

# MÉTODOS DE REPRESENTACIÓN DEL MOVIMIENTO EN REHABILITACIÓN. CONSTRUYENDO UN MARCO CONCEPTUAL PARA LA APLICACIÓN EN CLÍNICA

Roy La Touche, PhD<sup>1,2,3</sup>

1. Departamento de Fisioterapia, Facultad de Ciencias de la Salud. Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España.
2. Motion in Brains Research Group, Instituto de Neurociencias y Ciencias del Movimiento (INCIMOV), Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España.
3. Instituto de Neurociencia y Dolor Craneofacial (INDCRAN), Madrid, España.

## Correspondencia:

Roy La Touche, PT, PhD.

Departamento de Fisioterapia. CSEU La Salle. Universidad Autónoma de Madrid. Calle La Salle, nº 10, 28023 Madrid, España  
Teléfono: (+34) 91 740 19 80  
Fax: (+34) 91 357 17 30  
E-mail: Roylatouche@yahoo.es

## DOI:

<https://doi.org/10.37382/jomts.v2i2.42>

Dentro de los métodos utilizados para mejorar el aprendizaje motor y la recuperación funcional se encuentran los tratamientos o entrenamientos cuyos mecanismos están directamente relacionados con el sistema nervioso central y, además, presentan una alta demanda cognitiva e intentan mejorar la integración sensoriomotora a partir de la construcción de una representación mental del movimiento. Estos métodos han sido denominados de diversas formas tales como métodos de entrenamiento cerebral o técnicas de práctica mental. A pesar de que estos términos están muy integrados en el léxico popular de las ciencias aplicadas a la rehabilitación, considero que es necesario realizar una mejor conceptualización, y el denominativo “métodos de representación del movimiento (MRM)” conjuga y representa muy bien las bases neurofisiológicas y prácticas de estos tratamientos.

La representación del movimiento es un proceso complejo relacionado con la intención y preparación del movimiento que normalmente se realiza de forma inconsciente, pero en determinadas situaciones puede evocarse de manera consciente (Jeannerod, 1995). Es considerado un componente activo de ciertos procesos cognitivo-motores, como la preparación, la planificación, la imaginación y la ejecución motora (Esparza and Larue, 2008).

Otros autores han sugerido que la representación del movimiento es dependiente de procesos perceptivos y cognitivos involucrados en la planificación y realización de movimientos voluntarios (Schack et al., 2014). La literatura actual es consistente al describir la actividad conjunta de los procesos cognitivos, perceptivos y motores en la generación del movimiento humano (Rosenbaum et al., 2007).

La representación de movimiento puede generarse a partir de acciones elaboradas a través de un aprendizaje motor previo, establecido a través de la práctica repetida de una acción. “Esta representación se codifica constantemente en redes neurales específicas en función de la labor a ejecutar y del objetivo a alcanzar” (Esparza and Larue, 2008).

Los MRM se definen como sistemas terapéuticos o de entrenamiento donde se evoca neurofisiológicamente una representación perceptiva-cognitiva del movimiento mediante imaginación u observación de acciones motoras. Estos métodos pueden combinarse con la ejecución real del movimiento o con la estimulación sensorial aferente causada por un comando motor.

## Licensed under:

CC BY-NC-SA 4.0



Los MRM incluyen la imagería motora, el entrenamiento de observación de acciones y la terapia o entrenamiento de retroalimentación visual (TRV) (Figura 1).

Contamos con evidencia científica que demuestra que los MRM que utilizan la observación de acciones y la imagería motora presentan resultados positivos en la reducción del dolor en algunas alteraciones neuropáticas y musculoesqueléticas (Thieme et al., 2016; Yap and Lim, 2019; Suso-Martí et al., 2020), también se han descrito cambios en el rango de movimiento (Thieme et al., 2016), en la fuerza muscular en sujetos asintomáticos (Paravlic et al., 2018), en el equilibrio y movilidad de personas mayores (Nicholson et al., 2019), una mejoría significativa en la recuperación de tareas motoras en la rehabilitación post-cirugía (Villafañe et al., 2016, 2017; Marusic et al., 2018) y en el paciente neurológico (Herranz-Gómez et al., 2020).

