



Cerebro y artes marciales: beneficios, riesgos e intervención neuropsicológica *

Gabriela Orozco Calderón

Especialidad: Psicología

Universidad Nacional Autónoma de México.

Resumen: Se analizaron los hallazgos existentes que involucran al cerebro y sus funciones en las diferentes artes marciales así como su vínculo con la neurociencias y la psicología. Se estudiaron las ventajas y desventajas de la práctica de artes marciales como herramienta adicional para la intervención en pacientes y para generar un programa de la evaluación que permita el manejo de la lesión identificando los problemas potenciales y la intervención a tiempo de los mismos. Se concluye que la práctica de artes marciales presenta beneficios a nivel psicológico y biológico en personas de diferentes edades pues impacta en la neuroplasticidad y funcionalidad cerebral.

Palabras clave: cerebro; artes marciales; contusión cerebral; plasticidad cerebral; intervención.

* Recibido: 12 enero 2015 / Aceptado: 5 noviembre 2015.

Martial brain: benefits; risks and intervention associated to the practice of martial arts

Abstract: Findings pertaining the influence of the brain and its functions in various martial arts and the relationship to the neurosciences and psychology were assessed. In addition the advantages and disadvantages associated to the practice of martial arts as an additional tool for the intervention of patients were studied. The objective is to generate an assessment program allowing to manage injuries by identifying potential problems and their timely resolution. It was concluded that the practice of martial arts can have benefits to individuals of different ages on the biological and psychological levels thus impacting neuroplasticity and brain functionality.

Key words: brain; martial arts; concussion; brain plasticity; intervention.

Introducción

Las artes marciales incluyen una serie de actividades que benefician a las personas de todas las edades y de todas las compleciones y tamaños. Son prácticas antiguas que se remontan a miles de años en la historia de los seres humanos. Existe mucha diversidad de estilos, con técnicas y métodos propios. Cada escuela tiene requerimientos particulares para su práctica, las más populares se originaron en Corea, Japón, China, Filipinas, Francia, Israel, Brasil y América.

En general, los sistemas incluyen las siguientes categorías: lucha, derribe, sistemas basados en armas o en salud. En muchas ocasiones todas estas pueden combinarse en algunas artes marciales (Terry, 2006). Por ejemplo, el tai-chi es una técnica que no precisa contacto, es de bajo impacto, requiere movimientos corporales precisos y firmes pero suaves, además de concentración; es comúnmente adoptada por el adulto mayor debido a los muchos beneficios en la salud y/o por la promoción de ejercicio (Lee & Ernst, 2012). Por otro lado, el judo, jujitsu, karate y taekwondo requieren habilidades competitivas, atléticas, de concentración y planeación, además de que lleva implícito una salud física y mental (Woodward, 2009).

En la actualidad las Artes Marciales Mixtas (mejor conocidas por sus siglas en inglés MMA) son del gusto popular. Aunque en el transcurso de la humanidad se ha documentado este tipo de prácticas, en años recientes esta disciplina combina cualquier arte marcial desarmada, por ejemplo, para la pelea de pie: box, taekwondo, muay thai, savate, kick boxing, karate, sambo; mientras que en el caso específico de la lucha: la lucha grecorromana, jiu-jitsu y el judo.

Las artes marciales no promueven la agresión (Woodward, 2009), de hecho, han sido utilizadas como una modalidad de tratamiento para personas que portan conductas violentas (Twemlow & Sacco, 1998; Vertonghen & Theeboom, 2010) y en pacientes con demencias (Wayne *et al.*, 2014).

Numerosos estudios sobre las artes marciales se centran en la importancia que tienen en el bienestar general de los seres humanos. Entre sus múltiples beneficios se encuentran: la práctica de la actividad física, el desarrollo de la auto-defensa, el conocimiento y prácticas de habilidades de combate, la auto-cultivación, la disciplina mental, el desarrollo de carácter, la mejoría de la capacidad aeróbica, balance, fuerza,

flexibilidad y su uso como alternativa para alguna condición médica que requiera una salida alternativa a su tratamiento, como la obesidad, el cáncer o algunas condiciones psiquiátricas o de la edad adulta (Reid-Arndt, Matsuda & Cox, 2012; Sharpe *et al.*, 2007; Woodward, 2009).

