

# 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).

# Beneficis de la pràctica mental en la pràctica esportiva

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

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

<sup>2</sup>Escola d'Educació Física i Esports, Universidad de Costa Rica (San José, Costa Rica).

## Resum

La pràctica mental (PM) és un mitjà que, si bé es va iniciar a desenvolupar el 1890, no és fins fa aproximadament 22 anys que el seu ús ha augmentat en la pràctica esportiva. Per dur a terme aquesta revisió es van seguir les quatre etapes identificades a la declaració PRISMA (identificació, selecció, elegibilitat, inclusió). Es va realitzar una cerca en les bases de dades *ERIC*, *SPORTDiscus*, *Academic Search Complete* i *PubMed*, utilitzant les paraules clau en anglès: “mental practice and sport”, “kinaesthetic practice and sport”, “mental training and sport”, “mental preparation and sport”, “motor imagery and sport”, “visual practice and sport”, i aquestes mateixes paraules clau en castellà. Amb aquestes cerques es va obtenir un total d'11 390 articles, dels quals es van incloure 59 estudis. Els criteris d'exclusió van ser: poblacions amb diagnòstic d'esquizofrènia, demència o algun tipus de càncer, no incloure la PM com a variable independent i combinar la PM amb algun tipus d'incentiu. L'evidència situa la PM com una bona eina per a la millora de l'ansietat precompetitiva, autoconfiança, concentració i motivació, serveix també per a la rehabilitació esportiva, el desenvolupament de la força i una combinació de la PM amb el moviment real aconsegueix resultats més positius.

**Paraules clau:** pràctica visual, pràctica cinestèsica, motivació, força, rehabilitació esportiva

## Introducció

Les persones que realitzen exercici, sigui de forma recreativa o competitiva, es troben immerses en un ambient on els canvis es poden veure dia a dia. Hi ha diferents sistemes o formes d'entrenament que ajuden a augmentar cadascuna de les seves capacitats físiques, un d'aquests tipus d'entrenaments és la pràctica mental (PM).

El primer esment que es fa sobre la PM es remeta a l'any 1890, quan William James va afirmar que “cada representació del moviment desperta en certa mesura el

\* Correspondència:  
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

moviment actual” (pàg. 562), però, no és fins al 1994 que es parla de la PM com d’una metodologia beneficiosa en l’exercici (Driskell, Copper, & Moran, 1994). Treballs com el de Vodičar, Kovač i Tušak (2012) demostren que emprar la PM pot des de millorar una tècnica d’execució fins a calmar l’ansietat precompetitiva.

Abans de continuar avançant és important recalcar els termes que diferents autories utilitzen per la PM, entre els quals hi ha: entrenament d’habilitats mentals (Larsen, 2014; Olusoga, Maynard, Butt, & Hays, 2014), imatgeria motora (Liu, Song, & Zhang, 2014; MacIntyre, Moran, Collet, & Guillot, 2013) i preparació mental (Vodičar et al., 2012). Liu et al. (2014) fan una distinció entre el terme imatgeria motora proposat per Bock, Schott i Papaxanthis (2015) i la PM, perquè la primera fa al·lusió a un procés mental general per perfeccionar una funció motora en un moment determinat, mentre la segona és un mètode d’entrenament que implica l’ús de la imatgeria motora d’una forma sistemàtica i en una extensió de temps més llarga per millorar alguna habilitat en absència de moviments corporals.

Però què és la PM? Aquest concepte és definit per Baeck et al. (2012) com la “execució mental d’una acció sense moviment corporal manifest” (pàg. 27). Per la seva banda Moran, Guillot, MacIntyre i Collet (2012) la defineixen com “la capacitat cognitiva que permet a un individu realitzar i experimentar accions motores en la ment, sense executar-les realment a través de l’activació dels músculs” (pàg. 54), en sí aquests autors conclouen que el que es fa és una representació en la ment d’un determinat moviment i la persona estarà immòbil mentre s’executa, és a dir no duu a terme cap pràctica de moviment de manera real (PMR).

Dues són les PM més utilitzades. La primera és la pràctica visual, la qual és definida per Rozand, Lebon, Papaxanthis i Lepers (2014) com l’autovisualització “del moviment des de la perspectiva d’una primera-tercera persona” (pàg. 1981). Un exemple en l’àmbit esportiu podria ser el d’imaginar-se els moviments que es puguin efectuar a l’hora de fer un gest tècnic dins de la pista. Se sap que això activa la regió occipital i el lòbul parietal superior (Rozand et al., 2014).

