



Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud
Lic. en Kinesiología y Fisiatría

Año 2023
Trabajo Final de Carrera (Tesis)

Eficacia de la técnica de neurodinamia en la flexibilidad de isquiotibiales en atletas

Efficacy of the neurodynamics technique on
hamstring flexibility in athletes

Alumno:

Zarate Candelaria Rocio

CandelariaRocio.Zarate@alumnos.uai.edu.ar

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

Universidad Abierta Interamericana

Tutor:

Cassino Jorge Martin

Martincassinok@gmail.com

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

Universidad Abierta Interamericana

Autor: Zarate Candelaria



Eficacia de la técnica de neurodinamia en la flexibilidad de isquiotibiales en atletas

Resumen

Introducción: La neurodinamia es descrita como un método de movilización neural en donde se aplica una fuerza a las estructuras nerviosas a través de la postura y el movimiento multiarticular. El objetivo principal es restaurar el equilibrio entre los tejidos neurales y las interfaces mecánicas circundantes, lo que permite reducir presiones intrínsecas de dichos tejidos y promover una fisiología óptima. Es vital que el sistema nervioso sea capaz de adaptarse a las cargas mecánicas, y debe sufrir distintos eventos protectores mecánicos como elongación, deslizamiento, cambio de sección transversal, angulación y compresión. La flexibilidad y sus niveles adecuados son necesarios no sólo para la promoción y mantenimiento de la salud y la autonomía funcional, sino también para la práctica deportiva segura y eficaz. **Objetivos:** Determinar la eficacia de la neurodinamia en la flexibilidad de isquiotibiales en atletas. **Material y métodos:** Se realizó revisión de la bibliografía, seleccionado artículos de investigación desde el 2013 hasta el 2022. **Resultados:** Se incluyeron 10 artículos que cumplieron los criterios e involucran 351 participantes. Se aplicó la técnica de neurodinamia y los test de evaluación utilizados fueron el KEA y SLR; previa y posteriormente de la aplicación de la técnica. **Conclusión:** todos los estudios han demostrado una mejora significativa en la flexibilidad de isquiotibiales.

Palabras Clave: athlete, flexibility, Neurodynamics, gliding, neural

Abstract

Background: Neurodynamics is described as a method of neural mobilization where a force is applied to the nervous structures through posture and multi-articular movement. The primary goal is to restore the balance between the neural tissues and the surrounding mechanical interfaces, thereby reducing intrinsic pressures on those tissues and promoting optimal physiology. It is vital that the nervous system be able to adapt to mechanical loads, and it must undergo different mechanical protective events such as elongation, slippage, change in cross section, angulation, and compression. Flexibility and its adequate levels are necessary not only for the promotion and for maintenance of health and functional autonomy, but also for safe and effective sports practice. **Objectives:** To determine the efficacy of neurodynamics on hamstring flexibility in athletes. **Material and methods:** A review of the bibliography was carried out, selecting articles from Material and methods research from 2013 to 2022. **Results:** 10 articles that were included follow the criteria and involved 351 participants. The neurodynamics technique was applied and the evaluation tests used were the KEA and SLR; before and after the application of the technique. **Conclusion:** All studies have demonstrated a significant improvement on hamstring flexibility.

INTRODUCCION

Marco teórico

Según el American College of Sports Medicine la aptitud física está relacionada con la salud a través de 5 componentes básicos: composición corporal, aptitud aeróbica, fuerza, resistencia muscular y flexibilidad (1). Dentro de estas, la flexibilidad y sus niveles adecuados son necesarios no sólo para la promoción y mantenimiento de la salud y la autonomía funcional, sino también para la práctica deportiva segura y eficaz (2,3).

El sistema nervioso periférico está expuesto a combinaciones de fuerzas de tracción, cizallamiento y compresión durante los movimientos y posturas de los segmentos corporales. Sin embargo, su organización estructural le permite funcionar tolerando y adaptándose a estas fuerzas en el día a día y en el deporte (4,5). Esto probablemente se deba a la capacidad del sistema nervioso periférico para deslizarse en relación con las estructuras adyacentes y de los fascículos internos para deslizarse unos contra otros; así como a la considerable cantidad de tejido conectivo que rodea al nervio protegiéndolo y facilitando el movimiento (6,7).

