

# Benefits of Mental Practice in Sport Practice

Bryan Montero Herrera<sup>1\*</sup>  
Pedro Carazo Vargas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Costa Rica (San José, Costa Rica).

<sup>2</sup>School of Physical Education and Sport, University of Costa Rica (San José, Costa Rica).

## Abstract

Mental practice (MP) is a form of exercise which has been in existence since 1890, but has only become widespread in sport in the last 22 years. To carry out this review, the four stages identified in the PRISMA statement (identification, selection, eligibility, inclusion) were followed. A search was performed on the databases *ERIC*, *SPORTDiscus*, *Academic Search Complete* and *PubMed* using the keywords “mental practice and sport”, “kinaesthetic practice and sport”, “mental training and sport”, “mental preparation and sport”, “motor imagery and sport” and “visual practice and sport”, and same keywords in Spanish language. With these searches, a total of 11 390 articles were obtained, which included 59 studies. The exclusion criteria were populations with a diagnosis of schizophrenia, dementia or some type of cancer; not including MP as an independent variable; and combining MP with some kind of incentive. The results found that MP is a good tool for improving pre-competitive anxiety, self-confidence, concentration and motivation. It can also be used for sports rehabilitation and strength development, and a combination of MP and real movements to attain more positive results.

**Keywords:** visual practice, kinaesthetic practice, motivation, strength, sports rehabilitation

## Introduction

People who perform exercise, either recreationally or competitively, are immersed in an environment in which changes can be seen day by day; indeed, there are different systems of kinds of training that help increase each of their physical capacities, one of them being mental practice (MP).

The first mention of MP dates back to 1890, when William James stated that “each representation of movement somehow arouses the actual movement”

\* Correspondence:  
Bryan Montero Herrera (bryan\_mh2005@hotmail.com).

# Beneficios de la práctica mental en la práctica deportiva

Bryan Montero Herrera<sup>1\*</sup>  
Pedro Carazo Vargas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Costa Rica (San José, Costa Rica).

<sup>2</sup>Escuela de Educación Física y Deportes, Universidad de Costa Rica (San José, Costa Rica).

## Resumen

La práctica mental (PM) es un medio que, si bien se inició a desarrollar en 1890, no es hasta hace aproximadamente 22 años que se ha usado más en práctica deportiva. Para llevar a cabo esta revisión se siguieron las cuatro etapas identificadas en la declaración PRISMA (identificación, selección, elegibilidad, inclusión). Se realizó una búsqueda en las bases de datos *ERIC*, *SPORTDiscus*, *Academic Search Complete* y *PubMed*, utilizando las palabras clave “mental practice and sport”, “kinesthetic practice and sport”, “mental training and sport”, “mental preparation and sport”, “motor imagery and sport”, “visual practice and sport”, y estas mismas palabras clave en español. Con estas búsquedas se obtuvo un total de 11 390 artículos, de los cuales se incluyeron 59 estudios. Los criterios de exclusión fueron: poblaciones con diagnóstico de esquizofrenia, demencia o algún tipo de cáncer, no incluir la PM como variable independiente y combinar la PM con algún tipo de incentivo. La evidencia sitúa a la PM como una buena herramienta para la mejora de la ansiedad precompetitiva, autoconfianza, concentración y motivación, sirve también para la rehabilitación deportiva, el desarrollo de la fuerza y una combinación de la PM con el movimiento real alcanza resultados más positivos.

**Palabras clave:** práctica visual, práctica kinestésica, motivación, fuerza, rehabilitación deportiva

## Introducción

Las personas que realizan ejercicio, sea de forma recreativa o competitiva, se encuentran inmersas en un ambiente donde los cambios se pueden ver día a día. Existen diferentes sistemas o tipos de entrenamiento que ayudan a aumentar cada una de sus capacidades físicas, uno de estos es la práctica mental (PM).

La primera mención que se hace sobre la PM se remite al año 1890, cuando William James afirmó que “cada representación del movimiento despierta en cierta medida

\* Correspondencia:  
Bryan Montero Herrera (bryan\_mh2005@hotmail.com).

(p. 562). However, it was not until 1994 that MP was mentioned as a methodology that could benefit exercise (Driskell, Copper, & Moran, 1994). Studies like the one by Vodičar, Kovač and Tušak (2012) show that using MP leads to everything from improving performance technique to soothing pre-competitive anxiety.

Before continuing, it is important to stress the terms that different authors use for MP. They include: mental skills training (Larsen, 2014; Olusoga, Maynard, Butt, & Hays, 2014), motor imagery (Liu, Song, & Zhang, 2014; MacIntyre, Moran, Collet, & Guillot, 2013) and mental preparation (Vodičar et al., 2012). Liu et al. (2014) make a distinction between the term motor imagery proposed by Bock, Schott and Papaxanthis (2015), and MP, because the former refers to a general mental process to fine-tune a motor function at a given point in time, while the latter is a training method that entails the use of motor imagery in a systematic way and over a longer period of time to improve a skill in the absence of body movement.

So, what is MP? This concept is defined by Baeck et al. (2012) as the “mental execution of an action without any manifest body movement” (p. 27). Likewise, Moran, Guillot, MacIntyre and Collet (2012) define it as “the cognitive capacity which allows an individual to perform and experience motor actions in their mind without actually executing those actions by activating the muscles” (p. 54). Where these authors do concur is that it is a mental representation of a given movement while the person is immobile; that is, they perform no real movement practice (RMP).

Two MPs are the most widely used. The first is visual practice, which is defined by Rozand, Lebon, Papaxanthis and Lepers (2014) as “the self-visualisation of movement from the first-third person perspective” (p. 1981). One example in the field of sport could be imagining the movements one would make when performing a technical gesture on the court. It is known that this activates the occipital region and upper parietal lobe (Rozand et al., 2014).

The second is kinaesthetic practice, which “requires the ability to feel, in addition to somatic-sensorial experiences related to movement (perceiving the muscle contraction mentally). This kind is perceived from the first person and entails dynamic movements” (Frenkel et al., 2014, pp. 225-226). One clear example would be when simulating a shot, a serve, a kick

el movimiento actual” (p. 562), pero no es hasta 1994 que se habla de la PM como de una metodología beneficiosa en el ejercicio (Driskell, Copper, & Moran, 1994). Trabajos como el de Vodičar, Kovač y Tušak (2012) demuestran que usar la PM conlleva desde mejorar una técnica de ejecución hasta calmar la ansiedad precompetitiva.

Antes de continuar avanzando es importante recalcar los términos que diferentes autorías utilizan para la PM, entre los que se encuentran: entrenamiento de habilidades mentales (Larsen, 2014; Olusoga, Maynard, Butt, & Hays, 2014), imaginería motora (Liu, Song, & Zhang, 2014; MacIntyre, Moran, Collet, & Guillot, 2013) y preparación mental (Vodičar et al., 2012). Liu et al. (2014) hacen una distinción entre el término imaginería motora, propuesto por Bock, Schott y Papaxanthis (2015), y la PM, porque la primera hace alusión a un proceso mental general para perfeccionar una función motora en un momento determinado, mientras la segunda es un método de entrenamiento que implica el uso de la imaginería motora de una forma sistemática y en una extensión de tiempo mayor para mejorar alguna habilidad en ausencia de movimientos corporales.

Pero ¿qué es la PM? Este concepto es definido por Baeck et al. (2012) como la “ejecución mental de una acción sin movimiento corporal manifiesto” (p. 27). Por su parte Moran, Guillot, MacIntyre y Collet (2012) la definen como “la capacidad cognitiva que permite a un individuo realizar y experimentar acciones motoras en la mente, sin ejecutar realmente tales acciones a través de la activación de los músculos” (p. 54), en sí estos autores concluyen que lo que se realiza es una representación en la mente de un determinado movimiento y la persona estará inmóvil mientras se ejecuta, es decir no lleva a cabo ninguna práctica de movimiento de manera real (PMR).

Dos son las PM más utilizadas. La primera es la práctica visual, definida por Rozand, Lebon, Papaxanthis y Lepers (2014) como “la autovisualización del movimiento desde la perspectiva de una primera-tercera persona” (p. 1981). Un ejemplo en el ámbito deportivo podría ser el de imaginarse los movimientos que se pueden efectuar a la hora de hacer un gesto técnico dentro de la cancha. Se sabe que esto activa la región occipital y el lóbulo parietal superior (Rozand et al., 2014).

Por su parte la segunda práctica hace alusión a la práctica kinestésica, la cual “requiere la habilidad de sentir, además de las experiencias somato-sensoriales relacionadas al movimiento (percibir la contracción del músculo mentalmente). Esta modalidad es percibida desde primera persona e implica movimientos dinámicos” (Frenkel et al., 2014, pp. 225-226); un claro ejemplo sería cuando se simula la ejecución

or any basic sport skill which entails feeling the contraction or force generated on a muscular level. This shows more activation of structures associated with movement and in the lower parietal lobe (Rozand et al., 2014).

Literature reviews have been done which analyse MP and its involvement in different variables in sport, such as: motivation, self-confidence, pre-competitive anxiety, rehabilitation, improved strength and training (Bales & Bales, 2012; Cárdenas, Conde, & Perales, 2015; Cumming & Williams, 2013; Eaves, Riach, Holmes, & Wright, 2016; Kahrović, Radenković, Mavrić, & Murić, 2014; MacIntyre et al., 2013; Martin, 2012; Ohuruogu, Jonathan, & Ikechukwu, 2016; Ridderinkhof & Brass, 2015; Schack, Essig, Frank, & Koester, 2014; Slimani, Tod, Chaabene, Miarka, & Chamari, 2016; Slimani, Bragazzi et al., 2016; Visek, Harris, & Blom, 2013). Recently, new articles have appeared which expand on each of the aforementioned variables, while others are added, such as transcranial activity during MP, or comparisons between whether it is better to perform a movement, imagine it or do a combination between both to facilitate learning or improvement.

The objective of this review is to provide an updated overview of the implications of MP in sport by analysing the variables mentioned above. The sections in this review include the topics of transcranial activity, strength development, pre-competitive anxiety, self-confidence, concentration, motivation and sports rehabilitation processes, along with the last section entitled MP, RMP or a combination of both: Which is better?

