

PENSANDO EN MOVIMIENTO

Roy La Touche, PhD¹⁻³

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

Correspondencia:

Roy La Touche, PT, PhD.
Facultad de Ciencias de la Salud. CESU La Salle. Universidad Autónoma of 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.v1i1.13>

Una similitud que existe entre todas las profesiones relacionadas con las ciencias aplicadas a la rehabilitación es la utilización de terapias basadas en el movimiento, estas producen mejoras cognitivas, sensoriales, motoras (La Touche, 2019) y además presentan una gran repercusión sobre el estado de ánimo del paciente (Gourgouvelis et al., 2017). Dentro de las terapias basadas en el movimiento, el ejercicio y su variante específica aplicada a la rehabilitación (ejercicio terapéutico) es la que tiene una gran aplicabilidad clínica, presenta un soporte sólido de la evidencia científica y se prescribe con mayor frecuencia para el tratamiento de trastornos musculoesqueléticos, neurológicos y cardiorrespiratorios (La Touche, 2017). La prescripción de ejercicio terapéutico es un proceso sistemático en el cual se establece un planteamiento terapéutico basado en pruebas físicas y diseñado con el objetivo de recuperar, mejorar, prevenir y optimizar las funciones físicas mediante la utilización de ejercicios con un énfasis rehabilitador (La Touche, 2017).

El Colegio Americano de Medicina Deportiva generó una exitosa campaña para elevar la prescripción de ejercicio a categoría de medicina, con esta iniciativa se promovió que los proveedores de atención clínica evaluaran, revisaran y prescribieran programas de ejercicio como parte del tratamiento de los pacientes (Sallis, 2009; Russell, 2013), los clínicos tienen la responsabilidad de proporcionar una prescripción de ejercicio adecuada (Sallis, 2015), y con la abundante evidencia científica actual sobre los efectos clínicos positivos del ejercicio. Sería inclusive un problema ético el no prescribir ejercicio en muchos procesos patológicos y disfuncionales. Contamos con una amplia evidencia científica que describe el efecto del ejercicio como tratamiento y prevención de enfermedades crónicas y en la reducción de la mortalidad (Sallis, 2009, 2015).

A pesar de la amplia evidencia científica que apoya los efectos del ejercicio sobre poblaciones clínicas, se sigue realizando un importante número de estudios que intentan identificar los procesos bioquímicos, psicológicos y fisiológicos implicados en las respuestas y adaptaciones evocadas por el ejercicio. En las últimas dos décadas desde la neurociencia se ha investigado el efecto del ejercicio sobre el sistema nervioso y específicamente se ha estudiado los mecanismos conductuales, funcionales y moleculares implicados en la neuroplasticidad inducida por el ejercicio (Hillman et al., 2008; Lee et al., 2019).

Se ha sugerido que el ejercicio produce efectos positivos en el cerebro a través de la angiogénesis que mejora la perfusión cerebral y a su vez los procesos cerebrales (Paillard et al., 2015). Además, recientes hallazgos describen que el ejercicio es capaz de producir una modulación de la neurogénesis y un fomento de la neuroplasticidad sináptica para generar nuevos circuitos neurales capaces de

Licensed under:

CC BY-NC-SA 4.0



reorganizar funciones deterioradas y mejorar la cognición (Lourenco et al., 2019). Se han identificado diversas neurotrofinas como el factor de crecimiento vascular, el factor de crecimiento nervioso o el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF) que cursan como mediadores de la neuroplasticidad inducida por el ejercicio (Lee et al., 2019). Estudios meta-analíticos han contrastado que el ejercicio genera un aumento muy significativo de los niveles de BDNF (Szuhany et al., 2015) y este aumento se asocia con las mejoras en la cognición, el estado de ánimo (Vaynman et al., 2004; Erickson et al., 2012; Heyman et al., 2012) así como la neurogénesis (Sun et al., 2017) y el funcionamiento del hipocampo (Erickson et al., 2012). También se ha descrito que el ejercicio limita la disfunción de las neuronas dopaminérgicas de la sustancia negra contribuyendo a un mejor funcionamiento de los ganglios basales implicados en la precisión del movimiento (Wu et al., 2011; Paillard et al., 2015).