Cerebro y artes marciales

El cerebro es el centro de comando de todo el cuerpo. Es el responsable no solo de que se tenga la capacidad de realizar funciones cognitivamente elevadas, tales como la toma de decisiones, la planeación a futuro en función de metas y la autoconciencia, sino también funciones básicas (como percibir el entorno) e importantes para la supervivencia, como aproximarnos a estímulos potenciales de recompensa (como buscar pareja, comer, beber) o alejarnos de estímulos aversivos que pongan en peligro real o ficticio la vida.

Las diferencias en el volumen cerebral encontradas en practicantes de artes marciales, comparados con personas sedentarias, reflejan un cambio neuroplástico que implica regiones cerebrales que responden al entrenamiento motor; y posiblemente a las demandas que implican estas tareas al usar movimientos complejos, planeación, control y ejecución de un acto que tiene una meta establecida. El incremento observado se debe, según algunos autores, a cambios del flujo cerebral, a la neurogénesis, sinaptogénesis, angiogénesis, a la expresión de proteínas, de genes y a la liberación de factores tróficos inducidos por el ejercicio físico (Lista & Sorrentino, 2010; Van Praag, 2008).

Realizar un ejercicio físico por medio de alguna actividad deportiva permite que el sistema nervioso se vaya moldeando. Jacini y colaboradores (2009) describen en practicantes de judo un aumento significativo del volumen de sustancia gris en el lóbulo frontal relacionado con planeación y ejecución motora, en corteza prefrontal dorsolateral (implicada en la memoria de trabajo y el procesamiento cognitivo), giro temporal medial e inferior del lóbulo temporal, áreas paralímbicas relacionadas con los procesos de memoria y de aprendizaje motor; además, se observan cambios en los lóbulos occipital y parietal comprometidos con los procesos visuales asociativos y en la corteza del cerebelo vinculada con el aprendizaje motor. También se ha descrito una disminución en la microestructura de la sustancia blanca en la corteza motora suplementaria y motora primaria acompañada de una reducción en la lateralización en

expertos karatecas (Roberts *et al.*, 2013). En practicantes de judo, karate, kickboxing y tang-soodoka se encuentra un aumento del volumen de sustancia gris en área motora suplementaria, corteza premotora dorsal y en volumen de lóbulo temporal medial; estas áreas están relacionadas con habilidades motoras y con metabolismo aeróbico (Schlaffke *et al.*, 2014).

El hecho de realizar actividades deportivas requiere de una flexibilidad constante en la conducta adaptativa ya que el medio ambiente del arte marcialista es variable y cambiante. Estas adaptaciones reclutan áreas cerebrales responsables de actividades neurales complejas como la percepción, la discriminación de estímulos, la toma de decisiones, la integración multimodal, el proceso de atención, la preparación y ejecución de movimiento (Nakata *et al.*, 2010) y en muchos casos se ha descrito que de estas diferentes áreas cerebrales se tiene distinta actividad dependiendo de si el arte marcialista es experto o no.

Usando la técnica de potenciales relacionados a eventos Del Percio y colaboradores (2009) encuentran en karatecas expertos una disminución en la amplitud de N2 (atención sostenida), P3 y P4 (observar y elaborar movimientos de otros), ante estímulos visuales que implican escenas de karate y deportes. Proponen que las diferencias visoespaciales en potenciales cerebrales en karatecas expertos reflejan un proceso que permite minimizar momentáneamente la pérdida de control endógeno sobre el control conductual. Al estudiar el cerebro de los deportistas, incluidos los artistas marciales, se nota que las actividades motoras y el procesamiento cognitivo de alto orden son modulados por el entrenamiento perceptual y motor a largo plazo, siendo un reflejo de la plasticidad cerebral debido a que se requieren diferentes habilidades cognitivas y motoras en la práctica marcial (Nakata *et al.*, 2010).