## Method

### Article selection procedure

The literature search was performed in the following databases: *ERIC (E)*, *SPORTDiscus (S)*, *Academic Search Complete (A)* and *PubMed (P)*, which were checked from March to November 2017.

To compile the articles, the search was performed using the keywords, in English and Spanish, respectively, in a single descriptor, namely: “mental practice and sport”, “kinaesthetic practice and sport”, “mental training and sport”, “mental preparation and sport”, “motor imagery and sport”,

de un lanzamiento, un saque, una patada o alguna destreza básica deportiva que implique sentir la contracción o la fuerza generada a nivel muscular, porque presenta mayor activación en estructuras asociadas al movimiento y en el lóbulo parietal inferior (Rozand et al., 2014).

Se han elaborado revisiones de literatura que analizan la PM y su implicación en diversas variables que se trabajan en el deporte como: motivación, autoconfianza, ansiedad precompetitiva, rehabilitación, mejora de fuerza, entrenamiento, entre otras (Bales & Bales, 2012; Cárdenas, Conde, & Perales, 2015; Cumming & Williams, 2013; Eaves, Riach, Holmes, & Wright, 2016; Kahrović, Radenković, Mavrić & Murić, 2014; MacIntyre et al., 2013; Martin, 2012; Ohuruogu, Jonathan, & Ikechukwu, 2016; Ridderinkhof & Brass, 2015; Schack, Essig, Frank, & Koester, 2014; Slimani, Tod, Chaabene, Miarka, & Chamari, 2016; Slimani, Bragazzi et al., 2016; Visek, Harris, & Blom, 2013). Recientemente han aparecido nuevos artículos que amplían cada una de las variables mencionadas previamente y además se incluyen otras como la actividad transcraneal cuando se hace PM, o realizan una comparación entre si es mejor efectuar un movimiento, imaginarlo o realizar una combinación entre ambas para facilitar su aprendizaje o mejora.

El objetivo de esta revisión fue brindar un panorama general y actualizado sobre las implicaciones alcanzadas por la PM en el deporte, analizando variables que se comentaron anteriormente. Las secciones dentro de esta revisión incluyen temas como la actividad transcraneal, desarrollo de la fuerza, ansiedad precompetitiva, autoconfianza, concentración, motivación, procesos de rehabilitación deportiva y un último apartado titulado PM, PMR o la combinación de ambas ¿qué es mejor?

## Metodología

### Procedimiento para la selección de artículos

La búsqueda de literatura se efectuó en las bases de datos: *ERIC (E)*, *SPORTDiscus (S)*, *Academic Search Complete (A)* y *PubMed (P)*, las cuales se consultaron desde marzo hasta noviembre del año 2017.

Para llevar a cabo la recopilación de los artículos, la búsqueda se efectuó incluyendo las palabras clave en inglés y en español, respectivamente, en un único descriptor, y estas fueron: “mental practice and sport”, “kinesthetic practice and sport”, “mental training and sport”, “mental preparation and sport”, “motor imagery

“visual practice and sport”, “práctica mental y deporte”, “práctica kinestésica y deporte”, “entrenamiento mental y deporte”, “preparación mental y deporte”, “imaginación motora y deporte” and “práctica visual y deporte”. The search sought to identify the presence of these words in the title, abstract or keywords of each of the studies.

Once the entire search process was over, we were able to identify a total of 11390 studies, which then went through a selection process in which the title and abstract were read to ascertain whether they contained information related to this study. If so, the entire text was read, which enabled us to identify each study that met the inclusion criteria.

To perform the search process, the four stages identified in the PRISMA statement (Liberati et al., 2009) were used (identification, selection, eligibility, inclusion) by each of the authors.

The studies had to meet the following inclusion criteria: research published within a six-year range (2012-2017) in either Spanish or English in which there was a relationship or effect between MP and some exercise or sport practice; they could be experimental articles, quasi-experimental articles or literature reviews of scholarly articles. Likewise, the exclusion criteria included: populations with a diagnosis of schizophrenia, dementia or any kind of cancer; MP not being the independent variable; and the combination of MP with some incentive.

All of these studies which met the inclusion criteria were downloaded, and duplicated articles were manually identified. Before starting the selection process, both reviewers analysed and jointly defined the inclusion criteria, and they later conducted a preliminary search to check the reliability of the procedure.

Both searches were compared and analysed to guarantee that the inclusion criteria were met; the initial agreement when comparing the searches was 76.3%. When there were discrepancies between the reviewers, they were discussed at the end of the selection process. If no consensus was reached, the assistance of a third reviewer was enlisted until agreement was reached. A total of 59 studies resulted. Figure 1 shows the entire process involved in choosing and including the articles.

and sport”, “visual practice and sport”, “práctica mental y deporte”, “práctica kinestésica y deporte”, “entrenamiento mental y deporte”, “preparación mental y deporte”, “imaginación motora y deporte” y “práctica visual y deporte”. La búsqueda efectuada pretendió identificar la presencia de estas palabras ya fuera en el título, resumen o palabras clave de cada uno de los estudios.

El proceso de búsqueda permitió identificar un total de 11390 estudios, los cuales pasaron por un proceso de selección donde se leía el título y el resumen, en caso de que tuviera información relacionada con el presente trabajo entonces se leía el texto completo, lo que permitió identificar cada una de las investigaciones que cumplían con los criterios de inclusión.

Para realizar el proceso de búsqueda, se emplearon las cuatro etapas (identificación, selección, elegibilidad, inclusión) identificadas en la declaración PRISMA (Liberati et al., 2009) por cada uno de los autores.

Se incluyeron estudios que cumplieran con las siguientes características: investigaciones publicadas con un rango de seis años (2012-2017), además de que estuvieran en lengua castellana o inglesa, que existiera una relación o efecto entre la PM y algún ejercicio o práctica deportiva ya sea en artículos experimentales, cuasi-experimentales o revisiones de literatura sobre artículos científicos. Por su parte entre los criterios de exclusión estaban: poblaciones con diagnóstico de esquizofrenia, demencia o algún tipo de cáncer, no incluir la PM como variable independiente y combinar la PM con algún incentivo.

Todos los estudios que cumplieron con los criterios de inclusión fueron descargados; la identificación de la duplicación de los artículos se efectuó manualmente. Antes de iniciar el proceso de selección, ambos revisores analizaron y definieron conjuntamente los criterios de inclusión, y posteriormente realizaron una búsqueda preliminar para comprobar la fiabilidad del procedimiento.

Ambas búsquedas fueron comparadas y analizadas para garantizar el cumplimiento de los criterios de inclusión, la concordancia inicial al comparar las búsquedas fue de un 76.3%. De existir discrepancias entre los revisores, estas fueron discutidas entre ellos al final del proceso de selección. En caso de que no se hubiera llegado a un consenso, se solicitó la ayuda de un tercer revisor hasta llegar a un acuerdo. En total se obtuvieron 59 estudios. La figura 1 muestra todo el proceso para escoger e incluir los artículos.

Identification All studies found ( $n=11\ 390$ ) by keywords according to search engine:

- Mental practice and sport (E, S and A),  $n=82$
- Kinaesthetic practice and sport (E, S and A),  $n=2$
- Mental training and sport (E, S and A),  $n=215$
- Mental preparation and sport (E, S and A),  $n=74$
- Motor imagery and sport (E, S and A),  $n=91$
- Visual practice and sport (E, S and A),  $n=29$
- Práctica mental y deporte (E, S and A),  $n=2994$
- Práctica kinestésica y deporte (E, S and A),  $n=1$
- Entrenamiento mental y deporte (E, S and A),  $n=1$
- Preparación mental y deporte (E, S and A),  $n=2994$
- Imaginería motora y deporte (E, S and A),  $n=199$
- Práctica visual y deporte (E, S and A),  $n=2940$
- Mental practice and sport (P),  $n=326$
- Kinaesthetic practice and sport (P),  $n=7$
- Mental training and sport (P),  $n=994$
- Mental preparation and sport (P),  $n=29$
- Motor imagery and sport (P),  $n=171$
- Visual practice and sport (P),  $n=241$
- Práctica mental y deporte (P),  $n=0$
- Práctica kinestésica y deporte (P),  $n=0$
- Entrenamiento mental y deporte (P),  $n=0$
- Preparación mental y deporte (P),  $n=0$
- Imaginería motora y deporte (P),  $n=0$
- Práctica visual y deporte (E, S y A),  $n=0$

Articles excluded in the first review ( $n=11\ 186$ ), the following were borne in mind:

- Populations with a diagnosis of schizophrenia, dementia or some kind of cancer.
- Not including MP as an independent variable.
- Combining MP with an incentive.

Selection Articles whose title, abstract and complete text were reviewed ( $n=204$ )

Articles excluded in the first review ( $n=11\ 186$ ), the following were borne in mind:

- Populations with a diagnosis of schizophrenia, dementia or some kind of cancer.
- Not including MP as an independent variable.
- Combining MP with an incentive.

Eligibility Articles that went on to the second review to be included in the study ( $n=59$ )

Inclusion

- All the articles in the study ( $n=59$ ).

Figure 1. Flow chart of the process of choosing the studies.

