

## La termografía en el análisis del tratamiento fisioterapéutico en paciente con daño cerebral: una revisión sistemática

### *Thermography in the analysis of physiotherapeutic treatment in patients with brain damage: a systematic review*

Grotto D, Luceño-Sanchez JA, Cabizosu A

Grupo THERMHESC. Catedra Ribera Hospital de Molina. Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM).  
Guadalupe, Murcia, España

**Correspondencia:**

Daniele Grotto  
d.grotto3@gmail.com

Recibido: 6 noviembre 2021

Aceptado: 5 abril 2022

#### RESUMEN

**Introducción:** objetivar los procedimientos fisioterapéuticos en el ámbito neurológico, es primordial para enfocar el tratamiento a largo plazo. Con tal propósito la termografía podría ser una herramienta útil para esta tarea, ya que es capaz de evidenciar cambios fisiológicos a nivel muscular tras el tratamiento fisioterapéutico. **Objetivo:** observar y discutir los cambios termográficos tras la aplicación de diferentes técnicas de Fisioterapia en patologías relacionadas con el daño cerebral. **Material y método:** se realizó una revisión sistemática según las normas *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-analysis* (PRISMA) en las principales bases de datos electrónicas realizándose la última búsqueda el 13 de febrero de 2022. Se incluyeron todos los artículos de tipo ECA, EC, ECC realizados en humanos sobre termografía y tratamiento fisioterapéutico en pacientes con daño cerebral. **Resultados:** se seleccionaron 4 artículos para responder al objetivo propuesto. A pesar de la falta de homogeneidad en los estudios analizados, en todos ellos la termografía fue utilizada como herramienta para valorar los cambios fisiológicos tras el tratamiento fisioterapéutico en pacientes con daño cerebral a nivel de las extremidades superiores, inferiores y del tronco. **Conclusiones:** los resultados analizados apuntan a que la termografía podría ser una herramienta válida de seguimiento y valoración del tratamiento neurorehabilitador, pero, una evidencia escasa en términos cuantitativos, y moderada en terminos cualitativos, apunta a que se necesitan más investigaciones para aclarar el rol real de esta técnica en este ámbito clínico.

**Palabras clave:** daño cerebral, ictus, termografía, Fisioterapia.

#### ABSTRACT

**Introduction:** *objectifying physiotherapeutic procedures in the neurological field is essential to focus on long-term treatment. For this purpose, thermography could be a useful tool for this task, since it is capable of showing physiological changes at the muscular level after physiotherapeutic treatment.* **Objective:** *to observe and discuss the thermographic changes after the application of different physiotherapy techniques in pathologies related to brain damage.* **Material and method:** *a systematic review was carried out according to the Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-analysis (PRISMA) standards in the main electronic databases, the last search being carried out on february 13th, 2022. All articles of the type CT, ACT, CCT carried out in humans on thermography and physiotherapeutic treatment in patients with brain damage.* **Results:** *4 articles were selected to respond to the*

*proposed objective. Despite the lack of homogeneity in the studies analyzed, in all of them thermography was used as a tool to assess the physiological changes after Physiotherapy treatment in patients with brain damage at the level of the upper, lower and trunk extremities. Conclusions: the results analyzed suggest that thermography could be a valid tool for monitoring and evaluating neurorehabilitation treatment, but scarce evidence in quantitative terms and moderate in qualitative terms suggest that more research is needed to clarify the real role of this technique in this clinical setting.*

**Keywords:** brain damage, stroke, thermography, Physiotherapy.

## INTRODUCCIÓN

El daño cerebral isquémico es la segunda causa de muerte y la tercera causa de discapacidad en el mundo, ocasionando un alto impacto a niveles social, económico y en la calidad de vida de los pacientes<sup>(1-3)</sup>. Se estima que anualmente, a nivel mundial, se produce una incidencia de 13 millones de nuevos afectados por esta patología, llevando a 5,5 millones de pacientes a la muerte<sup>(4-6)</sup> y que el 40 % de aquellos que sobreviven, presentan secuelas que van asociadas a una situación de dependencia funcional que en muchos casos necesitará tratamiento rehabilitador fisioterapéutico de por vida<sup>(7, 8)</sup>.

Debido a la importancia que la Fisioterapia tiene en este ámbito, queda clara la necesidad de valorar y objetivar las diferentes técnicas, para poder establecer un plan de tratamiento idóneo. Es necesario para tal efecto identificar y cuantificar las necesidades del paciente, con el fin último de poder establecer metas realistas y alcanzables, que permitan evaluar la eficacia del tratamiento y las metas conseguidas<sup>(9, 10)</sup>.

En este sentido, la termografía podría presentarse como una herramienta útil en el proceso de seguimiento y valoración del tratamiento fisioterapéutico, ya que es capaz de registrar variaciones de temperatura en base a los cambios metabólicos que se producen en los tejidos tras la aplicación de las técnicas de Fisioterapia<sup>(11, 12)</sup>. Esta técnica de diagnóstico, de hecho, es capaz de registrar, a distancia, de manera no invasiva, y sin ningún riesgo para los pacientes, la emisión de radiaciones infrarrojas de las regiones anatómicas analizadas, siendo mayor o menor en función del estado clínico del paciente. Por ejemplo, recientes estudios en enfermedades neuromusculares degenerativas han utilizado esta técnica para observar la evolución del tejido trófico a medida que la enfermedad evolucionaba, mostrando descenso de la

temperatura en los estadios más avanzados, pero sin analizar efectos de terapias con fármacos o rehabilitadoras<sup>(13, 14)</sup>.

Debido a que todo el proceso de atención primaria, diagnóstico, atención secundaria y rehabilitación, en el ámbito del daño cerebral, tiene un gran impacto económico y social, incluso a nivel nacional<sup>(15)</sup>, y que la Fisioterapia es una disciplina sanitaria que necesita basar el uso de sus técnicas sobre datos lo más objetivos y fiables posibles; nos planteamos la realización de esta revisión sistemática con el objetivo de revisar la literatura científica existente sobre los cambios termográficos tras la aplicación de diferentes técnicas de Fisioterapia en patologías relacionadas con el daño cerebral.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó una revisión sistemática, según las normas *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-analysis* (PRISMA)<sup>(16)</sup> en Pubmed, EBSCO, Biblioteca Virtual de Salud, Cochrane Library, PEDro y Web of Science, mediante consultas electrónicas, llevando a cabo la última búsqueda el día 13 de febrero de 2022. Las palabras clave utilizadas para la realización de las búsquedas se combinaron con los operadores lógicos AND y OR y fueron: daño cerebral, termografía, rehabilitación y sus sinónimos (tabla 1).

Para establecer las estrategias de búsquedas y los criterios de inclusión y exclusión, se utilizó la metodología PICO<sup>(17)</sup>. A tal propósito, se incluyeron todos aquellos artículos realizados en pacientes afectados por daño cerebral que fueron sometidos a una intervención fisioterapéutica y en la cual se compararon los resultados de dicha intervención con imágenes termográficas. No se fijaron límites con respecto a la fecha de publicación y el

TABLA 1. Búsquedas realizadas.

