

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**TRABAJO FIN DE GRADO EN FISIOTERAPIA**



**Título:** “EFECTOS DE LA MOVILIZACIÓN NEURAL DEL CIÁTICO Y ESTIRAMIENTOS ESTÁTICOS ACTIVOS EN NIÑAS DE GIMNASIA RÍTMICA: UN ESTUDIO PILOTO”.

**Autor:** SERRANO JIMÉNEZ, IRENE

**Nº Expediente:** 1629

**Tutor:** LOZANO QUIJADA, CARLOS

**Cotutor:** SEGURA HERAS, JOSÉ VICENTE

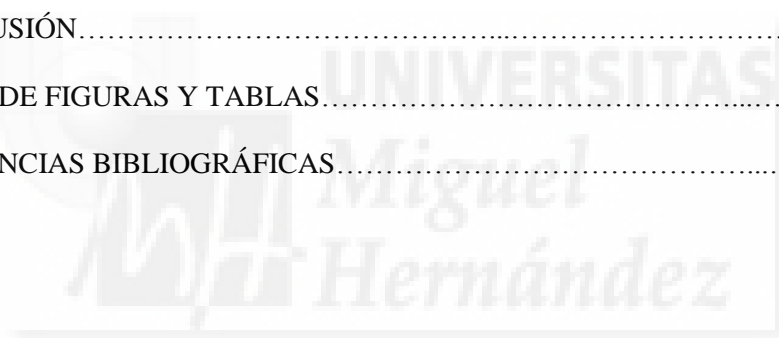
**Departamento y Área:** DEPARTAMENTO DE PATOLOGÍA Y CIRUGÍA. ÁREA DE FISIOTERAPIA.

**Curso académico:** 2018 - 2019

**Convocatoria:** JUNIO

## ÍNDICE

1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.....	Pág.: 1
2. INTRODUCCIÓN.....	Pág.: 2
3. HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	Pág.: 4
4. OBJETIVO.....	Pág.: 4
5. MATERIAL Y MÉTODOS.....	Pág.: 4
5.1. Participantes.....	Pág.: 4
5.2. Medidas de flexibilidad.....	Pág.: 5
5.3. Diseño del estudio y sesiones.....	Pág.: 6
6. RESULTADOS.....	Pág.: 7
7. DISCUSIÓN.....	Pág.: 8
8. CONCLUSIÓN.....	Pág.: 11
9. ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS.....	Pág.: 12
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	Pág.: 15



## 1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

*Introducción:* Los estiramientos son una de las bases esenciales del entrenamiento en gimnasia rítmica debido a su capacidad de incrementar la flexibilidad en sujetos sanos. Sin embargo, existen otras formas de trabajar la flexibilidad, como por ejemplo la neurodinámica. *Objetivo:* Evaluar el efecto de la movilización neural del ciático y de estiramientos estáticos que se provoca en los miembros inferiores de niñas de gimnasia rítmica. *Material y método:* Se reclutaron 15 niñas sanas (edad promedio  $8,4 \pm 1,63$ , rango 6-11) que practican gimnasia rítmica escolar en San Vicente del Raspeig. Se dividieron en 2 grupos de intervención (neurodinámica y estiramientos) mediante un muestreo aleatorizado estratificado según los meses de entrenamiento. Antes y después, se midió el rango de movimiento (ROM) de ambos miembros inferiores con el test Angle Knee Extension (AKE). Los sujetos realizaron los ejercicios propuestos según la asignación de grupo, 3 veces a la semana durante 3 semanas. Los datos se analizaron con el software R x64, versión 3.6.0. *Resultados:* Dado que el p-valor es superior al nivel de significación 0,05 en las variables diferencia (Ddif= 0,64; NDdif= 0,58), no existen diferencias significativas entre grupos. Tras calcular los IC al 95% para la diferencia de medias dentro de cada grupo, observamos un aumento significativo en la pierna no dominante del grupo de neurodinámica (IC= 0,18, 21,32). *Conclusión:* No existen diferencias significativas entre grupos debido a la escasa muestra. Se ha observado un aumento del ROM en ambos grupos, especialmente en el de neurodinámica y en la pierna no dominante.

*Palabras clave:* Test de flexibilidad, isquiotibiales, neurodinámica, estiramientos, niñas, gimnasia rítmica.

*Introduction:* Stretching is one of the essential bases of rhythmic gymnastics training due to its ability to increase flexibility in healthy subjects. However, there are other ways of working flexibility, such as neurodynamics. *Objective:* To evaluate the effect of sciaticá's neural mobilization and static stretching on the lower limbs in rhythmic gymnastics girls. *Methods:* Fifteen healthy girls (average age  $8.4 \pm 1.63$ , range 6-11) practicing school rhythmic gymnastics in San Vicente del Raspeig were recruited.

They were divided into two intervention groups (neurodynamics and stretching) by stratified randomized sampling according to months of training. Before and after, range of motion (ROM) of both lower limbs was measured with the Angle Knee Extension (AKE) test. Subjects performed the proposed exercises according to the group assignment, 3 times a week for 3 weeks. Data were analyzed with the software R x64, version 3.6.0. *Results:* Since p-value is higher than level of significance 0,05 in the difference variables (Ddif= 0,64; NDdif= 0,58), there are no significant differences between groups. After calculating the 95% CI for the mean difference within each group, we observed a significant increase in non-dominant leg of neurodynamic group (CI = 0,18, 21,32). *Conclusion:* There are no significant differences between groups due to the small sample. An increase in ROM has been observed in both groups, especially in neurodynamics and non-dominant leg.

*Keywords:* Flexibility test, hamstring, neurodynamic, stretching, rhythmic gymnastics, children.