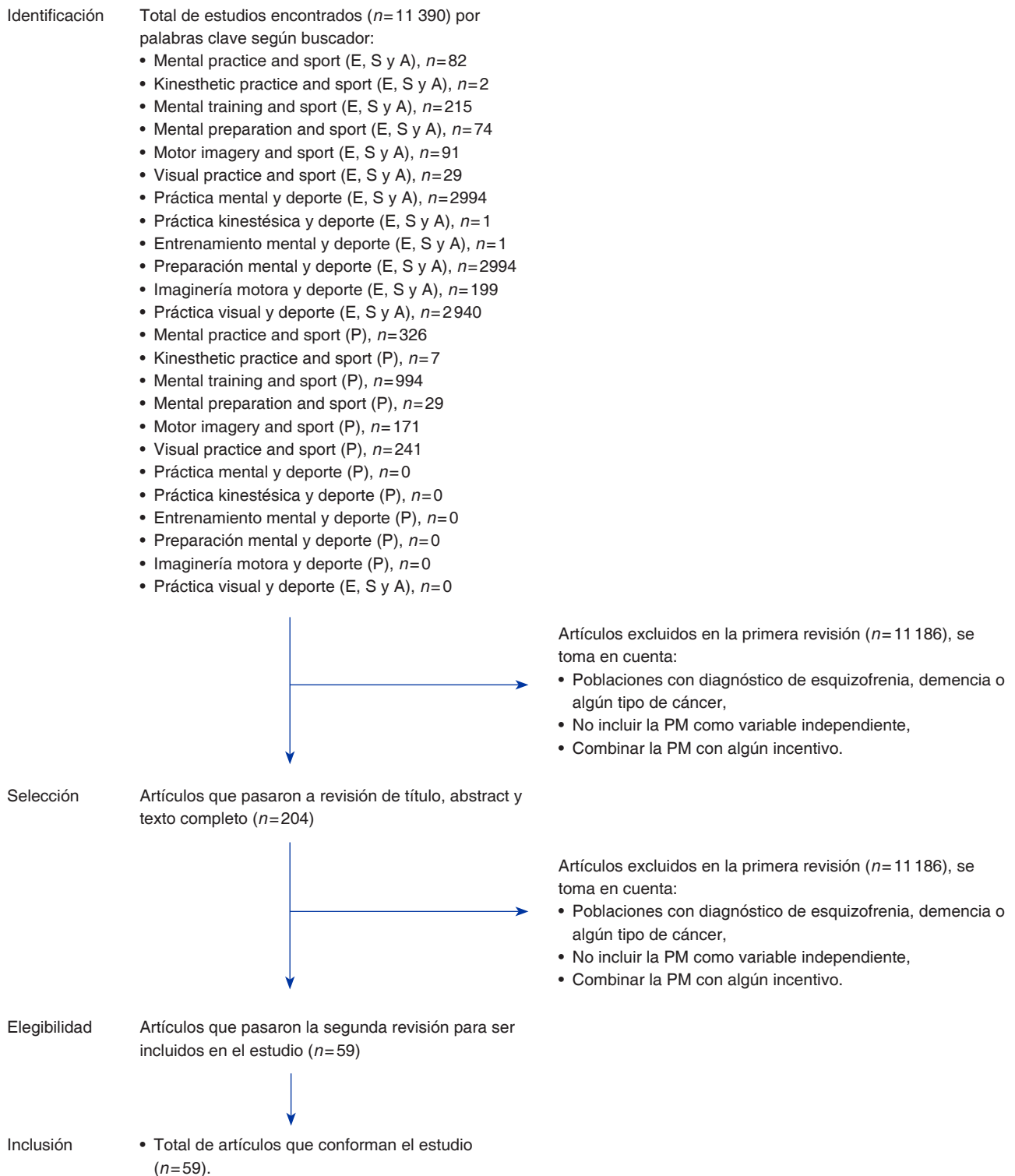


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección de las investigaciones.

## Process

### Transcranial Activity

Before the invention of certain instruments like the electroencephalogram (EEG), magnetic resonance (MR), transcranial magnetic stimulation (TMS), functional magnetic resonance (fMRI) and positron emission tomography (PET), which allowed images to be created of the psychophysiological processes that were occurring inside the brain, this organ was considered a black box, given that there was no notion of the processes which occurred in it. Nonetheless, since the EEG, MR and other devices appeared, the analysis of these psychophysiological processes has become one of the most frequently studied fields (Calmels, Pichon, & Grèzes, 2014; Eaves, Behmer, & Vogt, 2016; Henz, & Schöllhorn, 2017; Kato, Watanabe, Muraoka, & Kanosue, 2015; Mizuguchi, Nakata, & Kanosue, 2016; Mochizuki, Sudo, Kirino, & Itoh, 2014; Wilson et al., 2016).

Liu et al. (2014) discuss the work of several researchers whose results have found that the brain regions engaged during MP are the same ones activated when doing RMP, that is, the premotor cortex and the supplementary motor area.

Wriessnegger, Steyrl, Koschutnig and Müller (2014) carried out a project with 23 people in which they compared the use of MP with a specific football movement (penalty kick) and tennis movement (ball return) performed in a “Kinect” (this is a device that detects movement developed by Microsoft to be used in the console of Xbox 360 videogames, which allows for RMP while also recording the movements made in order to provide feedback), in addition to using an fMRI to measure the brain areas activated.

The procedure applied consisted in making three measurements on the same day: a first one of MP in the fMRI with the penalty kick and ball return movements, then playing 20 minutes with the Kinect (10 minutes of football and 10 minutes of tennis) and immediately thereafter another measurement of MP in the fMRI. The authors stated that the choice of these sports was due to their popularity and the fact that they both require complex movements.

The results in both football and tennis showed significant changes after having practised with the Kinect (that is, the post condition); in the case of football, greater activation in areas like the supplementary motor area, the primary motor cortex, the dorsolateral

## Desarrollo

### Actividad transcraneal

Antes de la invención de ciertos instrumentos como el electroencefalograma, (EEG); la resonancia magnética (RM); la estimulación magnética transcraneal (EMT); la resonancia magnética funcional (fMRI); la tomografía por emisión de positrones (PET), que permitieran crear imágenes de los procesos psicofisiológicos que sucedían dentro del cerebro, este órgano era considerado como una caja negra, puesto que no se tenía noción de los procesos que en él se elaboraban; no obstante, conforme fueron apareciendo el EEG, la RM y los demás dispositivos, el análisis de los procesos psicofisiológicos se ha convertido en uno de los campos más estudiados (Calmels, Pichon, & Grèzes, 2014; Eaves, Behmer, & Vogt, 2016; Henz & Schöllhorn, 2017; Kato, Watanabe, Muraoka, & Kanosue, 2015; Mizuguchi, Nakata, & Kanosue, 2016; Mochizuki, Sudo, Kirino, & Itoh, 2014; Wilson et al., 2016).

Liu et al. (2014) comentan el trabajo de varios investigadores que a partir de sus resultados han hallado que las regiones cerebrales activadas a la hora de hacer la PM son las mismas que se ponen en marcha cuando se hace la PMR, estas serían la corteza premotora y el área motora suplementaria.

Wriessnegger, Steyrl, Koschutnig y Müller (2014), elaboraron un proyecto con 23 personas, donde comparaban el uso de la PM respecto a un movimiento específico de fútbol (lanzamiento de penal) y de tenis (devolución de pelota) llevado a cabo en un “Kinect” (dispositivo de detección de movimiento desarrollado por la compañía Microsoft para usarlo en la consola de videojuego Xbox 360, que permite la PMR y a su vez graba los movimientos efectuados para dar una retroalimentación), además de hacer uso de un fMRI para medir las áreas activadas a nivel cerebral.

El procedimiento aplicado consistía en efectuar tres mediciones un mismo día: una primera de PM en el fMRI con los movimientos de tiro de penal y devolución de pelota, luego pasaban a jugar 20 minutos en el “Kinect” (10 minutos de fútbol y 10 minutos de tenis) e inmediatamente asistían a la segunda medición de PM en el fMRI. Los autores comentaron que la elección de estos deportes se debió a su popularidad y presentan movimientos complejos.

Los resultados obtenidos tanto en el fútbol como en el tenis muestran cambios significativos por haber hecho la práctica en el “Kinect” (es decir condición *post*); en

prefrontal cortex and the upper and lower parietal lobe was found after having done the exercises. For tennis, activation of the posterior cingulate cortex and the primary motor cortex was found.

This study demonstrated that in order to achieve greater activation of the different areas of the brain, it is important to undertake MP training; however, this improvement appeared after the movement was actually performed, that is, in the second measurement, hence another fundamental factor is highlighted in that a given movement is only fine-tuned when it and all of its characteristics are imagined in a lifelike fashion. Therefore, Wriessnegger et al. (2014) suggest that the combination of MP and movements will allow athletes to improve their sport performance.

Nonetheless, we should also point out from this article by Wriessnegger et al. (2014) that in the images shown of the cortex results during the experiments applied, one can see the activation of many areas of the brain when people are learning a given movement, since they need greater concentration and contributions from different areas in order to carry it out. When a movement has been practised several times, it becomes automatic, which means that the body has learned it, allowing for lower brain engagement of the areas involved in performing that task, with the consequent energy savings.

The studies by Wriessnegger et al. (2014), Mochizuki et al. (2014), Calmels et al. (2014), Kato et al. (2015), Eaves, Behmer et al. (2016), Mizuguchi et al. (2016), Wilson et al. (2016) and Henz and Schöllhorn (2017) support the fundamental principle of MP, which states that there is similar brain activation when imagining a movement as when the person is actually executing the action.

## Strength Development

Rozand et al. (2014) performed their study with 10 subjects. They were familiarised with both maximum isometric contraction and imaginary isometric contractions with elbow flexion, which they were going to perform during the experiment. A dynamometer was used to measure the strength generated in the biceps muscle and a perceived effort scale to control for fatigue.

The three treatments were applied on different days. One of them was MP, another was RMP, and the last one was a combination of MP and RMP (a

el caso de fútbol se halló una mayor activación después de haber ejecutado el ejercicio en zonas como el área motora suplementaria, corteza motora primaria, corteza prefrontal dorsolateral y el lóbulo parietal superior e inferior. Por su parte, para el tenis se observaron activaciones a nivel de la corteza cingulada posterior y corteza motora primaria.

Este estudio demostró que para lograr una mayor activación de diferentes áreas cerebrales es importante llevar a cabo entrenamientos de PM; no obstante, dicha mejora se presentó una vez que el movimiento fuera practicado, es decir, en la segunda medición, de ahí que se señale otro elemento fundamental y es que solo hay perfeccionamiento de un determinado movimiento cuando se logra imaginar con la vivacidad y todas las características que lo componen, por lo tanto Wriessnegger et al. (2014), proponen que la combinación de PM y movimientos le permitiría al atleta mejorar su rendimiento deportivo.