Per la seva banda la segona pràctica fa al·lusió a la pràctica cinestèsica, la qual “requereix l’habilitat de sentir, a més de les experiències somato-sensorials relacionades al moviment (percebre la contracció del múscul mentalment). Aquesta modalitat és percebuda des de primera persona i implica moviments dinàmics” (Frenkel et al., 2014, pàg. 225-226); en seria un clar exemple la

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”,

simulació de l'execució d'un llançament, un servei, una puntada o alguna destresa bàsica esportiva que impliqui sentir la contracció o la força generada a nivell muscular perquè presenta més activació en estructures associades al moviment i en el lòbul parietal inferior (Rozand et al., 2014).

S'han elaborat revisions de literatura que analitzen la PM i la seva implicació i diverses variables que es treballen en l'esport com a: motivació, autoconfiança, ansietat precompetitiva, rehabilitació, millora de força, entrenament, entre altres (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). Recentment han aparegut nous articles que amplien cadascuna de les variables esmentades prèviament i a més se n'inclouen d'altres com l'activitat transcranial quan es fa PM, o realitzen una comparació entre si és millor efectuar un moviment, imaginar-lo o fer una combinació entre ambdues per facilitar el seu aprenentatge o millora.

L'objectiu d'aquesta revisió va ser oferir un panorama general i actualitzat sobre les implicacions aconseguides per la PM en l'esport, analitzant variables comentades anteriorment. Les seccions dins d'aquesta revisió inclouen temes com l'activitat transcranial, desenvolupament de la força, ansietat precompetitiva, autoconfiança, concentració, motivació, processos de rehabilitació esportiva i un últim apartat titulat PM, PMR o la combinació d'ambdues, què és millor?

## Metodologia

### Procediment per a la selecció d'articles

La cerca de literatura es va efectuar en les bases de dades: *ERIC (E)*, *SPORTDiscus (S)*, *Academic Search Complete (A)* i *PubMed (P)*, les quals es van consultar des de març fins al novembre de l'any 2017.

Per dur a terme la recopilació dels articles, la cerca es va efectuar incloent les paraules clau en anglès i en castellà, respectivament, en un únic descriptor, i aquestes van ser: “mental practice and sport”, “kinesthetic practice and sport”, “mental training and sport”, “mental preparation and sport”, “motor imagery 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” 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.

“visual practice and sport”, “práctica mental y deporte”, “práctica kinestésica y deporte”, “entrenamiento mental y deporte”, “preparación mental y deporte”, “imaginación motora y deporte” i “práctica visual y deporte”. La cerca efectuada va pretendre identificar la presència d'aquestes paraules ja fora en el títol, resum o paraules clau de cadascun dels estudis.

El procés de recerca va permetre identificar un total d'11390 estudis, els quals van passar per un procés de selecció on es llegia el títol i el resum, en cas que tingués informació relacionada amb el present treball aleshores es llegia el text complet, i això va permetre identificar cadascuna de les recerques que complien amb els criteris d'inclusió.

Per realitzar el procés de cerca, es van emprar les quatre etapes (identificació, selecció, elegibilitat, inclusió) identificades a la declaració PRISMA (Liberati et al., 2009) per cadascun dels autors.

Es van incloure estudis que complissin amb les següents característiques: recerques publicades amb un rang de sis anys (2012-2017), a més que estiguessin en idioma espanyol o anglès, que existís una relació o efecte entre la PM i algun exercici o pràctica esportiva ja sigui en articles experimentals, quasiexperimentals o revisions de literatura sobre articles científics. Per la seva banda entre els criteris d'exclusió hi havia: poblacions amb diagnòstic d'esquizofrènia, demència o algun tipus de càncer, no incloure la PM com a variable independent i combinar la PM amb algun incentiu.

Tots els estudis que van complir amb els criteris d'inclusió van ser baixats; la identificació de la duplicació dels articles es va efectuar manualment. Abans d'iniciar el procés de selecció, tots dos revisors van analitzar i definir conjuntament els criteris d'inclusió, posteriorment van realitzar una cerca preliminar per comprovar la fiabilitat del procediment.

