centran en deportistas profesionales, quienes a efectos prácticos son sujetos con maestría en determinadas actividades físicas (Starkes, 1993; Janelle & Hillman, 2003). Investigaciones como la realizada por BrainWork (2002) muestra cómo adultos sometidos a un programa de práctica deportiva reglada, consistente en correr moderadamente treinta minutos al día, tres veces por semana durante tres meses, tuvo efecto sobre la atención, así como otras variables psicológicas como control inhibitorio y memoria de trabajo, aunque se observaron diferencias de género que apuntan a una mayor mejoría en el caso de los varones (Adam et al., 2001). Encontramos efectos en población más joven (Linder, 1999), donde se observa que el ejercicio físico en menores en etapa escolar se relacionaba con un menor nivel de aburrimiento y una mayor atención a las instrucciones recibidas en la escuela. En este sector de población observamos que además la práctica de ejercicio mantenido, como yoga, puede considerarse como tratamiento complementario en menores con déficit de atención e hiperactividad (Jensen & Kenny, 2004).

#### 4.1.2 Memoria y ejercicio físico

Por lo que respecta a la relación entre memoria y ejercicio físico, se ha observado que los sujetos con mejor condición física obtienen mejores resultados en pruebas de memoria de trabajo, así como en tiempos de reacción y pruebas de razonamiento al compararlo con personas con baja condición física (Hillman et al., 2008; Chaddock et al., 2010; Pontifex, 2011). Esta mejor condición, derivada del ejercicio físico continuado, tiene gran importancia siendo una ventaja sobre los procesos cognitivos como memorizar situaciones de juego, estructurar la información perceptiva y realizar una toma de decisiones eficaz (Colcombe & Kramer, 2003; Escolano, Herrero & Echeverría, 2014). No es de extrañar por ello que encontremos estudios que muestren que los participantes físicamente activos presenten una mayor capacidad de memoria de trabajo que los sedentarios (Hillman et al., 2008; Chaddock et al., 2010;), así como una mayor capacidad para llevar a cabo dos tareas verbales simultáneas e inhibir interferencias en la realización de tareas cognitivas (Padilla, Pérez & Andrés, 2014).

Se ha encontrado que una mayor incertidumbre (o número de estímulos) en el ambiente deportivo conlleva una mayor carga de información a procesar por la memoria de trabajo (Cárdenas, Conde-Gonzalez & Perales, 2015). Para reducir esta carga mental, se suelen elaborar protocolos de recuperación del esfuerzo físico realizado sin atender la fatiga de la memoria de trabajo que genera la competición sobre el deportista, afectando negativamente sobre el rendimiento posterior. Pontifex et al. (2009) concluyen que el ejercicio físico agudo y aeróbico incrementa el funcionamiento de la memoria de trabajo en sujetos que antes de realizarlo presentaban menor capacidad de procesamiento.

Respecto a la memoria a largo plazo, las investigaciones apuntan a que el ejercicio mejora la memoria de jóvenes adultos (Labban & Etnier, 2011). Coles y Tomporowski (2008) muestran que no hay efectos inmediatos sobre la memoria a corto plazo, es decir, momentos después del ejercicio físico agudo; sí lo hace la memoria a largo plazo donde sí encuentran beneficios en tareas de memorización respecto al grupo control. Winter et al. (2007) muestra que durante el ejercicio se incrementan los niveles de dopamina y epinefrina. En un estudio posterior se establece a estos neurotransmisores como mediadores en la mejora de la memoria tanto a corto como a largo plazo (Winter et al., 2010).

No obstante, hay consenso sobre la escasez de evidencias de los efectos de la actividad sobre la memoria a corto y largo plazo (Del Giorno et al., 2010), por lo que es preciso seguir investigando.

#### 4.1.3 Percepción y ejercicio físico

Se ha estudiado también el efecto de la realización de ejercicio físico y deporte sobre la percepción visual y corporal. Se ha observado que la percepción visual tiende a estar más desarrollada en los practicantes de deportes de pelota (Antúnez et al., 2004; Quevedo, 2004), en comparación con los deportes aeróbicos (Cian et al, 2001). Existe una mejora significativa y progresiva en la percepción a través del ejercicio físico (Sillero & Rojo, 2001; Efimova & Mylnikova, 2015), así como en otras tareas como la experiencia previa acumulada que determina la efectividad perceptiva (Dunhan, 1977; Gao et al., 2015). Ésta experiencia es el punto clave en los patrones de búsqueda perceptual así como la capacidad de anticipación, desarrollando la habilidad de detectar información periférica quien más práctica tenga en un deporte dado (Bard, 1994; Davranche et al., 2005).

En contextos competitivos concretos como el tenis, la percepción se utiliza para obtener información del contrario. El sujeto analizará las conductas del rival obteniendo más información visual útil con cada vez menos señales conforme se avanza en la carrera deportiva (Abernethy, 1993; Williams et al., 1999; Mann et al, 2007), es decir, cuanto más se practica la actividad deportiva concreta, menos señales se necesitan percibir para realizar un análisis posterior. Se ha demostrado que una percepción anormal de estímulos, modificados por los investigadores haciéndolos aumentar en tamaño, hacen que tanto expertos y novatos no sigan la trayectoria de los objetos de competición (Reina et al., 2004), pudiendo afirmar que a menor familiaridad con el estímulo percibido, menor efectividad en ejecución perceptiva por el aumento de demanda cognitiva (Audiffren, Tomporowski & Zagrodnik, 2008; Wang, 2008).