### Entrenamiento de observación de acciones

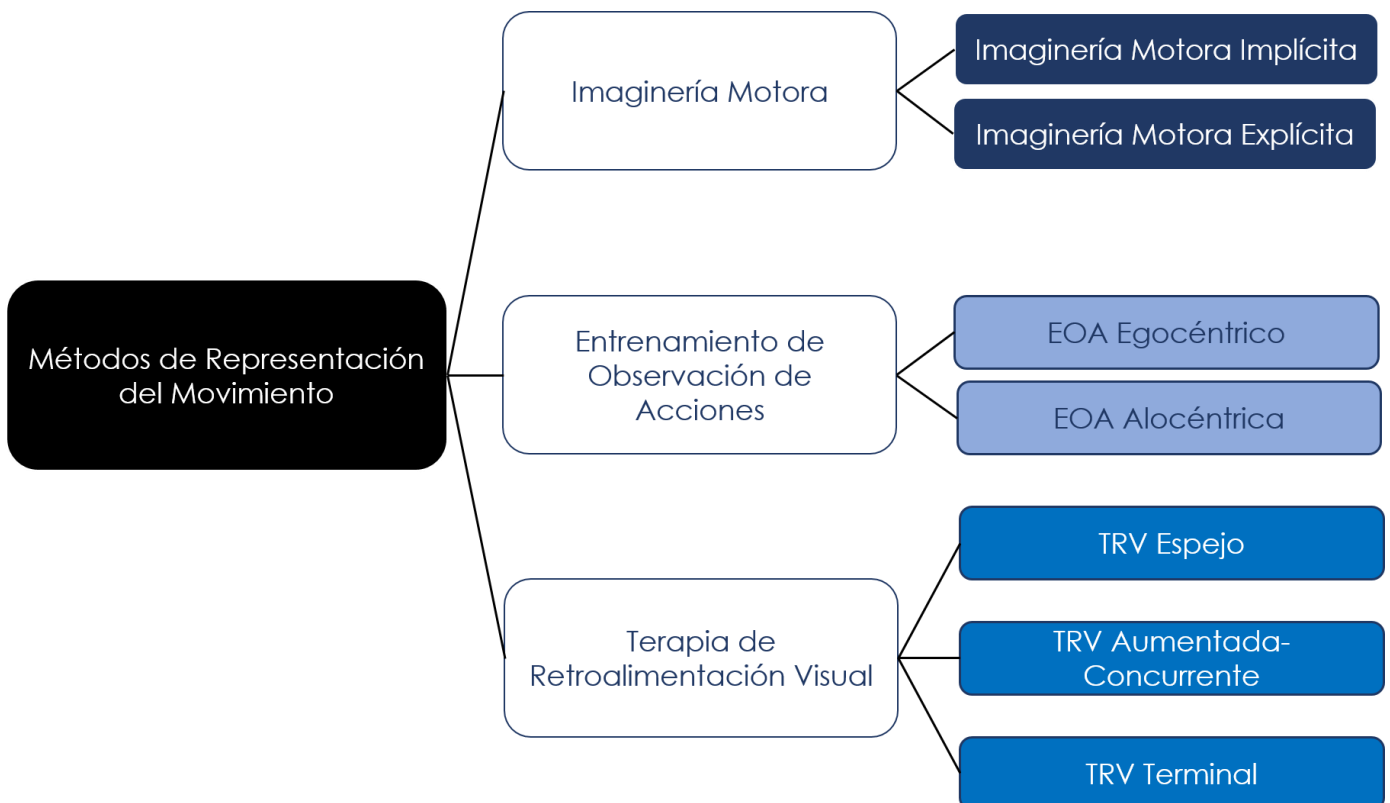
La observación de acciones evoca una simulación motora interna en tiempo real de los movimientos

que el observador percibe visualmente (Buccino, 2014). Por otra parte, es definido como un estado dinámico durante el cual un observador puede comprender lo que hacen otras personas simulando las acciones y los resultados que preceden el acto motor observado (Keysers and Gazzola, 2010; Sale et al., 2014).