Ambdues cerques van ser comparades i analitzades per garantir el compliment dels criteris d'inclusió, la concordança inicial en comparar les cerques va ser d'un 76.3%. Les discrepàncies entre els revisors es van discutir entre ells al final del procés de selecció. En cas que no s'hagués arribat a un consens, es va sol·licitar l'ajuda d'un tercer revisor fins a arribar a un acord. En total es van obtenir 59 estudis. La figura 1 mostra tot el procés per a la selecció i inclusió dels articles.

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

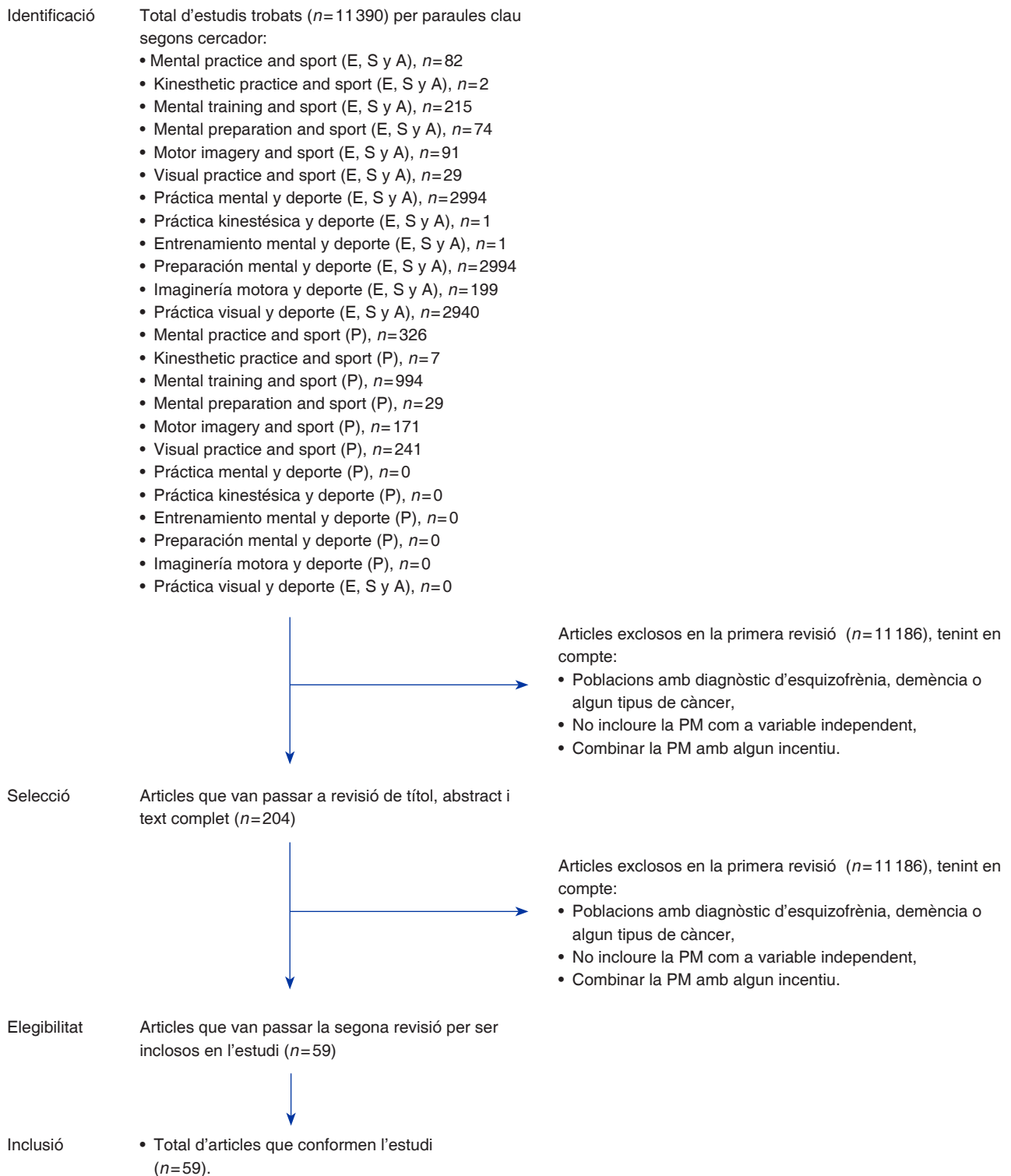


Figura 1. Diagrama de flux del procés de selecció de les recerques.