La neurodinamia es el término utilizado para describir la integración de la morfología, biomecánica y fisiología del sistema nervioso (5,8). Es descrito como un método de movilización neural en donde se aplica una fuerza las estructuras nerviosas a través de la postura y el movimiento multiarticular (9) con el objetivo principal de restaurar el equilibrio entre los tejidos neurales y las interfaces mecánicas circundantes, lo que permite reducir presiones intrínsecas de dichos tejidos

y promover una fisiología óptima (5,8,10). Es vital que el sistema nervioso sea capaz de adaptarse a las cargas mecánicas, y debe sufrir distintos eventos protectores mecánicos como elongación, deslizamiento, cambio de sección transversal, angulación y compresión. Si estos mecanismos protectores dinámicos fallan, el sistema nervioso es vulnerable a edema neural, isquemia, fibrosis e hipoxia, lo que puede causar alteraciones en la neurodinámica (8). Los beneficios hipotéticos de dichas técnicas incluyen la facilitación del deslizamiento nervioso, la reducción de la adherencia nerviosa, la dispersión de fluidos nocivos, el aumento de la vascularización neural y la mejora del flujo axoplásmico (5, 8, 10).

Como antecedente se encontró una revisión cuyo objetivo era determinar los efectos de las técnicas de movilización neural dirigidas al cuadrante inferior del cuerpo en poblaciones sanas y con dolor lumbar. Existen efectos positivos de la aplicación de la técnica en el cuadrante inferior del cuerpo. Específicamente, muestra efectos moderados sobre la flexibilidad en participantes sanos y grandes efectos sobre el dolor y la discapacidad en personas con dolor lumbar. (11)

Otro antecedente se encontró en una revisión y metaanálisis que muestra la efectividad del tratamiento neurodinámico sobre la flexibilidad de los isquiotibiales en comparación con ninguna intervención y otras técnicas. En dichos estudios se analizó la aplicación del deslizamiento neural evaluando el ROM rodilla y la extensibilidad de los isquiotibiales con el test de extensión pasiva de rodilla. En todos los estudios hubo una mejora significativa tanto del ROM como de la

extensibilidad de isquiotibiales en los participantes que se aplicó la técnica comparados con un grupo control (12). Si bien dicha revisión analiza solamente 6 artículos publicados hasta el año 2016 sirve como base para realizar una búsqueda actualizada de la temática, agregando para el presente artículo la eficacia del método en atletas.

No hay suficiente literatura que examine los efectos de la movilización neuronal en el rendimiento deportivo. Sin embargo, hay algunos estudios que proponen el uso de la movilización neural después de lesiones deportivas. Un estudio comparativo examinó el efecto del estiramiento de contracción en el tiempo de rehabilitación en jugadores de fútbol australiano que habían sufrido una distensión de isquiotibiales de grado uno. El estudio concluyó que los atletas que completaron el tratamiento tradicional junto con movilizaciones neurales volvieron a jugar en un período de tiempo más corto (13). Otro estudio examinó los efectos de las movilizaciones neurales en un jugador de béisbol de élite con neuropatía interósea posterior. Se concluyó como exitoso el deslizamiento neural para mejorar la movilidad nerviosa, junto con otras intervenciones conservadoras, y el paciente demostró un movimiento de cabeceo sin dolor 38 días después de la visita inicial (14)

En las lesiones de isquiotibiales pueden coexistir alteraciones del nervio ciático y del músculo. El objetivo de ese artículo fue investigar el comportamiento mecánico del nervio ciático y el músculo bíceps femoral en la parte proximal del muslo con la maniobra de dorsiflexión del tobillo en diferentes grados de flexión de la cadera durante la

elevación de la pierna recta. La dorsiflexión del tobillo en diferentes grados de flexión de la cadera durante la elevación de la pierna estirada produce cambios en la tensión y la excursión del nervio ciático en la parte superior del muslo. Por el contrario, el músculo bíceps femoral en el mismo lugar no se vio afectado por el movimiento del tobillo. Estos hallazgos muestran un comportamiento diferencial entre el nervio y el músculo con la dorsiflexión del tobillo. (15)

Dado que hay hallazgos positivos relacionados con la movilización neural y la flexibilidad se valida la necesidad de más investigación en esta área (13,16).