Por sí sola, la percepción visual no sirve para la ejecución correcta de la actividad deportiva, sino que el complejo estimular entrante da lugar a su acoplamiento en el funcionamiento mental, para evocar una respuesta correcta. Dicho acoplamiento entre la percepción del objeto competitivo (por ejemplo una pelota de tenis o un balón de fútbol) y la acción del cuerpo es la característica determinante en el rendimiento deportivo (Magill, 1998).

Por otro lado, la percepción corporal, o propiocepción, juega también un papel en el ejercicio físico y es susceptible de desarrollarse con la práctica de éste. Hace referencia a la capacidad del cuerpo para detectar el movimiento y posición de las articulaciones (Buz, 2004), siendo especialmente importante en los movimientos deportivos que requieren un mayor nivel de coordinación (Saavedra, 2003; Lephart, 2003; Griffin, 2003). Además, el entrenamiento de la propiocepción a través del deporte provoca que los reflejos incorrectos para una buena ejecución deportiva se eliminen, optimizando la respuesta adecuada (Lephart, 2003; Ruiz, 2004). Asimismo, una baja capacidad de propiocepción se relaciona con una mayor ocurrencia de lesiones deportivas durante la práctica deportiva (Hewett, 2005; Yang, 2005; Osorio, 2006).

#### 4.2 Rendimiento académico y ejercicio físico

Desde hace bastante tiempo, los investigadores son conocedores de los efectos positivos que tiene ejercicio físico sobre el rendimiento escolar. Los estudios evidencian que los resultados académicos de los niños físicamente activos son superiores a los de los niños sedentarios (Stone, 1965; Budde et al., 2008).

Diferentes investigaciones han encontrado correlaciones positivas entre la condición física y un mayor rendimiento académico (Departamento de Educación de California, 2001) aunque otros han encontrado bajas correlaciones (Daley & Ryan, 2000) e incluso relaciones negativas entre ambas variables (Tremblay, Inman, & Williams, 2000; Tomporowski, 2008); pero se han realizado meta-análisis que muestran que la práctica de ejercicio físico correlaciona positivamente con un mejor funcionamiento cognitivo, que y los escolares que realizan de manera regular ejercicio vigoroso presentan un mayor rendimiento académico (Sibley & Etnier, 2002).

Éstos resultados han sido apoyados por investigaciones posteriores (Coe et al., 2006; Kim et al, 2007; Hillman et al, 2009). También se encuentra correlación entre un nivel constante de ejercicio durante la adolescencia e inteligencia y logros académicos en años posteriores (Aberg et al. 2009, Middleton et al., 2011). Los resultados de estas investigaciones muestran diferencias de género puesto que se han encontrado correlaciones más fuertes en el caso de los varones en la relación ejercicio físico-rendimiento escolar (Dwyer et al., 2001). Sin embargo en una investigación realizada con población china, en la que se evaluaba su ejercicio físico-deportivo comparándola con su



rendimiento en clase, se encontró que los estudiantes que percibían que realizaban más ejercicio reportaban mayor rendimiento académico, destacando mayores correlaciones en la muestra femenina (Linder, 1999). Todos estos datos aportan información acerca de cómo éste beneficia al funcionamiento cognitivo, no solo en población infantil sino de todas edades, promoviendo cambios duraderos en estructura y función cerebral (Hillman et al., 2008).

A pesar de las correlaciones observadas, es necesaria una mayor investigación acerca de los efectos que produce el ejercicio sobre los resultados obtenidos en el ámbito escolar (Castelli et al., 2007). Otras variables como la influencia sociocultural y pobreza deberían ser incluidas en las investigaciones para obtener una perspectiva más definida de los efectos (Duncan et al., 2002; Mezzacappa, 2004).

#### 4.3 Variables cognitivas patológicas más comunes en relación con el ejercicio físico

Se ha planteado que las personas físicamente activas presentan una menor prevalencia de trastornos así como de estados afectivos negativos. La literatura revisada indica que la práctica regular de ejercicio físico provoca cambios en los estados cognitivos y afectivos, reduciendo la ocurrencia de trastornos como la ansiedad o la depresión, tan frecuentes hoy día.

##### 4.3.1 Ansiedad y ejercicio físico

Al hablar de ansiedad, hablamos de un flujo de pensamientos y sentimientos de alerta ante un peligro inminente, que bajo determinadas circunstancias puede acabar desencadenando graves problemas de salud. Se ha asociado la práctica regular de ejercicio físico con la disminución de la ansiedad percibida (Dunn et al., 2001). Concretamente, hay evidencias de que al realizar ejercicio físico agudo, se genera un efecto anti-pánico en personas tanto sanas como afectadas por ansiedad (Esquivel et al, 2002; Ströhle et al, 2005). Se puede considerar una variable protectora de la salud mental que en consonancia con otras relacionadas, podría contribuir a prevenir determinados trastornos (Manger & Motta, 2005; Merom et al., 2007).

Los resultados de numerosos estudios evidencian que la práctica continuada de ejercicio físico ejerce una influencia positiva sobre los niveles de ansiedad, añadiendo

además, que a mayor número de días de ejercicio físico, mayor bienestar (Candela, Olmedilla & Blas, 2008), y en otros tantos se ha encontrado beneficio tanto a nivel de estado emocional como reactividad fisiológica además de las variables cognitivas (Petruzzello et al., 1991; Strölhe, 2009). No obstante, aunque eficaz, el ejercicio no se ha demostrado que reduzca la ansiedad al nivel alcanzado por los psicofármacos.