En los deportes es común observar una conducta supersticiosa, la cual tiene también un sustento cerebral. Damisch, Stoberock, y Mussweiler (2010) indican que las supersticiones funcionan para fomentar autoconfianza, propicia el rendimiento y éxito en tareas de memoria y destreza motora. Beck y Forstmeier (2007) definen la superstición del deportista como las acciones que se realizan de forma repetitiva, formal, secuencial, distinta de la ejecución normal de una persona, que tiene como finalidad que el atleta crea que va a controlar su suerte y va a incidir directamente sobre algún resultado en el medio ambiente. La naturaleza repetitiva es lo que se denomina "ritual", utilizado comúnmente para referirse a la superstición.

Se han propuesto áreas cerebrales que se vinculan a la superstición utilizando técnicas de neuroimagen (estas permiten que podamos estudiar al cerebro en tiempo real). Rao y colaboradores (2014) descubren que el giro frontal superior/medial del hemisferio derecho del cerebro es el área que se vincula con las creencias ambiguas como las supersticiones, también se han vinculado activaciones cerebrales en áreas frontales y parietales de la corteza cerebral. Este giro es importante para integrar las emociones y cogniciones.

Un modelo natural de competencia en humanos son los combates, estos pueden llevarse a cabo en la práctica habitual de las artes marciales, es decir, en entrenamiento o en competencias en torneos. Se han medido cambios en los niveles de testosterona antes y después de una competencia en varones practicantes de judo (Salvador *et al.*, 1999; 2003) y karate (Benedini *et al.*, 2012), y se ha encontrado un aumento de testosterona en los que resultaron ganadores y un incremento del cortisol y disminución de testosterona (substancia asociada al estrés y ansiedad) en los perdedores.

Beneficios físicos, psicológicos y neuropsicológicos de la práctica de artes marciales

La práctica de artes marciales promueve “la mente sana en el cuerpo sano”. En modelos animales el nivel alto de ejercicio corporal influye sobre la neurogénesis, sinaptogénesis y angiogénesis, además de que suscita la expresión de proteínas y genes (GLUR5, NR2A, NR2B, EAAC1), promoviendo la citoarquitectura del hipocampo, factores tróficos, flujo y volumen cerebral (Lista & Sorrentino, 2010; Van Praag, 2008).

En humanos son diversos los beneficios que se pueden obtener al practicar artes marciales. Los beneficios físicos incluyen mejoras en la tonificación muscular, postura, flexibilidad, fuerza, equilibrio y sistemas cardiovascular y respiratorio (Bu *et al.*, 2010). Los beneficios psicológicos incluyen la mejora en habilidades motrices, la salud física, psicológica, social; promueven la autodefensa, la autoconfianza, la autodisciplina, el ejercicio, la autoconfidencia, motivación, pertenencia; enfatizan la filosofía de resolución de conflictos sin el uso de la violencia, es decir, el manejo emocional, disminución o prevención de la depresión y ansiedad (Reid-Arndt, Matsuda & Cox, 2012; Sharpe *et al.*, 2007; Woodward, 2009; Vertonghen & Theeboom, 2010).

Los beneficios neuropsicológicos incluyen mejoras en atención, memoria, habilidades motoras, visoespaciales y resolución de problemas, además de prevención del declive cognitivo (Del Percio *et al.*, 2009; Vargas, Umaña & Rojas, 2002; Muiños & Ballesteros, 2013). Y por sus efectos positivo en variables cognitivas existen propuestas para que las artes marciales formen parte de los programas de estudio en escuelas públicas en norteamérica (Lakes *et al.*, 2013). Estas disciplinas pueden ser practicadas desde la infancia y hasta la tercera edad. Algunas de estas propuestas han descrito que el practicar taekwondo, una hora a la semana durante un año, produjo un aumento en el balance postural, balance estático y la habilidad de orientación motora en adultos mayores y esto se atribuye a mejoras en los sistemas cerebrales responsables de la propiocepción, sistema vestibular y somatosensorial (Van Dijk, Huijts & Lodder, 2013).