El objetivo de este estudio es determinar la eficacia de la neurodinamia en la flexibilidad de isquiotibiales en atletas. Si dicha técnica pudiese mejorar la flexibilidad de los isquiotibiales sería relevante para la población en cuestión ya que la misma está en la búsqueda constante de formas de aumentar los rangos de movimiento para lograr una mejora el rendimiento de la deportista y reducir el riesgo de lesiones. Dado que la flexibilidad es una de las capacidades fundamentales para el desarrollo deportivo cualquier método que logre optimizar la misma será de gran utilidad para el atleta y su desempeño.



Metodología

Diseño del estudio

El diseño de estudio es una revisión ya que recopila datos de artículos científicos para ser posteriormente analizados.

Estrategia de búsqueda

Para la búsqueda electrónica se utilizaron bases de datos PUBMED y COCHRANE LIBRARY. Las publicaciones seleccionadas fueron las realizadas entre el año 2013 y 2022. La fecha de búsqueda fue desde el 30 de abril de 2022 al 12 de noviembre del 2022.

BASE DE DATOS	ESTRATEGIA DE BUSQUEDA	RESULTADOS
PUBMED	("neurodynamic techniques") OR ("neural mobilization") OR ("neurodynamic treatment") OR ("neurodynamics) OR ("neural gliding")	490
	("neurodynamic techniques") OR ("neural mobilization") OR ("neurodynamic treatment") OR ("neurodynamics) OR ("neural gliding") AND ("flexibility") AND ("hamstrings") OR ("short hamstrings") OR ("lower limb")	79
	("neurodynamic techniques") OR ("neural mobilization") OR ("neurodynamic treatment") OR ("neurodynamics) OR ("neural gliding") AND ("flexibility") AND ("hamstrings") OR ("short hamstrings") OR ("lower limb") AND (Athletes)	10 Cumplen criterios de inclusion: 8
COCHRANE LIBRARY	("neurodynamic techniques") OR ("neural mobilization") OR ("neurodynamic treatment") OR ("neurodynamics) OR ("neural gliding")	241
	("neurodynamic techniques") OR ("neural mobilization") OR ("neurodynamic treatment") OR ("neurodynamics) OR ("neural gliding") AND ("flexibility") AND ("hamstrings") OR ("short hamstrings") OR ("lower limb")	105
	("neurodynamic techniques") OR ("neural mobilization") OR ("neurodynamic treatment") OR ("neurodynamics) OR ("neural gliding") AND ("flexibility") AND ("hamstrings") OR ("short hamstrings") OR ("lower limb") AND (Athletes) El total de artículos seleccionados para el presente estudio es de 10	16 Cumplen criterios de inclusion: 2

Tabla 1. Estrategia de búsqueda

Población de estudio

Conjunto de artículos científicos de tipo ensayo clínico y ensayo controlado aleatorio que incluyan deportistas a los cuales se les aplicó la técnica de neurodinamia en miembros inferiores.