## 2. INTRODUCCIÓN

La flexibilidad es la capacidad de desplazar una articulación o una serie de articulaciones a través de una amplitud de movimiento completo, sin restricciones ni dolor. Se encuentra influenciada por músculos, tendones, ligamentos, estructuras óseas, tejido graso, piel y tejido conectivo asociado, es decir, involucra a todo el sistema neuromuscular y osteoarticular (Hernández, 2006). Es de carácter involutivo, ya que disminuye con el paso de los años.

Los factores determinantes de la misma son principalmente dos: la elasticidad muscular (propiedad del músculo de recuperar su forma tras haber sido elongado) y la movilidad articular (capacidad de las articulaciones de desarrollar un arco de recorrido en diferentes planos) (Rodríguez et al., 2000); además de ello, también influyen otros factores intrínsecos y extrínsecos. Los factores intrínsecos los conforma el sistema neuromuscular y osteoarticular, y dentro de los extrínsecos podemos destacar el sexo, la edad, las costumbres sociales, la temperatura ambiente, el calentamiento muscular previo, el grado de cansancio muscular y el grado de flexibilidad trabajado a lo largo de los años (Hernández, 2006). Es importante poseer una flexibilidad normal de los músculos isquiotibiales si

queremos movernos con suavidad, ya que la tensión de los isquiotibiales puede provocar varios problemas como el síndrome de dolor patelofemoral, una basculación pélvica anormal (Reyes et al., 2015), un mayor riesgo de lesiones por distensión de isquiotibiales y unos síntomas de daño muscular tras la ejecución de ejercicio excéntrico (Abbas et al., 2017; Hopper et al., 2005).

Existen diversas formas de trabajar la flexibilidad, como por ejemplo el método de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) (Ayala et al., 2012; Rodríguez et al., 2000), los estiramientos estáticos pasivos y activos (Bandy et al., 1994-1997; Rodríguez et al., 2000), la ejecución de ejercicios excéntricos (Nelson et al., 2004) o la movilización neural (Bonser et al., 2017; Neto et al., 2017; Areeudomwong et al., 2016).

Los estiramientos estáticos se realizan en estado de reposo, por lo que, el gasto energético y la sensación de fatiga es muy baja. Para realizarlos, nos colocaremos en una posición determinada hasta percibir una sensación de tensión en el músculo o grupo muscular; una vez alcanzado tal punto, debemos mantener esa postura durante 18-30 segundos y repetir el proceso 3 veces al día, tiempo suficiente para apreciar cambios en la flexibilidad (Davis et al., 2005; Nelson et al., 2004). El efecto que conseguimos con este tipo de ejercicios es que las estructuras musculares se relajen y mejore la circulación sanguínea (Bandy et al., 1994-1997).

En cuanto a la neurodinámica, consiste en la movilización indirecta del sistema nervioso periférico mediante la aplicación manual de maniobras de deslizamiento y tensión (Butler, 2000). A pesar de ser utilizada mayormente con el fin de valorar y tratar algunos tipos de dolores asociados a alteraciones nerviosas (ej.: síndrome del túnel del carpo, ciática...), se ha demostrado que una de sus aplicaciones clínicas se basa en la limitación del movimiento, como es la rigidez de isquiotibiales (Areeudomwong et al., 2016; Bonser et al., 2017), así como la ganancia de flexibilidad (Neto et al., 2017). Para conseguir un buen resultado no son necesarios más que unos segundos, ya que la prolongación del tiempo y una tensión excesiva puede provocar daños en las estructuras nerviosas (Shacklock, 2007).

Además de evitar futuros problemas musculoesqueléticos, la flexibilidad es una condición esencial en determinados deportes como, por ejemplo, la gimnasia rítmica. Los saltos, equilibrios, giros y ejercicios de flexibilidad constituyen las bases técnicas de este deporte, a lo cual le podemos añadir unos implementos deportivos o “aparatos” como son la pelota, la cuerda, el aro, las mazas y la cinta; esto último requiere un previo conocimiento del manejo del aparato con cualquier parte del cuerpo, también llamado “maestría”. Todo ello debe estar perfectamente coordinado en una coreografía al son de la música (García et al., 2011). Con el fin de mejorar el rendimiento, particularmente la flexibilidad, las gimnastas rítmicas realizan ejercicios de estiramiento, generalmente estáticos (Rodríguez et al., 2000), siendo esto una de las partes esenciales del entrenamiento y de este trabajo.

### **3. HIPÓTESIS DE TRABAJO**

Nuestra hipótesis es que la movilización neurodinámica del nervio ciático puede aumentar la flexibilidad isquiosural respecto a los estiramientos convencionales estáticos en jóvenes gimnastas femeninas.

### **4. OBJETIVO**

Evaluar el efecto de la utilización de técnicas de movilización neural del ciático y de estiramientos estáticos activos que se provoca en la flexibilidad de miembros inferiores en niñas gimnastas sanas.

### **5. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **5.1. Participantes**

Los sujetos que participaron en este estudio fueron 15 niñas (edad promedio  $8,4 \pm 1,63$ , rango 6-11) sanas que practican gimnasia rítmica a nivel escolar en el Patronato Municipal de Deportes de San Vicente del Raspeig, todas ellas entrenadas los mismos días y horas a la semana (martes y jueves, 1 hora

diaria) por las mismas personas y con un plan de entrenamiento común. El lugar de realización de dichas pruebas fue el mismo pabellón, cuyo vestuario disponía de camilla. La recolección de datos se efectuó entre marzo y abril de 2019. (*Tabla 1. Características de las participantes*).

Previa a la realización del ensayo, fue necesaria la elaboración de un Consentimiento Informado, el cual recoge información acerca de la valoración y pruebas a realizar, así como la finalidad de éstas. La participación fue opcional y anónima, y aquellos padres/madres/tutores legales que accedieron a formar parte, debieron rellenar los datos requeridos.