**PubMed**

((("Thermography"[Mesh]) AND ("Brain injuries"[Mesh] OR "Stroke"[Mesh] OR "Neurology"[Mesh] OR "Paraparesis, Spastic"[Mesh] OR "Muscle Spasticity"[Mesh] OR "Cerebral Palsy"[Mesh] OR "Hemiplegia"[Mesh] OR "Quadriplegia"[Mesh] OR "Paralysis"[Mesh]) AND ("Rehabilitation"[Mesh] OR "Physical Therapy Modalities"[Mesh] OR "Physical Therapy Specialty"[Mesh])) OR (("Termography"[TW] OR "Temperature Mapping"[TW] OR "Thermograph"[TW] OR "Infrared Body Temperature"[TW] OR "Thermal imaging"[TW]) AND ("Cerebrovascular Accident"[TW] OR "Plegia"[TW] OR "Cerebral palsy"[TW] OR "Diplegia spastic"[TW] OR "Acute Stroke"[TW] OR "Monoplegic Cerebral Palsy"[TW] OR "Brain Injury"[TW] OR "Brain Injuries"[TW] OR "Stroke"[TW] OR "Neurology"[TW] OR "Paraparesis, spastic"[TW] OR "Muscle Spasticity"[TW] OR "Cerebral Palsy"[TW] OR "Hemiplegia"[TW] OR "Quadriplegia"[TW] OR "Paralysis"[TW]) AND ("Rehabilitation"[TW] OR "Physical Therapy Modalities"[TW] OR "Physical Therapy Specialty"[TW] OR "Physiotherapy"[TW] OR "Physiotherap"[TW] OR "Exercise Therapy"[TW]))

**EBSCOhost Research Database**

(MH ("thermography") AND MH("Brain Injuries" OR "Stroke" OR "Neurology" OR "paraparesis spastic" OR "Muscle Spasticity" OR "Cerebral Palsy" OR "Hemiplegia" OR "Quadriplegia" OR "Paralysis") AND MH("Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty" OR "Rehabilitation")) OR (("thermography" OR "temperature mapping" OR "infrared body temperature" OR "thermal imaging") AND ("Brain Injuries" OR "Stroke" OR "Neurology" OR "paraparesis spastic" OR "Muscle Spasticity" OR "Cerebral Palsy" OR "Hemiplegia" OR "Quadriplegia" OR "Paralysis" OR "cerebrovascular accident" OR "plegia" OR "diplegia spastic" OR "monoplegic cerebral palsy" OR "acute stroke" ) AND ( "Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty" OR "Rehabilitation" OR "physiotherapy" OR "physiotherap\*" OR "exercise therapy"))

**Biblioteca Virtual de Salud**

tw:(("Termography" OR "Temperature Mapping" OR "Thermograph" OR "Infrared Body Temperature" OR "Thermal imaging") AND ("Cerebrovascular Accident" OR "P" OR "Cerebral palsy" OR "Diplegia spastic" OR "Acute Stroke" OR "Monoplegic Cerebral Palsy" OR "Brain Injury" OR "Brain Injuries" OR "Stroke" OR "Neurology" OR "Paraparesis, spastic" OR "Muscle Spasticity" OR "Cerebral Palsy" OR "Hemiplegia" OR "Quadriplegia" OR "Paralysis") AND ("Rehabilitation" OR "Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty" OR "Physiotherapy" OR "Physiotherap" OR "Exercise Therapy"))

**Web of Science**

TS=("thermography" OR "temperature mapping" OR "infrared body temperature" OR "thermal imaging") AND TS=("Brain Injuries" OR "Stroke" OR "Neurology" OR "paraparesis spastic" OR "Muscle Spasticity" OR "Cerebral Palsy" OR "Hemiplegia" OR "Quadriplegia" OR "Paralysis" OR "cerebrovascular accident" OR "plegia" OR "diplegia spastic" OR "monoplegic cerebral palsy" OR "acute stroke" ) AND TS=("Physical Therapy Modalities" OR "Physical Therapy Specialty" OR "Rehabilitation" OR "physiotherapy" OR "physiotherap\*" OR "exercise therapy")

**Cochrane Library**

- #1 MeSH descriptor: [Brain Injuries] explode all trees
- #2 MeSH descriptor: [Stroke] explode all trees
- #3 MeSH descriptor: [Neurology] explode all trees

TABLA 1. Búsquedas realizadas (continuación).

#4	MeSH descriptor: [Paraparesis, Spastic] explode all trees
#5	MeSH descriptor: [Muscle Spasticity] explode all trees
#6	MeSH descriptor: [Cerebral Palsy] explode all trees
#7	MeSH descriptor: [Hemiplegia] explode all trees
#8	MeSH descriptor: [Quadriplegia] explode all trees
#9	MeSH descriptor: [Paralysis] explode all trees
#10	MeSH descriptor: [Rehabilitation] explode all trees
#11	MeSH descriptor: [Physical Therapy Modalities] explode all trees
#12	MeSH descriptor: [Physical Therapy Specialty] explode all trees
#13	MeSH descriptor: [Thermography] explode all trees
#14	("brain injuries" OR stroke OR neurology OR "paraparesis spastic" OR "muscle spasticity" OR "cerebral palsy" OR hemiplegia OR quadriplegia OR paralysis OR "cerebrovascular accident" OR "plegia" OR "diplegia spastic" OR "monoplegic cerebral palsy" OR "acute stroke") (Word variations have been searched)
#15	(rehabilitation OR "physical therapy modalities" OR "physical therapy speciality" OR physiotherap* OR "exercise therapy") (Word variations have been searched)
#16	(thermography OR "temperature mapping" OR thermograph* OR "infrared body temperature" OR "thermal imaging") (Word variations have been searched)
#17	((#1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9) AND (#10 OR #11 OR #12) AND #13) OR (#14 AND #15 AND #16)

#### PEDro

"Neurology" AND "Cerebral palsy" AND "Thermography"

idioma de las publicaciones, incluyéndose todos los estudios de tipo ensayos clínicos, ensayos clínicos controlados y ensayos clínicos aleatorizados. Se excluyeron todos los estudios en los que se realiza una intervención terapéutica exclusivamente con fármacos y los estudios sobre animales.

Tras la realización de la búsqueda bibliográfica en las diferentes bases de datos propuestas, en primer lugar, se realizó un cribado para la eliminación de los artículos repetidos mediante la herramienta Rayyan QCRI<sup>(18)</sup> y seguidamente, se efectuó una lectura de título y resumen de los artículos obtenidos, por parte de dos investigadores cegados, para la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión.

Todos los artículos potencialmente relevantes identificados tras la lectura de título y resumen se leyeron a texto completo para incluir los que finalmente cumplían los criterios de inclusión. Todo el proceso se realizó de

forma individual y manual por parte de 2 investigadores cegados, y los trabajos que generaban dudas entre los 2 investigadores con respecto al cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión, así como la sucesiva extracción de datos, fueron leídos y analizados por un tercer revisor que solucionaba el conflicto en caso de necesidad.

La calidad de la evidencia se evaluó a través de la escala de valoración PEDro<sup>(19)</sup> y la puntuación JADAD<sup>(20)</sup>. Se incluyeron en este trabajo solo aquellos estudios que puntuaban como mínimo 6 puntos en la escala PEDro o bien un mínimo de 3 puntos en la puntuación JADAD.

Se extrajeron datos sobre las características de los estudios (autores, país, año de publicación, tipo de estudio), sobre las características de la muestra (tamaño muestral, grupo control, grupo experimental, edad, sexo, tipo de patología y región anatómica), sobre las características de la intervención (frecuencia, duración del pro-

grama, técnicas utilizadas y variables de medición) y sobre las características de la respuesta termográfica obtenida (condición basal, condición post-intervención).