No obstante, cabe resaltar también de este artículo de Wriessnegger et al. (2014) que en las imágenes mostradas de los resultados corticales durante los experimentos aplicados, se puede apreciar la activación de muchas áreas cerebrales cuando las personas están aprendiendo un determinado movimiento, ya que necesitan de una mayor concentración y aporte de diferentes zonas para poder llevarlo a cabo. Cuando se ha practicado varias veces un movimiento, este se automatiza, lo que significa que ha sido aprendido por el cuerpo, permitiendo que a nivel cerebral sean menos las áreas implicadas para realizar dicha tarea y mayor el ahorro energético durante esta.

Los estudios de Wriessnegger et al. (2014), Mochizuki et al. (2014), Calmels et al. (2014), Kato et al. (2015), Eaves, Behmer et al. (2016), Mizuguchi et al. (2016), Wilson et al. (2016) y Henz y Schöllhorn (2017) apoyan el principio fundamental de la PM, que establece que hay una activación del cerebro cuando se imagina el movimiento similar como si la persona estuviera ejecutando la acción de manera real.

## Desarrollo de la fuerza

Rozand et al. (2014) efectúan su investigación con 10 sujetos. Estos recibieron una familiarización tanto con la contracción isométrica máxima como con las contracciones isométricas imaginarias de flexión de codo que iban a realizar durante el experimento; se hizo uso de un dinamómetro para medir la fuerza que se generaba en el músculo del bíceps y una escala de esfuerzo percibido para controlar la fatiga.



combination of mental practice and practice with real movement). The first thing they did in all the conditions was a maximum isometric contraction test (which served as a pre-test), and then they applied one of these three conditions.

The protocol of the MP was 20 isometric contractions involving imaginary elbow flexion in 4 sets; this involved 5 seconds of contraction with 10 seconds of rest between them. After the first 20 imaginary contractions, they once again performed the maximum isometric contraction test of the pre-test (to measure how the force changed during the experiment), and then they started over with the next series. After the 4<sup>th</sup> set, with its respective contraction measurement, they took a 10-minute break and once again applied the maximum isometric contraction test.

In the case of the RMP condition, it was exactly the same as described above. However, in the MP-RMP, the protocol changed. It started with a maximum isometric contraction (used as a pre-test), then there was 5 seconds of RMP, rest for 2 seconds, and 5 sections of MP with 3 seconds of rest, and then the RMP was repeated again, and so on until reaching 20 repetitions of both the RMP and the MP. Once set 1 of repetitions was finished, the test was reapplied and then they began again with set 2. Just as in the first experiment outlined above, after 10 minutes of rest, the last maximum isometric contraction test was performed.

The results were the following: even though the start of the maximum isometric contraction was exactly the same in all 3 conditions, when MP was done it did not generate a change in force; however, with the RMP and the MP-RMP, the force significantly diminished in each of the measurements compared to the MP, even after the 10 minutes of recovery before the last measurement. Even though the contraction force did not change with the MP, the subjects did report the presence of fatigue once the experiment was over, just as they did after the RMP and the MP-RMP. The explanation that the authors provide for the fact that the force did not improve with MP is that one session is not enough to see gains on this variable. Studies that have indeed significantly confirmed the use of MP to improve force are those by De Ruiter et al. (2012), Ishii et al. (2013), Di Rienzo et al. (2015), Ferreira et al. (2016) and Scott, Taylor, Chesterton, Vogt and Eaves (2017).

Se aplicaron tres tratamientos en días diferentes. Uno de ellos fue de PM, otro de PMR y el último fue una combinación de PM-PMR (combinación de práctica mental y práctica de movimiento real). Lo primero que hacían en cualquiera de las condiciones era una prueba de contracción isométrica máxima (funcionó como pre-test), luego aplicaron alguna de las tres condiciones.

En el protocolo de la PM realizaron 20 contracciones isométricas de flexión de codo imaginarias en 4 bloques, se efectuaban 5 segundos de contracción por 10 segundos de descanso. Finalizadas las primeras 20 contracciones imaginarias hacían de nuevo la prueba de contracción isométrica máxima del pretest (para ir midiendo como iba cambiando la fuerza durante el experimento), y volvían a comenzar de nuevo con la siguiente serie. Finalizado el bloque 4, con su respectiva medición de contracción, hacían una pausa de 10 minutos y volvían aplicar la prueba de contracción isométrica máxima.

En el caso de la condición PMR fue exactamente igual a la que se explicó anteriormente. Por su parte en PM-PMR el protocolo cambió: se iniciaba con la contracción isométrica máxima (usada como pretest), luego realizaban 5 segundos de PMR, descansaban 2 segundos y hacían 5 segundos de PM con 3 segundos de descanso, luego repetían de nuevo la PMR, y así consecutivamente hasta alcanzar 20 repeticiones tanto para la PMR como con la PM. Una vez terminado el bloque 1 de repeticiones, volvían a aplicar la prueba y después comenzaban de nuevo con el bloque 2. Igual que en el primer experimento detallado más arriba, después de los 10 minutos de descanso realizaban la última prueba de fuerza máxima.

Los resultados que se obtienen son los siguientes: aunque al inicio la contracción isométrica máxima es exactamente igual para las 3 condiciones, cuando se hace la PM esta no generó un cambio en la fuerza, en cambio con la PMR y la PM-PMR la misma fue disminuyendo significativamente en cada una de las mediciones comparadas con la PM, aun incluso después de los 10 minutos de recuperación previo a la última medición. Aunque la fuerza de la contracción no cambió con la PM, los sujetos si reportaron presencia de fatiga una vez terminado el experimento, caso similar al de la PMR y PM-PMR. La explicación que las autorías brindan a la no mejora de la fuerza con la PM, es porque una única sesión no basta para poder obtener ganancias en esta variable. Estudios que sí han comprobado de manera significativa el uso de la PM para la mejora de la fuerza son el de De Ruiter et al. (2012), Ishii et al. (2013), Di Rienzo et al. (2015), Ferreira et al. (2016) y Scott, Taylor, Chesterton, Vogt y Eaves (2017).

## Pre-competitive Anxiety, Self-confidence, Concentration and Motivation

When referring to pre-competitive anxiety, authors like Vodičar et al. (2012) distinguish between somatic and cognitive anxiety. This study focuses on cognitive anxiety, which refers to aspects related to the “acceleration of the heart rate, hand sweating, dry mouth, quick and shallow breathing, muscle twitches and other symptoms” (p. 23). Likewise, cognitive anxiety is focused more on issues of nervousness, agitation or even difficulty concentrating (Vodičar et al., 2012).

Researchers like Cocks, Moulton, Luu and Cil (2014) and De Sousa Fortes et al. (2016) have profoundly studied these kinds of anxiety and agree that cognitive anxiety benefits sports performance more than somatic anxiety, since it allows athletes to achieve higher levels of attention and optimism, which have a positive influence on performance in competence and self-confidence. Vodičar et al. (2012) used a sample of 11 basketball players who received 12 MP sessions (one per week) to work on aspects like pre-competitive anxiety, concentration and SC. After the measurements, they did not find significant differences in anxiety, concentration and SC, but they did stress the presence of positive changes in each of these variables. These authors recommended that future studies should work with larger populations and intensify the number of MP sessions per week in order to observe possible significant improvements in the results.

Shweta and Deepak (2015) conducted a study in which they sought to measure how an increase in concentration and a decrease in anxiety benefitted self-confidence in a group of 90 cricketers. To test this hypothesis, they formed groups with 30 subjects each, and for 6 weeks they underwent either 20 minutes of MP (experimental group 1) or 20 minutes of concentration with yoga exercises (experimental group 2), while the control group continued with their usual lifestyle. The results demonstrated that both concentration and anxiety improved significantly with the application of each of the treatments, which helped lower anxiety levels and improve self-confidence in the players in these groups. Other studies that have also found significant differences are those by Ebben and Gagnon (2012), Hagag and Ali (2014),

## Ansiedad precompetitiva, autoconfianza, concentración y motivación

Cuando se hace referencia a la ansiedad precompetitiva, autores como Vodičar et al. (2012), distinguen entre la ansiedad somática y la cognitiva; este estudio se enfoca a la cognitiva, a la primera, la cual hace referencia a aspectos relacionados con “aceleración del pulso cardíaco, sudoración de manos, boca seca, respiración rápida y poco profunda, sobresalto de músculos, entre otras” (p. 23). Por su parte, la ansiedad cognitiva se enfoca más a cuestiones de nerviosismo, agitación o hasta la dificultad para concentrarse (Vodičar et al., 2012).

Investigadores como Cocks, Moulton, Luu y Cil (2014) o De Sousa Fortes et al. (2016), han estudiado a fondo estos dos tipos de ansiedad y concuerdan en que la cognitiva beneficia más el desempeño deportivo, ya que les permite alcanzar niveles de atención y optimismo más elevados, influyendo de manera positiva en el rendimiento en la competencia y la autoconfianza. Vodičar et al. (2012) utilizaron una muestra de 11 basquetbolistas, quienes recibieron 12 sesiones (una vez por semana) de PM para trabajar aspectos como ansiedad precompetitiva, concentración y AU. Finalizadas sus mediciones no lograron encontrar diferencias significativas en ansiedad, concentración y AU, pero sí recalcan la presencia de cambios positivos en cada una de estas variables, y recomiendan en el futuro trabajar con poblaciones más grandes y además intensificar la cantidad de sesiones por semana que se trabaja la PM, con el fin de observar posibles mejoras significativas en los resultados.