## 5.2. Medidas de flexibilidad

Se realizó una valoración inicial de la flexibilidad en ambos miembros inferiores con el Angle Knee Extension Test (AKE test) (Davis et al., 2008; Neto et al., 2015-2017; Quintana et al., 2008; Sharma et al., 2016) al comienzo del estudio, y otra final en la última sesión de tratamiento, siempre previo al entrenamiento.

Para una medición correcta es importante tener en cuenta la posición de la cadera, pues al colocarnos en supino y elevar la pierna, la cadera se posiciona en retroversión, disminuyendo la tensión de la musculatura isquiotibial y, por tanto, aumentando significativamente los grados de extensión de rodilla en comparación con la posición neutra o con la anteversión (Sullivan et al., 1992). Por ello y para mantener la lordosis fisiológica, colocamos una toalla en la columna lumbar y pedimos que mantuviesen la pierna a examinar en una posición de 90° de cadera; para facilitar el ejercicio se ayudaron de sus brazos, sujetando su pierna por la zona proximal del hueco poplíteo, sin levantar los hombros del suelo ni realizar compensaciones con la zona cervical; esto nos sirvió como medida estándar para todos los sujetos. A continuación, colocamos un inclinómetro de mano en la parte anterior de la tibia, concretamente distal a la tuberosidad tibial (Boyd, 2012; O'Connor et al., 2019; Reyes et al., 2015; Winslow, 2014). Dicha prueba se repitió y midió 3 veces, cada una de ellas hasta sentir la tensión de la musculatura isquiotibial, y tras ello, calculamos el promedio de todas las mediciones. Cabe destacar que la medición comienza a partir de los 90° de flexión de rodilla (90° flexión = 0° inclinómetro).

### 5.3. Diseño de estudio y sesiones

Dividimos a las niñas en 2 grupos mediante un muestreo aleatorizado estratificado según los meses de entrenamiento; las gimnastas del grupo 1 ( $n = 7$ ) realizaron estiramientos estáticos activos de la musculatura isquiotibial, mientras que las del grupo 2 ( $n = 8$ ) realizaron ejercicios dinámicos de movilización neural del ciático. Ambos ejercicios se enseñaron previamente y fueron realizados siempre bajo supervisión para asegurar la correcta ejecución del ejercicio. Al no existir grupo control, nos encontramos ante un estudio piloto no controlado. En el diagrama de flujo adjunto, el color naranja representa el grupo de estiramientos, mientras que el color verde simboliza el grupo de neurodinámica (*Figura 1. Diagrama de flujo del diseño del estudio*).

El estiramiento estático se realizó de forma activa; esto significa que, debido a la activación isométrica de la musculatura agonista al movimiento (cuádriceps), sucede un estiramiento de la musculatura antagonista (isquiotibiales), y a su vez una mejora en la coordinación muscular de ambos grupos musculares (Ayala et al., 2012). La realización de los estiramientos fue de 3 repeticiones de 30 segundos manteniendo una posición de flexión de cadera, extensión de rodilla y flexión dorsal de tobillo, con un descanso de 30 segundos entre series. Se realizó de manera bilateral.

Los ejercicios de movilización del nervio ciático se realizaron en sedestación, con flexión de tronco o depresión torácica y con las manos unidas detrás de la espalda, a la altura del sacro. Desde esta posición, efectuaron movimientos alternos de extensión cervical + flexión dorsal de tobillo + extensión de rodilla y flexión cervical + flexión plantar de tobillo + flexión de rodilla (Castellote-Caballero et al., 2013). Dichos movimientos fueron ejecutados activamente durante 60 segundos (velocidad de 1 segundo en cada posición, o sea, 2 segundos en cada movimiento completo) y repetidos 3 veces con cada pierna, con un descanso de 60 segundos entre repeticiones.

Con el fin de estandarizar las pruebas, tanto los estiramientos como los ejercicios de neurodinámica se realizaron antes de los entrenamientos de gimnasia rítmica y un día adicional, sumando un total de 3 veces a la semana durante un periodo de 3 semanas. Se tomaron las medidas de



flexibilidad al inicio de la ejecución de las pruebas y 3 semanas después, al acabar la última semana de ejercicios.

Las variables cuantitativas se han resumido mediante la media y la desviación típica. Se ha comprobado la hipótesis de normalidad con el test de Shapiro-Wilk. Se ha comprobado la igualdad de varianzas con el test F y se ha recurrido a un test t para muestras independientes con varianzas iguales para contrastar la igualdad de medias en ambos grupos, tanto para la pierna dominante, como para la no dominante. Se ha calculado el intervalo de confianza al 95% para la diferencia de medias (final-inicial) para cada grupo y tipo de pierna. Para todos los contrastes se ha utilizado un nivel de significación de 0,05. Los análisis se han realizado con el paquete de software libre R, v. 3.6.0.

## 6. RESULTADOS

Los datos recogidos en la valoración inicial (*Tabla 2. Datos de flexibilidad recogidos mediante el AKE test*) nos indican que ninguna de las niñas presentaba acortamiento isquiosural en ninguno de sus miembros inferiores (valor  $<30^\circ$  AKE) (Bandy et al., 1994; Quintana et al., 2008); en cambio, un 73,33% del total de niñas presentó una flexibilidad superior a la media de su edad en los músculos isquiotibiales de su miembro dominante, y un 40% del total de su miembro no dominante. El ángulo medio de extensión de rodilla obtenido del total de ambos grupos y miembros fue de  $53,22^\circ$  (valor  $>50^\circ$  AKE) (Katz et al., 1992). Recordamos que estamos suponiendo  $90^\circ$  de flexión de rodilla como inicio de medida.