**RESULTADOS**

En la figura 1 se representa de forma esquemática, el proceso llevado a cabo para la selección de los estudios.

Tras las primeras búsquedas realizadas se obtuvieron un total de 56 artículos, repartidos de la siguiente forma: 6 resultados en PubMed, 31 estudios en EBS-COHost Research Database, 7 resultados en Cochrane, 12 artículos en Web of Science y 0 resultados en PEDro. Se eliminaron 22 resultados duplicados mediante la herramienta Rayyan QCRI para obtener así 34 artículos.

Como puede verse en la tabla 2, se descartaron aquellos artículos que, según el título, el resumen y la posterior lectura a texto completo no respetaban los criterios de inclusión, de tal manera que 12 artículos fueron eliminados ya que no eran estudios experimentales, 3 porque desarrollaban tratamientos no fisioterapéuticos y 3 utilizaron farmacoterapia, un artículo no utilizaba termografía o no describía los resultados termográficos, y 11 no tenían relación con daño cerebral, quedando así 4 publicaciones potencialmente relevantes.

Como se muestra en la tabla 3, las 4 referencias encontradas a texto completo fueron sometidas a la valoración de su calidad metodológica a través de la escala PEDro y de la puntuación JADAD. De los 4 estudios, 2 fueron ensayos clínicos<sup>(21, 23)</sup>, uno fue ensayo controlado<sup>(24)</sup> y uno aleatorizado<sup>(22)</sup>. En ningún momento hizo falta la intervención del tercer revisor en el proceso de selección de los artículos y extracción de los datos.

En la tabla 4 se resumen los principales resultados analizados en los 4 estudios seleccionados.

Estos resultados evidencian poca homogeneidad entre los autores, con respecto a protocolos de recogida de la muestra, así como su organización en los grupos y con respecto a las técnicas fisioterapéuticas utilizadas, sin embargo, existe un aspecto común con respecto a los resultados termográficos.

Con respecto a la muestra empleada, la suma total de los 4 artículos fue de 144 participantes, siendo el 69 %

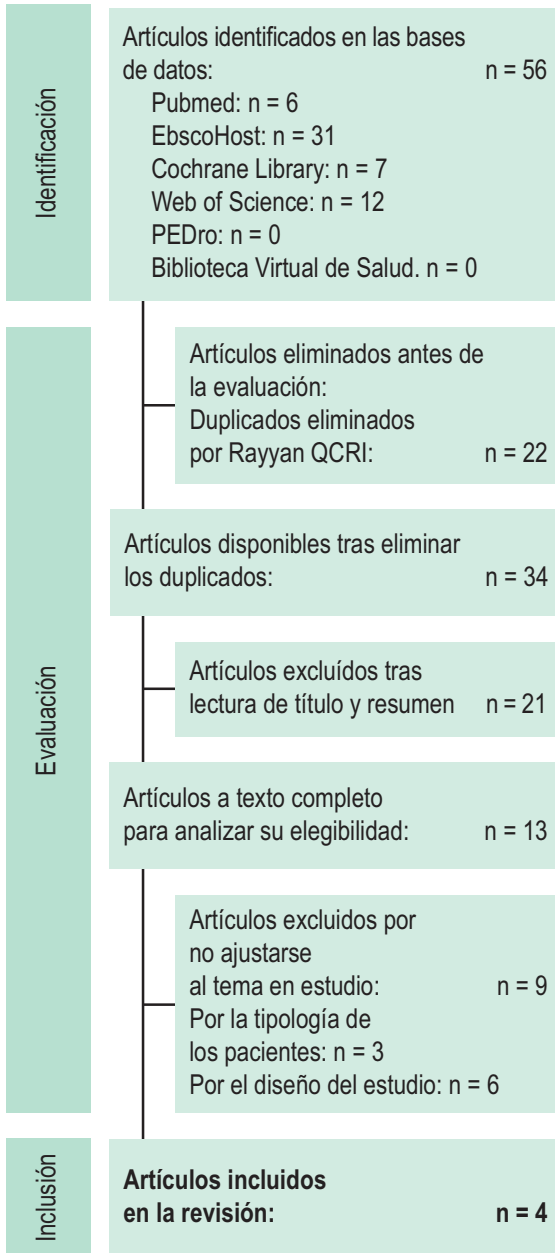


FIGURA 1: Diagrama del proceso de selección de los artículos.

pertenecientes a grupos de intervención y el 31 % a grupos control. Del total de los participantes, el 54 % fueron hombres, y el 46 % mujeres<sup>(21-24)</sup>. El estudio con más participantes fue el de Dymarek y cols.<sup>(20)</sup> y el que menos el de Hegedeus D.<sup>(21)</sup>.

TABLA 2. Criterios de selección de los artículos.

Artículos		
Hegedús, B. The Potential Role of Thermography in Determining the Efficacy of Stroke Rehabilitation. <i>Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases</i> 2018; 27(2): 309–314.	D	
Efficacy of Botulinum Toxin Injection in Reducing Limb Pain in Patients With Complex Regional Pain Syndrome. 2018. Available from: <a href="https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03616262">https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03616262</a> .	A	F
Chen Q, Wang, T. Effects of Naoxintong capsule and rehabilitation training on patients with hemiplegia. <i>Chinese journal of rehabilitation medicine</i> 2006; 21(7): 621-3.	A	F
Evaluation and treatment of pain in the shoulder after Stroke by game ShoulderForce. 2016. Available from: <a href="http://www.who.int/trialsearch/Trial2.aspx?TrialID=RBR-55smwr">http://www.who.int/trialsearch/Trial2.aspx?TrialID=RBR-55smwr</a> .	B	F
Zhao YH, L. Zhang Q-H. Effectiveness of three different treatments for peripheral facial paralysis. <i>Chinese journal of clinical rehabilitation</i> 2005; 9(29): 41-3	A	E
Nowak I, Mraz M, Mraz M. Thermography assessment of spastic lower limb in patients after cerebral stroke undergoing rehabilitation. <i>Journal of Thermal Analysis &amp; Calorimetry</i> 2020; 140(2): 755-762.	D	
Zanona AF, de Souza RF, Aidar FJ, de Matos DG, Santos KMB, Paixão, MC, et al. Use of Virtual Rehabilitation to Improve the Symmetry of Body Temperature, Balance, and Functionality of Patients with Stroke Sequelae. <i>Annals of Neurosciences</i> 2018; 25(3): 166-173.	C	H
Sánchez-Sánchez ML, Ruescas-Nicolau MA, Carrasco JJ, Espí-López, GV, Pérez-Alenda S. Cross-sectional study of quadriceps properties and postural stability in patients with chronic stroke and limited vs. non-limited community ambulation. <i>Topics in Stroke Rehabilitation</i> 2019; 26(7):503-10.	B	H
Alfieri FM, da Silva Dias C, dos Santos ACA, Battistella LR. Comparison of sensitivity and plantar cutaneous temperature of patients with stroke and Diabetes Mellitus: A pilot case-control study. <i>Technology &amp; Health Care</i> 2020; 28(2): 129-134.	C	H
Alfieri FM, da Silva Dias C, dos Santos ACA, Battistella LR. Acute Effect of Robotic Therapy (G-EO System™) on the Lower Limb Temperature Distribution of a Patient with Stroke Sequelae. <i>Case Reports in Neurological Medicine</i> 2019: 1-5.	C	F
Aplas E, Golachowska M, Kurpas D. Thermography as a non-invasive, reliable diagnostic tool in medicine- examples. <i>Termografia jako nieinwazyjne i wiarygodne narzędzie diagnostyczne w medycynie</i> 2015 ;9(4): 25-9.	B	G
Alfieri FM, Massaro AR, Filippo TR, Portes, LA Battistella, LR. Evaluation of body temperature in individuals with stroke. <i>NeuroRehabilitation</i> 2017; 40(1): 119-128.	C	H
Griškevičius. Contents. <i>Technology &amp; Health Care</i> 2018; 26(0), 1-4.	A	H
Dymarek R, Taradaj J, Rosińczuk, J. The Effect of Radial Extracorporeal Shock Wave Stimulation on Upper Limb Spasticity in Chronic Stroke Patients: A Single-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Study. <i>Ultrasound in medicine &amp; biology</i> 2016, 42,(8): 1862-1875.	D	



TABLA 2. Criterios de selección de los artículos (continuación).