Los niños y jóvenes adolescentes muestran menor reducción en ansiedad a través del ejercicio físico que los adultos (Larum et al., 2009). Se ha estudiado la práctica del Tai Chi en niños, obteniendo como resultados reducción de la ansiedad y mejora en problemas de hiperactividad y humor, en concreto aquello con necesidades especiales (Baron et al, 2005).

#### 4.3.2 Depresión y ejercicio físico

La depresión se aborda habitualmente con tratamiento farmacológico y/o terapia psicológica. Existen evidencias que señalan al ejercicio físico aeróbico como un tratamiento eficaz e independiente para la depresión mayor (Donaghy & Durward, 2000; Stathopoulou et al., 2006; Blumenthal, 2007; Rethorst, 2009; SIGN, 2010), recomendando programas de ejercicio supervisados de 14 semanas, 3 veces a la semana con duración de 45 minutos a una hora por día (NICE, 2009).

Varios meta-análisis coinciden en afirmar que el ejercicio físico tiene un efecto moderado sobre la depresión mayor en adultos (Sjösten & Kivelä, 2006; Mead, 2009; Rimer, 2012; Cooney et al. 2013). Los datos obtenidos no proporcionan datos concluyentes sobre la intensidad, tiempo ni tipo de ejercicio más efectivos; no obstante sí permite sugerir que la práctica de éste puede ser tan efectivo como los tratamientos farmacológicos y psicológicos (Cooney et al., 2013). Sin embargo, existe un cuerpo considerable de literatura que afirma que todavía no existe evidencia suficiente como para prescribir ejercicio físico como tratamiento para depresión (Sorensen, Skovgaard, & Puggaard, 2006; Pavey et al., 2011; Krogh et al., 2011) e incluso, un efecto positivo a corto plazo, pero ninguno a largo plazo sobre trastorno depresivo (Krogh et al., 2011).

Se ha propuesto también una postura intermedia, que postulan que el ejercicio que ejercicio físico aeróbico puede ser una ayuda en combinación con el tratamiento farmacológico y psicológico (Bonnet, 2005; Robertson et al., 2012). Otras investigaciones han relacionado la aparición de un trastorno depresivo con bajos niveles

de actividad cotidiana (Carmack, 1999; Strawbridge et al, 2002; Smith & Blumenthal, 2013).

El ejercicio físico moderado y constante, no solo puede disminuir síntomas, sino también el número de episodios depresivos mayores (Poudevigne & O'Connor, 2006). Encontramos además que, en personas mayores de 65, el ejercicio genera un incremento de funcionalidad que repercute en una mejora de la autoeficacia y autoestima (Manty et al, 2009), reduciendo la prevalencia de depresión (Hill et al, 2007).

Está demostrado que caminar tiene gran potencial a la hora de disminuir los síntomas de la depresión (Robertson et al, 2012). Cuando se realiza al aire libre observando un entorno natural se ha evidenciado que genera efectos reparadores, disminuyendo la intensidad de los síntomas depresivos (Hartig, Mang & Evans, 1991).

Se ha evidenciado, tanto en hombres como mujeres mayores sin antecedentes de depresión, que existe una relación inversa entre distancias caminadas y futuros síntomas depresivos (Smith et al., 2010; Heesch, Burton, & Brown, 2011). En un estudio de marcha nórdica en pacientes con antecedentes de depresión también se encontró mejoría en los síntomas depresivos (Suija et al., 2009).

El ejercicio físico aparece como un factor de protección, ya que genera un aumento de endorfinas y reduce la producción de la hormona cortisol, que afecta al estado de humor (Chen, 2013). Se ha señalado también que el efecto antidepresivo que produce sería el resultado de procesos neuroquímicos del cerebro donde genera una compensación ante el descenso de neurotransmisores en el hipotálamo provocado por la depresión (Holmes, 1993). Otras investigaciones indican a la termogénesis inducida por la actividad, a los procesos neuroquímicos cerebrales de endorfinas y monoaminas, a la distracción del foco estresor a través del ejercicio y a la autoeficacia como mecanismos corporales para explicar el efecto que causa el ejercicio físico en la depresión, haciendo especial énfasis en el enfoque biopsicosocial para aunar los mecanismos implicados (Craft & Perna, 2004).

#### 4.3.3 Deterioro cognitivo del Alzheimer y ejercicio físico

El Alzheimer es una enfermedad neurodegenerativa con unos efectos cognitivos devastadores para la persona que lo padece así como para su entorno. Se ha planteado

desde diversas investigaciones, la incidencia y los efectos que el ejercicio físico pueda tener sobre la degeneración en los procesos mentales de la persona.