Como dato adicional, destacamos la dominancia del miembro izquierdo en un 53,33% del total (57,14% en el grupo de estiramientos y 50% en el grupo de neurodinámica) y del derecho en un 46,66% del total (42,85% en el grupo de estiramientos y 50% en el grupo de neurodinámica).

Tras comprobar la normalidad (asociada al test Shapiro Wilk) de cada variable diferencia ( $Df - Di = \underline{Ddif}$ ;  $NDf - NDi = \underline{NDdif}$ ) en cada uno de los grupos, hemos comprobado que, dado que el p-valor es superior al nivel de significación ( $p > 0,05$ ) en ambos grupos y variables, no podemos rechazar la hipótesis nula y, por tanto, no existen diferencias significativas entre grupos; de esta forma, podemos

considerar las varianzas como iguales (*Tabla 3. Resultados t-test para muestras independientes con varianzas iguales ( $p > 0,05$ )*). Al calcular los intervalos de confianza al 95% (*Tabla 4. Intervalos de confianza al 95%*), observamos que el intervalo de ambas variables del grupo 1 (estiramientos) engloban el valor 0, lo que significa que no se ha producido un incremento/decremento significativo del valor de la variable. Sin embargo, en el grupo 2 (neurodinámica) encontramos unos resultados diferentes. La variable diferencia del miembro dominante (Ddif) no ha sufrido cambios significativos, en cambio, en el miembro no dominante (NDdif) sí se observa un aumento significativo del valor de la variable al no englobar el intervalo el valor 0 (IC 95% = (0,18, 21,32)).

En ambos grupos se ha observado una diferencia mayor de mejora en el miembro no dominante (Grupo 1: Ddif = 4,76, NDdif = 7; Grupo 2: Ddif = 8; NDdif = 10,75) (*Figura 2. Gráfica valoración de la pierna dominante; Figura 3. Gráfica valoración de la pierna no dominante*).

## 7. DISCUSIÓN

Los datos recogidos tanto al inicio como al final de los ejercicios muestran que gran parte de las niñas poseen una flexibilidad de isquiotibiales superior a las niñas de su misma edad. La media estándar de la prueba de extensión de rodilla (manteniendo la cadera en 90° de flexión y suponiendo la flexión de rodilla a 90° como inicio de medida) en niñas de 5 años o más es de 26°, siendo considerados normales los valores comprendidos en un rango de 0-50° (Katz et al., 1992), mientras que en los datos recogidos en nuestro estudio, en ambos grupos y miembros, la media ha sido de 53,22°. Esta diferencia puede deberse a que las niñas practican gimnasia rítmica, deporte cuyo entrenamiento está compuesto en gran medida por ejercicios de flexibilidad (García et al., 2011).

En cuanto a los estiramientos, existen diversas opiniones acerca de la efectividad de los diferentes tipos existentes a la hora de trabajar la flexibilidad, así como sus tiempos de duración y su dosificación. Según autores, realizar un estiramiento estático de 30 segundos, 3-5 veces a la semana durante 4-8 semanas es suficiente para mejorar la flexibilidad de isquiotibiales en jóvenes sanos (Ayala et al., 2008; Ramírez et al., 2006), lo cual evita el acortamiento isquiotibial, causa frecuente de lesiones

musculares en deportistas (Castellote-Caballero et al., 2014). No obstante, si mantuviésemos 60 segundos la posición y realizásemos 3 veces el estiramiento, no encontraríamos una mejora mayor que si lo hacemos durante 18-30 segundos y repitiéndolo 3 veces (Bandy et al., 1994-1997), es decir, tiempo y flexibilidad no se consideran factores directamente proporcionales.

Otros autores no descartan la utilización de otras técnicas como la FNP (Ayala et al., 2012; Rodríguez et al., 2000), los ejercicios excéntricos (Nelson et al. 2004) o la movilización neural (Areudomwong et al. 2016; Bonser et al. 2017) para la mejora de dicha condición física. Poniendo en cuestión lo mencionado, un estudio demuestra que, utilizando un mismo programa para la FNP, autoestiramientos activos y estiramientos estáticos, dosificados en 1 repetición durante 30 segundos y 3 días a la semana, es insuficiente para la mejora de flexibilidad utilizando FNP y autoestiramientos activos, pero suficiente realizando estiramientos estáticos (Davis et al., 2005; Nelson et al., 2004). A pesar de que tanto el estiramiento estático activo como el pasivo afectan por igual a las propiedades mecánicas y neurológicas de la unidad músculo-tendinosa, provocando un incremento de la flexibilidad (Ayala et al., 2012), es más recomendable realizarlos de manera activa, pues presentan ventajas que no poseen los pasivos, como por ejemplo el control activo de la lordosis lumbar y anteversión pélvica o la activación del reflejo de inhibición recíproca, lo que provoca un aumento en la longitud del músculo, a diferencia de las técnicas pasivas que inhiben el umbral de excitación del reflejo miotático, provocando un efecto negativo sobre el rendimiento deportivo (Ayala et al., 2008).