Sobre los ganglios basales se han descrito cambios neuroplásticos estructurales inducidos mediante el entrenamiento del equilibrio, precisamente se observó una disminución del grosor cortical en el putamen y aumento en la corteza temporal superior, en la corteza de asociación visual y en la corteza cingulada posterior (Rogge et al., 2018), este mismo entrenamiento evoca cambios funcionales sensoriomotores medulares y supramedulares que influyen sobre el comportamiento motor (Taube et al., 2008). Adaptaciones neurofisiológicas similares a estas también se han observado en otras modalidades de ejercicio como por ejemplo el entrenamiento contra-resistencia donde los cambios corticales y corticoespinales parecen determinar el efecto (Gabriel et al., 2006; Falvo et al., 2010; Kidgell et al., 2017).

Las adaptaciones neurofisiológicas que se producen con el ejercicio son elementos muy beneficiosos a tener en cuenta en los procesos de recuperación y rehabilitación que implican a pacientes con diferentes procesos patológicos, pero hay que añadirle que pueden ser intervenciones que faciliten el aprendizaje de habilidades motoras concretas mejorando la planificación de movimiento,

la memoria motora y el rendimiento motor general (Ploughman et al., 2007; Roig et al., 2012; Statton et al., 2015).

El aprendizaje motor a través del ejercicio esta entre las estrategias de re-educación más utilizadas en los casos de trastornos neuromusculares, es importante destacar que en la mayoría de los casos re-educación de una función el ejercicio terapéutico se plantea a través del movimiento planificado. El movimiento planificado se estructura e inicia neurofisiológicamente a través de complejas redes corticales y sub-corticales que incluyen la interacción entre áreas motoras, premotoras, áreas somatosensoriales, el área prefrontal, el cerebelo y los ganglios basales entre otros.

Una de las opciones terapéuticas que tienen un gran potencial terapéutico y que trabajan sobre los procesos neurales de planificación son los métodos terapéuticos de representación del movimiento como la imagería motora y el entrenamiento de observación de acciones. Estos métodos de intervención han mostrado efectividad en la reducción del dolor (Thieme et al., 2016; Yap and Lim, 2019), la mejora del rango de movimiento (Thieme et al., 2016) y la fuerza muscular (Paravlic et al., 2018) y son dos opciones válidas para facilitar el aprendizaje motor (Romano Smith et al., 2019; Salfi et al., 2019; Yoxon and Welsh, 2019).

La imagería motora es un proceso cerebral de construcción de acción motora sin que se produzca la ejecución real (Decety, 1996), y la observación de acciones es un proceso que evoca una simulación motora interna en tiempo real de los movimientos que el observador percibe visualmente (Buccino, 2014). En ambas modalidades se ha comprobado que activan mecanismos neurales similares a los procesos relacionados con la ejecución y planificación del movimiento real (Lotze et al., 1999; Wright et al., 2014).

Los hallazgos neurofisiológicos y clínicos relacionados con los métodos de representación de movimiento nos llevan a confirmar la expresión popular en el ámbito de la neurociencia que sugiere que “pensar en movimiento es movimiento, el movimiento no es solo un elemento angular, es una expresión cortical” (La Touche, 2019).

No cabe duda sobre la importancia que tiene la investigación sobre las ciencias del movimiento humano sobre el conjunto de disciplinas que actúan en los procesos de rehabilitación de los pacientes, por este motivo la publicación Journal of Move and Therapeutic Science que inauguramos en este número viene a cumplir un papel fundamental en el fomento, la expansión y la divulgación del conocimiento relacionado con el estudio de los trastornos del movimiento, los factores psicosociales implicados en la funcionalidad, la neurociencia del ejercicio, la biomecánica clínica, el movimiento y el dolor y el ejercicio terapéutico en enfermedades crónicas. Invitamos a todos los investigadores que están desarrollando sus investigaciones en estos temas que consideren enviar sus manuscritos a esta revista.

