

Efecto a corto plazo de la técnica de deslizamiento neurodinámico sobre la flexibilidad de los músculos isquiosurales en futbolistas universitarios: un estudio piloto de ensayo clínico aleatorizado

Short-term effect of the neurodynamic sliding technique on the flexibility of the hamstring muscles in college soccer player: A pilot randomized clinical trial

Fabio Ciurlizza Escobar, Giancarlo Becerra-Bravo, Sergio Bravo-Cucci
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (Perú)

Resumen. El objetivo del estudio fue determinar el efecto a corto plazo de las técnicas de deslizamiento neurodinámico (TDN) en la flexibilidad de los músculos isquiosurales (IS) de futbolistas universitarios. El estudio corresponde a un estudio piloto de ensayo clínico aleatorizado a doble ciego. Participaron 16 futbolistas universitarios. La intervención fue la TDN para miembros inferiores y los controles recibieron terapia placebo. La variable de resultado fue la Flexibilidad Isquiosural Máxima (FIM) usando la prueba de la elevación de la pierna con la rodilla extendida; antes, al finalizar la intervención y luego de 15 minutos. Se consideró el tamaño de efecto mediante la *d* de Cohen. Para los resultados incluimos 16 sujetos y 32 miembros inferiores: no se encontraron diferencias significativas en la línea de base entre el GC y GE según edad, grupo de carrera, semestre cursado, tiempo de práctica del deporte, horas de practica a la semana, posición de juego, dominancia ni FMI. En el análisis estadístico de la Flexibilidad Isquiosural Máxima (FIM) se empleó la prueba *t* de Student para muestras independientes, mostrando que el Grupo Experimental (GE) incrementó la flexibilidad con una media de $18,2 \pm 10,2^\circ$ en comparación al Grupo Control (GC) con una media de $1,8 \pm 8^\circ$. La diferencia significativa fue de $16,4^\circ$ (IC95%: $9,8 - 20,1^\circ$, $p < 0,001$). Se empleó la *d* de Cohen para el tamaño del efecto, obteniendo un valor de 1,8 (IC95%: $1 - 2,6$), indicando un efecto grande. El Número Necesario para Tratar (NNT) fue de 1,6 para una mejora de $\geq 10^\circ$ en la flexibilidad. Se concluye que la TDN es efectiva en la flexibilidad a corto plazo de los músculos isquiosurales.

Palabras Clave: Deslizamiento Neurodinámico, Futbolistas Universitarios, Flexibilidad muscular, Músculos Isquiosurales, Técnica de Movilización Neural, Deporte.

Abstract. The aim of the study was to determine the short-term effect of neurodynamic sliding techniques (NST) on the flexibility of the hamstring muscles (HMF) in college soccer players. The study corresponds to a double-blind randomized clinical trial pilot study. Sixteen college soccer players participated. The intervention was NST for the lower limbs, and the controls received a sham therapy. The outcome variable was the HMF using the straight leg raise test; before, after the intervention, and 15 minutes later. The effect size was considered through Cohen's *d*. For the results, we included 16 subjects and 32 lower limbs: no significant differences were found at baseline between the control group and experimental group based on age, career group, semester, time of sports practice, hours of practice per week, playing position, dominance or HMF. In the statistical analysis of the Maximum Hamstring Flexibility (MHF), Student's *t*-test for independent samples was used, showing that the experimental group (EG) increased flexibility with an average of $18.19 \pm 10.17^\circ$ compared to the control group (CG) with an average of $1.75 \pm 8.03^\circ$. The significant difference was 16.42° (95% CI: $9.82 - 20.05^\circ$, $p < 0.001$). Cohen's *d* was used for the effect size, obtaining a value of 1.79 (95% CI: $0.96 - 2.61$), indicating a large effect. The Number Needed to Treat (NNT) was 1.6 for an improvement of $\geq 10^\circ$ in flexibility. It is concluded that the NST is effective in short-term flexibility of the hamstring muscles.

Keywords: Neurodynamic Sliding, College Soccer Players, Muscle Flexibility, Hamstring Muscles, Neural Mobilization Technique, Sports.