Por otra parte, en la actualidad continúa sin haber evidencia suficiente acerca de los controles deslizantes neurodinámicos activos sobre la adecuada dosis de carga utilizada (intensidad y duración), el número de repeticiones y el número de sesiones utilizadas en poblaciones sanas como con patología (Neto et al., 2017); sin embargo, encontramos varias formas posibles de utilización: según la experiencia clínica y sugerencias de autores, 60s y 5 repeticiones durante 3 días alternos es el tiempo necesario para observar cambios en la flexibilidad a corto plazo (Butler, 2000; Castellote-Caballero et al., 2013), lo cual fue respaldado y complementado aumentando 3 veces el número de sesiones durante días alternos a lo largo de una semana (Castellote-Caballero et al., 2014); esto contrasta con lo aplicado en un inicio, cuyos parámetros eran 3 series con incremento de repeticiones (10, 15 y 20) manteniendo un segundo

la posición final y suponiendo una velocidad de 2 segundos en cada movimiento completo (Shacklock, 2007). Las repeticiones para series subsiguientes fueron gradualmente aumentando para asegurar la tolerancia de los participantes y para minimizar cualquier respuesta adversa al movimiento (Sharma et al., 2016). Otra variable que se experimentó fue la combinación de técnicas de estiramiento y de ejercicios de deslizamiento neurodinámico o de estiramiento junto a posiciones de tensión neural, concluyendo que los deslizadores y los tensores neurales son eficaces para aumentar la flexibilidad de los isquiotibiales como complemento del estiramiento estático en comparación con el estiramiento estático solo (Sharma et al., 2016).

Independientemente del tiempo de aplicación de cada técnica, se ha defendido la presencia de una “teoría sensorial”, la cual explica que el aumento de extensibilidad tras el estiramiento resulta de los cambios en la sensación de percepción del dolor del sujeto y no de la afectación de las propiedades mecánicas del músculo (Castellote-Caballero et al., 2013), opinión que también respaldan autores en cuanto a la neurodinámica (Butler, 2000; Shacklock, 2007); es decir, tanto los estiramientos como la neurodinámica provocan un cambio en la percepción del dolor, y por ello tras su realización se observan cambios en la flexibilidad.

Con respecto a este estudio y tras analizar los resultados obtenidos (*Tabla 2. Datos de flexibilidad recogidos mediante el AKE test*), observamos que no hay diferencias significativas entre grupos, dado que ambos han incrementado su flexibilidad (*Tabla 3. Resultados t-test para muestras independientes con varianzas iguales ( $p > 0,05$ )*); no obstante, sí encontramos diferencias estadísticamente significativas entre los valores de inicio y fin de la pierna no dominante del grupo de neurodinámica (*Tabla 4. Intervalos de confianza al 95%*), lo cual respaldan autores como Abbas et al., 2017 y Castellote-Caballero et al., 2014 en sus ensayos clínicos. En cambio, según la revisión realizada por Bonser et al., 2017, algunos autores como Vidhi et al., 2014, defienden la utilización de estiramientos como método más efectivo para el incremento de la flexibilidad en pacientes sanos, incluso por delante de la movilización neurodinámica.

Llama la atención que la pierna no dominante tenga inicialmente valores de flexibilidad menores con respecto a la dominante y que finalmente se observe un incremento mayor que en la contraria. Esto

nos lleva a plantearnos dos cuestiones: 1) la pierna no dominante parece tener menos flexibilidad que la dominante; 2) cuanta menor flexibilidad tenga la musculatura, mayor margen de mejora habrá.

En cualquier caso, es necesario continuar con la investigación dentro de este ámbito con el fin de que futuros trabajos puedan constatar datos más precisos con una muestra mayor, tanto para responder a las cuestiones anteriores como para obtener diferencias significativas entre grupos, o incluso para formar un grupo control con el que se pueda evaluar la efectividad de los dos grupos de intervención con respecto a la normalidad. Además de ello, la posición neutra del pie en el test aplicado ha sido considerada una variable no controlada debido a la dificultad a la hora de medir y controlar diferentes estructuras una misma persona en un mismo momento como la flexión de cadera y las compensaciones de la columna cervical y hombros. Esto junto a lo mencionado al principio del párrafo y a la presencia de sesgos, dentro de los cuales destacamos el sesgo del observador al no haber enmascaramiento, ha supuesto una limitación en el desarrollo de este estudio piloto.

## 8. CONCLUSIÓN

No existen diferencias entre grupos debido a la escasa muestra disponible, pero sí que encontramos diferencias estadísticamente significativas entre los valores de inicio y fin de la pierna no dominante del grupo de neurodinámica, lo que nos lleva a pensar que el aumento del ROM puede ir relacionado con el grado de acortamiento de la musculatura y que el deslizamiento neural del nervio ciático es una técnica más eficaz y que supone menor esfuerzo físico que los estiramientos activos.

Es necesario continuar con la investigación dentro de este ámbito con el fin de pautar unas dosis determinadas que demuestren la efectividad de ambas técnicas, corregir las limitaciones presentes, responder las nuevas cuestiones que han surgido, y sobre todo incorporar una nueva técnica para dar solución a uno de los factores predisponentes de lesiones como es el acortamiento de la musculatura posterior del miembro inferior.

Así mismo, el trabajo del equipo multidisciplinar y especializado sería de gran utilidad para controlar otros elementos como son la respiración durante la ejecución de los ejercicios, el factor psicológico asociado y las pautas de entrenamiento en el caso de deportistas.

## 9. ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS

Tabla 1. Características de las participantes.

CARACTERÍSTICAS DE LAS PARTICIPANTES (n = 15)	
VARIABLES	VALORES (mean ± SD)
Edad (años)	8,4±1,63 años
Altura (cm)	132,87±11,52 cm
Peso (kg)	31,06±7,77 kg
Tiempo de entrenamiento (meses)	7±5,05 meses

Tabla 2. Datos de flexibilidad recogidos mediante el AKE test.

	Di(°)	Df(°)	NDi(°)	NDf(°)
<b>Grupo 1</b> (estiramientos)	56,47±10,88	61,23±10,40	48,57±9,66	56,09±8,56
<b>Grupo 2</b> (neurodinámica)	56,91±10,63	63,91±6,37	50,75±11,56	61,50±8,67

**Di:** Valoración inicial pierna dominante.

**NDi:** Valoración inicial pierna no dominante.

**Df:** Valoración final pierna dominante.

**NDf:** Valoración final pierna no dominante.

Tabla 3. Resultados t-test para muestras independientes con varianzas iguales ( $p > 0,05$ ).