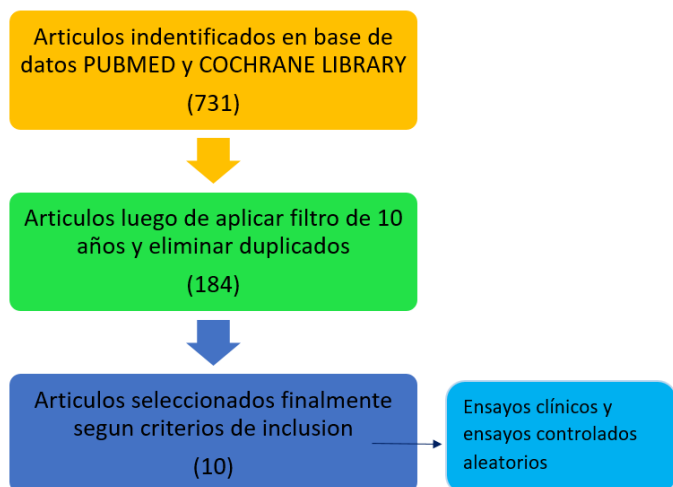


Figura 1. Flujograma de búsqueda

Criterios de Inclusión

- Los artículos elegidos debían aplicar la técnica de neurodinamia en miembros inferiores;
- Las publicaciones tenían que ser entre el año 2013 y 2022;
- Los estudios realizados debían incluir un test en flexibilidad de isquiotibiales pre y post aplicación de la técnica;
- La población en los artículos debía ser participantes deportistas, de cualquier etnia y región;
- Se incluyeron textos de estudio primario (ensayos clínicos, ensayo controlado aleatorio)
- Los estudios seleccionados debían especificar el tiempo de aplicación de la técnica y los movimientos neurodinámicos que fueron utilizados.

Criterios de Exclusión

- Artículos con participantes que hayan tenido una lesión muscular previa en isquiotibiales

Resultados

El mayor número de participantes incluidos en los artículos fue de 74 y de 13 el de menor cantidad, con una mediana de 36,6. En 6 estudios participaron solo hombres y en los 4 restantes tanto hombres como

mujeres. La edad de los participantes oscilaba entre 16 y 32 años.

TÍTULO	AUTOR	AÑO	DOI	N° Partic.	EDAD	SEXO
Effects of a neurodynamic sliding technique on hamstring flexibility in healthy male soccer players. A pilot study (17)	Yolanda Castellote-Caballero	2013	10.1016/j.ptsp.2012.07.004	28	19-22	Masculino
Effect of neurodynamic sliding technique versus static stretching on hamstring flexibility in football players with short hamstring syndrome (18)	Venus. K. Pagare	2014	10.1142/S0218957714500092	30	18-25	Masculino
A Randomised, Placebo-Controlled Trial of Neurodynamic Sliders on Hamstring Responses in Footballers with Hamstring Tightness (19)	Pattanasin Areeudomwong	2016	10.21315/mjms2016.23.6.7	40	18-25	Masculino
Effects of a Novel Neurodynamic Tension Technique on Muscle Extensibility and Stretch Tolerance: A Counterbalanced Crossover Study (21)	Max Pietrzak	2018	10.4172/2165-7025.1000283	13	24±8	Masc-Fem
Acute effects of neural gliding on athletic performance (22)	Andy Waldhelm	2019	10.26603/ijspst20190603	27	23.6 ± 2.65	Masc-Fem
Neurodynamic sliders promote flexibility in tight hamstring syndrome (23)	Roel de Ridder	2020	10.1080/17461391.2019.1675770	50	18-30	Masculino
Immediate effects of neurodynamic nerve gliding versus static stretching on hamstring neuromechanical properties (24)	Danguole Satkunskiene	2020	10.1007/s00421-020-04422-5	22	21.9±1.9	Masculino
The effect of different neural mobilization exercises on hamstring flexibility and functional flexibility in wrestlers (25)	Aydin Balci	2020	10.12965/jer.2040700.350	74	17.86± 2.31	Masc-Fem
Neural Mobilization Short-Term Dose Effect on the Lower-Limb Flexibility and Performance in Basketball Athletes: A Randomized, Parallel, and Single-Blinded Study (26)	Andreia Pereira	2021	10.1123/jsr.2020-0389	52	18-30	Masc-Fem
Warm-Up and Hamstrings Stiffness, Stress Relaxation, Flexibility, and Knee Proprioception in Young Soccer Players (27)	Danguole Satkunskiene	2022	10.4085/1062-6050-0416.20	15	18.0 ± 1.4	Masculino