Fecha recepción: 19-09-22. Fecha de aceptación: 24-06-23

Sergio Bravo-Cucci
pctfsbra@upc.edu.pe

Introducción

La neurodinamia, técnica que se enfoca en la movilización de un nervio potencialmente afectado en su función y que consta de una secuencia específica de movimiento, ha demostrado ser efectiva en el aumento de la flexibilidad de los músculos isquiosurales en deportes como el fútbol (Bartlett et al., 2016; Neto et al., 2017; Castellote-Caballero et al., 2013; Mhatre et al., 2013; Areudomwong et al., 2016; Horment-Lara et al., 2016; Espejo-Antúnez et al., 2019).

En el fútbol, existe una alta prevalencia de lesiones de los IS, llegando a ser el músculo más lesionado, alcanzando hasta el 16.3% de todas las lesiones deportivas (Jones et al., 2019). Estas lesiones implican tiempo de inactividad para los jugadores y altos costos de rehabilitación (Erickson & Sherry, 2017; Hickey et al., 2014). Por ello, es fundamental investigar técnicas que puedan prevenir o mitigar estas lesiones, particularmente las técnicas de deslizamiento

neurodinámico que podrían ser más efectivas que las tradicionales técnicas de estiramiento (López, 2019).

Aunque existen diferentes enfoques para tratar la flexibilidad de los IS (Kang et al., 2023; Rudisill et al., 2023; Cayco et al., 2019; Medeiros et al., 2016), es importante centrar la atención en el efecto agudo de la neurodinamia en estos músculos (López, 2019). Ello en consideración a que los jugadores de fútbol están expuestos a una alta demanda de trabajo de los IS durante su temporada regular, y cualquier mejora en su flexibilidad podría tener un impacto significativo en la prevención de lesiones. Sin embargo, debemos tener en cuenta que la prueba de Elevación de la Pierna Recta (EPR), que se utiliza habitualmente para evaluar la flexibilidad de los isquiosurales, también mide la extensibilidad del nervio ciático. Por tanto, si bien se utiliza el EPR como un indicador de la flexibilidad de los músculos isquiosurales esta prueba también evalúa la mecanosensibilidad del nervio ciático.

La literatura científica ofrece cierta evidencia sobre los efectos agudos de la neurodinamia en la flexibilidad. Se ha demostrado que las técnicas de deslizamiento neural son efectivas sobre los estiramientos en ganancia de ROM y disminución del dolor (Areudomwong et al., 2016; Bonser et al., 2017; Castellote-Caballero et al., 2013, 2014; Dilley et al., 2008; Neto et al., 2017; Sharma et al., 2016), lo cual podría deberse al menor estrés realizado sobre la estructura durante la aplicación de dichas técnicas, lo que propiciaría una menor respuesta defensiva de las estructuras neuromusculares (Horment-Lara et al., 2016).

No obstante, aún persisten discrepancias en los estudios existentes y se requiere un estudio más profundo de las técnicas de deslizamiento neurodinámico para verificar sus resultados (Bonser et al., 2017; Castellote-Caballero et al., 2013, 2014; Medeiros et al., 2016; Neto et al., 2017). En ese sentido, se espera proporcionar información útil para mejorar su aplicación en el ámbito práctico.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar los efectos a corto plazo de las técnicas de deslizamiento neurodinámico en la flexibilidad de los músculos isquiosurales en estudiantes sanos y asintomáticos de selección de fútbol de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

Métodos

Tipo de estudio

Se realizó un estudio piloto de ensayo clínico controlado y aleatorizado, doblemente cegado.

Se incluyeron dos grupos: uno experimental, que recibió la intervención con deslizamiento neurodinámico, y otro de control, que recibió un placebo a través de Terapia placebo. Se utilizó un modelo de cegamiento a los sujetos y evaluadores.

Población y muestra

La población fueron los seleccionados de fútbol de Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas de Lima-Perú, que cumplieron los criterios de selección: sexo masculino de la selección de fútbol entre 18 y 26 años, estudiante matriculado en el semestre de la evaluación, aceptar participar en el estudio. Se excluyeron a aquellos que tuvieron antecedentes de enfermedades que alteren la función neuromusculoesquelética de miembros inferiores, así como traumatismos y/o lesiones en miembros inferiores en los últimos tres meses.