Un elemento fundamental en la terapia de observación de acciones es la participación del paciente para realizar un proceso de análisis y comprensión de la acción motora que visualiza. Para ello, es útil proporcionar un foco atencional concreto mientras se visualiza la acción. Entre los mecanismos implicados en la terapia de observación de acciones se encuentran la participación de los sistemas cognitivo-motor y visual, así como la activación de las neuronas espejo (Buccino et al., 2006).

Después de esta breve descripción general, definimos la terapia o entrenamiento de observación de acciones como un método sistemático cognitivo-motor de tratamiento mediante observación de acciones en movimiento en perspectiva egocéntrica o allocéntrica realizados por un referente externo

**Figura 1.** Representación esquemática de la subclasificación básica de los métodos de representación del movimiento.



(independiente) que incluye un foco de atención concreto e implica un proceso de análisis, interpretación y comprensión de la acción.

## Imaginería motora

La imaginería motora es un proceso cerebral de construcción de una acción motora sin que se produzca la ejecución real (Decety, 1996). Este proceso se elabora a través de la participación de mecanismos perceptivos-sensoriales que favorecen la elaboración de acciones motoras implicando a la memoria de trabajo (Dickstein and Deutsch, 2007) (Figura 2).

La imaginería motora que se evoca de manera intencionada se denomina imaginería explícita. Los MRM que más se suelen estudiar son los relacionados con la imaginería motora explícita (Hanakawa et al., 2008).

Los procesos de imaginería que puedan producirse de manera no intencionada se encuadrarían en la imaginería implícita (cualquier proceso de imaginería que se produzca sin solicitarlo directamente). La imaginería motora implícita versa a cerca de las representaciones motoras que se producen en los juicios prospectivos de acción y en las decisiones perceptivas de conducta, un ejemplo de esto son los procesos en los que se requiere reconocer la lateralidad en una imagen estática de un segmento corporal que puede estar rotada.

La imaginería motora puede clasificarse desde el punto de vista de la perspectiva de construcción de la imagen motora (externa e interna) y de acuerdo con la modalidad o estrategia (visual y cinestésica).

Smyth and Waller, (1998) plantean que la imaginería motora posee dos partes: una visual y una espacial. Para poder llevar a cabo una sensación precisa (cinestésica) de una tarea que requiere de un gran componente de información espacial, la información visual ofrecerá una referencia de la localización del cuerpo en el espacio y, por lo tanto, información espacial del movimiento para poder imaginarlo correctamente (Callow and Hardy, 2004).

## Terapia de retroalimentación visual

La TRV comprende la auto-visualización de una parte del cuerpo en tiempo real o diferido como

medio para generar una retroalimentación extrínseca con el objetivo de mejorar la integración visual con la propioceptiva, favorecer el aprendizaje motor u optimizar el rendimiento motor. La TRV tiene varias modalidades que utilizan elementos terapéuticos como espejos, realidad virtual o captura de video en tiempo real.

La TRV forma parte de los MRM cuando el foco del tratamiento se centra en función sensoriomotora. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que existe otro enfoque de tratamiento que presenta una orientación sensitivo-visual, en el que el foco se dirige a la visualización de estímulos somatosensoriales sobre una región corporal concreta (que no tiene por qué estar en movimiento) para modular la percepción dolorosa (Wittkopf et al., 2018; Heinrich et al., 2019). A este modelo de tratamiento se le denomina terapia de retroalimentación sensitivo-visual (TRV-SV) y, a pesar de que este tratamiento tiene gran interés clínico no se puede considerar un MRM.