Tabla 2. Artículos seleccionados

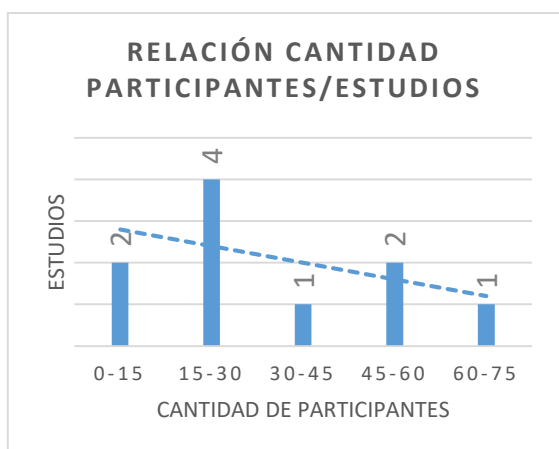


Figura 2. Relación cantidad de pacientes/estudios

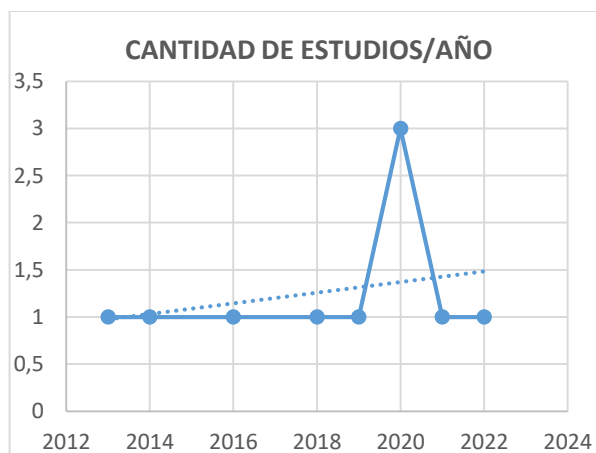


Figura 3. Relación cantidad de estudios/año de publicación

Los test utilizados para la evaluación de resultados fueron el SLR (straight leg rise) y/o AKE (active knee extension). (Figura 4).

En el AKE test el paciente se encuentra en decúbito dorsal con flexión de cadera y rodilla a 90° de uno de sus miembros inferiores. El evaluador o el mismo paciente extenderá la rodilla, se toma la medida con un goniómetro universal ubicado en el cóndilo lateral



Imagen 1. AKE test

del fémur (Imagen 1). En el SRL, el paciente se encuentra en decúbito dorsal. El evaluador realiza una flexión de cadera con rodilla extendida al paciente en uno de los miembros. Se toma la medida con goniómetro universal colocado en el trocánter del fémur (Imagen 2).



Imagen 2. SLR test

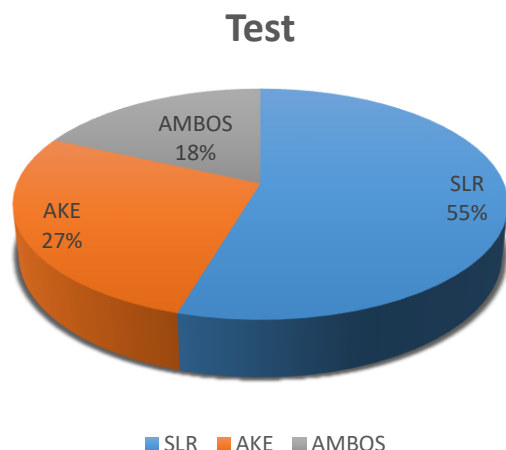


Figura 4. Test utilizados en los artículos seleccionados.

De los 10 estudios 3 compararon los efectos del deslizamiento neural y el estiramiento estático (18,23,24). Pagare V. utilizó el deslizamiento neural de manera activa con el paciente en posición de slump (5x60") con 15

segundos de descanso, 3 veces en el transcurso de una semana. El estiramiento sostenido se realizó una vez de 30 segundos durante el mismo periodo de tiempo. Se utilizó el SLR test pre y post tratamiento. Al final de las tres sesiones, se observó una mejora significativa en ambos grupos; 27.53° en estiramiento

estático y 30.53° en deslizamiento neural respectivamente ($p < 0.001$).

Un grupo de participantes del estudio de Rider R. realizó 3 series de 20 repeticiones de deslizamiento neural en posición de slump activo y el otro grupo 3 series de 30 segundos de estiramiento estático; ambos diariamente durante 6 semanas. Se usó el SLR test previo, inmediatamente después del tratamiento y al final del mismo. Hubo una mejora significativa en ambos grupos ($p < 0.001$). Sin embargo, el grupo de deslizamiento neural incrementó la flexibilidad aún más en su comparación con el estático (12.6° versus 9.3°); ($p < 0.001$).