Shweta y Deepak (2015) aplicaron una investigación donde deseaban medir como un aumento de la concentración y una disminución de la ansiedad beneficiaban la autoconfianza de un grupo de 90 jugadoras de cricket. Para probar esta hipótesis formaron tres grupos de 30 sujetos cada uno, las cuales durante seis semanas tuvieron 20 minutos de PM (grupo experimental 1), 20 minutos de concentración con ejercicios de yoga (grupo experimental 2), y el grupo control continuó con su estilo de vida normal. Los resultados obtenidos permitieron demostrar que tanto la concentración como la ansiedad mejoran significativamente con la aplicación de cada uno de los tratamientos, por consiguiente, ayudaron a disminuir los niveles de ansiedad y lo que repercutió en mejorar la autoconfianza de dichas jugadoras pertenecientes a esos grupos. Otros estudios que también alcanzan diferencias significativas son los de Ebben y Gagnon (2012), Hagag

Olusoga et al. (2014), Petracovschi and Rogoveanu (2015) and Lim and O'Sullivan (2016).

Within the field of motivation, Edwards and Edwards (2012) evaluated the mental skills of a group of 152 male rugby players using the BMSQ and SPSQ instruments, and they measured variables including motivation, self-confidence, dealing with stress and anxiety. When they analysed the data, they found significant associations by establishing correlations between motivation and mental imagery, motivation and mental practice, motivation and self-confidence, motivation and anxiety, and motivation and relaxation. This study showed that in sport not only does physical practice improve players' motivation and self-confidence through exercises, but that MP should also be considered an important factor when planning each session in order to achieve more comprehensive training (working both the body and mind at the same time).

## Sports Rehabilitation

Arvinen et al. (2015) performed a study with 1283 participants whose main objective was to ascertain the benefits brought about by mental skills in a recovery process after an injury. Of this total number of subjects, only 346 had used MP. The ways it was applied included goal-setting (162 people), imagery (110 people), positive self-talk (115 people) and relaxation (84 people). However, even though 346 individuals stated that they had received MP, 249 perceived a quicker recovery with this intervention, while 48 did not feel this change and 49 did not report anything. One of the explanations set forth by the authors of why some did not find improvements was that sometimes the subjects asked to undertake this task did not have the knowledge they needed to carry it out optimally or did not know how to recover from their injury.

Arvinen et al. (2015) proffered the hypothesis that even though physical recovery plays an important role in rehabilitation processes, the psychological part also has its benefits, a contribution from physical and psychological recovery that allows it to be more comprehensive while also boosting its effectiveness.

Other studies in this same vein of research are Lebon, Guillot and Collet (2012) and Oostra, Oomen, Vanderstraeten and Vingerhoets (2015). The article

y Ali (2014), Olusoga et al. (2014), Petracovschi y Rogoveanu (2015) y Lim y O'Sullivan (2016).

Dentro del campo de la motivación, Edwards y Edwards, (2012), evaluaron las habilidades mentales de un grupo de 152 hombres jugadores de rugby, utilizando los instrumentos BMSQ y SPSQ, y, entre otras variables, midieron la motivación, la autoconfianza, el manejo de la preocupación y la ansiedad. Al analizar los datos hallaron asociaciones significativas al establecer las correlaciones en motivación e imaginación mental, motivación y práctica mental, motivación y autoconfianza, además de motivación y ansiedad, y motivación y relajación. Esta investigación demostró que a nivel deportivo no solo las prácticas físicas permiten mejorar la motivación o la autoconfianza de los jugadores por medio de los ejercicios, si no que la PM también debe ser considerada como un elemento importante a la hora de planear cada una de las sesiones con el fin de lograr un entrenamiento más integral (trabajar cuerpo y mente al mismo tiempo).

## Rehabilitación deportiva

Arvinen et al. (2015) desarrollaron un estudio con 1283 participantes, cuyo objetivo principal era conocer los beneficios generados por las habilidades mentales en un proceso de recuperación tras una lesión. Del total de sujetos solo 346 habían usado la PM. Las formas para su aplicación variaban entre fijación de metas (162 personas), imaginación (110 personas), hablar consigo mismo (*self-talk* positivo) (115 personas) y relajación (84 personas). Ahora bien, aunque 346 individuos afirmaron haber recibido PM, 249 fueron los que percibieron una recuperación más rápida con esta intervención, mientras 48 no sintieron ese cambio y 49 no reportaron nada. Una de las observaciones efectuadas por los autores para no alcanzar mejoras fue porque en ocasiones los sujetos encargados de llevar a cabo esta tarea no tienen los conocimientos necesarios para desarrollarla de la mejor forma posible o tampoco saben cómo recuperarse de la lesión.

Arvinen et al. (2015) manejaban la hipótesis de que, aunque la recuperación física juega un papel importante a nivel de los procesos de rehabilitación, la parte psicológica también presenta sus beneficios, un aporte de la recuperación física y psicológica permite que sea más integral y lograr al mismo tiempo aumentar su efectividad.

Otros estudios que mantienen esta misma línea de investigación son Lebon, Guillot y Collet (2012) y Oostra, Oomen, Vanderstraeten y Vingerhoets (2015). En el artículo de Oostra et al. (2015), se trabajó con una

by Oostra et al. (2015) worked with a population of subjects who had suffered from a stroke and proved that MP may help improve quality of life; however, they also observed that more studies on sports rehabilitation topics are needed to strengthen this field, which is not solely applicable to sports life but also to many people's daily lives.

### **MP, RMP or the Combination of Both (MP-RMP): Which is Better?**

In 2013, a group of researchers (Azimkhani, Abbasian, Ashkani, & Gürsoy, 2013) recruited 64 subjects from the Technical University of Mashhad who were not experts in the skill they were going to learn (jump shots in handball) and were divided into four groups: MP, RMP, MP-RMP and a control group. Those assigned to the MP condition used the *Visuo-Motor Behaviour Rehearsal* (VMBR) technique for seven minutes, those in the RMP condition executed 20 attempts of the skill, the third group did both the *Visuo-Motor Behaviour Rehearsal* technique and the 20 attempts, and the last group (control) did nothing. Once they had finished their respective treatments, they executed the jump shot to be evaluated. The authors decided to divide it into two stages: the first, called the skill acquisition stage, and the second, called the retention stage (72 hours after having finished the practice, the participants were measured again).

Azimkhani et al. (2013) reported significant differences among all the groups for the measurements on amount of time spent (time used to learn the technique) and scores earned (shots made with the proper technique); during the retention stage, differences were only found in the amount of time spent between the MP and the control group. Between MP-RMP and the control group, differences were found for the measurements of time spent and points earned. When comparing between the measurements of the amount of the time spent in the pre-stage (acquisition) and the post-stage (retention), differences were found in both the MP and the MP-RMP. Regarding the amount of time used, only in the MP condition were changes found between the pre-test and the post-test. This study demonstrated that not only does RMP help subjects learn a technique, but that MP by itself can also be a good resource when performing a specific task.

población de sujetos con accidente cerebrovascular; lograron demostrar que la PM puede ayudarles a mejorar su calidad de vida, pero, hacen la observación de que se necesitan más investigaciones en temas de rehabilitación deportiva para fortalecer este campo, que no solo es aplicable a la vida deportiva sino también a la vida diaria de muchas personas.

### **PM, PMR o la combinación de ambas (PM-PMR) ¿qué es mejor?**

En el año 2013 un grupo de investigadores (Azimkhani, Abbasian, Ashkani, & Gürsoy, 2013) reclutaron a 64 sujetos de la Universidad Técnica de Mashhad, los cuales no eran expertos con la habilidad que iban aprender (lanzamiento en suspensión de balonmano) y fueron divididos en cuatro grupos: PM, PMR, PM-PMR y un grupo control. Los asignados a la condición de PM hacían uso de la técnica Ensayo del Comportamiento Visuo-Motor (VMBR por sus siglas en inglés) durante siete minutos; por su parte, los de PMR ejecutaban 20 intentos de la destreza; el tercer grupo realizaba tanto Ensayo del Comportamiento Visuo-Motor como los 20 intentos, y el último grupo (control) no efectuaba nada, una vez finalizado su respectivo tratamiento ejecutaba el lanzamiento para evaluarse. Los autores decidieron dividirlo en dos etapas: a la primera la llamaron fase de adquisición de las destrezas, y a la segunda, fase de adquisición (transcurridas 72 horas de haber finalizado con la práctica correspondiente, los participantes fueron medidos nuevamente).

Azimkhani et al. (2013) reportaron diferencias significativas entre todos los grupos para las mediciones de tiempo gastado (tiempo empleado para el aprendizaje de la técnica) y puntuaciones ganadas (lanzamientos efectuados con la técnica correcta); durante la fase de retención se alcanzaron diferencias solo en el tiempo gastado entre el grupo de PM y el control, entre PM-PMR y el grupo control se hallaron diferencias para las mediciones de tiempo empleado y puntuaciones ganadas. Haciendo una comparación entre mediciones pre (fase de adquisición) y post (fase de retención) para el tiempo gastado, se observaron diferencias tanto en la PM como en la PM-PMR. En el caso de tiempo empleado solo en la condición PM se notaron cambios de pre a postest. Este estudio demostró que no solo la PMR sirve para llevar a cabo el aprendizaje de una técnica, sino que la PM por sí sola también puede ser un buen recurso para el desempeño de una tarea específica.

When analysing the efficacy of a rehabilitation process, Hua, Lu-ping and Tong (2014) compared the efficacy between MP-RMP and RMP to increase hand mobility in patients who had had a stroke. The authors chose 20 patients who were evenly assigned to an MP-RMP condition and a control condition (RMP). They applied an Action Research Arm Test (ARAT), the *Kinaesthetic* and *Visual Imagery Questionnaire* (KVIQ) and an fMRI at both the beginning and the end of the study.

The treatment in Hua et al. (2014) took 45 minutes per day, went from Monday to Friday and lasted a total of 20 days. The control group did exercises which allowed them to increase their hand mobility, while the experimental group applied a combined treatment. On this last point, the article did not mention how much time was assigned to the MP and RMP to complete the 45-minute session; it only explained that the MP was practised in three sets and that there was a five-minute break between sets.