## 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

## Desenvolupament

### Activitat transcranial

Abans de la invenció de certs instruments com l'electroencefalograma (EEG); ressonància magnètica (RM); estimulació magnètica transcranial (EMT); ressonància magnètica funcional (fMRI); tomografia per emissió de positrons (PET), que permetessin crear imatges dels processos psicofisiològics que succeïen dins del cervell, aquest òrgan era considerat com una caixa negra, perquè no es tenia cap noció dels processos que s'hi duïen a terme; no obstant això, conforme van anar apareixent l'EEG, la RM i els altres dispositius, l'anàlisi dels processos psicofisiològics s'ha convertit en un dels camps més estudiats (Calmels, Pichon, & Grèzes, 2014; Eaves, Behmer, & Vogt, 2016; Henz & Schöllhorn, 2017; Kato, Watanabe, Muraoka, & Kanosue, 2015; Mizuguchi, Nakata, & Kanosue, 2016; Mochizuki, Suo, Kirino, & Itoh, 2014; Wilson et al., 2016).

Liu et al. (2014) comenten el treball de diversos investigadors que a partir dels seus resultats han trobat que les regions cerebrals activades a l'hora de fer la PM són les mateixes que s'engegen quan es fa la PMR, aquestes serien l'escorça premotora i l'àrea motora suplementària.

Wriessnegger, Steyrl, Koschutnig i Müller (2014), van elaborar un projecte amb 23 persones, on comparaven l'ús de la PM respecte a un moviment específic de futbol (llançament de penal) i de tennis (devolució de pilota) dut a terme en un “Kinect” (dispositiu de detecció de moviment desenvolupat per la Companyia Microsoft per emprar-lo en la consola de videojoc Xbox 360, que permet la PMR i al seu torn grava els moviments efectuats per donar una retroalimentació), a més feien ús d'un fMRI per mesurar les àrees activades a nivell cerebral.

El procediment aplicat consistia en efectuar tres mesuraments un mateix dia: un primer mesurament de PM en el fMRI amb els moviments de tir de penal i devolució de pilota, després passaven a jugar 20 minuts en el “Kinect” (10 minuts de futbol i 10 minuts de tennis) i immediatament assistien al segon mesurament de PM en el fMRI. Els autors van comentar que la tria d'aquests esports va ser la seva popularitat i presenten moviments complexos.

Els resultats obtinguts tant en el futbol com en el tennis mostren canvis significatius per haver fet la pràctica en el “Kinect” (és a dir condició *post*); en el cas de

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

futbol es va trobar una major activació després d'haver executat l'exercici en zones com l'àrea motora suplementària, escorça motora primària, escorça prefrontal dorsolateral i el lòbul parietal superior i inferior. Per la seva banda, per al tennis es van observar activacions a nivell de l'escorça cingulada posterior i escorça motora primària.

Aquest estudi va demostrar que per aconseguir una major activació de diferents àrees cerebrals és important dur a terme entrenaments de PM; no obstant això, aquesta millora es va presentar una vegada que el moviment fos practicat, és a dir, en el segon mesurament, per aquest motiu s'assenyala un altre element fonamental i és que solament hi ha perfeccionament d'un determinat moviment quan s'aconsegueix imaginar amb la vivacitat i totes les característiques que el componen, per tant Wriessnegger et al. (2014), proposen que la combinació de PM i moviments permetrien a l'atleta millorar el seu rendiment esportiu.

No obstant això, cal ressaltar també d'aquest article de Wriessnegger et al. (2014) que en les imatges mostrades dels resultats corticals durant els experiments aplicats, es pot notar l'activació de moltes àrees cerebrals quan les persones estan aprenent un determinat moviment, ja que necessiten d'una major concentració i aportació de diferents zones per poder dur-lo a terme. Quan s'ha practicat diverses vegades un moviment, aquest s'automatitza, el que representa que el cos ja l'ha après, permetent que les àrees implicades duguin a terme la tasca i provocant així un estalvi energètic per fer-la.

Els estudis 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) i Henz i Schöllhorn (2017) recolzen el principi fonamental de la PM, que estableix que hi ha una activació del cervell quan s'imagina el moviment similar com si la persona dugués a terme el moviment de forma real.