Para el cálculo del tamaño muestral se utilizó el Software Epidat 4.2. El tipo de cálculo fue para el contraste de hipótesis de comparación de medias independientes, esperando una diferencia de medias a detectar: $9,83^\circ$ en el passive straight leg raise test entre el grupo experimental y control después de la intervención, tomando en cuenta las desviaciones estándar esperadas en el grupo de control y experimental obtenidas en un estudio previo (Castellote-Caballero et al., 2013) donde se encontró, para el grupo experimental, una desviación estándar de 2,51 y para el grupo

de control de 0,630. Se asume un nivel de confianza del 95% y potencia 80%, requiriendo seis sujetos para cada grupo; asumiendo pérdidas, se calculó un tamaño final de ocho sujetos por grupo haciendo un total de 16 miembros inferiores intervenidos y 16 controles. El muestreo fue probabilístico entre los equipos A y B de fútbol; los seleccionados fueron invitados a participar del estudio.

Para el proceso de aleatorización fueron aleatorizados los participantes en dos grupos: ocho estudiantes (16 miembros inferiores) para el grupo experimental (intervención con deslizamiento neurodinámico) y el otro grupo en igual magnitud para la aplicación de la terapia placebo.

Tanto para el muestreo inicial entre los equipos A y B de fútbol, así como la aleatorización de los grupos de control y experimental, se utilizó un muestreo aleatorio simple a través de la función muestreo aleatorio simple del programa Epidat 4.2.

Variables e instrumentos

Variable Independiente: Técnica de deslizamiento neurodinámico de miembros inferiores o terapia placebo - Placebo. El protocolo utilizado para la técnica de deslizamiento neurodinámico se basó en los parámetros previamente empleados en la investigación realizada por Castellote-Caballero y colaboradores (2013). Esta técnica auto aplicada se enfocó en la movilización del nervio ciático y consistió en que el sujeto se sentara al borde de una camilla, apoyando los glúteos y los muslos, dejando caer las piernas fuera de la camilla. A continuación, realizaba flexión torácica, envolviéndose hacia adelante desde la cabeza, y colocaba las manos detrás de su cuerpo apoyándolas sobre la camilla. Manteniendo esta posición, llevaba a cabo flexión cervical y flexión de rodilla con flexión plantar del tobillo. Posteriormente, realizaba extensión cervical, extensión de rodilla y dorsiflexión del tobillo, manteniendo la flexión torácica y las manos apoyadas en la camilla. Estos movimientos activos alternativos se realizaban durante aproximadamente 60 segundos y se repetían 5 veces, con un intervalo de reposo de 30 segundos.

Por otro lado, para la terapia de placebo se emplearon técnicas de relajación y respiración en posición de decúbito supino sobre colchonetas dispuestas a una separación de 20 centímetros en el entorno de tratamiento. Durante la respiración, se llevaban las piernas hacia el tronco en flexión, siguiendo una secuencia de auto tratamiento que consistió en cinco series de 60 segundos con un intervalo de reposo de 30 segundos, imitando de manera aproximada la técnica original.

Variable de dependiente: Flexibilidad de los músculos isquiosurales se utilizaron goniómetros siguiendo los protocolos para la valoración con el Test de elevación de la pierna con rodilla extendida (Straight Leg Raise Test – SLR) (Bonser et al., 2017; Castellote-Caballero et al., 2013, 2014)

Para las covariables: Sexo, edad, lateralidad, tiempo de práctica deportiva, horas de práctica deportiva, posición en el juego, práctica de otro deporte, semestre de estudios y grupo de carrera universitaria se utilizó un cuestionario de autorreporte.

Procedimientos

Procedimiento de reclutamiento

Se realizó el reclutamiento en forma aleatoria para seleccionar a 16 participantes provenientes de los 50 deportistas de los equipos A y B de la selección de fútbol de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, se realizó un listado alfabético el cual fue utilizado como marco poblacional. Para la selección de los 16 participantes se utilizó el módulo de muestreo del programa Epidat 4.2 mediante la aplicación de muestreo aleatorio simple, obteniéndose una lista de 24 sujetos invitándolos a participar del estudio, incluyéndose finalmente 16 sujetos que cumplieron con los criterios de selección y aceptaron participar del estudio.