Artículos		
Martini G, Viale S, Sequi G, Ambrosio F. Infrared thermography in paediatric complex regional pain syndrome. Archives of disease in childhood 2020.	C	E
Any DA, Daniel DA. Importance of intracerebral hemorrhage volume and the role of medical and kinethoterapeutic treatment. Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science, Movement & Health 2012; 12(2),: 232-238.	A	E
Memarian N, Venetsanopoulos AN, Chau T. Client-centred development of an infrared thermal access switch for a young adult with severe spastic quadriplegic cerebral palsy. Disability and rehabilitation. Assistive technology 2011; 6(2): 179-187.	C	H
Suzuki Y, Kobayashi M, Kuwabara K, Kawabe M, Kikuchi C, Fukuda M. Skin temperature responses to cold stress in patients with severe motor and intellectual disabilities. Brain & Development 2013; 35(3): 265-9.	B	E
Matsumoto S, Shimodozono M, Etoh S, Shimozono Y, Tanaka N, Kawahira, K. Beneficial effects of footbaths in controlling spasticity after stroke. International Journal of Biometeorology 2010; 54(4): 465-473.	D	
Memarian N, Venetsanopoulos A, Chau T. Infrared thermography as an access pathway for individuals with severe motor impairments. Journal of neuroengineering and rehabilitation 2009; 6, 11.	C	E
Mazilu G; Filos C, Popescu CD. Cutaneous thermographic changes in diabetic polyneuropathy. Revista medico-chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi 2011; 115(4):1007-1011.	A	E
Barnett R, Ablarde J. Skin vascular reaction to short durations of normal seating. Archives of Physical Medicine & Rehabilitation 2020; 76(6): 533-540.	A	H
Report of the Joint Committee for Stroke Facilities [Internet]. Stroke. Available from: <a href="https://www.ahajournals.org/doi/abs/10.1161/01.str.4.2.270">https://www.ahajournals.org/doi/abs/10.1161/01.str.4.2.270</a>	A	H
Schmidt, K D, Chan, C W. Thermoregulation and fever in normal persons and in those with spinal cord injuries. Mayo Clinic proceedings 1992; 67(5): 469-475.	A	E
Kuznetsova GD, Nezlina NI, Gurchich AM, Mutuskina EA. Dynamics of thermal brain fields of rats in late postresuscitative period under stress. Zhurnal Vysshei Nervnoi Deyatel'nosti 1992; 42(2): 351-6.	A	E
Brand, PW. Evaluation of the hand and its function. The Orthopedic clinics of North America 1992; 4(4): 1127-1134.	B	H
46th ESAO Congress 3-7 September 2019 Hannover, Germany Abstracts. International journal of artificial organs 2019; 42(8): 386-474.	A	H

TABLA 2. Criterios de selección de los artículos (continuación).

Artículos		
Mattos, LHL, Yamada, ALM,; dos Santos, VH, Hussni, CA Rodrigues, CA Watanabe, MJ, Alves, ALG et all. Treatment With Therapeutic Bandages to Control Equine Post-arthroscopic Tibio-Patellofemoral Swellin. Journal of equine veterinary science 2017; 54(0): 87-92.	A	E
Kavanagh HS, Dubravic A, Lipic T, Sovic I, Grazio S, Kavanagh HS et all. Computer supported thermography monitoring of hand strength evaluation by electronic dynamometer in rheumatoid arthritis - a pilot study. Periodicum Biologorum 2011; 113(4): 433-7.	A	E
Zurek G, Dudek K, Pirogowicz I, Dziuba A, Pokorsk M, Zurek G et all. Influence of mechanical hippotherapy on skin temperature responses in lower limbs in children with cerebral palsy. Journal of physiology and pharmacology 2008; 59(0): 819-824.	B	H
Zhang D, Gao H, Wen B, Wei Z. Research on the acupuncture principles and meridian phenomena by means of infrared thermography. Acupuncture research 1990; 15(4): 319-23.	A	G
Sharan A, Rezai AR, Nyenhuis JA, Hrdlicka G, Tkach J, Baker K et all. MR safety in patients with implanted deep brain stimulation systems (DBS). Acta neurochirurgica. Supplement 2003; 87(0): 141-5.	B	G
Tomás CC; Oliveira E; Sousa D; Uba-Chupel M; Furtado G; Rocha C et all. Proceedings of the 3rd IPLeia's International Health Congress. BMC health services research 2016;16(0): 200.	A	H
Dimitrijevic IM, Kocic MN Lazovic MP Mancic, DD, Marinkovic OK, Zlatanovic DS. Correlation of thermal deficit with clinical parameters and functional status in patients with unilateral lumbosacral radiculopathy. Hong Kong medical journal 2016; 22(4): 320-6.	C	E

A: Artículos excluidos después de la revisión del título;

B: Artículos excluidos después de la revisión del resumen;

C: Artículos excluidos después de leer el texto completo;

**D: Artículos incluidos en la revisión;**

E: No paciente daño cerebral;

F: No tratamiento fisioterapéutico;

G: No datos termográficos;

H: No ECA, ECC, EC.



TABLA 3. Aplicación de las escalas PEDro y Jadad a los estudios seleccionados.

	Escala PEDro											Total
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	
Hegedüs B.	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	6
Dymarek y cols.	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	8
Nowak y cols..	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Matsumoto y cols.	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	6

- 1° Los criterios de elección fueron especificados,  
 2° Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos,  
 3° La asignación fue oculta,  
 4° Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes,  
 5° Todos los sujetos fueron cegados,  
 6° Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados,  
 7° Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados,  
 8° Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos,  
 9° Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar",  
 10° Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave,  
 11° El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

	Escala Jadad									Total
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°		
Hegedüs B.	1	-1	-1	0	1	1	1	0	2	
Dymarek y cols.	1	1	-1	0	0	1	1	1	4	
Nowak y cols.	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	
Matsumoto y cols.	0	-1	-1	0	0	0	0	1	-1	

- 1° ¿El estudio se describe como aleatorizado (o randomizado)?  
 2° ¿Se describe el método utilizado para generar secuencia de aleatorización y este método es adecuado?,  
 3° ¿Es adecuado el método utilizado para generar la secuencia de aleatorización?  
 4° ¿El estudio se describe como doble ciego?,  
 5° ¿Se describe el método de enmascaramiento (o cegamiento) y este es el método adecuado?,  
 6° ¿Es adecuado el método de enmascaramiento (o cegamiento)?  
 7° ¿Hay una descripción de las pérdidas de seguimiento y los abandonos?  
 8° ¿Se describieron los métodos estadísticos?