En el de Satkumskiene D. ambas intervenciones fueron realizadas en posición supina y pasivamente, se realizaron (6x30") con 60" de descanso. La evaluación se realizó con el SLR test y AKE test. El ángulo SLR aumentó significativamente en ambos grupos (9.7 ± 4.7% en deslizamiento neural y 7.0±3.4% en el estiramiento estático), a diferencia del ROM en AKE donde el grupo de deslizamiento neural aumentó significativamente ($P < 0.01$) y no así en el estiramiento estático.

Dos estudios compararon el deslizamiento neural con un grupo control (17,19). Castellote-Caballero Y. evaluó con el test de SLR previo y post intervención. Se realizó en la pierna dominante y los participantes debían realizar deslizamiento neural activo en posición de slump (5x60") tres veces al día, en días alternados durante 1 semana. Los resultados en el grupo de deslizamiento neural pre test fueron de 58.1° y post test 67.4° ($p = .001$), el grupo control 58.9° y 59.1° ($p = .743$). Al finalizar el tratamiento el grupo de deslizamiento neural mejoró significativamente ($P < .001$) y no así el grupo control.

Areeudomwong P. utilizó deslizamiento neural activo en posición de slump (5x60"), 3 veces por semana durante 4 semanas. Utilizó el AKE test para la evaluación. Hubo una mejora significativa en el grupo de deslizamiento neural comparado con el grupo control ($P < 0.001$).

Waldhelm A. comparó el deslizamiento neural y el estiramiento dinámico. El deslizamiento neural se realizó en posición de slump activo con ambas piernas (2x60"). Para el estiramiento dinámico el participante se encontraba de pie y realizaba una flexo-extensión de

cadera y rodilla de uno de sus miembros inferiores (5 repeticiones lentas+10 rápidas). Luego repetía el mismo procedimiento con el miembro restante. Se utilizó el test de SLR pre y post intervención. Los resultados en ambas técnicas fueron similares aumentando la flexibilidad de isquiotibiales en ambos miembros. Estiramiento dinámico 82.5±16.6° previo a la intervención/85.9±17.6 post ($p = .011$) y deslizamiento neural 81.4±13.1° previo a la intervención/83.7±12.6 post ($p = .004$).

Bacı A. comparó el deslizamiento neural con el estiramiento neural. Se evaluó con el test de AKE. Se realizó una intervención activa en posición de slump con cada miembro (3x60") logrando 30 repeticiones aproximadamente. Ambas técnicas lograron un aumento en la flexibilidad en igual medida ($P = 0.001$).

Pereira A. utilizó el deslizamiento neural comparando la cantidad de repeticiones realizadas. El paciente sentado con piernas extendidas arriba de la camilla, la movilización fue realizada pasivamente por el profesional. Un grupo realizaba 40 repeticiones y el otro 80 aplicadas en el miembro dominante. Se utilizó el AKE test pre y post intervención. Ambas técnicas fueron igualmente efectivas en la flexibilidad ($P < .001$).

Satkumskiene D. comparó el deslizamiento neural con el foam Rolling. El deslizamiento neural fue pasivo en posición supina. Los participantes realizaron (6x45") con 15" de descanso 1 vez por semana durante 2 semanas. El foam Rolling se realizó con un rolo de 45cm deslizando el mismo desde la tuberosidad isquiática hasta la rodilla ejerciendo una presión tolerable. Se realizaron 15 repeticiones en 45" y se repitieron 6 veces, 1 vez por semana durante 2 semanas. Se evaluó con AKE y SLR pre y post intervención. En ambos casos el SLR dio una mejora ($P < .001$). En el test de AKE incremento en el deslizamiento neural ($P = .01$) y no significativamente en el foam Rolling.

Pietrzak realizó deslizamiento neural activo comparando ambos miembros inferiores entre sí, (3 series x 5rep+5" sostén) durante tres semanas. Utilizó el SRL test pre y post tratamiento. El resultado fue un incremento significativo en ambos miembros ($P < 0.001$) pero determinando una



mejora superior en el miembro dominante comparado con el otro miembro ($+9\pm 6^\circ$ and $+5\pm 5^\circ$ respectivamente).

Discusión

El objetivo de esta revisión es brindar información detallada sobre la eficacia de la neurodinamia en la flexibilidad de isquiotibiales en atletas. Los resultados demuestran que la técnica genera una mejora significativa en la flexibilidad logrando un resultado positivo tanto en el AKE como en el SLR test. El deporte o actividad física realizada por cada participante es indiferente ya que el resultado siempre fue positivo.