Cabe mencionar que realizar artes marciales es gratificante para las personas y esto es un reflejo también de lo que ocurre en el cerebro ya que contamos con un sistema de recompensa cerebral que se activa cuando hacemos lo que nos hace sentir bien (Kalivas & Volkov, 2005). El ejercicio físico en especies infrahumanas libera neurotransmisores, afectando la síntesis y metabolismo de los sistemas centrales dopaminérgico, noradrenérgico y serotoninérgico cerebrales en diferentes zonas cerebrales responsables de la locomoción (striatum, hipocampo, núcleo accumbens, corteza frontal, médula espinal) y recompensa (hipotálamo, hipocampo, corteza cerebral) (Meeusen & De Meirleir, 1995; Meeusen, Piacentini & De Meirleir, 2001).

Existen evidencias que vinculan la práctica de artes marciales y el deporte, en general, con sensaciones de bienestar o activación de áreas cerebrales implicadas con la recompensa. Szabo y Parkin (2001) indican que cuando se priva de realizar el entrenamiento habitual en karatecas expertos de ambos sexos se pueden observar alteraciones psicológicas del estado de ánimo (depresión, ansiedad, entre otras) y emociones (irritabilidad, culpa, etc.). Bothe y colaboradores (2013) demuestran que la actividad física activa regiones y sistemas neuroquímicos asociados al sistema cerebral de la recompensa (dopamina, estriado ventral). Ellos evaluaron, con resonancia magnética funcional y una tarea de anticipación a la ganancia, a deportistas de alto rendimiento y compararon su ejecución con personas físicamente inactivas. Después de ejecutar una rutina de ejercicios los resultados indicaron un incremento en el estado de ánimo en ambos grupos, acompañado de una activación del estriado ventral; adicionalmente describieron que el ejercicio agudo disminuye la sensibilidad a la recompensa monetaria en humanos.

Al hablar de la práctica de artes marciales nos encontramos en un camino bifurcado en donde pueden presentarse dos opciones: una, que promueven el bienestar físico, psicológico y cerebral, y otra, que aumentan el riesgo de sufrir una lesión corporal, incluida la que ocurre en el sistema nervioso.

Artes marciales y contusión cerebral

Todas las personas se encuentran expuestas a tener impactos directos o indirectos sobre el sistema nervioso. Muchas actividades humanas presentan un riesgo para que esto suceda (caídas, impactos por accidentes automovilísticos). Las actividades deportivas, incluidas las artes marciales, pueden presentar también una probabilidad de impactos que dependerá en muchos casos de las técnicas practicadas (Noh *et al.*, 2015; Zetaruk *et al.*, 2005) y las constantes supervisiones que existen en el uso de equipo de protección y en los materiales de los cuales estos están contruidos. Además de la experiencia con que cuentan los practicantes se espera que un practicante experimentado tenga un mayor control sobre los impactos comparado con un practicante inexperto (Echemendia *et al.*, 2013).

Al comparar las lesiones que se pueden producir con la práctica deportiva se encuentra que un porcentaje bajo es producido por las artes marciales. Las lesiones más comunes incluyen el esguince, torcedura, desgarre muscular, y las menos comunes, fracturas, dislocaciones, afectaciones dentales y contusiones; aunque las lesiones van a ser específicas dependiendo de la técnica de arte marcial practicada, ya que algunas impactan directa o indirectamente en la cabeza (Woodward, 2009).

Las contusiones son un trauma o daño cerebral provocados por accidentes, caídas o la práctica deportiva, que genera síntomas leves de alteración somática como dolor de cabeza, náusea, mareo y vómito; neurofisiológico, como anormalidades en el metabolismo y en la bioquímica; psicológicos, como depresión, ansiedad, desbalance, visión borrosa, problemas de sueño y nerviosismo; y neuropsicológicos, como dificultades en la atención, concentración, memoria verbal visual, velocidad de procesamiento de la información (Khurana & Kaye, 2012).