TABLA 4. Descripción de los artículos incluidos.

Autor	Características
Hegedűs B. [21] Hungría, 2018	<p><b>Diseño.</b> EC.</p> <p><b>Tamaño de la muestra:</b> n = 16. <b>Sexo:</b> 10 H, 6 M. <b>Edad:</b> 62,68. <b>Grupos:</b> GE: 16.</p> <p><b>Tipo de afectación.</b> Hemiparesia espástica. <b>Región afectada.</b> Cuerpo total (mayormente en MS).</p> <p><b>Técnica utilizada.</b> Terapia manual: terapia galvánica (15 sesiones)</p> <p><b>Resultados termográficos.</b> Hombro: <math>\Delta T +1,37^\circ</math>; Codo: <math>\Delta T +1,68^\circ</math>; Muñeca: <math>\Delta T +1,60^\circ</math>; Cadera: <math>\Delta T 1,11^\circ</math>; Tobillo: <math>\Delta T +1,49^\circ</math>; Rodilla: <math>\Delta T +1,08^\circ</math>.</p> <p><b>Variables.</b> Función articular (%).</p> <p><b>Conclusiones.</b> La termografía se ha revelado fiable para el seguimiento de la rehabilitación en pacientes post-ictus detectando mejorías funcionales comparables con el aumento de la temperatura en las zonas tratadas.</p>
Dymarek y cols. [22] Polonia, 2016	<p><b>Diseño.</b> ECA.</p> <p><b>Tamaño de la muestra:</b> n = 60. <b>Sexo:</b> 34 H, 26 M. <b>Edad:</b> <math>61,15 \pm 11,3</math>. <b>Grupos:</b> GE: 30, GC: 30.</p> <p><b>Tipo de afectación.</b> Espasticidad. <b>Región afectada.</b> MS: (Tratamiento flexor carpi ulnaris, flexor carpi radialis).</p> <p><b>Técnica utilizada.</b> GE: onda de choque (1 sesión). GC: onda de choque cubierto por protección de poliestireno para garantizar el placebo.</p> <p><b>Resultados termográficos.</b> GE: (<math>^\circ</math> C) <math>\Delta t_0: 32,62 \pm 2,90</math>; <math>\Delta t_1: 28,55 \pm 2,91</math>; <math>\Delta t_2: 32,67 \pm 1,36</math>; <math>\Delta t_3: 33,59 \pm 1,93</math>. GC: (<math>^\circ</math> C) <math>\Delta t_0: 32,65 \pm 2,27</math>; <math>\Delta t_1: 28,10 \pm 2,21</math>; <math>\Delta t_2: 31,81 \pm 1,47</math>; <math>\Delta t_3: 32,36 \pm 1,32</math>.</p> <p><b>Variables.</b> Espasticidad (MAS). Actividad electromiografía (EMG).</p> <p><b>Conclusiones.</b> La onda de choque es una herramienta útil para mejorar la espasticidad en pacientes post ictus. La termografía es útil en la valoración de los datos termográficos y cambios tróficos producidos por las ondas de choque ya que se pudo observar que, en el grupo experimental, a la vez, hubo un aumento de la temperatura asociado a una disminución de los grados de espasticidad en las sucesivas 24 horas tras el tratamiento.</p>
Nowak y cols. [23] Polonia, 2019	<p><b>Diseño.</b> EC.</p> <p><b>Tamaño de la muestra:</b> n = 40. <b>Sexo:</b> 15 H, 25 M. <b>Edad.</b> <math>60,6 \pm 5,0</math>. <b>Grupos:</b> GE: 40.</p> <p><b>Tipo de afectación.</b> Hemiparesia espástica.</p> <p><b>Región afectada.</b> Todo el cuerpo mayormente en MI (tratamiento en gastrocnemio y/o soleo).</p> <p><b>Técnica utilizada.</b> Bobath FNP. Vendaje kinesiológico. Terapias manuales.</p> <p><b>Resultados termográficos.</b> <b>Pre-tratamiento:</b> <math>\circ T</math> (lado sano- afectado) = <math>\pm 1,5^\circ</math> C, <b>Post-tratamiento:</b> <math>\circ T</math> (lado sano- afectado) = <math>\pm 0,8^\circ</math> C.</p> <p><b>Variables.</b> Espasticidad (MAS). Grado de Independencia (Índice de Barthel).</p> <p><b>Conclusiones.</b> La termografía ha sido útil en la evaluación de los efectos de la rehabilitación en pacientes con accidente cerebrovascular con hemiparesia espástica detectando un aumento de la superficie del cuerpo comparable con una disminución de los grados de espasticidad.</p>

TABLA 4. Descripción de los artículos incluidos (continuación).

Autor	Características
Matsumoto y cols. <sup>[24]</sup> Japón, 2010	<p><b>Diseño.</b> RCC.</p> <p><b>Tamaño de la muestra.</b> n = 28. <b>Sexo:</b> 19 H, 9 M. <b>Edad:</b> 49,6 ± 10,6 años. <b>Grupos:</b> GE: 14 (9 H, 5 M); GC 14 (10 H, 5 M).</p> <p><b>Tipo de afectación.</b> Espasticidad.</p> <p><b>Región afectada.</b> Tratamiento en pie hasta articulación de la rodilla.</p> <p><b>Técnica utilizada.</b> GE y GC: pediluvio (41°C) por 15 minutos.</p> <p><b>Resultados termográficos. Pre-tratamiento:</b> muslo afectado: 31,4 ± 1,2, muslo sano: 32,1 ± 1,6, tobillo afectado: 29,9 ± 1,9, tobillo sano: 30,5 ± 2,0.</p> <p><b>Inmediatamente tras el tratamiento:</b> muslo afectado: 32,3 ± 1,7, muslo sano: 32,8 ± 1,7, tobillo afectado: 32,0 ± 1,5, tobillo sano: 32,4 ± 1,7.</p> <p><b>Post-tratamiento (30 minutos)</b> muslo afectado: 31,7 ± 1,5, muslo sano: 32,4 ± 1,6, tobillo afectado: 30,3 ± 1,4, tobillo sano: 30,8 ± 1,4.</p> <p><b>Variables.</b> Espasticidad (MAS). F-Wave (EMG).</p> <p><b>Conclusiones.</b> La espasticidad mejora tras tratamiento con pediluvios en pacientes post-ictus comparable con el incremento de la temperatura en las partes del cuerpo afectadas detectado por la termografía. Sin embargo, se puede observar que los cambios termográficos tienen una tendencia a normalizarse con el tiempo y volver al estado inicial.</p>

AF: afectado; EC: Ensayo clínico; ECA: Ensayo clínico aleatorizado, ECC: Ensayo clínico controlado, GC: Grupo control, GE: Grupo experimental; H: Hombres, M: Mujeres; MAS: *Modified Ashworth Scale*; Med: Media edad;  $\Delta$ T: Diferencia de temperatura pre y post tratamiento; MI: Miembro Inferior; MS: Miembro Superior, S: Sano; t0: temperatura pre- tratamiento, t1: temperatura inmediatamente después del tratamiento, t2: temperatura después 1h del tratamiento, t3: temperatura después 24 h.