Si bien algunos estudios comparan el tratamiento de neurodinamia con grupos control, varios otros buscan diferentes técnicas para poder lograr aumentar la flexibilidad (estiramiento dinámico, estático, foam Rolling) y las comparan con neurodinamia.

Los 3 artículos que comparan el deslizamiento neural con el estiramiento estático determinan que, si bien ambos son beneficiosos en la flexibilidad, había una diferencia a favor de la técnica de neurodinamia.

Al comparar la neurodinamia con el estiramiento dinámico los resultados son similares y no hay una diferencia significativa entre ambos resultados.

El foam Rolling no logra resultados beneficiosos en el test de AKE mientras que en neurodinamia si lo hace. Sin embargo, ambos muestran una mejora al utilizar el SLR test.

Los estudios que aplican neurodinamia variando la cantidad de repeticiones; utilizan el deslizamiento neural o estiramiento neural no muestran una diferencia en los resultados finales. Sin embargo, no hay suficiente información con dichas características, razón por la cual da lugar a pensar en futuras investigaciones que apliquen la técnica con sus diferentes variantes, tiempo, repeticiones para determinar si hay nuevos resultados de interés. De igual manera se necesitan nuevos estudios que analicen si la pierna dominante logra un beneficio mayor a la no dominante pudiendo ser esto de gran importancia para el desempeño deportivo.

Estudios futuros deberían estandarizar la aplicación de la técnica con sus respectivas variantes, tiempos y repeticiones. Aun no hay un consenso al respecto de dicha temática.

Conclusión

Luego de analizar los estudios que mostraban mejoras significativas concluimos que la neurodinamia es eficaz para mejorar la flexibilidad de los isquiotibiales en deportistas. De igual manera la técnica de neurodinamia parece ser más beneficiosa en dicha temática que otros tratamientos aplicados.

Los resultados presentados fueron positivos tanto en atletas de alto rendimiento deportivo como amateur; en deportes grupales o individuales.

Referencias

1. Pollock, M. L., Gaesser, G. A., Butcher, J. D. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998 Jun; 30(6):975-91.
2. American College of Sports Medicine. Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 6th ed. Wolters Kluwer-Lippincott Williams & Wilkin. United States 2000.
3. Simão R, Lemos A, Salles B, Leite T. The influence of strength, flexibility and simultaneous training on flexibility and strength gains. *J Strength Cond Res.* 2011 May; 25(5):1333-8.
4. Silva A, Manso A, Andrade R, Domingues V. Quantitative in vivo longitudinal nerve excursion and strain in response to joint movement: A systematic literature review. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2014 Sep;29(8):839-47.
5. Shacklock, M. Clinical neurodynamics: a new system of neuromusculoskeletal treatment. 1st ed. Elsevier. Oxford, UK 2005.
6. Pitt Brooke J. Rehabilitation of movement: theoretical bases of clinical practice. 1st ed. Elsevier. London 1998.
7. Martins C, Pereira R, Fernandes I, Martins J, Lopes T. Neural gliding and neural tensioning differently impact flexibility, heat and pressure pain thresholds in asymptomatic subjects: A randomized, parallel and double-blind study. *Phys Ther Sport.* 2019 Mar; 36:101-109.
8. Butler DS. *The Sensitive Nervous System*. 1st ed. Noigroup Publications -OPTP. Australia 2000.
9. Coppieters MW, Stappaerts KH, Wouters LL, Janssens K. The immediate effects of a cervical lateral glide treatment technique in patients with neurogenic cervicobrachial pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003; 33:369–378.
10. Scrimshaw SV, Maher CG. Randomized controlled trial of neural mobilization after spinal surgery. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001 Dec 15; 26(24):2647-52.
11. Neto T, Freitas SR, Marques M, Gomes L. Effects of lower body quadrant neural mobilization in healthy and low back pain populations: A systematic review and meta-analysis. *Musculoskelet Sci Pract.* 2017 Feb; 27:14-22.
12. López López L, Torres JR, Rubio AO. Effects of neurodynamic treatment on hamstrings flexibility: A systematic review and meta-analysis. *Phys Ther Sport.* 2019 Nov; 40:244-250.