Las artes marciales mixtas es un deporte de combate que se ha extendido rápidamente a los largo del mundo. A pesar de que cuentan con reglas específicas para eliminar el estigma de "lucha hasta la muerte", muchos de sus practicantes presentan

contusiones, al igual que en otras prácticas deportivas. Son pocos los estudios que se han dedicado a examinar cuáles son los patrones de lesión en este tipo de deporte, pero en algunos de los casos son similares a las obtenidas con otros deportes de combate como el boxeo, kickboxing, lucha y artes marciales. Seidenberg (2011) indica que el mayor número de lesiones incluye trauma cerebral, estrés musculoesquelético, laceraciones faciales y lesiones de miembros y cuello, trauma misceláneo y contusiones. Shin y colaboradores (2013) han encontrado un daño microestructural en la sustancia blanca cerebral en deportistas y el nivel del daño depende de la técnica practicada; por ejemplo, en practicantes de MMA se observa un menor daño en el área cerebral (cingulado) al compararlos con los boxeadores que muestran un mayor compromiso cerebral (cuerpo caloso, cingulado, amígdala).

Desde la perspectiva de la neuropsicología, el estudio de las lesiones en entrenamiento y combates en artes marciales sirve para detectar la eficiencia del equipo necesario para la protección y reglamentar en dónde se puede golpear a los contrincantes. La participación del neuropsicólogo es relevante para un equipo médico deportivo y es un elemento clave que programa la evaluación y manejo de pruebas de tamizaje breve, basadas en datos normativos (en ausencia de preevaluación) que permiten el manejo de la lesión y la identificación de problemas potenciales que deban tener una intervención neuropsicológica a tiempo (Echemendia *et al.*, 2013; Salinas & Webbe, 2012). Esta área es denominada neuropsicología del deporte y cuenta con varias contribuciones positivas para los deportes de contacto y las artes marciales.

Artes marciales como alternativa para la intervención neuropsicológica

El ejercicio produce cambios neuroplásticos y físicos que benefician el estado de salud. Las artes marciales se han propuesto como una medida de prevención e intervención al problema de las adicciones. Esto es debido a un efecto positivo al realizar actividad física sobre el circuito mesolímbico cortical (circuito de la recompensa cerebral) lo que conductualmente se traduce en la reducción de la incidencia y severidad en el abuso de sustancias, al cambiar las propiedades reforzantes de las drogas de abuso y facilitando el manejo del estrés, lo que sugiere que puede apoyar la intervención en este tipo de pacientes (Greenwood *et al.*, 2011).

En aspectos neuropsicológicos se observan efectos positivos en diferentes variables cognitivas y motoras en diferentes cohortes y con diferentes estados de salud al

practicar artes marciales. Por ejemplo, se observan efectos positivos en mujeres sobrevivientes de cáncer con la práctica del arte marcial tai-chi sobre funcionamiento neuropsicológico en memoria y atención, balance y funciones psicológicas (disminución de estrés y aumento en el vigor) (Reid-Arnt, Matsuda & Cox, 2012). Van Dijk, Huijts y Lodder (2013) encuentran mejora cognitiva con la práctica de taekwondo durante un año en adultos mayores de 40 años con deterioro cognitivo.

En niños sanos se observa que la práctica de karate mejora sus tiempos de reacción y sus habilidades de coordinación, tienen mejores puntajes en memoria de trabajo, atención visual selectiva y funciones ejecutivas (Alesi *et al.*, 2014). Diamond (2012) y Diamond y Lee (2011) proponen la práctica de artes marciales tradicionales (ejemplo, taekwondo), como intervención para el deterioro en el desarrollo de funciones ejecutivas en niños de 4-12 años, ya que estas enfatizan el autocontrol, disciplina (control inhibitorio), desarrollo del carácter, automonitoreo, planeación y memoria de trabajo.

La práctica de artes marciales ha demostrado también ser un medio para disminuir los impulsos agresivos y promover los comportamientos socialmente positivos (Diamond & Lee, 2011; Layton, Higaonna & Arneil, 1993; Zivin *et al.*, 2001). En un caso de desorden de déficit de atención la práctica de taekwondo promovió la concentración, la ansiedad y el control del enojo (Harris, 1998; Woodward, 2009).