## Desenvolupament de la força

Rozand et al. (2014) duen a terme la seva recerca amb 10 subjectes. Aquests van rebre una familiarització tant amb la contracció isomètrica màxima com amb les contraccions isomètriques imaginàries de flexió de colze que anaven a realitzar durant l'experiment; es va emprar un dinamòmetre per mesurar la força que es generava en el múscul del bíceps i una escala d'esforç percebut per 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 Ruyter et al. (2012), Ishii et al. (2013), Di Rienzo et al. (2015), Ferreira et al. (2016) and Scott, Taylor, Chesterton, Vogt and Eaves (2017).

Es van aplicar tres tractaments en dies diferents. Un d'ells va ser de PM, un altre de PMR i l'últim va ser una combinació de PM-PMR (combinació de pràctica mental i pràctica de moviment real). El primer que feien en qualsevol de les condicions era una prova de contracció isomètrica màxima (va funcionar com pretest), després van aplicar alguna de les tres condicions.

En el protocol de la PM van realitzar 20 contraccions isomètriques de flexió de colze imaginàries en 4 blocs, es feien 5 segons de contracció per 10 segons de descans. Finalitzades les primeres 20 contraccions imaginàries feien de nou la prova de contracció isomètrica màxima del pretest (per anar mesurant com anava canviant la força durant l'experiment), i tornaven a començar de nou amb la següent sèrie. Finalitzat el bloc 4, amb el seu respectiu mesurament de contracció, feien una pausa de 10 minuts i tornaven a aplicar la prova de contracció isomètrica màxima.

En el cas de la condició PMR es va fer igual que s'havia fet abans. Per la seva banda en PM-PMR el protocol va canviar: iniciaven amb la contracció isomètrica màxima (usada com pretest), després realitzaven 5 segons de PMR, descansaven 2 segons i feien 5 segons de PM amb 3 segons de descans, després repetien de nou la PMR, i així consecutivament fins a aconseguir 20 repeticions tant per la PMR com amb la PM. Una vegada acabat el bloc 1 de repeticions, tornaven a aplicar la prova i després començaven de nou amb el bloc 2. Igual que el primer experiment detallat prèviament, després dels 10 minuts de descans realitzaven l'última prova de força màxima.

Els resultats que s'obtenen són els següents: encara que a l'inici la contracció isomètrica màxima és exactament igual per les 3 condicions, quan es fa la PM aquesta no va generar un canvi en la força, en canvi amb la PMR i la PM-PMR aquesta va anar disminuint significativament en cadascun dels mesuraments comparats amb la PM, àdhuc fins i tot després dels 10 minuts de recuperació previ a l'últim mesurament. Encara que la força de la contracció no va canviar amb la PM, els subjectes sí que van reportar presència de fatiga un cop acabat l'experiment, cas similar al de la PMR i PM-PMR. L'explicació que les autories ofereixen a la no millora de la força amb la PM, és perquè amb una única sessió no n'hi ha prou per poder obtenir guanys en aquesta variable. Estudis que sí que han comprovat de manera significativa l'ús de la PM per a la millora de la força són el de De Ruyter et al. (2012), Ishii et al. (2013), Di Rienzo et al. (2015), Ferreira et al. (2016) i Scott, Taylor, Chesterton, Vogt i 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),

## Ansietat precompetitiva, autoconfiança, concentració i motivació

Quan es fa referència a l'ansietat precompetitiva, autors com Vodičar et al. (2012), fan distinció entre l'ansietat somàtica i la cognitiva. Aquest present estudi s'enfoca a la cognitiva, això perquè la primera fa referència a aspectes relacionats amb “acceleració del pols cardíac, sudoració de mans, boca seca, respiració ràpida i poc profunda, sobresalt de músculs, entre altres” (pàg. 23). Per la seva banda, l'ansietat cognitiva s'enfoca més en qüestions de nerviosisme, agitació o fins i tot a la dificultat per concentrar-se (Vodičar et al., 2012).