	<i>Ddif p-valor</i>	<i>NDdif p-valor</i>
<i>Grupo 1 vs Grupo 2</i>	0,64	0,58

**Ddif:** Diferencia total pierna dominante.

**NDdif:** Diferencia total pierna no dominante.

Tabla 4. Intervalos de confianza al 95%.

	<b>Ddif IC 95%</b>	<b>NDdif IC 95%</b>
Grupo 1	(-2,47, 11,99)	(-1,16, 16,20)
Grupo 2	(-1,68, 15,68)	(0,18, 21,32)

**Ddif:** Diferencia total pierna dominante.

**NDdif:** Diferencia total pierna no dominante.

Figura 1. Diagrama de flujo del diseño del estudio.

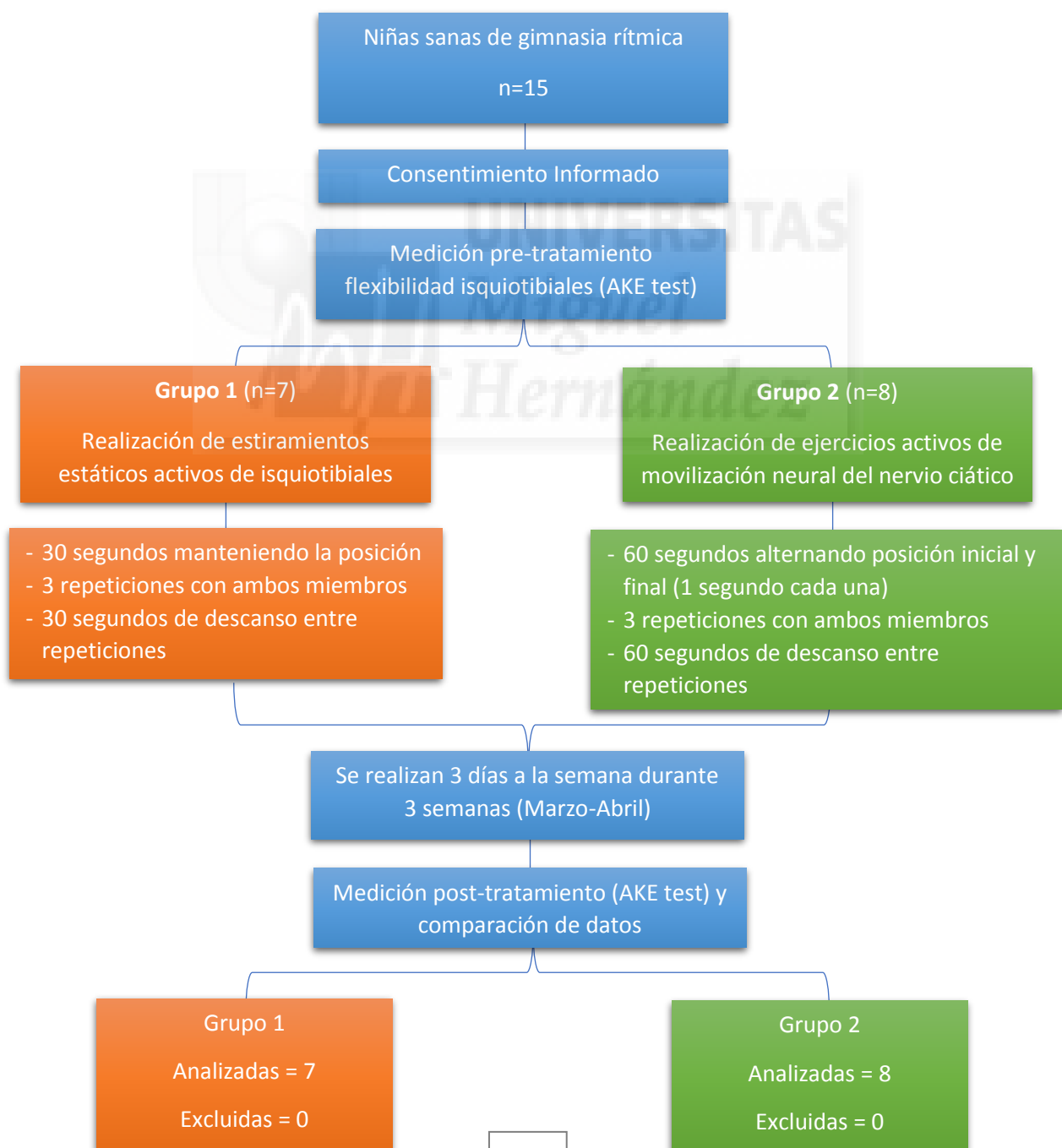


Figura 2. Gráfica valoración de la pierna dominante.