At the end of the measurements, they found that both groups improved significantly on the ARAT from the pre-test to the post-test; however, the greatest change was achieved with the MP-RMP condition. In terms of the activation of zones of the cortex measured with the fMRI, significant changes were seen from the first to the last measurement in both the affected and unaffected hands in the MP-RMP group and in the RMP group. Finally, when comparing both conditions, the fMRI and the ARAT, it was found that the increase in hand functionality was associated with the number of regions measured with the fMRI, and they were higher in the MP-RMP. Along with previous studies, we can also cite the one by Kanthack, Bigliassi, Vieira and Altimari (2014) who found significant effects from MP and MP-RMP when practising a given technique; however, the results are more positive with MP-RMP.

Another avenue of research conducted in recent years is related to the use of MP to improve a condition or basic skill in a given sport. Authors who have examined this topic include Aleksander and Aleksandra (2012) and Slimani, Bragazzi et al. (2016) in football; ASP (2013) in marathon; Ay, Halaweh and Al-Taieb (2013) in volleyball; Battaglia et al. (2014), Lawrence, Callow and Roberts (2013) and Raiola, Scassillo, Parisi and Di Tore (2013) in rhythmic gymnastics; Bouhika et al. (2016) and Nagar and Noohu (2014) in basketball; Callow,

Analizando la eficacia de un proceso de rehabilitación, Hua, Lu-ping y Tong (2014), compararon la eficacia entre la PM-PMR y la PMR para aumentar la movilidad de la mano en pacientes que han presentado un accidente cerebrovascular. Los autores escogieron a 20 pacientes los cuales fueron asignados equitativamente a una condición de PM-PMR y una condición considerada control (PMR); aplicaron una prueba de acción de brazo (ARAT por sus siglas en inglés), un cuestionario de imaginación visual y cinestésica (KVIQ por sus siglas en inglés) y un fMRI, tanto al inicio como al final de toda la investigación

El tratamiento correspondiente de Hua et al. (2014) fue de 45 minutos por día, se extendía de lunes a viernes y tuvo una duración total de 20 días. El grupo control realizaba ejercicios que les permitieran aumentar la movilidad de su mano; por su parte, el grupo experimental aplicaba un tratamiento combinado. Para este último punto, en el artículo no se menciona cuánto tiempo fue el asignado para la PM y la PMR para completar la sesión de 45 minutos, solo se explicaba que la PM se trabajó con tres sets y que entre cada set había un descanso de cinco minutos.

Al final de las mediciones se logró encontrar que para el ARAT ambos grupos mejoraron significativamente de la medición pre al post, sin embargo, el mayor cambio se alcanzó en la condición de PM-PMR. En cuanto a la activación de zonas corticales medidas con el fMRI, se pudieron notar cambios significativos de la primera a la última medición tanto en la mano afectada como en la no afectada en los grupos PM-PMR y PMR. Por último, haciendo una comparación entre ambas condiciones, el fMRI y el ARAT se encontró que el aumento en la funcionalidad de la mano estaba asociado con la cantidad de regiones medidas con el fMRI, siendo más elevados en el PM-PMR. Junto con los estudios anteriores también se pueden citar el de Kanthack, Bigliassi, Vieira y Altimari (2014) quienes obtienen efectos significativos de la PM y el PM-PMR con la realización de una determina técnica; no obstante, los resultados son más positivos con PM-PMR.

Otra línea de investigación que se ha desarrollado en los últimos años es la relacionada con el uso de la PM para mejorar alguna condición o fundamento en un determinado deporte. Autorías que han trabajado sobre este tema son Aleksander y Aleksandra (2012) y Slimani, Bragazzi et al. (2016), en fútbol; ASP (2013) en maratón; Ay, Halaweh y Al-Taieb (2013), en voleibol; Battaglia et al. (2014), Lawrence, Callow y Roberts (2013) y Raiola, Scassillo, Parisi y Di Tore (2013), en gimnasia rítmica; Bouhika et al. (2016) y Nagar y Noohu (2014),

Roberts, Hardy, Jiang and Edwards (2013) in slalom; Fazeli, Taheri and Kakhki (2017) and Williams, Cooley and Cumming (2013) in golf; Guillot, Desliens, Rouyer and Rogowski (2013) and Guillot et al. (2015) in tennis; Scott and Scott III (2013) in table tennis; Kingsley, Zakrajsek, Nesser and Gage (2013) in cycling; Louis, Collet, Champely and Guillot (2012) in alpine skiing and horseback riding; Joksimovic and Joksimovic (2012) in alpine skiing; Mostafa (2015) in swimming; Ragab (2015) in handball; Slimani, Taylor et al. (2016) in kickboxing; Wang et al. (2014) in badminton; and Weber and Doppelmayr (2016) in darts.

Studies have also been conducted to determine whether MP is better used with athletes who are just beginning to practice an activity (novices) or experienced ones (experts), a field in which there are studies by Frank, Land, Popp and Schack (2014); Rzepko et al. (2014); Coker, McIsaac and Nilsen (2015); Zapala et al. (2015) and Giske, Haugen and Johansen (2016).

## Conclusions

The role played by MP is prominent not only in areas involved in movement but also in psychological issues. Both the section on “Transcranial activity” and the one in “MP, RMP or a combination of both: Which is better?” are some of the most recent areas of study within the field of MP. The former confirmed that the areas of the cortex activated by RMP are the same as when imaginary activity is done; therefore, learning or fine-tuning sports gestures can be increased both by executing the action and by imagining it. It is important to emphasise that doing combined training (RMP and MP in the same session) has more advantages in terms of sport performance.

Generally speaking, there is the notion that RMP is needed to increase strength; however, in this review we found that if people engage in MP in which they simulate lifting an object or making a contraction, the muscles involved in that action are activated, and the zones of the cortex activated are exactly the same as in the real action. This may be one of the reasons why strength is increased with MP even in the total absence of movement.

Sometimes training is solely based on working on physical qualities, but the psychological side has been

en baloncesto; Callow, Roberts, Hardy, Jiang y Edwards (2013), en slalom; Fazeli, Taheri y Kakhki (2017) y Williams, Cooley y Cumming (2013), en golf; Guillot, Desliens, Rouyer y Rogowski (2013) y Guillot et al. (2015), en tenis; Scott y Scott III (2013), en tenis de mesa; Kingsley, Zakrajsek, Nesser y Gage (2013), en ciclismo; Louis, Collet, Champely y Guillot (2012), en esquí alpino y ecuestre, y Joksimovic y Joksimovic (2012), en esquí alpino; Mostafa (2015), en natación; Ragab (2015), en balonmano; Slimani, Taylor et al. (2016), en *kickboxing*; Wang et al. (2014), en bádminton, y Weber y Doppelmayr (2016), en tiro con dardo.

También se han elaborado estudios para determinar si la PM es mejor emplearla con deportistas que apenas están empezando a practicar una actividad (novatos) o si con personas experimentadas (expertos), campo en el que constan investigaciones de Frank, Land, Popp y Schack (2014); Rzepko et al. (2014); Coker, McIsaac y Nilsen (2015); Zapala et al. (2015) y Giske, Haugen y Johansen (2016).

## Conclusiones

El papel alcanzado por la PM obtiene un papel protagonista no solo en áreas implicadas con el movimiento sino también en temas psicológicos. Tanto el apartado de “Actividad transcraneal” como el de “PM, PMR o la combinación de ambas ¿cuál es mejor?” son de los temas más recientes en este ámbito de la PM. En el caso del primero permitió confirmar que las áreas corticales activadas cuando se hace la PMR son las mismas que cuando se imagina el mismo, por lo tanto, el aprendizaje o el perfeccionamiento de gestos deportivos no solo pueden ser incrementados ejecutando la acción sino también imaginándose haciéndola. Es importante recalcar que hacer un entrenamiento combinado (PMR y PM en la misma sesión) presenta más ventajas a nivel del rendimiento deportivo.

Generalmente, se maneja la noción de que para tener un aumento en la fuerza es necesario realizar PMR; sin embargo, en esta revisión se logró comprobar que, si las personas llevan a cabo una PM simulando el levantamiento de algún objeto o efectuando alguna contracción, se genera la activación de los músculos implicados en dicha acción, y, adicionalmente, las zonas corticales activadas son exactamente las mismas. Esta puede ser una de las razones que explican por qué se aumenta la fuerza con la PM aunque haya ausencia total del movimiento.

En ocasiones el entrenamiento solo se basa en trabajar cualidades físicas, pero la parte psicológica ha venido teniendo más importancia en los últimos años, puesto

gaining in importance in recent years given that it has been found that if mood or concentration are low, not only is the physical performance in training or competition hindered, but it also affects continuity within a given sport discipline. With MP, psychological variables like self-talk, self-concept, pre-competitive anxiety, self-confidence, concentration and motivation are improved, which also leads to an increase in athletes' personal wellbeing.

The requirements of sport competition have led training sessions to be even more intense, with a resulting increase in the risk of injuries that limit the capacity for movement, after which absolute rest is needed. However, with this study, it has been demonstrated that MP helps work on the injured area, facilitating the recovery process and allowing the athlete to resume training with a higher level of technical or physical execution than if they had simply rested.

### Conflict of Interests

No conflict of interest was reported by the authors.

que se comprobó que si la parte anímica o de concentración estaban bajas no solo perjudica el rendimiento físico mostrado en los entrenamientos o la competición, sino que de igual forma afecta a la continuidad dentro de una determinada disciplina deportiva. Con la PM variables psicológicas como hablar consigo mismo (*self talk*), *self-concept*, ansiedad precompetitiva, autoconfianza, concentración y motivación se ven mejoradas, lo que conlleva también un aumento del bienestar personal de los deportistas.

La exigencia de la competición deportiva ha provocado que los entrenamientos sean cada vez más intensos, con lo que aumenta el riesgo de aparición de lesiones que limitan la capacidad de movimiento, momento a partir del cual, generalmente, se guarda reposo absoluto pero con el desarrollo de este trabajo se demostró que la PM ayuda a trabajar el área lesionada, facilitando el proceso de recuperación y permitiendo al atleta retornar al entrenamiento con un nivel de ejecución técnica o física superior al que hubiera tenido si se hubiera mantenido en reposo absoluto.

### Conflicto de intereses

Las autorías no han comunicado ningún conflicto de intereses.