Encontramos que existen evidencias de incremento y conservación de la función cognitiva (Rovio et al, 2005; Kramer & Hillman, 2006; Williamson et al., 2009) que de este modo protege a la persona frente al riesgo de desarrollar demencias y Alzheimer (Karp et al., 2006; Wilson et al., 2006; Lautenschlager et al., 2008; Vogel et al., 2009). Se han realizado meta-análisis en los que se concluye la existencia de un alto efecto del ejercicio sobre el funcionamiento cognitivo en pacientes con Alzheimer (Colcombe & Kramer, 2003; Heyn, Abreu & Ottenbacher, 2006). La inactividad y tendencia a dormir en un sillón durante el día provoca el avance de los efectos cognitivos de la enfermedad de Alzheimer (Donoso, 2003), por ello se incluye como tratamiento la estimulación de la actividad física dentro de las capacidades de la persona afectada, recomendando comenzar los programas de actividad antes de que el avance de la enfermedad deteriore el sistema motor (Alzheimer Association, 2007). No se pueden hacer recomendaciones generales por lo que respecta a la intensidad y duración del ejercicio a prescribir, ya que éstas dependen de variables como la edad, el estilo de vida y desarrollo de la enfermedad, por ello, los protocolos de entrenamiento los determinará la situación (Colcombe & Kramer, 2003; Erickson, 2007).

En casos clínicos se han propuesto sesiones de ejercicio físico realizados tres veces a la semana en días no consecutivos en período matutino, con 50 minutos de duración, un período de tres meses (Christofolletti, et al., 2009); que pueden servir de referencia. Se debe tener en cuenta que ciertos tipos de Alzheimer son comorbidos con patología cardiovascular donde encontramos contraindicaciones del ejercicio físico (Serdá, Ortiz & Ávila, 2013). Así mismo, se recomienda la vigilancia de los pacientes de Alzheimer durante la realización de los ejercicios con la intención de prevenir caídas o golpes que agraven el problema (Donoso, 2013).

## 5. Limitaciones

Actualmente existen muchas y diferentes hipótesis e investigaciones acerca de cómo el ejercicio afecta al funcionamiento cognitivo, y uno de los problemas de este trabajo ha sido no haber podido abarcar toda la información publicada, por lo que el objetivo de describir la relación puede quedar incompleto.

Así mismo, debido a la extensión que el tema podría haber supuesto, se ha decidido acotar el objeto de la revisión, centrándose en las funciones cognitivas y los trastornos más estudiados hasta el momento desde la perspectiva que nos ocupa. Habría sido también particularmente interesante incluir variables emocionales y motivacionales en la revisión, dejando aparcados estos temas para una futura revisión.

Parte de los estudios encontrados solo estaban disponibles en bases de datos de pago, complicando el acceso a la información y a sus fuentes.

Aunque la investigación está en pleno auge, todavía encontramos discrepancias y estudios enfrentados tales como el uso del ejercicio físico en depresión, o el género más beneficiado por el ejercicio físico.

## 6. Conclusiones y valoración

En la actualidad se otorga una gran importancia al deporte y al ejercicio físico en el desarrollo integral de las personas, a lo largo de todo el ciclo vital. Existe un conjunto de investigaciones como las expuestas en este trabajo, destinadas a demostrar que no solo se consigue una mejora en el terreno de lo físico y acondicionamiento de la forma, sino además en el terreno del funcionamiento psicológico.

Sería especialmente interesante la divulgación de estos resultados, ya que resultan poco conocidas para la mayor parte de la población. Es posible que un acercamiento de este conocimiento a las personas ajenas a la psicología produzca un cambio y favorezca una mayor concienciación acerca de la importancia de los efectos de la práctica de ejercicio físico. No se trata únicamente de alcanzar a través del deporte mejoras en el aspecto o estar forma, sino entender que además puede mejorar el funcionamiento cognitivo y contribuir al bienestar psicológico. Asimismo puede considerarse un factor protector ante determinados trastornos, e incluso participar en su tratamiento

La expresión latina *mens sana in corpore sano*, se queda anticuada por cuanto nos separa la psique de la ejecución corporal. Queda claro a través de los estudios expuestos que tener una *mens sana* implica en alto grado el poseer un *corpore sano* y viceversa, mostrando la imposibilidad de separar ambas variables, de ahí el interés de su relación.

## Bibliografía

Aberg, M. A., Pedersen, N. L., Toren, K., Svartengren, M., Backstrand, B. & Johnsson, T. (2009). Cardiovascular fitness is associated with cognition in young adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 906–911.

Adam, R., Robert, J., Rory, M., & Mark, S. (2001). Age and sex effects in the EEG: development of the normal child. *Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 112, 806–814.

Aibar, A., Julián, J., Murillo, B., Garcia-Gonzalez, L., Estrada, S. & Bois, J. (2015). Actividad física y apoyo de la autonomía: El rol del profesor de Educación Física. *Revista de Psicología del Deporte*, 24, 155-161.

Anthony, J. (1991). Psychological aspect of exercise. *Clinics in Sports Medicine*, 10, 171-180.

Antúnez, A., Ureña, F., Velandrino, A. & García, M. (2004). Valoración de la efectividad de interceptación con éxito de la portera de balonmano ante el lanzamiento tras la aplicación de un programa perceptivo-motor. *Revista Interamericana de Ciencias de la Actividad Física y Deporte*, 15, 192-203.

Araya, G., Campos, C. (2003). *Rendimiento Cognitivo y Ejercicio*. Escuela de Educación Física, Facultad de Educación, Universidad de Costa Rica.

Audiffren, M., Tomporowski, P., & Zagrodnik, J. (2008). Acute aerobic exercise and information processing: energizing motor processes during a choice reaction time task. *Acta Psychologica*, 129, 410–419.

Balagué, N., Hristovski, R. & Aragonés, D. (2011). Rol de la intención en la terminación del ejercicio inducida por la fatiga. Aproximación no lineal. *Revista de Psicología del Deporte*, 20, 505-521.