Las teorías neurofisiológicas que justifican los efectos de la TRV incluyen posibles mejoras en la integración de la actividad sensorial/motora y una reorganización cortical adaptativa. Las modalidades que integran la TRV son la terapia de retroalimentación visual espejo (TRV-E), la terapia de retroalimentación visual aumentada-concurrente (TRV-AC) y la terapia de retroalimentación visual terminal (TRV-T).

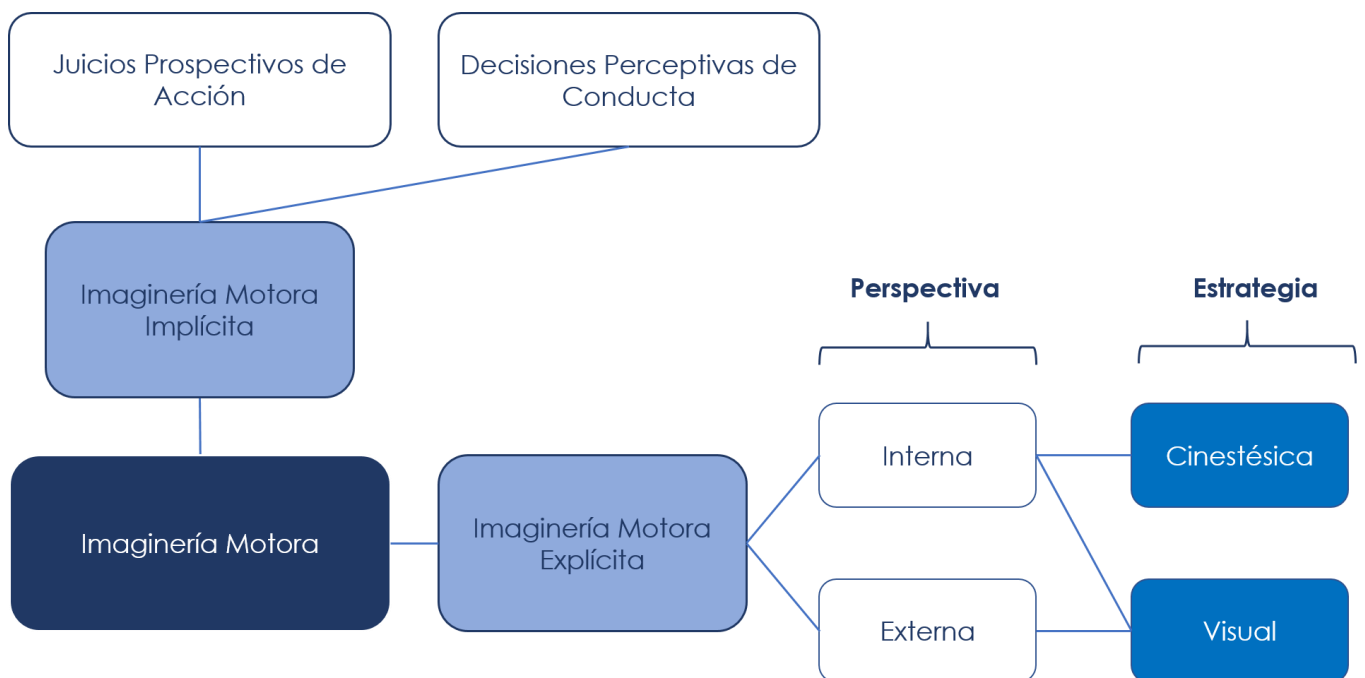
La TRV-E fue descrita y diseñada en los años 90 por Ramachandran et al. como tratamiento para pacientes con dolor de miembro fantasma por amputación de la extremidad superior (Ramachandran et al., 1995; Ramachandran and Rogers-Ramachandran, 1996). El elemento fundamental de la técnica es generar una falsa realidad mediante una ilusión óptica con el espejo (Deconinck et al., 2015). Metodológicamente esta terapia proporciona una retroalimentación visual al colocar un espejo a lo largo del plano medio/sagital entre las 2 extremidades y, el reflejo de la extremidad frente al espejo se superpone en la extremidad contralateral induciendo la ilusión óptica cuando se realiza un movimiento (Ramachandran and Altschuler, 2009; Deconinck et al., 2015).