### References

- \*Aleksander, V., & Aleksandra, G. (2012). Imagery implementation among young soccer players. *Journal of Educational Sciences & Psychology*, 2(1), 138-146.
- \*Arvinen, M., Clement, D., Hamson, J., Zakrajsek, R., Sae, L., Kamphoff, C., & Martin, S. (2015). Athletes' use of mental skills during sport injury rehabilitation. *Journal of Sport Rehabilitation*, 24(2), 189-197. doi:10.1123/jsr.2013-0148
- \*ASP, D. R. (2013). Applying mental preparation to the marathon. *Marathon & Beyond*, 17(3), 76-88.
- \*Ay, K., Halaweh, R., & Al-Taieb, M. (2013). The effect of movement imagery training on learning forearm pass in volleyball. *Education*, 134(2), 227-239.
- \*Azimkhani, A., Abbasian, S., Ashkani, A., & Gürsoy, R. (2013). The combination of mental and physical practices is better for instruction of a new skill. *Journal of Physical Education & Sports Science / Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi*, 7(2), 179-187.
- Baek, J., Kim, Y., Seo, J., Ryeom, H., Lee, J., Choi, S., ... Chang, Y. (2012). Brain activation patterns of motor imagery reflect plastic changes associated with intensive shooting training. *Behavioural Brain Research*, 234(1), 26-32. doi:10.1016/j.bbr.2012.06.001

*Note:* The references marked with an asterisk correspond to the 59 studies included and analysed after conducting the literature search.

### Referencias

- Bales, J., & Bales, K. (2012). Triathlon: How to mentally prepare for the big race. *Sports Medicine & Arthroscopy Review*, 20(4), 217-219. doi:10.1097/JSA.0b013e31825efdc5
- \*Battaglia, C., D'Artibale, E., Fiorilli, G., Piazza, M., Tsopani, D., Giombini, A., ... Di Cagno, A. (2014). Use of video observation and motor imagery on jumping performance in national rhythmic gymnastics athletes. *Human Movement Science*, 38, 225-234. doi:10.1016/j.humov.2014.10.001
- Bock, O., Schott, N., & Papaxanthis, C. (2015). Motor imagery: Lessons learned in movement science might be applicable for spaceflight. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 9(75), 1-5. doi:10.3389/fnsys.2015.00075
- \*Bouhika, E., Moussouami, S., Tsiamas, J., Bazaba, J., Mosen, R., Mizere, M., ... Mbemba, F. (2016). Food ration and mental training for the improvement of the free throw performance in Congolese beginners basketball players. *Journal of Education and Training Studies*, 4(11), 119-124. doi:https://doi.org/10.11114/jets.v4i11.1912
- \*Callow, N., Roberts, R., Hardy, L., Jiang, D., & Edwards, M. (2013). Performance improvements from imagery: Evidence that

*Nota:* Las referencias marcadas con un asterisco corresponden a los 59 estudios incluidos y analizados después de realizar la búsqueda de literatura.

- internal visual imagery is superior to external visual imagery for slalom performance. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 697, 1-10. doi:10.3389/fnhum.2013.00697
- \*Calmels, C., Pichon, S., & Grèzes, J. (2014). Can we simulate an action that we temporarily cannot perform? *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 44(5), 433-445. doi:10.1016/j.neucli.2014.08.004
- Cárdenas, D., Conde, J., & Perales, J. (2015). El papel de la carga mental en la planificación del entrenamiento deportivo. *Revista de Psicología del Deporte*, 24(1), 91-100.
- \*Coker, E., McIsaac, T., & Nilsen, D. (2015). Motor imagery modality in expert dancers. *Journal of Dance Medicine & Science*, 19(2), 63-69. doi:10.12678/1089-313X.19.2.63
- \*Cocks, M., Moulton, C., Luu, S., & Cil, T. (2014). What surgeons can learn from athletes: Mental practice in sports and surgery. *Journal of Surgical Education*, 71(2), 262-269. doi:10.1016/j.jsurg.2013.07.002
- Cumming, J., & Williams, S. E. (2013). Introducing the revised applied model of deliberate imagery use for sport, dance, exercise, and rehabilitation. / Proposition d'une version révisée du « modèle appliqué d'utilisation de l'imagerie ». Illustrations dans les domaines du sport, de l'exercice de la danse et de la rééducation. *Movement & Sport Sciences / Science & Motricité*, 82, 69-81. doi:10.1051/sm/2013098
- \*De Ruiter, C., Hutter, V., Icke, C., Groen, B., Gemmink, A., Smilde, H., & De Haan, A. (2012). The effects of imagery training on fast isometric knee extensor torque development. *Journal of Sports Sciences*, 30(2), 166-174. doi:10.1080/02640414.2011.627369
- \*De Sousa Fortes, L., Alvares da Silva Lira, H., Ribeiro de Lima, R., Sousa Almeida, S., & Caputo Ferreira, M. E. (2016). Mental training generates positive effect on competitive anxiety of young swimmers? / O treinamento mental gera efeito positivo na ansiedade competitiva de jovens nadadores? *Brazilian Journal of Kineanthropometry & Human Performance*, 18(3), 353-361. doi:10.5007/1980-0037.2016v18n3p353
- \*Di Rienzo, F., Blache, Y., Kanthack, T. F. D., Monteil, K., Collet, C., & Guillot, A. (2015). Short-term effects of integrated motor imagery practice on muscle activation and force performance. *Neuroscience*, 305, 146-156. doi:10.1016/j.neuroscience.2015.07.080
- Driskell, J., Copper, C., & Moran, A. (1994). Does mental practice enhance performance? *Journal of Applied Psychology*, 79(4), 481-492. doi:10.1037//0021-9010.79.4.481
- Eaves, D., Riach, M., Holmes, P., & Wright, D. (2016). Motor imagery during action observation: A brief review of evidence, theory and future research opportunities. *Frontiers in Neuroscience*, 10, 514, 1-10. doi:10.3389/fnins.2016.00514
- \*Eaves, D., Behmer, L., & Vogt, S. (2016). EEG and behavioral correlates of different forms of motor imagery during action observation in rhythmical actions. *Brain and Cognition*, 106, 90-103. doi:10.1016/j.bandc.2016.04.013
- \*Ebben, W., & Gagnon, J. (2012). The relationship between mental skills, experience, and stock car racing performance. *Journal of Exercise Physiology Online*, 15(3), 10-18.
- \*Edwards, D., & Edwards, S. (2012). Mental skills of South African male high school rugby players. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation & Dance*, 18(1), 166-172.
- \*Fazeli, D., Taheri, H., & Kakhki, A. (2017). Random versus blocked practice to enhance mental representation in golf putting. *Perceptual & Motor Skills*, 124(3), 674-688. doi:10.1177/0031512517704106
- \*Ferreira, T., Guillot, A., Ricardo, L., Nunez, S., Collet, C., & Di Rienzo, F. (2016). Selective efficacy of static and dynamic imagery in different states of physical fatigue. *Plos ONE*, 11(3), 1-14. doi:10.1371/journal.pone.0149654
- \*Frank, C., Land, W., Popp, C., & Schack, T. (2014). Mental representation and mental practice: Experimental investigation on the functional links between motor memory and motor imagery. *Plos ONE*, 9(4), 1-12. doi:10.1371/journal.pone.0095175
- Frenkel, M., Herzig, D., Gebhard, F., Mayer, J., Becker, C., & Einsiedel, T. (2014). Mental practice maintains range of motion despite forearm immobilization: A pilot study in healthy persons. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 46(3), 225-232. doi:10.2340/16501977-1263
- \*Giske, R., Haugen, T., & Johansen, B. (2016). Training, mental preparation and unmediated practice among soccer referees: An analysis of elite and sub-elite referees' reported practice. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 28(1), 31-41. doi:10.24985/ijass.2016.28.1.31
- \*Guillot, A., Desliens, S., Rouyer, C., & Rogowski, I. (2013). Motor imagery and tennis serve performance: The external focus efficacy. *Journal of Sports Science & Medicine*, 12(2), 332-338.
- \*Guillot, A., Di Rienzo, F., Pialoux, V., Simon, G., Skinner, S., & Rogowski, I. (2015). Implementation of motor imagery during specific aerobic training session in young tennis players. *Plos ONE*, 10(11), 1-10. doi:10.1371/journal.pone.0143331
- \*Hagag, H., & Ali, M. (2014). The relationship between mental toughness and results of the Egyptian fencing team at the 9th all-africa games. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health*, 14(1), 85-90.
- \*Henz, D., & Schöllhorn, W. I. (2017). EEG brain activity in dynamic health qigong training: Same effects for mental practice and physical training? *Frontiers in Psychology*, 8, 154, 1-11. doi:10.3389/fpsyg.2017.00154
- \*Hua, L., Lu-ping, S., & Tong, Z. (2014). Mental Practice combined with physical practice to enhance hand recovery in stroke patients. *Behavioural Neurology, ID 876416*, 1-9. doi:10.1155/2014/876416
- \*Ishii, K., Matsukawa, K., Liang, N., Endo, K., Idesako, M., Hamada, ... Kataoka, T. (2013). Evidence for centrally-induced cholinergic vasodilatation in skeletal muscle at the start of voluntary one-legged cycling and during motor imagery in humans. *Proceedings of the Physiological Society, e00092*, 1-16. doi:10.1002/phy2.92
- James, W. (1890). *The Principles of psychology (Vol. 1, 1.ª ed)*. New York, USA: Holt and Company.
- \*Joksimovic, D., & Joksimovic, A. (2012). Forms and types of mental training of alpine skiers. *Activities in Physical Education & Sport*, 2(1), 109-111.
- Kahrović, I., Radenković, O., Mavrić, F., & Murić, B. (2014). Effects of the self-talk strategy in the mental training of athletes. / Efekti self-talk strategije u mentalnom treningu sportista. *Facta Universitatis: Series Physical Education & Sport*, 12(1), 51-58.
- \*Kanthack, T., Bigliassi, M., Vieira, L., & Altimari, L. (2014). Acute effect of motor imagery on basketball players' free throw performance and self-efficacy. / Efeito agudo da imagética no desempenho de lances livres e percepção de autoeficácia em atletas. *Brazilian Journal of Kineanthropometry & Human Performance*, 16(1), 47-57. doi:10.5007/1980-0037.2014v16n1p47
- \*Kato, K., Watanabe, J., Muraoka, T., & Kanosue, K. (2015). Motor imagery of voluntary muscle relaxation induces temporal reduction of corticospinal excitability. *Neuroscience Research*, 92, 39-45. doi:10.1016/j.neures.2014.10.013
- \*Kingsley, J., Zakrajsek, R., Nesser, T., & Gage, M. J. (2013). The effect of motor imagery and static stretching on anaerobic performance in trained cyclists. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 265-269. doi:10.1519/JSC.0b013e3182541d1c
- Larsen, C. (2014). Preparing for the European championships: A six-step mental skills training program in disability sports. *Journal of Sport Psychology In Action*, 5(3), 186-197. doi:10.1080/21520704.2014.971989