Proceso de aleatorización

Los dieciséis sujetos que aceptaron participar pasaron posteriormente por el proceso de aleatorización en dos grupos. Este fue realizado por un colaborador estadístico que no participó en el proceso de recolección de datos, se utilizó el programa Epidat 4.2 y se generaron dos grupos a los que se les consignó sobres opacos como grupo uno y dos. La asignación del grupo uno y dos, como de control y experimental, fue realizado de manera aleatoria y se mantuvo en un sobre cerrado hasta la asignación de los terapeutas al grupo experimental y control.

Proceso de valoración basal

El proceso se realizó a los 16 sujetos sin que estos ni sus evaluadores conocieran al grupo al que pertenecían; los cuatro evaluadores formaron dos equipos, dado que la evaluación requería de dos evaluadores por sujeto. Todos los participantes, de manera individual, registraron sus datos en la ficha de valoración asignada en el ambiente A o ambiente B; de esta manera, se recolectaron las fichas con los datos personales, antecedentes de lesiones y práctica deportiva, concluyendo con la valoración funcional de miembro inferior, siendo elegida la valoración de la flexibilidad como principal eje. Para esta medición, se utilizó un goniómetro, marcadores y las camillas del ambiente, realizando los pasos válidos para el Test de elevación pasiva de la pierna con rodilla extendida (Bonser et al., 2017; Castellote-Caballero et al., 2013, 2014) y siendo realizado por dos apoyos clínicos en cada ambiente, quienes no conocían a que grupo se le aplicó cada intervención.

Proceso de intervención

Luego de culminada la evaluación basal, se realizó la asignación por grupos, siendo el asesor que estuvo cegado a la aleatorización quien entregó los sobres a los estudiantes, los cuales indicaron dónde debía ingresar cada participante por grupo de cuatro, contando con un ambiente A para el grupo de aplicación de las técnicas de deslizamiento neurodinámico y el ambiente B para el grupo que se le aplicó el Terapia placebo, ambos ambientes tuvieron características similares. De esta manera, ningún participante supo que la intervención fue diferente o que pertenecía al grupo de control o experimental.

Luego de registrar la goniometría, se realizó la intervención designada, siendo que en el Ambiente A, el investigador uno, indicó las técnicas de deslizamiento neurodinámico a cada uno de los estudiantes conforme el protocolo establecido (Bonser et al., 2017; Castellote-Caballero et al., 2013, 2014). Mientras tanto, en el ambiente B, el investigador 2 brindó al grupo de participantes la Terapia placebo.

Proceso de valoración final

Para ambos ambientes se brindaron 15 minutos de intervención (180 segundos por cada miembro inferior cinco veces cada uno), luego se le invitó a ingresar, a cada ambiente, a dos apoyos clínicos, quienes realizaron la segunda valoración de flexibilidad de isquiosurales post intervención, registrando la segunda data en cada grupo/ambiente. Posteriormente, los participantes pasaron a una charla de prevención de lesiones deportivas en el fútbol, donde permanecieron bípedos durante 15 minutos, tiempo que duró dicha capacitación. Al término de la sesión, cada grupo regresó a su respectivo ambiente, donde se registró la tercera y última valoración de flexibilidad por parte de los evaluadores cegados y cada investigador les otorgó un folleto informativo en base a la charla realizada.

Ética de la investigación

Los procedimientos incluidos en esta investigación respetaron tanto la salud y confidencialidad de los participantes como su autonomía, basándonos en el respeto contemplado en el marco normativo del país y normas internacionales para la investigación científica. Antes del inicio de la investigación el protocolo de investigación fue aprobado por el Sub-Comité de Ética de la facultad de Ciencias de la Salud de la UPC (CEI/020-04-19: PI018-19). Se utilizó un consentimiento informado donde se detallaron los objetivos, riesgos, beneficios y características del estudio.