Baron, L. & Fauber, C. (2005). The role of Tai Chi in reducing state anxiety and enhancing mood of children with special needs. *Journal of Bodywork and Movement Therapie*, 9, 120-133.

Blumenthal, J., Michael, A., & Babyak, A. (2007). Exercise and pharmacotherapy in the treatment of major depressive disorder. *Psychosomatic Medicine*, 69, 587–596.

BrainWork. *The Neuroscience Newsletter*, Vol 12.No.1, (2002).

Bonnet, L. (2005). *Effects of Aerobic Exercise in Combination with Cognitive Therapy on Self Reported Depression*. Hempstead: Hofstra University.

Brisswalter, J., Collardeau, M., & Rene, A. (2002). Effects of acute physical exercise characteristics on cognitive performance. *Sports Medicine*, 32, 555-566

Budde, H., Voelcker-Rehage, C., Pietraky-Kendziorra, S., Ribeiro, P. & Tidow, G. (2008). Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. *Neuroscience Letter*, 441, 219-223.

Buz, C., Harner, D., Lephard, S. & Driban, J. (2004). Neurofisiología de la rodilla. Tomo I. Buenos Aires: Médica Panamericana.

Candela, N., Olmedilla, A. & Blas, A., (2008). Relaciones entre la práctica de actividad física y el autoconcepto, y la ansiedad y depresión en chicas adolescentes. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 8, 61-77.

Cárdenas, D., Conde-González, J. & Perales, J. (2015). El papel de la carga mental en la planificación del entrenamiento deportivo. *Revista de Psicología del Deporte*, 24, 91-100.

Carek, P., Laibstain, S. & Carek, S. (2011). Exercise for the treatment of depression and anxiety. *The International Journal of Psychiatry in Medicine*, 41, 15-28.

Carmack, C., Boudreaux, E., Amaral-Melendez, M., Brantley, P.J., & Moor, C. (1999). Aerobic fitness and leisure physical activity as moderators of the stress-illness relation. *Annals of Behavior Medicine*, 21, 251-257.

Castelli, D., Hillman, C., Buck, S. & Erwin, H. (2007). Physical fitness and academic achievement in third and five grade students. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29, 239-252.

Chaddock, L., Erickson K. I., Prakash, R. S., Kim, J. S., Voss, M. W., VanPatter, M. et al. (2010). A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volumen and memory performance in preadolescent children. *Brain Research* 135, 172-183.

Chen, M. (2013). *The neurobiology of depression and physical exercise. Handbook of Physical Activity and Mental Health*. London: Routledge.

Christofolletti, G., Olini, M., Corazza, D., Stella, F., Gobbi, S., Bucken-Gobbi, L. & Borges, G. (2009). Influencia de la actividad física en la enfermedad de Alzheimer: Un caso clínico. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia*. 12, 10-12

Cian, C., Barraud, P., Melin, B., & Raphel, C. (2001). Effects of fluid ingestion on cognitive function after heat stress or exercise-induced dehydration. *International Journal of Psychophysiology*, 42, 243-251.

Coe, D., Pivarnik, J., Womack, C., Reeves, M., & Malina, R. (2006). Effect of physical education and activity levels on academic achievement in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38, 1515-1519

Colcombe, S. & Kramer, A. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychological Science*, 14, 125-130.

Coles, K. & Tomporowski, P. (2008). Effects of acute exercise on executive processing, short-term and long-term memory. *Journal of Sport Sciences*, 26, 333-344.

Cooney, G., Dwan, K., Greig, C., Lawlor, D., Rimer, J., Waugh, F., McMurdo, M. & Mead, G. (2013). Exercise for depression. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Issue 9.

Craft, L. & Perna, F. (2004). The benefits of exercise for the clinically depressed. *Primary care companion to the Journal of clinical psychiatry*, 6, 104-111.

Daley, A., & Ryan, J. (2000). Academic performance and participation in physical activity by secondary adolescents. *Perceptual Motor Skills*, 91, 531-534.

Davranche, K., Burle, B., Audiffren, M. & Hasbroucq, T. (2005). Information processing during physical exercise: a chronometric and electromyographic study. *Experimental Brain Research*, 165, 532-540.

Del Giorgio, J., Hall, E., O'Leary, K., Bixby, W. & Miller, P. (2010). Cognitive function during acute exercise, a test of the transient hypofrontality theory. *Journal of Sport & Sport Psychology*, 32, 312-323.

Donaghy, M. & Durward, B. (2000). *A report on the clinical effectiveness of physiotherapy in mental health*. Research and Clinical Effectiveness Unit, Chartered Society of Physiotherapy.

Donoso, A. (2003). La enfermedad de Alzheimer. *Revista chilena de Neuropsiquiatría*, 41, 13-22.

Duncan, M., Woodfield, L., Al-Nakeeb, Y. & Nevill, A. (2002). The impact of socio-economic status on the physical activity levels of British secondary school children. *European Journal of Physical Education*, 7, 30-44.

Dunham, P. (1977). Age, sex, speed and practice in coincidence-anticipation performance of children. *Perceptual and Motor Skills*. 45, 187-193.

Dunn, A., Trivedi, M. y O'Neal, H. (2001). Physical activity dose response effects on outcomes of depression and anxiety. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, 587-597.