Investigadors com Cocks, Moulton, Luu i Cil (2014) o De Sousa Fortes et al. (2016), han estudiat a fons aquests dos tipus d'ansietat i concorden que la cognitiva beneficia més l'acompliment esportiu, ja que els permet aconseguir nivells d'atenció i optimisme més elevats, influent de manera positiva en el rendiment en la competència i l'autoconfiança. Vodičar et al. (2012) van utilitzar una mostra d'11 basquetbolistes, que van rebre 12 sessions (un cop per setmana) de PM per treballar aspectes com l'ansietat precompetitiva, concentració i AU. Finalitzats els seus mesuraments no van aconseguir trobar diferències significatives en ansietat, concentració i AU, però sí que recalquen la presència de canvis positius en cadascuna d'aquestes i en un futur recomanen treballar amb poblacions més grans i a més intensificar la quantitat de sessions per setmana que es treballa la PM, amb la finalitat d'observar possibles millores significatives en els resultats.

Shweta i Deepak (2015) van aplicar una recerca on desitjaven mesurar com un augment de la concentració i una disminució de l'ansietat beneficiaven l'autoconfiança d'un grup de 90 jugadores de criquet. Per provar aquesta hipòtesi van formar tres grups de 30 subjectes cadascun, les quals durant sis setmanes van tenir 20 minuts de PM (grup experimental 1), 20 minuts de concentració amb exercicis de ioga (grup experimental 2) i el grup control va continuar amb el seu estil de vida normal. Els resultats obtinguts van permetre demostrar que tant la concentració com l'ansietat milloren significativament amb l'aplicació de cadascun dels tractaments, per tant, van ajudar a disminuir els nivells d'ansietat i amb això millorar l'autoconfiança de les jugadores de criquet pertanyents a aquests grups. Altres estudis que també aconsegueixen diferències significatives són els d'Ebben i Gagnon (2012), Hagag i Ali (2014), Olusoga

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

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

Dins del camp de la motivació, Edwards i Edwards (2012), van avaluar les habilitats mentals d'un grup de 152 homes jugadors de rugbi, utilitzant els instruments BMSQ i SPSQ, i entre altres variables, van mesurar la motivació, l'autoconfiança, el maneig de la preocupació i l'ansietat. En analitzar les dades van trobar associacions significatives en establir les correlacions en motivació i imatgeria mental, motivació i pràctica mental, motivació i autoconfiança, a més de motivació i ansietat, i motivació i relaxació. Aquesta recerca va demostrar que a nivell esportiu no solament les pràctiques físiques permeten millorar la motivació o l'autoconfiança dels jugadors per mitjà dels exercicis, si no que la PM també ha de ser considerada com un element important a l'hora de planificar cadascuna de les sessions amb la finalitat d'aconseguir un entrenament més integral (treballar cos i ment al mateix temps).

## Rehabilitació esportiva

Arvinen et al. (2015) van desenvolupar un estudi amb 1283 participants, l'objectiu principal del qual era conèixer els beneficis generats per les habilitats mentals en un procés de recuperació després d'una lesió; d'aquest nombre de subjectes només 346 havien usat la PM. Les formes per a la seva aplicació variaven entre fixació de metes (162 persones), imatgeria (110 persones), parlar amb un mateix (*self-talk*) positiu (115 persones) i relaxació (84 persones). Ara bé, encara que 346 individus van afirmar haver rebut PM, 249 van ser els que van percebre una recuperació més ràpida amb aquesta intervenció, mentre 48 no van sentir aquest canvi i 49 no van reportar gens. Una de les observacions efectuades pels autors per no aconseguir millores va ser el fet que en ocasions els subjectes encarregats de dur a terme aquesta tasca no tenen els coneixements necessaris per desenvolupar-la de la millor forma possible o tampoc saben com recuperar-se de la lesió.

Arvinen et al. (2015) manejaven la hipòtesi que, encara que la recuperació física juga un paper important a nivell dels processos de rehabilitació, la part psicològica també presenta els seus beneficis, perquè una aportació de la recuperació física i psicològica permet que sigui més integral i aconseguir al mateix temps augmentar la seva efectivitat.

Altres estudis que mantenen aquesta mateixa línia de recerca són Lebon, Guillot i Collet(2012) i Oostra, Oomen, Vanderstraeten i Vingerhoets (2015). En l'article d'Oostra et al. (2015), es va treballar amb una població

by Oostr 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.

de subjectes amb accident cerebrovascular, es va aconseguir demostrar que la PM pot ajudar-los a millorar la seva qualitat de vida, però, fan l'observació que són necessàries més recerques en temes de rehabilitació esportiva per enfortir aquest camp, el qual no solament s'aplica a la vida esportiva sinó a la vida diària de moltes persones.