Lakes y Hoyt (2004) proponen que estudiantes (kinder hasta quinto grado) que practican deporte y artes marciales, a partir de tres meses, presentan mejoras en autorregulación cognitiva, afectiva, conducta prosocial, conducta adecuada en clase y ejecución en tareas matemáticas mentales.

Conocer las ventajas y desventajas de la práctica de artes marciales posibilita la creación de nuevas propuestas de intervención en pacientes y de un programa de evaluación que permita el manejo de la lesión, identificando los problemas potenciales y la intervención a tiempo de los mismos. Asimismo, la práctica de artes marciales presenta también beneficios a nivel psicológico y biológico que puede aplicarse a la prevención en personas de diferentes edades, impactando en la neuroplasticidad y funcionalidad cerebral (Echemendia *et al.*, 2013).

Conclusiones

Las artes marciales son una práctica común en diferentes edades y en diversos géneros como forma de ejercicio o por otras virtudes que poseen. Los practicantes de artes marciales están expuestos a riesgos y beneficios. Las lesiones dependen de la técnica practicada y de sus intentos de prevención al utilizar equipo de entrenamiento o combate. Se recomienda para la práctica y apoyo en pacientes interesados o con necesidad de hacer ejercicios y como terapia de intervención con beneficios a nivel cerebral.

Referencias bibliográficas

- ALESI, M.; BIANCO, A.; PADULO, J.; VELLA, F.; PETRUCCI, M.; PAOLI, A.; PALMA, A. & PEPI, A. 2014: Motor and cognitive development: the role of karate. *Muscles, ligaments and tendons journal* 4(2): 114-120.
- BECK, J. & FORSTMEIER, W. 2007: Superstition and belief as inevitable by-products of an adaptive learning strategy. *Learning Strategy. Human Nature* 18(1): 35-46.
- BENEDINI, S.; LONGO, S.; CAUMO, A.; LUZI, L.; INVERNIZZI, P. 2012: Metabolic and hormonal responses to a single session of kumite (free non-contact fight) and kata (highly ritualized fight) in karate athletes. *Sport science for health* 8(2-3): 81-85.
- BOTHE, N.; ZSCHUCKE, E.; DIMEO, F.; HEINZ, A.; WÜSTENBERG, T. & STRÖHLE, A. 2013: Acute exercise influences reward processing in highly trained and untrained men. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 45(3): 583-91.
- BU, B.; HAIJUN, H.; YOUNG, L.; CHAOHUI, Z.; JAOYUAN, Y. & SINGH, M. 2010: Effects of martial arts on health status: A systematic review. *Journal of Evidence-Based Medicine* 3(4): 205-219.
- DAMISCH, L.; STOBROCK, B. & MUSSWEILER, T. 2010: Keep your fingers crossed!: how superstition improves performance. *Psychological Science* 21(7): 1 014-1 020.
- DEL PERCIO, C.; BABILONI, C.; INFARINATO, F.; MARZANO, N.; IACOBONI, M.; LIZIO, R.; ARCHIERI, P.; CÉ, E.; RAMPICHINI, S.; FANÓ, G.; VEISCTEINAS, A. & EUSEBI, F. 2009: Effects of tiredness on visuo-spatial attention processes in elite karate athletes and non-athletes. *Archives italiennes de biologie* 147(1-2): 1-10.