Dwyer, T., Sallis, J., Blizzard, L., Lazarus, R. & Dean, K. (2001). Relation of academic performance to physical activity and fitness in children. *Pediatric Exercise Science*, 13, 225-237.

Efimova, N. & Mylnikova, I. (2015). Features of psychophysiological status in adolescents with different intensity of sporting hours. *Fiziol Cheloveka*, 41, 83-88.

Erickson, K. (2007). Interactive effects of fitness and hormone treatment on brain health in elderly women. *Neurobiological Aging* 28, 179-185.

Escolano, E., Herrero, M. & Echeverría, R. (2014). La resolución como estrategia de enseñanza para el aprendizaje de la táctica ofensiva en la categoría pre-benjamín de fútbol 8. *Revista de Psicología del Deporte*, 23, 209-217.

Esquivel, G., Schruers, K., Kuipers, H. & Griez, E. (2002). The effects of acute exercise and high lactate levels on 35% CO<sub>2</sub> challenge in healthy volunteers. *Acta Psychiatrica*, 106, 394-397.

Forrest, K., (2008). Attachment and attention in Sport. *Journal of clinical sport psychology*, 2, 242-257.

Gao, Y., Chen, L., Yang, S., Wang, H., Yao, J., Dai, Q. & Chang, S. (2015). Contributions of visuo-oculomotor abilities to interceptive skills in sports. *Optometric and Visual Science*, 92, 679-689.

Giordano, S. (2004). Risk and supervised exercise: the example of anorexia to illustrate a new ethical issue in the traditional debates of medical ethics. *Journal of Medical Ethics*, 31, 15-20.

Griffin, L. (2003). Neuromuscular Training and Injury Prevention. *Clinical Orthopedic Resurse*, 409, 53-60.

Hack, J., Memmert, D. & Rupp, A. (2009). Attentional mechanisms in sports via brain-electrical potentials. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 80, 727-738.

Hartig, T., Mang, M. & Evans, G. (1991). Restorative effects of natural environment experiences. *Environment and behavior*, 23, 3-26.

Heesch, K., Burton, N. & Brown, W. (2011). Concurrent and prospective associations between physical activity, walking and mental health in older women. *Journal of epidemiology and community health*, 65, 807-813.

Hewett, T., Myer, G., Ford, K. (2005). Reducing knee and anterior cruciate ligament injuries among female athletes: a systematic review of neuromuscular training interventions. *Journal Knee Surgery*, 18, 82- 88.

Heyn, P., Abreu, B. & Ottenbacher, K. (2004). The effects of exercise training on elderly persons with cognitive impairment and dementia: a meta-analysis. *Physical & Medical Rehabilitation*, 84, 1694-1704.

Hillman, C., Erickson, K., & Kramer, A. (2008). Be smart, exercise your heart: Exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9, 58–65.

Hillman, C., Pontifex, M., Raine, L., Castelli, D., Hall, E. & Kramer, F. (2009). The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*, 159, 1044-1054.

Holmes, D. S. (1993). Aerobic fitness and the response to psychological stress. *Exercise psychology: The influence of physical exercise on psychological processes*. Ed. Seraganian. New York.

Janelle, C., & Hillman, C. (2003). *Expert performance in sport: Current perspective and critical issues*. Illinois: Human Kinetics.

Jensen, P. & Kenny, D. (2004). The effects of yoga on the attention and behavior of boys with TDAH. *Journal of Attention Disorders*, 7, 205-216.

Kamijo, K., Nishihira, Y., Hatta, A., Kaneda, T., Kida, T. & Higashiura, T. (2004). Changes in arousal level by differential exercise intensity. *Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 115, 2693–2698.

Karp, A. (2006). Mental, physical, and social components in activities equally contribute to decrease dementia risk. *Dementia Geriatric Disorders*, 21, 65-73.

Kim, E., Iwaki, N., Imashioya, H., Uno, H. & Hujita, T. (2007). Error-related negativity in a visual go/no-go task: children vs. adults. *Development and Neuropsychology* 31, 181-191.

Kramer, A. & Hillman, C. (2006). Aging, physical activity, and neurocognitive function. *Psychobiology of exercise and sport*, 3, 45-59.

Krogh, J., Nordentoft, M., Sterne, J. & Lawlor, D. (2011). The effect of exercise in clinical depressed adults: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Journal of Clinical Psychiatry*, 72, 529–38.

Labban, D. & Etnier, J. (2011). Effects of acute exercise on long-term memory. *Res Exercise and Sport*, 82, 712-721.

Larson, E., Wang, L., Bowen, J., McCormick, W., Teri, L., Crane, P., et al. (2006). Exercise is associated with reduced risk for incident dementia among persons 65 years of age and older. *Annuary of Internal Medicine*, 144 , 73-81.

Larum, L., Nordheim, L., Ekeland, E., Hagen, K. & Heian, F. (2009). Exercise for preventing and treating anxiety and depression in children and young people. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Issue 5.

Lautenschlager, N., Cox, K., Flicker, L., Foster, J., Van Bockmeer, F., Xiao, J. & Almeida, O. (2008). Effect of physical activity on cognitive function in older adults at risk for Alzheimer disease: a randomized trial. *Jama*, 300, 1027-1037.

Lephart, S., Myers, J. & Riemann, B. (2003). Role of proprioception in functional joint stability. *Orthopaedic Sports Medicine: Principles and Practice*, 34, 128-137.

Linder, K. (1999). Sport Participation and Perceived Academic Performance of School Children and Youth. *Pediatric Exercise Science*, 11, 129-144.