La TRV-AC se basa en la utilización de una fuente visual (espejo, video en tiempo real, etc.) como medio de réplica de una o más acciones motoras realizadas en tiempo real por el mismo observador que tiene el papel de ser el referente del movimiento además del propio observador de este. La palabra “aumentada” tiene como significado que la fuente de información se proporciona de forma externa, a esto también se le denomina retroalimentación extrínseca y, la palabra

A la TRV-AC se le puede añadir de forma explícita la utilización de un foco de atención sobre alguna región corporal observada o en un extracto de una secuencia del movimiento concreta que tenga interés en términos de aprendizaje motor o mejora del rendimiento motriz.

La TRV-T es un método de tratamiento que se basa en presentarle al paciente la retroalimentación después de haber completado un movimiento en formato visual en diferido. La TRV-T ofrece un

**Figura 2.** Descripción gráfica de las variantes de la imaginación motora.



“concurrente” se refiere a que la visualización se realiza siempre en tiempo real (Sigrist et al., 2013).

Este tipo de tratamiento implica presentar a las personas información visual simultánea relacionada con un aspecto de su movimiento que pueden usar para modificar su patrón motor (Sigrist et al., 2013). Esta modalidad terapéutica se utiliza para detectar y mejorar posibles errores en el movimiento (Willy et al., 2012), mejorar el autocontrol de movimiento, mejorar el rendimiento motor (Bennett and Davids, 1995; Vaillant et al., 2004), favorecer el aprendizaje de nuevas habilidades motoras (Agresta and Brown, 2015) y disminuir el dolor (Willy et al., 2012; Kernozek et al., 2020).

modelo a posteriori de cómo se ha realizado el movimiento, favoreciendo las primeras fases de aprendizaje motor y la detección de posibles errores en la ejecución del movimiento (Patrick and Mutlusoy, 1982).

La retroalimentación terminal, alternativamente, puede permitir que un individuo procese y consolide la retroalimentación propia antes de recibir retroalimentación aumentada, mejorando así el aprendizaje (Walsh et al., 2009).

### Neurofisiología de los Métodos de Representación del Movimiento

A nivel neurofisiológico la imaginación motora y la observación de acciones activan redes neuronales

corticales similares, sin embargo, la imagería motora también activa redes neuronales subcorticales involucradas en la ejecución del movimiento (Hardwick et al., 2018). Otro aspecto relevante a tener en cuenta es que la combinación de la imagería motora y la observación de acciones activa más áreas corticales y subcorticales relacionadas con la gestión y ejecución del movimiento (Nedelko et al., 2012) y presenta mayor activación encefalográfica (Berends et al., 2013) que la que se logra únicamente con la observación de acciones.

La observación de acciones se ha comparado con la terapia con espejo y, los resultados sugieren que estas intervenciones implican procesos neurales diferentes (Wang et al., 2013; Zhang et al., 2019). Recientemente Zhang et al. comprobaron que en pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular la aplicación de TRV-E realizada con un objetivo motor produce una mayor excitabilidad en la corteza motora primaria que la observación de acciones (Zhang et al., 2019). Existe controversia sobre el patrón de activación neurofisiológica de la TRV-E, en algunos estudios se ha encontrado una activación del sistema de neuronas espejo y en otros estudios ese patrón no se ha encontrado (Zhang et al., 2018).

Los MRM son tratamientos con mucho potencial y con un gran soporte de la evidencia científica, sin embargo, la aplicación práctica de estos a nivel clínico requiere un razonamiento y una toma de decisiones ciertamente compleja que requiere habilidades avanzadas. El entrenamiento de observación de acciones, la imagería motora y las TRV tienen algunas similitudes, por ejemplo, estas parten o se elaboran a partir de representaciones del movimiento, utilizan procesos perceptivos-cognitivos y partir de estas se generan correlatos neurales similares a la ejecución real de movimientos planificados. Sin embargo, el ámbito de aplicación puede ser diferente y los protocolos de actuación deben tener un orden coherente de acuerdo a si el objetivo es el aprendizaje motor, la recuperación o perfeccionamiento de una habilidad motora o el tratamiento de alteraciones somatosensoriales como en el caso del dolor.