- DIAMOND, A. 2012: Activities and programs that improve children's executive functions. *Current Directions in Psychological Science* 21(5): 335-341.
- DIAMOND, A. & LEE, K. 2011: Interventions shown to aid executive function development in children 4-12 years old. *Science* 333(6045): 959-964.
- EICHEMENDIA, R. J.; IVERSON, G. L.; MCCREA, M.; MACCIOCCHI, S. N.; GIOIA, G. A.; PUTUKIAN, M. & COMPER, P. 2013: Advances in neuropsychological assessment of sport-related concussion. *British journal of sports medicine* 7(5): 294-298.
- GREENWOOD, B. N.; FOLEY, T. E.; LE, T. V.; STRONG, P. V.; LOUGHRIDGE, A. B.; DAY, H. E. & FLESHNER, M. 2011: Long-term voluntary wheel running is rewarding and produces plasticity in the mesolimbic reward pathway. *Behavior & Brain Research* 217(2): 354-62.
- HARRIS, M. J. 1998: Do relation to ADD. *Journal of Paediatric Child Health* 34: 483-484.
- JACINI, W. F. S.; CANNONIERI, G. C.; FERNANDES, P. T.; BONILHA, L.; CENDES, F. & LI, L. M. 2009: Can exercise shape your brain? Cortical differences associated with judo practice. *Journal of Science and Medicine in Sport* 12(6): 688-690.
- KALIVAS, P.W. & VOLKOW, N. 2005: The Neural Basis of Addiction: A Pathology of Motivation and Choice. *The American Journal of Psychiatry* 162(8): 1 403-1 413.
- KHURANA, V. G. & KAYE, A. H. 2012: An overview of concussion in sport. *Journal of Clinical Neuroscience* 19(1): 1-11.
- LAKES, K.; BRYARS, T.; SIRISINAHAL, S.; SALIM, N.; ARASTOO, S.; EMMERSON, N.; KANG, D.; SHIM, L.; WONG, D. & KANG, J. 2013: The healthy for life taekwondo pilot study: a preliminary evaluation of effects on executive function and BMI, feasibility, and acceptability. *Mental Health Phys Act* 6(3): 181-188.
- LAKES, K. D. & HOYT, W. T. 2004: Promoting self-regulation through school-based martial arts training. *Journal of Applied Developmental Psychology* 25(3): 283-302.
- LAYTON, C.; HIGAONNA, M. & ARNEIL, S. 1993: Karate for self-defense: an analysis of Goju-ryu and Kyokushinkai kata. *Perception and motor skills* 77(3): 829-30.

- LEE, M. S. & ERNST, E. 2012: Systematic reviews of t'ai chi: an overview. *British Journal of Sports Medicine* 46(10): 713-718.
- LISTA, I. & SORRENTINO, G. 2010: Biological mechanisms of physical activity in preventing cognitive decline. *Cellular and molecular neurobiology* 30(4): 493-503.
- NAKATA, H.; YOSHIE, M.; MIURA, A. & KUDO, K. 2010: Characteristics of the athletes' brain: Evidence from neurophysiology and neuroimaging. *Brain research reviews* 62(2): 197-211.
- MEEUSEN, R. & DE MEIRLEIR, K. 1995: Exercise and brain neurotransmission. *Sports Medicine* 20(3): 160-188.
- MEEUSEN, R.; PIACENTINI, M. F. & DE MEIRLEIR, K. 2001: Brain microdialysis in exercise research. *Sports Medicine* 31(14): 965-983.
- MUIÑOS, M. & BALLESTEROS, S. 2013: Visuospatial attention and motor skills in kun fu athletes. *Perception* 42(10): 1 043-1 050.
- NOH, J. W.; PARK, B. S.; KIM, M. Y.; LEE, L. K.; YANG, S. M.; LEE, W. D.; SHIN, Y. S.; KIM, J. H.; LEE, J. U.; KWAK, T. Y.; LEE, T. H.; KIM, J. Y.; PARK, J. & KIM, J. 2015: Analysis of combat sports players' injuries according to playing style for sports physiotherapy research. *Journal of physical therapy science* 27(8): 2 425-2 430.
- REID-ARNT, S. A.; MATSUDA, S. & COX, C. R. 2012: Tai Chi effects on neuropsychological, emotional, and physical functioning following cancer treatment: a pilot study. *Complementary therapies in clinical practice* 18(1): 26-30.
- RAO, L. L.; ZHENG, Y.; ZHOU, Y. & LI, S. 2014: Probing the neural basis of superstition. *Brain topography* 27(6): 766-770.
- ROBERTS, R. E.; BAIN, P. G.; DAY, B. L. & HUSAIN, M. 2013: Individual differences in expert motor coordination associated with white matter microstructure in the cerebellum. *Cerebral cortex* 23(10): 2 282-2 292.
- SALINAS, C. & WEBBE, F. 2012: Sports neuropsychology with diverse athlete populations: contemporary findings and especial considerations. *Journal of clinical sport psychology* 6: 363-386.