En relación a la organización de la muestra en base a la edad, en los estudios de Dymarek y cols.<sup>(22)</sup> y Matsumoto y cols.<sup>(24)</sup> la desviación de la media de la edad total es mayor de 10 años, mientras que Nowak y cols.<sup>(23)</sup> agrupan su muestra en base a una desviación de la edad media de 5,5 años. Hegedús D.<sup>(19)</sup> es el único que no proporciona esta información limitándose a describir la edad media de la muestra. Con respecto a la organización de la muestra en base al sexo no existe homogeneidad entre los autores, siendo la más homogénea la muestra de Hegedús D.<sup>(21)</sup> y las que menos las muestras utilizadas por Nowak y cols.<sup>(23)</sup> y Matsumoto y cols.<sup>(24)</sup>. Además, Nowak y cols.<sup>(23)</sup> y Hegedús D.<sup>(21)</sup> a diferencia de los otros autores, no establecen un grupo control con el cual comparar los resultados obtenidos. Con tal propósito cabe destacar que, desde un punto de vista termográfico, todas estas variables en la organi-

zación de la muestra resultan muy importantes puesto que la actividad termorreguladora entre pacientes de diferente edad y sexo es extremadamente relevante<sup>(25, 26)</sup>.

En cuanto a las características de la muestra en relación al tipo de lesión, a las regiones afectadas y al tratamiento propuesto, todos los estudios se llevaron a cabo con pacientes afectados por lesiones cerebrales debido a daño isquémico, que generaban una respuesta espástica a nivel muscular. Sin embargo, por un lado, se analizaron las respuestas termográficas exclusivamente en el miembro superior<sup>(22)</sup> o en el miembro inferior<sup>(24)</sup>, y por el otro se analizó todo el hemicuerpo afecto, aunque Hegedús D.<sup>(21)</sup> destacó que la mayor afectación se encontraba en los miembros superiores, y Nowak y cols.<sup>(23)</sup> en los miembros inferiores.

Con respecto al protocolo de tratamiento fisioterapéutico utilizado, no existe homogeneidad entre los tra-

bajos. A nivel del miembro superior Hegedús D.<sup>(21)</sup> realizó 15 sesiones de Fisioterapia con masajes y terapia galvánica (electroterapia) en el lado afecto, relacionando los cambios termográficos con el rango articular máximo, mientras Dymarek y cols.<sup>(22)</sup> analizaron los efectos de las ondas de choque a nivel de la musculatura flexora del antebrazo mediante la escala Ashworth modificada (MAS) y la actividad bioeléctrica.

A nivel de los miembros inferiores (MMII), en el estudio de Matsumoto y cols.<sup>(24)</sup> se realizó un tratamiento de 15 minutos con pediluvio relacionando los cambios termográficos con la escala Ashworth modificada y la electromiografía. Cabe destacar que estos estudios<sup>(21, 22, 24)</sup> analizan tratamientos en un corto periodo de tiempo, sin embargo, en el estudio de Nowak y cols.<sup>(23)</sup> se observó la evolución de los pacientes durante 12 meses, relacionando además los cambios de temperatura con el grado de espasticidad a través de la escala MAS y las actividades de la vida diaria a través de la escala de Barthel.

En cuanto a los cambios termográficos, sin embargo, cabe destacar que existe homogeneidad con respecto a los resultados obtenidos ya que, todos los autores coinciden en la utilidad de la termografía como herramienta de seguimiento y evaluación del tratamiento fisioterapéutico en pacientes con daño cerebral isquémico<sup>(21-24)</sup>. El mayor desafío térmico se registró en el estudio de Dymarek y cols.<sup>(22)</sup> donde después del tratamiento se observó un cambio termográfico de hasta  $\pm 2,91$  °C en las regiones analizadas, y el más bajo se observó en el estudio de Nowak y cols.<sup>(23)</sup> con un cambio termográfico de  $\pm 0,8$  °C. Cabe destacar que se ha consensuado a nivel bibliográfico que los cambios térmicos a partir de  $\pm 0,5$  °C se consideran relevantes.

## DISCUSIÓN

El uso de la termografía en el análisis de las técnicas de Fisioterapia, se basa en la teoría, ya ampliamente corroborada, que técnicas como el masaje, el entrenamiento de fuerza y la electroterapia producen cambios vasculares y metabólicos en las zonas tratadas<sup>(27-29)</sup>.

Con tal efecto, Hegedús D.<sup>(21)</sup> destacó que las técnicas utilizadas en su estudio generarían un aumento de la

vascularización muscular lo que conllevaría a una mejor funcionalidad del sistema músculo esquelético. Estos cambios sobre el sistema muscular se apoyan en trabajos anteriores, de hecho, Sahin y cols.<sup>(30)</sup> analizaron como la combinación de técnicas manuales con la electroestimulación en paciente espástico, eran opciones válidas para mejorar la movilidad articular y la funcionalidad.

En esta línea, según otros autores, el ejercicio de fuerza<sup>(31)</sup> y los masajes<sup>(32)</sup> son efectivos en la mejora del rango de movimiento en pacientes con estas características. No obstante, cabe destacar que existen controversias sobre la duración de los efectos obtenidos, ya que se cree que estas técnicas generan un efecto a corto plazo, y los efectos de estas técnicas a largo plazo, sobre paciente espástico, no han sido estudiados de manera suficiente para poder determinar la dualidad vascularización-funcionalidad.

De hecho, Hegedús D.<sup>(21)</sup> evalúa los datos recogidos antes y después del tratamiento, destacando una mejoría de la funcionalidad en todas las articulaciones junto a un aumento significativo de la temperatura en las zonas tratadas debido al carácter plástico del sistema nervioso, pero sin especificar cuánto tiempo puede durar esta mejoría térmica y funcional con respecto a la atrofia muscular. Sería interesante con tal propósito definir un protocolo estandarizado de trabajo que sea valorable a largo plazo mediante termografía, para poder determinar el rol real de estas técnicas en este tipo de pacientes en base a los cambios vasculares.

La relación vascularización-atrofia muscular, a pesar de ser un aspecto ya ampliamente estudiado resulta ser de carácter muy actual. De hecho, autores como Dhindsa y cols.<sup>(33)</sup> concluyeron que el aporte sanguíneo se ve alterado y disminuido en los músculos espásticos en pacientes con lesión en la medula espinal y que el aumento de la espasticidad está asociado con la disminución del aporte sanguíneo periférico. Estos resultados también han sido apoyados por Cabizosu y cols.<sup>(13, 14, 34)</sup> ya que en pacientes afectados por enfermedades neuromusculares de carácter degenerativo que cursan con atrofia del tejido muscular en los miembros inferiores, han observado mediante termografía y Tacona disminución de la temperatura a medida que la enfermedad iba evolucionando y la atrofia aumentando. Sin embargo, estos estudios muestran solo parámetros

observacionales de la dualidad atrofia-vascularización, sin proporcionar información acerca de tratamientos terapéuticos. Los estudios incluidos en esta revisión, muestran una diferencia de temperatura en la extremidad afecta tras el tratamiento fisioterapéutico<sup>(21-24)</sup>, aunque cabe destacar que, si por un lado en el trabajo de Hegedús D.<sup>(21)</sup> los efectos vasculares de las técnicas empleadas habían sido ampliamente avalados y apoyados a nivel bibliográfico, no podemos decir lo mismo para todas las técnicas empleadas en el estudio de Nowak y cols.<sup>(23)</sup>.