Por otro lado, hay que considerar que en esta editorial solo se desarrollan a nivel terminológico y conceptual los denominativos más conocidos, pero hay que tener en cuenta que existen múltiples técnicas que se integran dentro de MRM. En futuros estudios y revisiones narrativas seguiremos abordando en mayor profundidad esta temática.

## REFERENCIAS

- Agresta C, Brown A. Gait Retraining for Injured and Healthy Runners Using Augmented Feedback: A Systematic Literature Review. *J Orthop Sport Phys Ther. Movement Science Media*; 2015;45(8):576–84 DOI: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2015.5823>.
- Bennett S, Davids K. The Manipulation of Vision During the Powerlift Squat: Exploring the Boundaries of the Specificity of learning Hypothesis. *Res Q Exerc Sport. Res Q Exerc Sport*; 1995;66(3):210–8 DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.1995.10608835>.
- Berends HI, Wolkorte R, Ijzerman MJ, Van Putten MJAM. Differential cortical activation during observation and observation-and-imagination. *Exp Brain Res. 2013;229(3):337–45* DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00221-013-3571-8>.
- Buccino G. Action observation treatment: a novel tool in neurorehabilitation. *Philos Trans R Soc B Biol Sci. 2014;369(1644):20130185–20130185* DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2013.0185>.
- Buccino G, Solodkin A, Small SL. Functions of the mirror neuron system: Implications for neurorehabilitation. Vol. 19, *Cognitive and Behavioral Neurology. Cogn Behav Neurol*; 2006. p. 55–63 DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00146965-200603000-00007>.
- Callow N, Hardy L. The relationship between the use of kinaesthetic imagery and different visual imagery perspectives. *J Sports Sci. 2004;22(2):167–77* DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/02640410310001641449>.
- Decety J. The neurophysiological basis of motor imagery. *Behav Brain Res. Elsevier; 1996;77(1–2):45–52* DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0166-4328\(95\)00225-1](http://dx.doi.org/10.1016/0166-4328(95)00225-1).
- Deconinck FJA, Smorenburg ARP, Benham A, Ledebt A, Feltham MG, Savelsbergh GJP. Reflections on mirror therapy: a systematic review of the effect of mirror visual feedback on the brain. *Neurorehabil Neural Repair. 2015;29(4):349–61* DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/1545968314546134>.
- Dickstein R, Deutsch JE. Motor imagery in physical therapist practice. *Phys Ther. American Physical Therapy Association*; 2007;87(7):942–53 DOI: <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20060331>.
- Esparza DY, Larue J. Cognitive-motor interactions: The role of motor representation. *Rev Neurol. Revista de Neurologia*; 2008;46(4):219–24 DOI:

- <http://dx.doi.org/10.33588/rn.4604.2006488>.
- Hanakawa T, Dimyan MA, Hallett M. Motor Planning, Imagery, and Execution in the Distributed Motor Network: A Time-Course Study with Functional MRI. *Cereb Cortex*. Narnia; 2008;18(12):2775–88 DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/cercor/bhn036>.
- Hardwick RM, Caspers S, Eickhoff SB, Swinnen SP. Neural correlates of action: Comparing meta-analyses of imagery, observation, and execution. *Neurosci Biobehav Rev*. 2018;94:31–44 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.08.003>.
- Heinrich M, Steiner S, Bauer CM. The effect of visual feedback on people suffering from chronic back and neck pain – a systematic review. *Physiother Theory Pract*. Informa UK Limited; 2019;1–12 DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09593985.2019.1571140>.
- Herranz-Gómez A, Gaudiosi C, Angulo-Díaz-Parreño S, Suso-Martí L, La Touche R, Cuenca-Martínez F. Effectiveness of motor imagery and action observation on functional variables: An umbrella and mapping review with meta-meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev*. Elsevier Ltd; 2020;118:828–45 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.09.009>.
- Jeannerod M. Mental imagery in the motor context. *Neuropsychologia*. 1995;33(11):1419–32 DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0028-3932\(95\)00073-C](http://dx.doi.org/10.1016/0028-3932(95)00073-C).
- Kernozek T, Schiller M, Rutherford D, Smith A, Durall C, Almonroeder TG. Real-time visual feedback reduces patellofemoral joint forces during squatting in individuals with patellofemoral pain. *Clin Biomech*. Elsevier Ltd; 2020;77 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2020.105050>.
- Keysers C, Gazzola V. Social Neuroscience: Mirror Neurons Recorded in Humans. Vol. 20, *Current Biology*. Elsevier; 2010. p. R353–4 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2010.03.013>.
- Marusic U, Grosprêtre S, Paravlic A, Kovac S, Piot R, Taube W. Motor imagery during action observation of locomotor tasks improves rehabilitation outcome in older adults after total hip arthroplasty. *Neural Plast*. Hindawi Limited; 2018;2018(1):1–9 DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2018/5651391>.
- Nedelko V, Hassa T, Hamzei F, Schoenfeld MA, Dettmers C. Action imagery combined with action observation activates more corticomotor regions than action observation alone. *J Neurol Phys Ther*. 2012;36(4):182–8 DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/NPT.0b013e318272cad1>.
- Nicholson V, Watts N, Chani Y, Keogh JW. Motor imagery training improves balance and mobility outcomes in older adults: a systematic review. *J Physiother*. Australian Physiotherapy Association; 2019;65(4):200–7 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jphys.2019.08.007>.
- Paravlic AH, Slimani M, Tod D, Marusic U, Milanovic Z, Pisot R. Effects and Dose–Response Relationships of Motor Imagery Practice on Strength Development in Healthy Adult Populations: a Systematic Review and Meta-analysis. *Sport Med*. 2018;48(5):1165–87 DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-018-0874-8>.
- Patrick J, Mutlusoy F. The Relationship between Types of Feedback, Gain of a Display and Feedback Precision in Acquisition of a Simple Motor Task. *Q J Exp Psychol Sect A*. SAGE PublicationsSage UK: London, England; 1982;34(1):171–82 DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/14640748208400865>.
- Ramachandran VS, Altschuler EL. The use of visual feedback, in particular mirror visual feedback, in restoring brain function. Vol. 132, *Brain*. 2009. p. 1693–710 DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/brain/awp135>.
- Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D. Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors. *Proceedings Biol Sci*. 1996;263(1369):377–86 DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.1996.0058>.
- Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D, Cobb S. Touching the phantom limb. *Nature*. 1995;377(6549):489–90 DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/377489a0>.
- Rosenbaum DA, Cohen RG, Jax SA, Weiss DJ, van der Wel R. The problem of serial order in behavior: Lashley’s legacy. *Hum Mov Sci*. North-Holland; 2007;26(4):525–54 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2007.04.001>.
- Sale P, Ceravolo MG, Franceschini M. Action observation therapy in the subacute phase promotes dexterity recovery in right-hemisphere stroke patients. *Biomed Res Int*. Hindawi Publishing Corporation; 2014;2014 DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/457538>.
- Schack T, Essig K, Frank C, Koester D. Mental representation and motor imagery training. *Front Hum Neurosci*. Frontiers Media S. A.; 2014;8(MAY):328 DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fnhum.2014.00328>.
- Sigrist R, Rauter G, Riener R, Wolf P. Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: A review. Vol. 20, *Psychonomic Bulletin and Review*. 2013. p. 21–53 DOI: <http://dx.doi.org/10.3758/s13423-012-0333-8>.
- Smyth MM, Waller A. Movement imagery in rock climbing: patterns of interference from visual, spatial and kinaesthetic secondary tasks. *Appl Cogn Psychol*. 1998;12(2):145–57 DOI: [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0720\(199804\)12:2<145:AID-ACP505>3.0.CO;2-Z](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1099-0720(199804)12:2<145:AID-ACP505>3.0.CO;2-Z).
- Suso-Martí L, La Touche R, Angulo-Díaz-Parreño S, Cuenca-Martínez F. Effectiveness of motor imagery and action observation training on musculoskeletal pain intensity: A systematic review and meta-analysis. Vol. 24, *European Journal of Pain (United Kingdom)*. Blackwell Publishing Ltd; 2020. p. 886–901 DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ejp.1540>.
- Thieme H, Morkisch N, Rietz C, Dohle C, Borgetto B. The efficacy of movement representation techniques for treatment of limb pain - A systematic review and meta-analysis. *J Pain*. Churchill Livingstone Inc.; 2016;17(2):167–80 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpain.2015.10.015>.
- Vaillant J, Vuillermé N, Janvy A, Louis F, Juvin R, Nougier V.