Magill, A. (1998). Knowledge is more than we can talk about. Implicit learning in motor skill acquisition. *Research quarterly for exercise and sport*, 69, 104-110

Manger, T.A., & Motta, R.W. (2005). The impact of an exercise program on posttraumatic stress disorder, anxiety and depression. *International Journal of Emergency Mental Health*, 7, 49-57.

Mann, D., Williams, A., Ward, P. & Janelle, C. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29, 457-468.

Manty, M., Heinonen, A., Leinonen, R., Törmäkangas, T., Hirvensalo, M., Kallinen, M. & Rantanen, T. (2009). Long-term effect of physical activity counseling on mobility limitation among older people: a randomized controlled study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 64, 83-89.

McMorris, T. & Graydon, J. (2000). The effect of incremental exercise on cognitive performance. *International Journal of Sport Psychology*, 31, 66-81.

Mead, G., Morley, W., Campbell, P., Greig, C., McMurdo, M. & Lawlor, D. (2009). Exercise for depression. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Issue 3.

Merom, D., Phongsavan, P., & Wagner, R. (2007). Promoting walking as an adjunct intervention to group cognitive behavioral therapy for anxiety disorders: a pilot group randomized trial. *Journal of Anxiety Disorders*, 22, 959-968.

Mezzacappa, E. (2004). Alerting, orienting, and executive attention: Developmental properties and sociodemographic correlates in an epidemiological sample of young, urban children. *Child Development*, 75, 1373-1386

Middleton, L., Manini, T., Simonsick, E., Harris, T., Barnes, D. & Tykavsky, F. (2011). Activity energy expenditure and incident cognitive impairment in older adults. *Archives of Internal Medicine*, 171, 1251–1257.

Moncada, J. (2008). Physical exercise, brain functioning, and body image. *Revista Costarricense de Psicología*, 29, 57-74.

National Institute for Health and Clinical Excellence. (2009). *Depression: the treatment and management of depression in adults*. London: NICE

Osorio, J., Clavijo, M. & Arango, E. (2006). *Lesiones deportivas: ¿cuáles son?, ¿por qué se presentan?*. Universidad de Antioquia, Facultad de Medicina.

Padilla, C., Pérez, L. & Andrés, P. (2013). Chronic exercise keeps working memory and inhibitory capacities fit. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 8, 234-245.

Pavey, T., Taylor, A., Fox, K., Hillsdon, M., Anoyke, N. & Campbell, L. (2011). Effect of exercise referral schemes in primary care on physical activity and improving health outcomes: systematic review and meta-analysis. *BMJ*, 343, 645-657

Petruzzello, S. J., Landers, D. M., Hatfield, B. D., Kubitz, K. A. y Salazar, W. (1991). A meta- analysis on the anxiety-reducing effects of acute and chronic exercise. *Sports Medicine*, 11, 143-182.

Pontifex, M., Hillman, C., Fernhall, B., Thompson, K., & Valentini, T. (2009). The effect of acute aerobic and anaerobic exercise on working memory. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41, 927–934.

Pontifex, M., Raine, L., Johnson, C., Chaddock, L., Voss, M. & Cohen, N. (2011). Cardiorespiratory fitness and the flexible modulation of cognitive control in preadolescent children. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23, 1332-1345.

Poudevigne, S. & O'Connor, J. (2006). A review of physical activity patterns in pregnant women and their relationship to psychological health. *Sport Medicine*, 36, 19-38.

Querido, J. & Sheel, A. (2007). Regulation of cerebral blood flow during exercise. *Sports Medicine*, 37, 765–785.

Quevedo, L. (2004). *La visión en los deportes colectivos*. Apuntes de Alto Rendimiento en Deportes de Equipo: Fundación F.C. Barcelona

Reina, R., Campo, V., Moreno, J. & Sanz, D. (2004). Influencia del tamaño de la imagen sobre las estrategias de búsqueda visual en situación simulada del resto en tenis. *Revista de psicología del deporte*, 13, 175-193.

Rethorst, C., Wipfli, B. & Landers, D. (2009). The antidepressive effects of exercise. *Sports Medicine*, 39, 491–511.

Rimer, J., Dwan, K., Lawlor, D., Greig, C., McMurdo, M. & Morley, W. (2012). Exercise for depression. *Cochrane Database of Systematic Review*, Issue 7.

Robertson, R., Robertson, A., Jepson, R. & Maxwell, M. (2012). Walking for depression or depressive symptoms: a systematic review and meta-analysis. *Mental Health and Physical Activity*, 5, 66–75.

Rovio, S., Kareholt, I., Helkala, E., Viitanen, M., Winblad, B., Tuomilehto, J. & Kivipelto, M. (2005). Leisure-time physical activity at midlife and the risk of dementia and Alzheimer's disease. *The Lancet Neurology*, 4, 705-711.

Saavedra, M., Coronado, Z., Chávez, A., Díez, G. (2003). Relación entre fuerza muscular y propiocepción de rodilla en sujetos asintomáticos. *Revista Mexicana de Medicina y Fisioterapia Rehabilitación*, 15, 17-23.

Sanabria, I. (1995). Meta-análisis sobre los efectos del ejercicio en parámetros cognitivos. *Tesis presentada para optar el grado de Licenciatura en Educación Física*. Universidad de Costa Rica.