DEDICATORIA

- El equipo editorial actual quiere dedicar el primer número de esta revista científica al co-fundador de la misma, el profesor Ibai López de Uralde Villanueva.
- Gracias por tu trabajo, por el entusiasmo con el que alentabas este proyecto ya que, sin tu inestimable colaboración, este nunca habría visto la luz.
- 'La ciencia será siempre una búsqueda, jamás un descubrimiento real. Es un viaje, nunca una llegada' (Karl Raiumd Popper).

REFERENCIAS

- Buccino G. Action observation treatment: a novel tool in neurorhabilitation. *Philos Trans R Soc B Biol Sci.* 2014;369(1644):20130185–20130185 DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2013.0185>.
- Decety J. The neurophysiological basis of motor imagery. *Behav Brain Res.* 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).
- Erickson KI, Miller DL, Roecklein KA. The aging hippocampus: Interactions between exercise, depression, and BDNF. *The Neuroscientist.* 2012;18(1):82–97 DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/1073858410397054>.
- Falvo MJ, Sirevaag EJ, Rohrbaugh JW, Earhart GM. Resistance training induces supraspinal adaptations: Evidence from movement-related cortical potentials. *Eur J Appl Physiol.* 2010;109(5):923–33 DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-010-1432-8>.
- Gabriel DA, Kamen G, Frost G. Neural adaptations to resistive exercise: Mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Med.* 2006;36(2):133–49 DOI: <http://dx.doi.org/10.2165/00007256-200636020-00004>.
- Gourgouvelis J, Yelder P, Murphy B. Exercise Promotes Neuroplasticity in Both Healthy and Depressed Brains: An fMRI Pilot Study. *Neural Plast.* 2017;2017 DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2017/8305287>.
- Heyman E, Gamelin F-X, Goekint M, Piscitelli F, Roelands B, Leclair E, Di Marzo V, Meeusen R. Intense exercise increases circulating endocannabinoid and BDNF levels in humans—possible implications for reward and depression. *Psychoneuroendocrinology.* 2012;37(6):844–51 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.psyneuen.2011.09.017>.
- Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Be smart, exercise your heart: Exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience.* 2008;9(1):58–65 DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/nrn2298>.
- Kidgell DJ, Bonanno DR, Frazer AK, Howatson G, Pearce AJ. Corticospinal responses following strength training: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Neuroscience.* 2017;46(11):2648–61 DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/ejn.13710>.
- La Touche R. Rehabilitación de tercera generación. *NeuroRehab News.* 2017;2(1):e0019.
- La Touche R. El movimiento como eje fundamental de la rehabilitación. *NeuroRehab News.* 2019;3(1):e0033.
- Lee MC, Byun K, Kim JS, Lee H, Kim K. Trends in exercise neuroscience: Raising demand for brain fitness. *Journal of Exercise Rehabilitation.* 2019;15(2):176–9 DOI: <http://dx.doi.org/10.12965/jer.1938046.023>.
- Lotze M, Montoya P, Erb M, Hülsmann E, Flor H, Klose U, Birbaumer N, Grodd W. Activation of Cortical and Cerebellar Motor Areas during Executed and Imagined Hand Movements: An fMRI Study. *J Cogn Neurosci* 1999;11(5):491–501 DOI: <http://dx.doi.org/10.1162/089892999563553>.
- Lourenco M V., Frozza RL, de Freitas GB, Zhang H, Kincheski GC, Ribeiro FC, Gonçalves RA, Clarke JR, Beckman D, Staniszewski A, Berman H, Guerra LA, Forny-Germano L, Meier S, Wilcock DM, de Souza JM, Alves-Leon S, Prado VF, Prado MAM, Abisambra JF, Tovar-Moll F, Mattos P, Arancio O, Ferreira ST, De Felice FG. Exercise-linked FND5/irisin rescues synaptic plasticity and memory defects in Alzheimer's models. *Nat Med. Nature Publishing Group;* 2019;25(1):165–75 DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/s41591-018-0275-4>.
- Paillard T, Rolland Y, de Barreto PS. Protective effects of physical exercise in Alzheimer's disease and Parkinson's disease: A narrative review. Vol. 11, Journal of Clinical Neurology (Korea). *Korean Neurological Association;* 2015. p. 212–9 DOI: <http://dx.doi.org/10.3988/jcn.2015.11.3.212>.