Procedimientos de análisis de datos

Para el análisis de los datos se utilizó el programa STATA 14 (StataCorp®). En el análisis univariado se utilizó, para variables cuantitativas como edad, flexibilidad, semestre, horas de práctica y tiempo de práctica, la media y desviación estándar cuando las variables tuvieron distribución normal; de lo contrario, se utilizó mediana y rango intercuartílico. Para las variables cualitativas como sexo y dominancia, se utilizaron medidas de frecuencia y porcentaje.

En cuanto al análisis bivariado para resultados primarios, se compararon las medias de ambos grupos antes y después mediante T –Student o U de Mann-Whitney de acuerdo al cumplimiento de los supuestos; posteriormente, se determinaron las diferencias entre ambos grupos (experimental y control). Se utilizó para calcular el tamaño de efecto final la prueba de *d* de Cohen.

En cuanto a los cálculos secundarios, se dieron dos cálculos con sus respectivos métodos. En primer lugar, para el análisis de riesgos se halló el cálculo de riesgos de no intervenidos, riesgo de intervenidos y reducción de riesgo absoluto RRA, riesgo total, así como sus intervalos de confianza al

95%; para ello, se utilizó el software OpenEpi. Previamente se dicotomizó el efecto final del SRL con un punto de corte de 10° para, en segundo lugar, obtener el cálculo del Número Necesario de Tratar se utilizó la formula $NNT=1/RRA$ para el estimador puntual y para su IC95%.

Resultados

Descripción de la muestra estudiada

Se invitaron a 24 seleccionados de fútbol de los cuales 6 no aceptaron la invitación y 2 se encontraban con lesiones en miembros inferiores, la muestra estuvo constituida finalmente por 16 estudiantes universitarios de sexo masculino de la selección de fútbol de una universidad peruana (Figura 1).

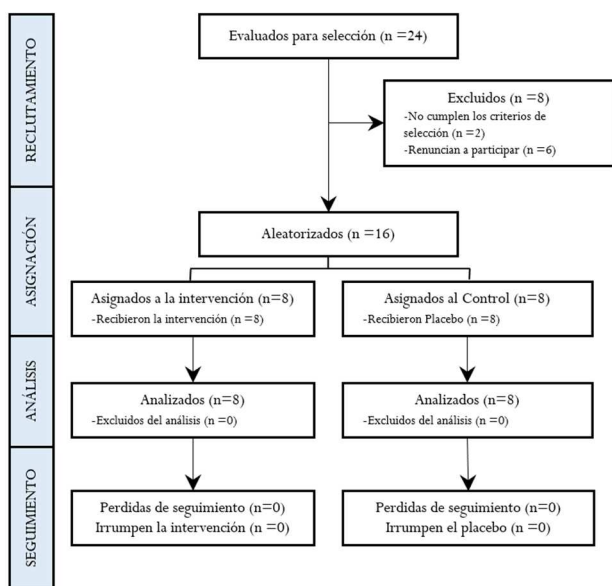


Figura 1. Diagrama de participantes

Características basales entre el grupo de control y experimental

Se realizaron comparaciones basales a fin de verificar la similitud entre ambos grupos según la distribución de las variables sociodemográficas, deportivas y de flexibilidad encontrándose que ambos grupos fueron similares con relación a las variables estudiadas (Figura 2).

Características	Total (n=16)		G. Experimental (n=8)		G. Control (n=8)		p
	FA	FR	FA	FR	FA	FR	
Grupo de carrera							
C. Comunicación	4	4/16	2	2/8	2	2/8	0,730*
C. Administrativas	8	8/16	5	5/8	3	3/8	
C. de la Salud	2	2/16	1	1/8	1	1/8	
Ingenierías	2	2/16	0	0/8	2	2/8	
Edad (años) †	20,4	1,67	20,7	1,7	20,3	1,75	0,669**
Semestre de estudios †	4,3	2,6	5,1	3,1	3,5	1,77	0,223**
Tiempo de practica (años) ††	3,3	1,4 - 12,5	2,3	1,2 - 7,2	9,1	2 - 15,6	0,227***
Horas/ semana de practica ††	10	10 - 12	12	10 - 12	10	9 - 10	0,109***
Posición de juego							
Defensa	9	9/16	5	5/8	4	4/8	1*
Mediscampo	5	5/16	2	2/8	3	3/8	
Delantero	2	2/16	1	1/8	1	1/8	
Practica otro deporte							
Si	3	3/16	1	1/8	2	2/8	0,5*
No	13	13/16	7	7/8	6	6/8	
Dominancia †††							
Diestra	10	10/16	7	7/8	3	3/8	0,119*
Zurda	5	5/16	1	1/8	4	4/8	
Flexibilidad (grados sexagesimales) † (Test de elevación de la pierna con rodilla extendida)							
Derecha	61,56	6,44	59,38	6,74	63,75	5,70	0,183**
Izquierda	61,13	10,01	58	11,67	64,25	7,49	0,223**