### **PM, PMR o la combinació d'ambdues (PM-PMR), què és millor?**

L'any 2013 un grup d'investigadors (Azimkhani, Abbasian, Ashkani, & Gürsoy, 2013) va reclutar 64 subjectes de la Universitat Tècnica de Mashhad, els quals no eren experts en l'habilitat que anaven a aprendre (llançament en suspensió d'handbol) i van ser dividits en quatre grups: PM, PMR, PM-PMR i un grup control. Els assignats a la condició de PM feien ús de la tècnica Assaig del Comportament Visuo-Motor (VMBR per les seves sigles en anglès) per set minuts; per la seva banda els de PMR executaven 20 intents de la destresa; el tercer grup realitzava tant Assaig del Comportament Visuo-Motor com els 20 intents, i l'últim grup (control) no efectuava res, una vegada finalitzat el seu respectiu tractament executaven el llançament per avaluar-se. Els autors van decidir dividir-ho en dues etapes: la primera la van anomenar fase d'adquisició de les destreses, i la segona, fase d'adquisició (transcorregudes 72 hores d'haver finalitzat la pràctica corresponent, els participants van ser mesurats novament).

Azimkhani et al. (2013) van reportar diferències significatives entre tots els grups per als mesuraments de temps gastat (temps emprat per a l'aprenentatge de la tècnica) i puntuacions guanyades (llançaments efectuats amb la tècnica correcta); durant la fase de retenció es van aconseguir diferències solament en el temps gastat entre el grup de PM i el control, entre PM-PMR i el grup control es van trobar diferències per als mesuraments de temps gastat i puntuacions guanyades. Fent una comparació entre mesuraments pre (fase d'adquisició) i post (fase de retenció) per al temps gastat, es van observar diferències tant en la PM com en la PM-PMR. En el cas de temps gastat solament en la condició PM es van notar canvis de pre a posttest. Aquest estudi va demostrar que no solament la PMR serveix per dur a terme l'aprenentatge d'una tècnica, sinó que la PM per si sola també pot ser un bon recurs per a l'acompliment d'una tasca en específic.

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,

Analitzant l'eficàcia d'un procés de rehabilitació, Hua, Lu.-ping i Tong (2014), van comparar l'eficàcia entre la PM-PMR i la PMR per augmentar la mobilitat de la mà en pacients que han presentat un accident cerebrovascular. Els autors van escollir 20 pacients els quals van ser assignats equitativament en una condició de PM-PMR i una condició considerada control (PMR), van aplicar una prova d'acció de braç (ARAT, sigles en anglès), un qüestionari d'imatgeria visual i cinestèsica (KVIQ, sigles en anglès) i un fMRI, tant a l'inici com al final de tota la recerca

El tractament corresponent de Hua et al. (2014) va ser de 45 minuts per dia, s'estenia de dilluns a divendres i va tenir una durada total de 20 dies. El grup control realitzava exercicis que els permetessin augmentar la mobilitat de la seva mà; per la seva banda el grup experimental aplicava un tractament combinat. Per a aquest últim punt, en l'article no s'esmenta quant temps va ser l'assignat per la PM i la PMR per completar la sessió de 45 minuts, només s'hi explicava que la PM es va treballar amb tres sets i que entre cada set hi havia un descans de cinc minuts.

Al final dels mesuraments es va aconseguir trobar que per l'ARAT tots dos grups van millorar significativament del mesurament pre al post, no obstant això, el canvi més gran es va aconseguir en la condició de PM-PMR. Quant a l'activació de zones corticals mesurades amb el fMRI, es van poder notar canvis significatius del primer a l'últim mesurament tant a la mà afectada com en la no afectada en els grups PM-PMR i PMR. Finalment, fent una comparació entre ambdues condicions, el fMRI i l'ARAT es va trobar que l'augment en la funcionalitat de la mà estava associat amb la quantitat de regions mesurades amb el fMRI, sent més elevats en el PM-PMR. Juntament amb els estudis anteriors també es poden citar el de Kanthack, Bigliassi, Vieira i Altimari (2014) que obtenen efectes significatius de la PM i el PM-PMR amb la realització d'una determina tècnica, no obstant això, els resultats són més positius amb PM-PMR.