Mientras que numerosos estudios indican que la facilitación neuromuscular propioceptiva, el vendaje neuromuscular y la terapia manual asocian una mejora de la función motora y del dolor a cambios vasculares cutáneos por alteraciones en presión arterial diastólica<sup>(27-29, 35, 36)</sup>, aún existe mucha controversia respecto a los resultados del Método Bobath con respecto a la mejora de la espasticidad asociada a un aumento de la vascularización periférica<sup>(37, 38)</sup>. Esto, probablemente, se debe a que las terapias neurorehabilitadoras, como la terapia Bobath, necesitan ser reevaluadas a largo plazo, frente a técnicas más básicas como las técnicas con agentes físicos o instrumentales. Con tal propósito, Matsumoto y cols.<sup>(24)</sup> analizan los efectos del pediluvio con el fin de obtener un efecto antiespástico a corto plazo. Aunque algunos autores<sup>(39, 40)</sup> apoyan la idea de que una inmersión en agua caliente aumenta la temperatura y la vascularización profunda y superficial, pudiendo entonces generar mejorías funcionales, otros autores defienden que la espasticidad en pacientes post-ictus mejoraría incluso con un tratamiento de frío<sup>(41-43)</sup>, por lo que no es posible destacar cual es la mejor técnica, puesto que ambas generarían cambios vasculares.

De la misma forma, Dymarek y cols.<sup>(22)</sup> llevaron a cabo un tratamiento de ondas choque en los músculos flexor carpi ulnaris (FCU) y flexor carpi radialis (FCR). El uso de las ondas de choque en pacientes con daño cerebral no es una novedad bibliográfica, de hecho, estudios anteriores realizados con la misma técnica, pero sin el uso de la termografía, avanzaban la hipótesis de que la aplicación de esta práctica conlleva cambios vasculares debido a la modificación de la actividad metabólica en la zona tratada, proporcionando aporte sanguíneo<sup>(44, 45)</sup>.

No obstante, cabe destacar que al igual que los estudios anteriores, los cambios térmicos tuvieron una tendencia a disminuir después de una hora de la aplicación de la técnica. Este aspecto podría ser de gran interés para futuros estudios, ya que la relación entre los valores bioeléctricos en comparación a las imágenes termográficas no ha sido objeto de estudio de manera profunda y contundente en este tipo de pacientes, pero podría determinar la eficacia de la duración de un tratamiento terapéutico en pacientes con daño cerebral y espasticidad.

Este trabajo no está exento de limitaciones y de aspectos que podrían ser mejorados. Uno de los principales problemas que encontramos fue la escasa información acerca de esta temática y de aquí, la dificultad de unificar las investigaciones y analizarlas en base a las técnicas de tratamiento. Además de la escasa información en términos cuantitativos, a nivel cualitativo también se puede notar como la falta de rigor científico en la realización de las investigaciones en esta área ha marcado un límite importante para reclutar la información. Sin embargo, esta situación que a priori podría parecer una limitación, debido al rigor científico que se ha tenido en el desarrollo del material y métodos y en general en la construcción de este trabajo, denota que esta revisión puede ser útil para aclarar la situación actual con respecto al uso de la termografía como herramienta de validación o seguimiento de las técnicas de Fisioterapia. Este trabajo por un lado ofrece una nueva visión de la valoración del tratamiento fisioterapéutico, y por otro puede sentar las bases de futuras investigaciones que tienen como fin último poder plantear y desarrollar un tratamiento válido y eficaz.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente revisión podemos afirmar que todos los estudios muestran una diferencia de temperatura en la extremidad afecta, después de un tratamiento que incluye diversas técnicas fisioterapéuticas, sin embargo, cabe destacar que existe una evidente falta de información a niveles cuantitativo y cualitativo sobre la evaluación termográfica a largo plazo de los efectos en los tratamientos pro-

puestos. La necesidad de futuras investigaciones que pudieran relacionar a largo plazo el grado de desafío térmico en relación al tono muscular tiene que ser la base sobre la que se sienten futuros trabajos de investigación en el ámbito neurorehabilitador y la termografía podría ser una herramienta extremadamente útil para cumplir con este objetivo.

## RESPONSABILIDADES ÉTICAS

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos, derecho a la privacidad y consentimiento informado.** En este artículo no aparecen datos personales de sujetos de estudio.

**Conflicto de intereses.** Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

**Financiación y fuentes de apoyo.** La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

**Contribución y autoría.** Los autores han contribuido de igual forma en la concepción y el diseño del estudio, en la revisión crítica del contenido intelectual, así como en la aprobación definitiva de la versión que se presenta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Johnson W, Onuma O, Owolabi M, Sachdev S. Stroke: a global response is needed. *Bull World Health Organ.* 2016 Sep 1; 94(9): 634–634A.
- El Atlas del Ictus [Internet]. FEI. [citado 19 de abril de 2021]. Disponible en: <https://ictusfederacion.es/atlas-del-ictus/>
- Advani R, Naess H, Kurz MW. The golden hour of acute ischemic stroke. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2017 May 22; 25(1): 54.
- Shiber JR, Fontane E, Adewale A. Stroke registry: hemorrhagic vs ischemic strokes. *Am J Emerg Med.* 2010 Mar; 28(3): 331–3.
- Adams HP Jr, Bendixen BH, Kappelle LJ, Biller J, Love BB, Gordon DL, et al. Classification of subtype of acute ischemic stroke. Definitions for use in a multicenter clinical trial. TOAST. Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment. *Stroke.* 1993 Jan; 24(1): 35–41.
- Lindsay MP, Norving B, Sacco RL, Brainin M, Hacke W, Martins S, et al. World Stroke Organization (WSO): Global Stroke Fact Sheet 2019. *Int J Stroke.* 2019 Oct; 14(8): 806–17.
- Cifuentes IJ, Dagnino BL, Salisbury MC, Perez ME, Ortega C, Maldonado D. Augmented reality and dynamic infrared thermography for perforator mapping in the anterolateral thigh. *Arch Plast Surg.* 2018 May; 45(3): 284–8.
- Pope PM. Management of the Physical Condition in Patients with Chronic and Severe Neurological Pathologies. *Physiotherapy.* 1992 Dic; 78(12): 896–903.
- McMillan TM, Sparkes C. Goal Planning and Neurorehabilitation: The Wolfson Neurorehabilitation Centre Approach. *Neuropsychol Rehabil.* 1999 Jul; 9(3-4): 241–51.
- Albuquerque Santana PV, Alvarez PD, Felipe da Costa Sena A, Serpa TK, Assis MG, Pimenta EM, et al. Relationship between infrared thermography and muscle damage markers in physically active men after plyometric exercise. *J Therm Biol.* 2022 Feb; 104: 103187.
- Clijnsen R, Leoni D, Schneebeli A, Cescon C, Soldini E, Li L, et al. Does the Application of Tecar Therapy Affect Temperature and Perfusion of Skin and Muscle Microcirculation? A Pilot Feasibility Study on Healthy Subjects. *J Altern Complement Med.* 2020 Feb; 26(2): 147–53.
- Wade DT. Outcome measures for clinical rehabilitation trials: impairment, function, quality of life, or value? *Am J Phys Med Rehabil.* 2003 Oct; 82(10 Suppl): S26–31.
- Cabizosu A, Carboni N, Figus A, Vegara-Meseguer JM, Casu G, Hernández Jiménez P, et al. Is infrared thermography (IRT) a possible tool for the evaluation and follow up of Emery-Dreifuss muscular dystrophy? A preliminary study. *Med Hypotheses.* 2019 Jun; 127: 91–6.
- Cabizosu A, Carboni N, Martínez-Almagro Andreo A, Casu G, Ramón Sánchez C, Vegara-Meseguer JM. Relationship between infrared skin radiation and muscular strength tests in patients affected by Emery-Dreifuss muscular dystrophy. *Med Hypotheses.* 2020 May; 138: 109592.
- Ribera A, Vela E, García-Altés A, Clèries M, Abilleira S.