† Media; Desviación Estándar
 †† Mediana; Rango Intercuartílico
 ††† n= 15 (un sujeto no consignó dominancia)

Figura 2. Características basales de la muestra evaluada de deportistas 2019

Efectos en la flexibilidad post intervención

Conforme al protocolo de intervención, el grupo experimental recibió una intervención con deslizamiento neurodinámico y el grupo de control recibió un placebo, a través de *Terapia placebo*. Las mediciones post intervención se realizaron en dos momentos: Al finalizar la intervención y luego de 15 minutos. Para calcular los efectos, se estimaron las diferencias intra grupos (muestras emparejadas), se calcularon los deltas (diferencias) y se compararon entre los grupos (muestras independientes). Todos los efectos fueron calculados en ambos miembros inferiores por separado (derecha e izquierda) y todos en su conjunto. El comportamiento de los valores medidos al inicio (basal), al final de la intervención (Final I) y a los 15 minutos posteriores de la medición final I (Final II) se pueden apreciar en las Fig. 3-5.

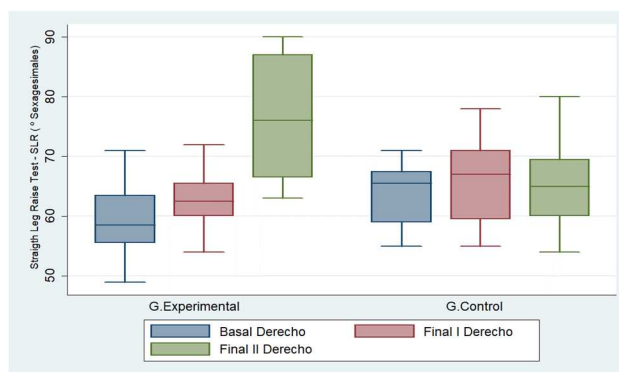


Figura 3. Valores basales y post intervención según grupo de intervención y control en miembro inferior derecho

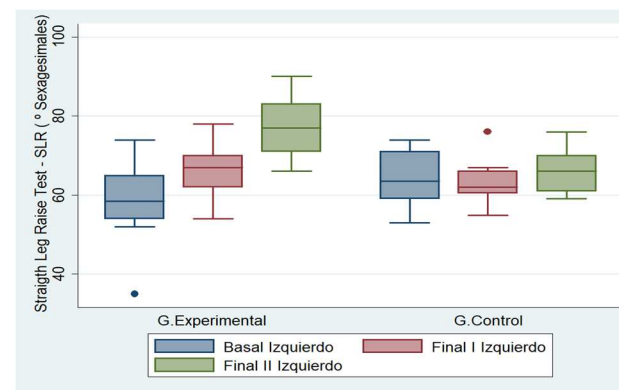


Figura 4. Valores basales y post intervención según grupo de intervención y control en miembro inferior izquierdo

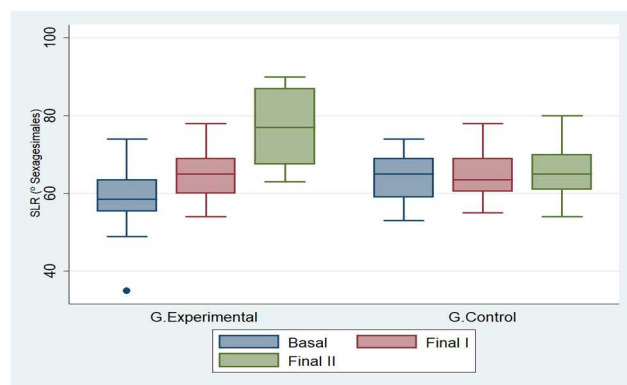


Figura 5. Valores basales y post intervención según grupo de intervención y control en miembros inferiores