13. Kornberg C, Lew P. The effect of stretching neural structures on grade one hamstring injuries. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1989; 10(12):481-7.
14. Robb A, Sajko S. Conservative management of posterior interosseous neuropathy in an elite baseball pitcher's return to play: a case report and review of the literature. *J Can Chiropr Assoc*. 2009 Dec; 53(4):300-10.
15. Bueno-Gracia E, Pérez-Bellmunt A, Estébanez-de-Miguel E, López-de-Celis C, Shacklock M. Differential movement of the sciatic nerve and hamstrings during the straight leg raise with ankle dorsiflexion: Implications for diagnosis of neural aspect to hamstring disorders. *Musculoskelet Sci Pract*. 2019 Oct; 43:91-95.
16. Sharma S, Balthillaya G, Rao R, Mani R. Short term effectiveness of neural sliders and neural tensioners as an adjunct to static stretching of hamstrings on knee extension angle in healthy individuals: A randomized controlled trial. *Phys Ther Sport*. 2016 Jan; 17:30-7
17. Castellote-Caballero Y, Valenza MC, Martín-Martín L, Cabrera-Martos I, Puentedura EJ, Fernández-de-Las-Peñas C. Effects of a neurodynamic sliding technique on hamstring flexibility in healthy male soccer players. A pilot study. *Phys Ther Sport*. 2013 Aug;14 (3):156-62.
18. Pagare VK, Ganacharya PM, Sareen A, Palekar TJ. Effect of neurodynamic sliding technique versus static stretching on hamstring flexibility in football players with short hamstring síndrome. *Journal of musculoskeletal research*, 2014, 17(2)
19. Areedomwong P, Oatyimprai K, Pathumb S. A Randomised, Placebo-Controlled Trial of Neurodynamic Sliders on Hamstring Responses in Footballers with Hamstring Tightness. *Malays J Med Sci*. 2016 Nov;23(6):60-69.
20. Ben Curtis, Tim Retchford, Kinda Khalaf, Herbert F. Jelinek. Acute Effects of Neural Mobilization and Static Hamstring Stretching on Multi-joint Flexibility in a Group of Young Adults. *J Nov Physiother* 2016, 6:1
21. Pietrzak M, Vollaard NBJ. Effects of a Novel Neurodynamic Tension Technique on Muscle Extensibility and Stretch Tolerance: A Counterbalanced Crossover Study. *J Sport Rehabil*. 2018 Jan 1;27(1):55-65.

22. Waldhelm A, Gacek M, Davis H, Saia C, Kirby B. Acute effects of neural gliding on athletic performance. *Int J Sports Phys Ther.* 2019 Jul;14(4):603-612.
23. Ridder R, De Blaiser C, Verrelst R, De Saer R, Desmet A, Schuermans J. Neurodynamic sliders promote flexibility in tight hamstring syndrome. *Eur J Sport Sci.* 2020 Aug;20(7):973-980.
24. Satkunskiene D, Khair RM, Muanjai P, Mickevicius M, Kamandulis S. Immediate effects of neurodynamic nerve gliding versus static stretching on hamstring neuromechanical properties. *Eur J Appl Physiol.* 2020 Sep;120(9):2127-2135.
25. Balcı A, Ünüvar E, Akinoğlu B, Kocahan T. The effect of different neural mobilization exercises on hamstring flexibility and functional flexibility in wrestlers. *J Exerc Rehabil.* 2020 Dec 28;16(6):503-509.
26. Pereira A, Teixeira C, Pereira K, Ferreira L, Marques M, Silva AG. Neural Mobilization Short-Term Dose Effect on the Lower-Limb Flexibility and Performance in Basketball Athletes: A Randomized, Parallel, and Single-Blinded Study. *J Sport Rehabil.* 2021 May 25;30(7):1060-1066.
27. Satkunskiene D, Ardekani MMZ, Khair RM, Kutraite G, Venckuniene K, Snieckus A, Kamandulis S. Warm-Up and Hamstrings Stiffness, Stress Relaxation, Flexibility, and Knee Proprioception in Young Soccer Players. *J Athl Train.* 2022 May 1;57(5):485-493.