- Mirror versus stationary cross feedback in controlling the center of foot pressure displacement in quiet standing in elderly subjects. *Arch Phys Med Rehabil. Arch Phys Med Rehabil*; 2004;85(12):1962–5 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2004.02.019>.
- Villafañe JH, Isgrò M, Borsatti M, Berjano P, Pirali C, Negrini S. Effects of action observation treatment in recovery after total knee replacement: A prospective clinical trial. *Clin Rehabil. SAGE Publications Ltd*; 2017;31(3):361–8 DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0269215516642605>.
- Villafañe JH, Pirali C, Isgrò M, Vanti C, Buraschi R, Negrini S. Effects of Action Observation Therapy in Patients Recovering From Total Hip Arthroplasty: A Prospective Clinical Trial. *J Chiropr Med. Elsevier USA*; 2016;15(4):229–34 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcm.2016.08.011>.
- Walsh CM, Ling SC, Wang CS, Carnahan H. Concurrent versus terminal feedback: It may be better to wait. *Acad Med. Lippincott Williams and Wilkins*; 2009;84(SUPPL. 10) DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/ACM.0b013e3181b38daf>.
- Wang J, Fritzsche C, Bernarding J, Holtze S, Mauritz KH, Brunetti M, Dohle C. A comparison of neural mechanisms in mirror therapy and movement observation therapy. *J Rehabil Med. J Rehabil Med*; 2013;45(4):410–3 DOI: <http://dx.doi.org/10.2340/16501977-1127>.
- Willy RW, Scholz JP, Davis IS. Mirror gait retraining for the treatment of patellofemoral pain in female runners. *Clin Biomech. 2012;27(10):1045–51* DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2012.07.011>.
- Wittkopf PG, Lloyd DM, Johnson MI. The effect of visual feedback of body parts on pain perception: A systematic review of clinical and experimental studies. Vol. 22, *European Journal of Pain (United Kingdom)*. Blackwell Publishing Ltd; 2018. p. 647–62 DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ejp.1162>.
- Yap BW Da, Lim ECW. The Effects of Motor Imagery on Pain and Range of Motion in Musculoskeletal Disorders. *Clin J Pain. Lippincott Williams and Wilkins*; 2019;35(1):87–99 DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/AJP.0000000000000648>.
- Zhang J, Fong K, Welage N, Liu K. The Activation of the Mirror Neuron System During Action Observation and Action Execution With Mirror Visual Feedback in Stroke: A Systematic Review. *Neural Plast. Neural Plast*; 2018;2018 DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2018/2321045>.
- Zhang Y, Zhang W, Xing B, Li J, Yang C, Han C, Wang Q. Mirror therapy versus action observation therapy: effects on excitability of the cerebral cortex in patients after strokes. Vol. 12, *Int J Clin Exp Med*. 2019.