Una altra línia de recerca que s'ha desenvolupat els darrers anys és la relacionada amb l'ús de la PM per millorar alguna condició o fonament en un determinat esport. Autories que han treballat aquest tema són Aleksander i Aleksandra (2012) i Slimani, Bragazzi et al. (2016), en futbol; ASP (2013), en marató; Ai, Halaweh i Al-Taieb (2013), en voleibol; Battaglia et al. (2014), Lawrence, Callow i Roberts (2013) i Raiola, Scassillo, Parisi i Di Tore (2013), en gimnàstica rítmica; Bouhika et al. (2016) i Nagari Noohu (2014), en bàsquet;

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

Callow, Roberts, Hardy, Jiang i Edwards (2013), en eslàlom; Fazeli, Taheri i Kakhki (2017) i Williams, Cooley i Cumming (2013), en golf; Guillot, Desliens, Rouyer i Rogowski (2013) i Guillot et al. (2015), en tennis; Scott i Scott III (2013), en tennis de taula; Kingsley, Zakrajsek, Nesser i Gage (2013), en ciclisme; Louis, Collet, Champely i Guillot (2012), en esquí alpí i eqüestre i Joksimovic i Joksimovic (2012), en esquí alpí; Mostafa (2015), en natació; Ragab (2015), en handbol; Slimani, Taylor et al. (2016), en kickboxing; Wang et al. (2014), en bàdminton i Weber i Doppelmayr (2016), en tir amb dard.

També s’han elaborat estudis per determinar si la PM és millor emprar-la amb esportistes que amb prou feines estan començant a practicar una activitat (novells) o si ja són persones experimentades (experts), recerques en aquest camp són la de Frank, Land, Popp i Schack (2014); Rzepko et al. (2014); Coker, McIsaac i Nilsen (2015); Zapala et al. (2015) i Giske, Haugen i Johansen (2016).

## Conclusions

El paper aconseguit per la PM obté un paper protagonista no solament en àrees implicades amb el moviment sinó també en temes psicològics. Tant l’apartat d’“Activitat transcranial” com el de “PM, PMR o la combinació de ambdues, què és millor?” són dels temes més recents en aquest àmbit de la PM. En el cas del primer va permetre confirmar que les àrees corticals activades quan es fa la PMR són les mateixes que quan s’imagina ell mateix, per tant, l’aprenentatge o el perfeccionament de gestos esportius no solament poden ser incrementats executant l’acció sinó també imaginant-se fent-la. És important recalcar que fer un entrenament combinat (PMR i PM en la mateixa sessió) porta més avantatges a nivell del rendiment esportiu.

Generalment, es parteix de la idea que per tenir un augment en la força és necessari realitzar PMR; no obstant això, en aquesta revisió es va aconseguir comprovar que, si les persones duen a terme una PM simulant l’aixecament d’algun objecte o efectuant alguna contracció, es genera l’activació dels músculs implicats en aquesta acció, addicionalment les zones corticals activades són exactament les mateixes. Aquesta pot ser una de les raons per explicar l’augment de la força amb la PM encara que hi hagi absència total del moviment.

En ocasions l’entrenament només es basa en treballar qualitats físiques, però la part psicològica ha tingut més importància en els últims anys, perquè es va aconseguir

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.

comprovar que si la part ànima o de concentració estaven baixes no solament perjudica el rendiment físic mostrat en els entrenaments o la competició, sinó que d'igual forma afecta la continuïtat dins d'una determinada disciplina esportiva. Amb la PM variables psicològiques com parlar amb un mateix (*self talk*), *self concept*, ansietat precompetitiva, autoconfiança, concentració i motivació es veuen millorades, la qual cosa comporta també un augment del benestar personal dels esportistes.

L'exigència de la competició esportiva ha provocat que els entrenaments siguin cada vegada més intensos, amb el que augmenta el risc d'aparició de lesions que limiten la capacitat de moviment; quan això succeeix, generalment, es guarda repòs absolut però amb el desenvolupament d'aquest treball es va demostrar que la PM ajuda a treballar l'àrea lesionada, facilitant el procés de recuperació i permetent a l'atleta retornar amb un nivell d'execució tècnica o física superior al que hagués tingut mantenint repòs absolut.

### Conflicte d'interessos

Les autories no han comunicat cap conflicte d'interessos.

### 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.

### Referències

- 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., Tsiama Portejoie, J., Bazaba, J., Moya, 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:* Les referències marcades amb un asterisc corresponen als 59 estudis inclosos i analitzats després de cercar la 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., Loannidis, 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