- 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>.
- Ploughman M, Attwood Z, White N, Doré JJE, Corbett D. Endurance exercise facilitates relearning of forelimb motor skill after focal ischemia. *Eur J Neurosci.* 2007;25(11):3453–60 DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1460-9568.2007.05591.x>.
- Rogge AK, Röder B, Zech A, Hötting K. Exercise-induced neuroplasticity: Balance training increases cortical thickness in visual and vestibular cortical regions. *Neuroimage. Academic Press Inc.;* 2018;179:471–9 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.06.065>.
- Roig M, Skriver K, Lundbye-Jensen J, Kiens B, Nielsen JB. A Single Bout of Exercise Improves Motor Memory. *PLoS One.* 2012;7(9) DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0044594>.
- Romano Smith S, Wood G, Coyles G, Roberts JW, Wakefield CJ. The effect of action observation and motor imagery combinations on upper limb kinematics and EMG during dart-throwing. *Scand J Med Sci Sport.* 2019;00:1-13 DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/sms.13534>.
- Russell E. Exercise is medicine. *Canadian Medical Association journal* 2013;185(11), E526 DOI: <http://dx.doi.org/10.1503/cmaj.109-4501>.
- Salfi F, Tempesta D, De Gennaro L, Ferrara M. Cued Memory Reactivation during Motor Imagery Practice Influences Early Improvement of Procedural Skill Learning. *Neuroscience.* 2019;418:244–53 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroscience.2019.08.047>.
- Sallis RE. Exercise is medicine: A call to action for physicians to assess and prescribe exercise. *Phys Sportsmed.* 2015;43(1):22–6 DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00913847.2015.1001938>.
- Sallis RE. Exercise is medicine and physicians need to prescribe it! *British J of Sports Med.* 2009;43(1), 3-4 DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2008.054825>.
- Statton MA, Encarnacion M, Celnik P, Bastian AJ. A single bout of moderate aerobic exercise improves motor skill acquisition. *PLoS One.* 2015;10(10) DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0141393>.
- Sun L, Sun Q, Qi J. Adult hippocampal neurogenesis: An important target associated with antidepressant effects of exercise. *Rev Neurosci.* 2017;28(7):693–703 DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/revneuro-2016-0076>.
- Szuhany KL, Bugatti M, Otto MW. A meta-analytic review of the effects of exercise on brain-derived neurotrophic factor. Vol. 60, *Journal of Psychiatric Research. Elsevier Ltd;* 2015. p. 56–64 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpsychires.2014.10.003>.
- Taube W, Gruber M, Gollhofer A. Spinal and supraspinal adaptations associated with balance training and their functional relevance. *Acta Physiol.* 2008;60:101–16 DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-1716.2008.01850.x>.
- 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 of Pain.* 2016;193(2):167–80 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpain.2015.10.015>.
- Vaynman S, Ying Z, Gomez-Pinilla F. Hippocampal BDNF mediates the efficacy of exercise on synaptic plasticity and cognition. *Eur J Neurosci.* 2004;20(10):2580–90 DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1460-9568.2004.03720.x>.
- Wright DJ, Williams J, Holmes PS. Combined action observation and imagery facilitates corticospinal excitability. *Front Hum Neurosci.* 2014;8:951 DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fnhum.2014.00951>.
- Wu SY, Wang TF, Yu L, Jen CJ, Chuang JI, Wu F Sen, Wu CW, Kuo YM. Running exercise protects the substantia nigra dopaminergic neurons against inflammation-induced degeneration via the activation of BDNF signaling pathway. *Brain Behav Immun.* 2011;25(1):135–46 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbi.2010.09.006>.
- Yap BW Da, Lim ECW. The Effects of Motor Imagery on Pain and Range of Motion in Musculoskeletal Disorders. *Clin J Pain.* 2019;35(1):87–99 DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/AJP.0000000000000648>.
- Yoxon E, Welsh TN. Rapid motor cortical plasticity can be induced by motor imagery training. *Neuropsychologia.* 2019;134 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2019.107206>.