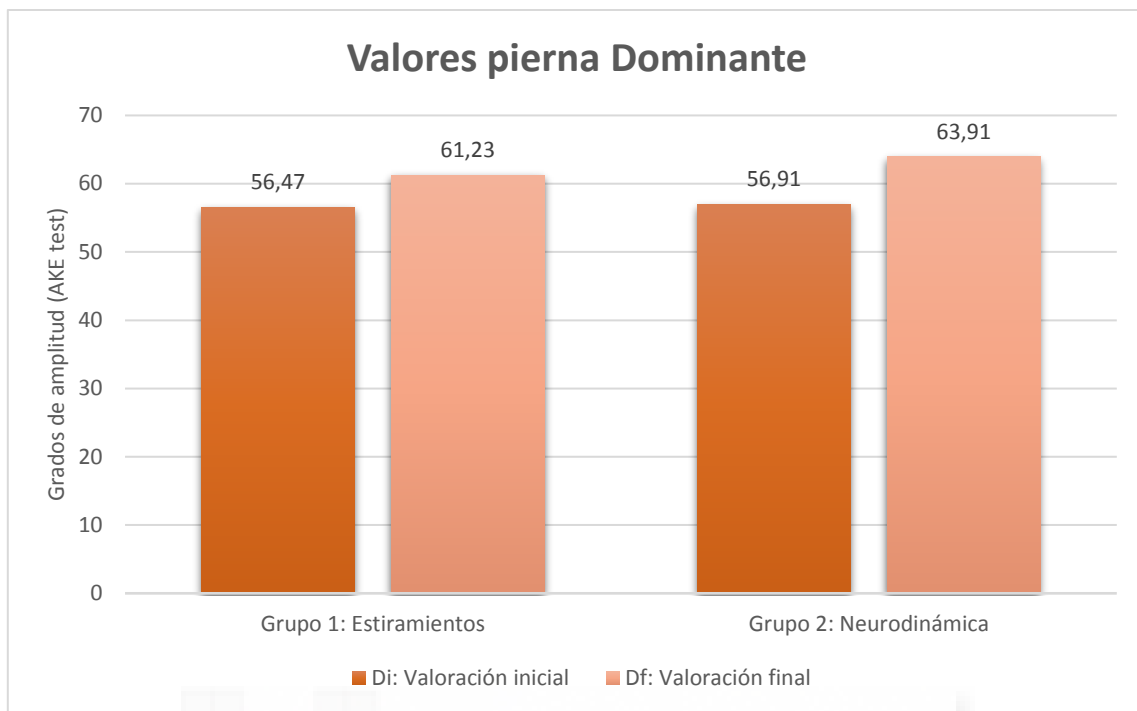
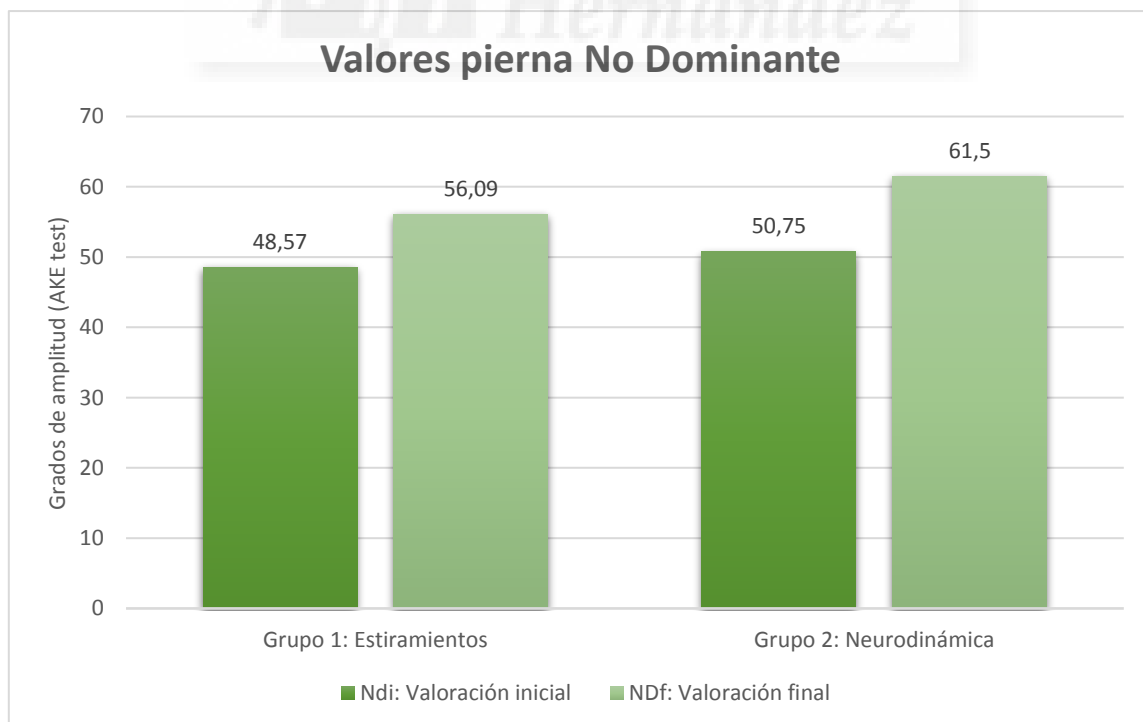


Figura 3. Gráfica valoración de la pierna no dominante.





## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbas M, Salman Bashir M, Noor R. A comparative study of dynamic soft tissue mobilization vs. passive stretching technique to improve the flexibility of hamstrings in cricket players. *J Pak Med Assoc.* 2017;67(5). Disponible en: <https://jpma.org.pk/PdfDownload/8205>
- Areudomwong P, Oatymprai 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. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28090180>
- Ayala F, Sainz de Baranda P. Effect of duration and technique of hamstring stretching on hip flexion range of motion. *CCD.* 2008;3(8):93-99. Disponible en: <http://ccd.ucam.edu/index.php/revista/article/view/158/149>
- Ayala F, Sainz de Baranda P, Cejudo A. El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento. *Rev Andal Med Deporte.* 2012;5(3):105-112. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3233/323327671004.pdf>
- Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther.* 1994;74(9):845-50. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8066111>
- Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther.* 1997;77(10):1090-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9327823>
- Bonser RJ, Hancock CL, Hansberger BL, LOUSCH RA, Stanford EK, Zeigel AK et al. Changes in Hamstring Range of Motion After Neurodynamic Sciatic Sliders: A Critically Appraised Topic. *J Sport Rehabil.* 2017 Jul;26(4):311-315. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27632844>

Boyd BS. Measurement properties of a hand-held inclinometer during straight leg raise

neurodynamic testing. *Physiotherapy*. 2012 Jun;98(2):174-9. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22507369>

Butler, D. *The sensitive nervous system*. 1º edición. Australia: Orthopedic Physical Therapy; 2000.