Scottish Intercollegiate Guidelines Network (2010). *Non pharmaceutical management of depression in adults*. London: SIGN.

Serdá, B., Ortiz, A. & Ávila, P. (2013). Reeducação psicomotriz em pessoas com enfermidade de Alzheimer. *Revista Médica de Chile*, 141, 735-742.

Sibley, B. & Etnier, J. (2002). The relationship between physical activity and cognition in children: A meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*, 15, 243-256.

Sillero, M. & Rojo, J. (2001). Percepción de trayectorias de balones entre los 9 y los 18 años. *Apuntes: Educación física y deportes*, 66, 40-43.

Sjösten, N. & Kivelä, S. (2006). The effects of physical exercise on depressive symptoms among the aged: a systematic review. *International journal of geriatric psychiatry*, 21, 410-418.

Smith, P., Blumenthal, J., Hoffman, B., Cooper, H., Strauman, T. & Welsh-Bohmer, K. (2010). Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosomatic Medicine*, 72, 239–252.

Smith, P., & Blumenthal, J. (2013). Exercise and physical activity in the prevention and treatment of depression. *Handbook of Physical Activity and Mental Health*. London: Routledge, 145-160.

Sorensen, J., Skovgaard, T., & Puggaard, L. (2006). Exercise on prescription in general practice: a systematic review. *Journal of Primary Health Care*, 24, 69–74.

Starkes, J. L. (1993). Motor experts: Opening thoughts. *Cognitive issues in motor expertise*, 8, 3-16.

Stathopoulou, G., Powers, M., Berry, A., Smits, J. & Otto, M. (2006). Exercise interventions for mental health: a quantitative and qualitative review. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 13, 179-193.

Strawbridge, W., Deleger, S. & Roberts, R. (2002). Physical activity reduces the risk of subsequent depression for older adults. *Am Journal Epidemiology*, 156, 328-334.

Ströhle, A., Feller, C. & Onken, M. (2005). The acute anti-panic activity of aerobic exercise. *American Journal of Psychiatry*, 162, 2376–2378

Ströhle, A. (2009). Physical activity, exercise, depression and anxiety disorders. *Journal of neural transmission*, 116, 777-784.

Suija, K., Pechter, U., Kalda, R., Tahepold, H., Maaros, J., & Maaros, H. (2009). Physical activity of depressed patients and their motivation to exercise: Nordic Walking in family practice. *International Journal of Rehabilitation Research*, 32, 132-138.

Tenenbaum, G. y Connolly, C. T. (2008). Attention allocation under varied workload and effort perception in rowers. *Psychology of Sport and Exercise*, 9, 704-717.

Tomporowski, P. (2003). Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta psychological*, 112, 297-324.

Tomporowski, P., Davis, C., Miller, P. & Naglieri, J. (2008). Exercise and children's intelligence, cognition, and academic achievement. *Education and Psychology Review*, 20, 111–131.

Tremblay, M., Inman, J., & Williams, D. (2000). The relationship between physical activity, self-esteem, and academic achievement in 12-year-old children. *Pediatric Exercise Science*, 12, 312-323

Vaynman, S. & Gomez, F. (2005). License to run: exercise impacts functional plasticity in the intact an injured central nervous system by using neurotrophins. *Neurorehabilitation & Neural Repair*, 19, 283-295.

Verschuren, O., Ketelaar, M., Gorter, J., Helders, P., Uiterwaal, C., & Takken, T. (2007). Exercise training program in children and adolescents with cerebral palsy. *Archives of Pediatric and Adolescent Medicine* 161, 1075–1081.

Vogel, T., Brechat, P. H., Leprêtre, P. M., Kaltenbach, G., Berthel, M. & Lonsdorfer, J. (2009). Health benefits of physical activity in older patients: a review. *International journal of clinical practice*, 63, 303-320.

Wang, X. (2008). Decision-making in recurrent neuronal circuits. *Neuron*, 60, 215–234.

Williams, A. M., Davids, K. y Williams, J. G. (1999). *Visual Perception and Action in Sport*. E&FN Spon. London.

Wilson, R. (2006). Participation in cognitively stimulating activities and risk of incident Alzheimer disease. *Journal of American Medical Association*, 287, 742-748.

Winter, B., Breitenstein, C., Mooren, F. C., Voelker, K., Fobker, M., & Lechtermann, A. (2007). High impact running improves learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, 87, 597-609.

Winter, B., Flöel, A., Ruscheweyh, R., Krüger, K., Willemer, C., Völker, K. & Knecht, S. (2010). Physical activity and memory functions: are neurotrophins and cerebral gray matter volume the missing link?. *Neuroimage*, 49, 2756-2763.

Wulf, G., Hob, M., & Prinz, W. (1998). Instructions for motor learning: Differential effects of internal versus external focus of attention. *Journal of Motor Behavior*, 30, 169-179.

Wulf, G. (2007). Attentional focus *and motor learning: A review of 10 years of research*. *E-Journal Bewegung Und Training*, 1, 1-11.

Yang, J., Marshall, S., Bowling, J., Runyan, C., Mueller, F. & Lewis, M. (2005). Use of discretionary protective equipment and rate of lower extremity injury in high school athletes. *American Journal of Epidemiology*, 161, 511-519.

Zachry, T., Wulf, G., Mercer, J., & Bezodis, N. (2005). Increased movement accuracy and reduced EMG activity as result of adopting an external focus of attention. *Brain Research Bulletin*, 67, 304-30.