- SALVADOR, A.; SUAY, F.; MARTÍNEZ, S.; SIMON, V. & BRAIN, P. 1999: Correlating testosterone and fighting in male participants in judo contests. *Physiology & Behavior* 68(1): 205-209.
- SALVADOR, A.; SUAY, F.; GONZÁLEZ-BONO, E. & SERRANO, M. 2003: Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. *Psychoneuroendocrinology* 28(3): 364-75.
- SCHLAFFKE, L.; LISSEK, S.; LENZ, M.; BRÜNE, M.; JUCKEL, G.; HINRICHS, T.; PLATEN, P.; TEGENTHOFF, M. & SCHIMIDT-WILCKE, T. 2014: Sports and brain morphology- a voxel-based morphometry study with endurance athletes and martial artists. *Neuroscience* 259: 35-42.
- SEIDENBERG, P. H. 2011: Mixed Martial arts: Injury patterns and issues for the ringside physician. *Current sports and medicine reports* 10(3): 147-150.
- SHARPE, P. A.; BLANCK, H. M.; WILLIAMS, J. E.; AINSWORTH, B. E. & CONWAY, J. M. 2007: Use of complementary and alternative medicine for weight control in the United States. *Journal of alternative and complementary medicine* 13(2): 217-222.
- SHIN, W.; MAHMOUD, S. Y.; SAKAIE, K.; BANKS, S. J.; LOWE, M. J.; PHILLIPS, M.; MODIC, M.T. & BERNICK, C. 2013: Diffusion measures indicate fight exposure-related damage to cerebral white matter in boxers and mixed martial arts fighters. *AJNR American Journal of Neuroradiology* 35(2): 285-290.
- SZABO, A. & PARKIN, A. 2001: The psychological impact of training deprivation in martial artists. *Psychology of sport and exercise* 2(3): 187-199.
- TERRY, C. 2006: The martial arts. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America* 17(3): 645-676.
- TWEMLOW, S. & SACCO, F. 1998: The application of traditional martial arts practice and theory to the treatment of violent adolescents. *Adolescence* 33(131): 505-518.
- VAN DIJK, G. P.; HUIJTS, M. & LODDER, J. 2013: Cognition improvement in Taekwondo novices over 40 results from the SEKWONDO study. *Frontiers in aging neuroscience* 5: 1-5.

- VAN PRAAG, H. 2008: Neurogenesis and exercise: past and future directions. *Neuromolecular medicine* 10(2): 128-140.
- VARGAS, P. C.; UMAÑA, C. B. & ROJAS, W. S. 2002: Funcionamiento cognitivo y físico en adultas mayores que participan en un programa de taekwondo. *Pensar en Movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud* 2(1): 1-13.
- VERTONGHEN, J. & THEEBOOM, M. 2010: The social-psychological outcomes of martial arts practice among youth: a review. *Journal of sports science & medicine* 9(4): 528-537.
- WAYNE, P. M.; WALSH, J. N.; TAYLOR-PILIAE, R. E.; WELLS, R. E.; PAPP, K. V.; DONOVAN, N. J. & YEH, G. 2014: Effect of tai chi on cognitive performance in older adults: systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatric Society* 62(1): 25-39.
- WOODWARD, T. 2009: A review of the effects of martial arts practice on health. *Wisconsin Medical Journal* 108(1): 40-43.
- ZIVIN, G.; HASSAN, N. R.; DEPAULA, G. F. & MONTI, D. A. 2001: An effective approach to violence prevention: traditional martial arts in middle school. *Adolescence* 36(143): 443-459.
- ZETARUK, M.; VIOLÁN, M.; ZURAKOWSKI, D. & MICHELI, L. 2005: Injuries in martial arts: a comparasion of five styles. *British Journal of Sports Medicine* 39(1): 29-33.