Castellote-Caballero Y, Valenza MC, Martín-Martín L, Cabrera-Martos I, Puenteadura 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. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23142014>

Castellote-Caballero Y, Valenza MC, Puenteadura EJ, Fernández-de-Las-Peñas C, Alburquerque-

Sendín F. Immediate Effects of Neurodynamic Sliding versus Muscle Stretching on Hamstring

Flexibility in Subjects with Short Hamstring Syndrome. *J Sports Med*. 2014;2014:127471.

Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26464889>

Davis DS, Ashby PE, McCale KL, McQuain JA, Wine JM. The effectiveness of 3 stretching

techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *J Strength Cond Res*.

2005 Feb;19(1):27-32. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15705041>

Davis DS, Quinn RO, Whiteman CT, Williams JD, Young CR. Concurrent validity of four clinical

tests used to measure hamstring flexibility. *J Strength Cond Res*. 2008 Mar;22(2):583-8.

Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18550977>

García Y, Estupiñán M. Manual de consulta para las entrenadoras de Gimnasia Rítmica de las áreas

deportivas municipales. *EFDeportes.com* [Revista Digital]. 2011;16(159). Disponible en:

<https://www.efdeportes.com/efd159/manual-para-las-entrenadoras-de-gimnasia-ritmica.htm>

Hernández PE. *Flexibilidad: Evidencia Científica y Metodología del Entrenamiento*. PubliCE. 2006;0.

Disponible en: [https://g-se.com/flexibilidad-evidencia-cientifica-y-metodologia-del-](https://g-se.com/flexibilidad-evidencia-cientifica-y-metodologia-del-entrenamiento-789-sa-S57cfb27185532)

[entrenamiento-789-sa-S57cfb27185532](https://g-se.com/flexibilidad-evidencia-cientifica-y-metodologia-del-entrenamiento-789-sa-S57cfb27185532)

Hopper D, Deacon S, Das S, Jain A, Riddell D, Hall T, Briffa K. Dynamic soft tissue mobilisation increases hamstring flexibility in healthy male subjects. *Br J Sports Med* 2005;39:594–598.

Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1725327/pdf/v039p00594.pdf>

Katz K, Rosenthal A, Yosipovitch Z. Normal ranges of popliteal angle in children. *J Pediatr Orthop*.

1992 Mar-Apr;12(2):229-31. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1552027>

Nelson RT, Bandy WD. Eccentric Training and Static Stretching Improve Hamstring Flexibility of High School Males. *J Athl Train*. 2004 Jul-Sep; 39(3): 254–258. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC522148/>

Neto T, Freitas SR, Marques M, Gomes L, Andrade R, Oliveira R. 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. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28637597>

Neto T, Jacobsohn L, Carita AI, Oliveira R. Reliability of the Active-Knee-Extension and Straight-Leg-Raise Tests in Subjects With Flexibility Deficits. *J Sport Rehabil*. 2015 Dec 3;24(4).

Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25364856>

O'Connor S, McCaffrey N, Whyte EF, Fop M, Murphy B, Moran KA. Is Poor Hamstring Flexibility a Risk Factor for Hamstring Injury in Gaelic Games? *J Sport Rehabil*. 2019 Feb 14:1-5. Disponible

en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30040025>

Quintana E, Albuquerque F. Evidencia científica de los métodos de evaluación de la elasticidad de la musculatura isquiosural. *Osteopatía Científica*. 2008;3(3):91-141. Disponible en:

<http://www.elsevier.es/es-revista-osteopatia-cientifica-281-articulo-evidencia-cientifica-los-metodos-evaluacion-13131206>

Ramírez C, Dallos DC, Montañez C. Tiempo y frecuencia de aplicación del estiramiento muscular estático en sujetos sanos: una revisión sistemática. *SaludUIS* 2006;38:209-220. Disponible en:

[revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/download/516/847/](http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/download/516/847/)

Reyes JF, Ribeiro A. Influence of Hamstring Tightness in Pelvic, Lumbar and Trunk Range of

Motion in Low Back Pain and Asymptomatic Volunteers during Forward Bending. Asian Spine

Journal 2015;9(4):535-540. Disponible en:

<https://www.asianspinejournal.org/journal/view.php?doi=10.4184/asj.2015.9.4.535>

Rodríguez PL, Santonja F. Stretching in the physical-sport practice. Revista española e iberoamericana

de medicina de la educación física y el deporte. 2000;9(4):191-205. Disponible en:

<https://www.um.es/univefd/estirar.pdf>

Santonja FM, Sainz De Baranda P, Rodríguez PL, López PA, Canteras M. Effects of frequency of

static stretching on straight-leg raise in elementary school children. J Sports Med Phys Fitness.

2007 Sep;47(3):304-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17641597>

Shacklock M. Neurodinámica clínica. 1º edición. Madrid: Elsevier España; 2007.

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. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26482098>

Sullivan MK 1, DeJulia JJ, Worrell TW. Effect of pelvic position and stretching method on hamstring

muscle flexibility. Med Sci Sports Exerc. 1992 Dec;24(12):1383-9. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1470022>

Winslow J. Treatment of lateral knee pain using soft tissue mobilization in four female triathletes. Int J

Ther Massage Bodywork. 2014 Sep 3;7(3):25-31. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4145001/pdf/ijtmb-7-25.pdf>