- Evolución del gasto en servicios sanitarios antes y después del ictus isquémico: análisis de base poblacional. *Neurología*. 2022 Jan-Feb; 3781: 21–30.
16. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 2009 Jul 21; 6(7): e1000097.
  17. Eriksen MB, Frandsen TF. The impact of patient, intervention, comparison, outcome (PICO) as a search strategy tool on literature search quality: a systematic review. *J Med Libr Assoc*. 2018 Oct; 106(4): 420–31.
  18. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev*. 2016 Dec 5; 5(1): 210.
  19. de Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Aust J Physiother*. 2009; 55(2): 129–33.
  20. Berger VW, Alperson SY. A general framework for the evaluation of clinical trial quality. *Rev Recent Clin Trials*. 2009 May; 4(2): 79–88.
  21. Hegedüs B. The Potential Role of Thermography in Determining the Efficacy of Stroke Rehabilitation. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2018 Feb; 27(2): 309–14.
  22. Dymarek R, Taradaj J, Rosińczuk J. The Effect of Radial Extracorporeal Shock Wave Stimulation on Upper Limb Spasticity in Chronic Stroke Patients: A Single-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Study. *Ultrasound Med Biol*. 2016 Aug; 42(8): 1862–75.
  23. Nowak I, Mraz M, Mraz M. Thermography assessment of spastic lower limb in patients after cerebral stroke undergoing rehabilitation. *J Therm Anal Calorim*. 2020 Apr; 140(2): 755–62.
  24. Matsumoto S, Shimodozono M, Etoh S, Shimozono Y, Tanaka N, Kawahira K. Beneficial effects of footbaths in controlling spasticity after stroke. *Int J Biometeorol*. 2010 Jul; 54(4): 465–73.
  25. Charkoudian N, Hart ECJ, Barnes JN, Joyner MJ. Autonomic control of body temperature and blood pressure: influences of female sex hormones. *Clin Auton Res*. 2017 Jun; 27(3): 149–155.
  26. Moreira DG, Costello JT, Brito CJ, Adamczyk JG, Ammer K, Bach AJE, et al. Thermographic imaging in sports and exercise medicine: A Delphi study and consensus statement on the measurement of human skin temperature. *J Therm Biol*. 2017 Oct; 69: 155–162.
  27. Hecker B, Carron H, Schwartz DP. Pulsed galvanic stimulation: effects of current frequency and polarity on blood flow in healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil*. 1985 Jun; 66(6): 369–71.
  28. Holey LA, Dixon J, Selfe J. An exploratory thermographic investigation of the effects of connective tissue massage on autonomic function. *J Manipulative Physiol Ther*. 2011 Sep; 34(7): 457–62.
  29. Escamilla-Galindo VL, Estal-Martínez A, Adamczyk JG, Brito CJ, Arnaiz-Lastras J, Sillero-Quintana M. Skin temperature response to unilateral training measured with infrared thermography. *J Exerc Rehabil*. 2017 Oct 30; 13(5): 526–34.
  30. Sahin N, Ugurlu H, Albayrak I. The efficacy of electrical stimulation in reducing the post-stroke spasticity: a randomized controlled study. *Disabil Rehabil*. 2012; 34(2): 151–6.
  31. Damiano DL, Abel MF. Functional outcomes of strength training in spastic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*. 1998 Feb; 79(2): 119–25.
  32. Alahmari K, Tedla JS, Sangadala DR, Mukherjee D, Reddy RS, Bairapareddy KC, et al. Effectiveness of Hand-Arm Bimanual Intensive Therapy on Hand Function among Children with Unilateral Spastic Cerebral Palsy: A Meta-Analysis. *Eur Neurol*. 2020; 83(2): 131–7.
  33. Dhindsa MS, Merring CA, Brandt LE, Tanaka H, Griffin L. Muscle spasticity associated with reduced whole-leg perfusion in persons with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*. 2011 Nov; 34(6): 594–9.
  34. Cabizosu A, Berenguer-Vidal R, Vegara-Meseguer JM, Martínez-Almagro Andreo A, Maiquez Mojica V, Casu G, et al. Relationship between infrared skin radiation and functional tests in patients affected by Emery-Dreifuss muscular dystrophy: Part 2. *Med Hypotheses*. 2021 Jan; 146: 110348.
  35. Huang YC, Chang KH, Liou TH, Cheng CW, Lin LF, Huang SW. Effects of Kinesio taping for stroke patients with hemiplegic shoulder pain: A double-blind, randomized, placebo-controlled study. *J Rehabil Med*. 2017 Mar 6; 49(3): 208–15.
  36. Carrasco Santos S. Efectividad del vendaje neuromuscular en las secuelas del ictus: una revisión sistemática. 2018 [citado 19 de abril de 2021]; Disponible en: <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/23198>
  37. Kollen BJ, Lennon S, Lyons B, Wheatley-Smith L, Scheper M, Buurke JH, et al. The effectiveness of the Bobath

- concept in stroke rehabilitation: what is the evidence? *Stroke*. 2009 Apr; 40(4): e89–97.
38. Díaz-Arribas MJ, Martín-Casas P, Cano-de-la-Cuerda R, Plaza-Manzano G. Effectiveness of the Bobath concept in the treatment of stroke: a systematic review. *Disabil Rehabil*. 2020 Jun; 42(12): 1636–49.
39. Matsumoto S, Kawahira K, Etoh S, Ikeda S, Tanaka N. Short-term effects of thermotherapy for spasticity on tibial nerve F-waves in post-stroke patients. *Int J Biometeorol*. 2006 Mar; 50(4): 243–50. doi: 10.1007/s00484-005-0009-4. Epub 2005 Dec 22. PMID: 16372168.
40. Wang J, Yu P, Zeng M, Gu X, Liu Y, Xiao M. Reduction in spasticity in stroke patient with paraffin therapy. *Neurol Res*. 2017 Jan; 39(1): 36–44.
41. Price R, Lehmann JF, Boswell-Bessette S, Burleigh A, de-Lateur BJ. Influence of cryotherapy on spasticity at the human ankle. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993 Mar; 74(3): 300–4.
42. Krukowska J, Dalewski M, Czernicki J. Ocena skuteczności krioterapii miejscowej u osób ze spastyecznością po udarze mózgu [Evaluation of effectiveness of local cryotherapy in patients with post-stroke spasticity]. *Wiad Lek*. 2014; 67(2 Pt1): 71–5.
43. Elnassag B. Efficacy of cryo-airflow therapy on calf muscle spasticity in stroke patients: a randomized controlled trial. *J Clin Anal Med*. 2019 May; 10(3): 320–4.
44. De Sanctis MT, Belcaro G, Nicolaidis AN, Cesarone MR, Incandela L, Marlinghaus E, et al. Effects of shock waves on the microcirculation in critical limb ischemia (CLI) (8-week study). *Angiology*. 2000 Aug; 51(8 Pt 2): S69–78.
45. Lin Y, Wang G, Wang B. Rehabilitation treatment of spastic cerebral palsy with radial extracorporeal shock wave therapy and rehabilitation therapy. *Medicine*. 2018 Dec; 97(51): e13828.