- \*Lawrence, G., Callow, N., & Roberts, R. (2013). Watch me if you can: Imagery ability moderates observational learning effectiveness. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 522. doi:10.3389/fnhum.2013.00522
- \*Lebon, F., Guillot, A., & Collet, C. (2012). Increased muscle activation following motor imagery during the rehabilitation of the anterior cruciate ligament. *Applied Psychophysiology & Biofeedback*, 37(1), 45-51. doi:10.1007/s10484-011-9175-9
- Liberati A, Altman, D. G., Tetzlaff J., Mulrow, C., Gotzsche, P., Ioannidis, J., ... Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: Explanation and elaboration. *Annals of Internal Medicine*, 151(4), 1-30. doi:10.1136/bmj.b2700
- \*Lim, T., & O'Sullivan, D. (2016). Case study of mental skills training for a taekwondo olympian. *Journal of Human Kinetics*, 50, 235-245. doi:10.1515/hukin-2015-0161
- \*Liu, H., Song, L., & Zhang, T. (2014). Mental practice combined with physical practice to enhance hand recovery in stroke patients. *Behavioural Neurology*, 2014, 1-9. doi:10.1155/2014/876416
- \*Louis, M., Collet, C., Champely, S., & Guillot, A. (2012). Differences in motor imagery time when predicting task duration in alpine skiers and equestrian riders. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 83(1), 86-93. doi:10.1080/02701367.2012.10599828
- MacIntyre, T., Moran, A., Collet, C., & Guillot, A. (2013). An emerging paradigm: A strength-based approach to exploring mental imagery. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 1-12. doi:10.3389/fnhum.2013.00104
- Martin, J. (2012). Mental preparation for the 2014 winter paralympic games. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 22(1), 70-73. doi:10.1097/JSM.0b013e31824204cc
- \*Mizuguchi, N., Nakata, H., & Kanosue, K. (2016). Motor imagery beyond the motor repertoire: Activity in the primary visual cortex during kinesthetic motor imagery of difficult whole body movements. *Neuroscience*, 315, 104-113. doi:10.1016/j.neuroscience.2015.12.013
- \*Mochizuki, A., Sudo, M., Kirino, E., & Itoh, K. (2014). Brain activation associated with motor imagery of coordination exercises and social abilities. *European Journal of Sport Science*, 14(7), 671-677. doi:10.1080/17461391.2014.893019
- Moran, A., Guillot, A., MacIntyre, T., & Collet, C. (2012). Re-imagining motor imagery: Building bridges between cognitive neuroscience and sport psychology. *British Journal of Psychology*, 103(2), 224-247. doi:10.1111/j.2044-8295.2011.02068.x
- \*Mostafa, M. (2015). The effect of mental toughness training on elite athlete self-concept and record level of 50m crawl swimming for swimmers. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health*, 15(2), 468-473.
- \*Nagar, V., & Noohu, M. (2014). The effect of mental imagery on muscle strength and balance performance in recreational basketball players. *Sports Medicine Journal / Medicina Sportivă*, 10(3), 2387-2393.
- Ohuruogu, B., Jonathan, U., & Ikechukwu, U. (2016). Psychological preparation for peak performance in sports competition. *Journal of Education And Practice*, 7(12), 47-50.
- \*Olusoga, P., Maynard, I., Butt, J., & Hays, K. (2014). Coaching under pressure: Mental skills training for sports coaches. *Sport & Exercise Psychology Review*, 10(3), 31-44. doi:10.1080/02640414.2011.639384
- \*Oostra, K., Oomen, A., Vanderstraeten, G., & Vingerhoets, G. (2015). Influence of motor imagery training on gait rehabilitation in sub-acute stroke: A randomized controlled trial. *Journal of Rehabilitation medicine*, 47(3), 204-209. doi:10.2340/16501977-1908
- \*Petracovschi, S., & Rogoveanu, S. (2015). The opinion of Romanian male tennis players about the importance of mental training. *Timisoara Physical Education & Rehabilitation Journal*, 8(15), 22-27. doi:10.1515/tperj-2015-0012
- \*Ragab, M. (2015). The effects of mental toughness training on athletic coping skills and shooting effectiveness for national handball players. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health*, 15(2), 431-435.
- \*Raiola, G., Scassillo, I., Parisi, F., & Di Tore, P. (2013). Motor imagery as a tool to enhance the didactics in physical education and artistic gymnastic. *Journal of Human Sport & Exercise*, 8(2), S93-S97. doi:10.4100/jhse.2012.8.Proc2.11
- Ridderinkhof, K., & Brass, M. (2015). How kinesthetic motor imagery works: A predictive-processing theory of visualization in sports and motor expertise. *Journal of Physiology-Paris*, 109(1), 53-63. doi:10.1016/j.jphysparis.2015.02.003
- \*Rozand, V., Lebon, F., Papaxanthis, C., & Lepers, R. (2014). Does a mental training session induce neuromuscular fatigue? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(10), 1981-1989. doi:10.1249/MSS.0000000000000327
- \*Rzepko, R., Drozd, S., Król, P., Bajorek, W., Czarny, W., Blach, W., & Cardoso, A. (2014). Importance of visualization to postural stability in amateur boxers. / Znaczenie wizualizacji w stabilności postawy osób trenujących boks amatorski. *Ido Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology*, 14(2), 23-28. doi:10.14589/ido.14.2.3
- Schack, T., Essig, K., Frank, C., & Koester, D. (2014). Mental representation and motor imagery training. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 328-338. http://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00328
- \*Scott, M., Taylor, S., Chesterton, P., Vogt, S., & Eaves D. (2017). Motor imagery during action observation increases eccentric hamstring force: An acute non-physical intervention. *Disability and Rehabilitation*, 15(53), 1-9. doi:10.1080/09638288.2017.1300333
- \*Scott, M. J., & Scott III, M. J. (2013). The mental image in high level table tennis. *International Table Tennis Federation Sports Science Congress Conference Proceedings*, 8, 133-138.
- \*Shweta, C., & Deepak, M. (2015). The use of mental imagery and concentration in the elimination of anxiety and building of self confidence of female cricket players participating at national level. *International Journal of Sports Sciences & Fitness*, 5(1), 86-94.
- Slimani, M., Tod, D., Chaabene, H., Miarka, B., & Chamari, K. (2016a). Effects of mental imagery on muscular strength in healthy and patient participants: A systematic review. *Journal of Sports Science & Medicine*, 15(3), 434-450.
- \*Slimani, M., Bragazzi, N., Tod, D., Dellal, A., Hue, O., Cheour, F., ... & Chamari, K. (2016b). Do cognitive training strategies improve motor and positive psychological skills development in soccer players? Insights from a systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 34(24), 2338-2349. doi:10.1080/02640414.2016.1254809
- \*Slimani, M., Taylor, L., Baker, J. S., Elleuch, A., Ayedi, F. M., Chamari, K., & Chéour, F. (2016c). Effects of mental training on muscular force, hormonal and physiological changes in kickboxers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(7-8), 1069-1079. doi:10.23736/S0022-4707.16.06421-5
- Vissek, A., Harris, B., & Blom, L. (2013). Mental training with youth sport teams: Developmental considerations and best-practice recommendations. *Journal of Sport Psychology in Action*, 4(1), 45-55. doi:10.1080/21520704.2012.733910
- \*Vodičar, J., Kovač, E., & Tušak, M. (2012). Effectiveness of athletes' pre-competition mental preparation. / Učinkovitost psihične priprave na športnikova predtekmovalna STANJA. *Kinesiologia Slovenica*, 18(1), 22-37.

- \*Wang, Z., Wang, S., Shi, F., Guan, Y., Wu, Y., Zhang, ... Zhang, J. (2014). The effect of motor imagery with specific implement in expert badminton player. *Neuroscience*, 275, 102-112. doi:10.1016/j.neuroscience.2014.06.004
- \*Weber, E., & Doppelmayr, M. (2016). Kinesthetic motor imagery training modulates frontal midline theta during imagination of a dart throw. *International Journal of Psychophysiology*, 110, 137-145. doi:10.1016/j.ijpsycho.2016.11.002
- \*Wilson, V., Dikman, Z., Bird, E., Williams, J., Harmison, R., Shaw, L., & Schwartz, G. (2016). EEG topographic mapping of visual and kinesthetic imagery in swimmers. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 41(1), 121-127. doi:10.1007/s10484-015-9307-8
- \*Williams, S., Cooley, S., & Cumming, J. (2013). Layered stimulus response training improves motor imagery ability and movement execution. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 35(1), 60-71. doi:10.1123/jsep.35.1.60
- \*Wriessnegger, S., Steyrl, D., Koschutnig, K., & Müller, G. (2014). Short time sports exercise boosts motor imagery patterns: Implications of mental practice in rehabilitation programs. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 469. doi:10.3389/fnhum.2014.00469
- \*Zapala, D., Zabielska, E., Cudo, A., Krzysztofiak, A., Augustynowicz, P., & Francuz, P. (2015). Short-term kinesthetic training for sensorimotor rhythms: Effects in experts and amateurs. *Journal of Motor Behavior*, 47(4), 312-318. doi:10.1080/00222895.2014.982067