Efectos en la flexibilidad post intervención – Resultados intermedios

El resultado intermedio se calculó para cada grupo (control y experimental) entre el valor basal y el valor al finalizar la intervención (Final I) mediante la prueba de *t de Student* emparejada, dado el cumplimiento de los supuestos para la aplicación de la prueba y conforme se trataban de valores iniciales e intermedios tomados antes y después de la intervención en cada grupo (experimental y control). Posteriormente, se realizó el cálculo del delta por grupo (diferencia entre la medida Final I y Basal para cada miembro inferior) y finalmente se compararon las medias y sus diferencias entre ambos grupos (analizadas como muestras independientes), a fin de estimar las diferencias alcanzadas entre el control y el grupo experimental luego de la aplicación de la intervención (efecto intermedio).

En el análisis del efecto en la flexibilidad de los músculos isquiosurales del miembro inferior derecho e izquierdo a nivel de resultado intermedio se aprecian en la figura 6 y 7.

Características	G. Experimental (n=8)			G.Control (n=8)			p*
	X	DE	IC 95%	X	DE	IC 95%	
Basal (*sexagesimales) (Test de elevación de la pierna con rodilla extendida)	59,38	6,74	53,74 - 65,01	63,75	5,70	58,98 - 68,52	0,183
Final I (*sexagesimales) (Test de elevación de la pierna con rodilla extendida)	62,75	5,31	58,31 - 67,19	66	7,72	59,54 - 72,46	0,344
Delta Final I - Basal Valor p (intra grupos) Final I - Basal †	3,38	5,37	-1,11 - 7,86	2,25	9,42	-5,63 - 10,13	0,7735
		0,119		0,521			
Final II -15 min. (*sexagesimales) (Test de elevación de la pierna con rodilla extendida)	76,5	11,11	67,21 - 85,79	65,38	7,96	58,72 - 72,03	0,004
Delta Final II - Basal Valor p (intra grupos) Final II - Basal †	17,13	11,78	7,28 - 26,97	1,63	8,62	-5,58 - 8,83	0,01
		0,005		0,61			

X: Media / DE: Desviación Estándar
† Valor p obtenido mediante Prueba t de Student para muestras pareadas
* Prueba t de Student para muestras independientes
Los p valores ≤0,05 se consideran significativos (resaltados en negrita)

Figura 6. Efecto a corto plazo de la técnica de neurodinamia en la flexibilidad del MMII derecho de la muestra evaluada de deportistas 2019

Tabla 3. Efecto a corto plazo de la técnica de neurodinamia en la flexibilidad del MMII izquierdo de la muestra evaluada de deportistas 2019

Características	G. Experimental (n=8)			G.Control (n=8)			p*
	X	DE	IC 95%	X	DE	IC 95%	
Basal (*sexagesimales) (Test de elevación de la pierna con rodilla extendida)	58	11,67	48,24 - 67,76	64,25	7,49	57,98 - 70,52	0,223
Final I (*sexagesimales) (Test de elevación de la pierna con rodilla extendida)	66,25	7,3	60,14 - 72,36	63,5	6,16	58,35 - 68,65	0,429
Delta Final I - Basal Valor p (intra grupos) Final I - Basal †	8,25	7,01	2,39 - 14,11	0,75	7,13	-6,71 - 5,21	0,02
		0,013		0,775			
Final II -15 min. (*sexagesimales) (Test de elevación de la pierna con rodilla extendida)	77,25	8,6	70,06 - 84,44	66,13	5,87	61,22 - 71,03	0,009
Delta Final II - Basal Valor p (intra grupos) Final II - Basal †	19,25	8,96	11,76 - 26,74	1,875	7,99	-4,09 - 17,04	0,001
		0,001		0,528			

X: Media / DE: Desviación Estándar
† Valor p obtenido mediante Prueba t de Student para muestras pareadas
* Prueba t de Student para muestras independientes
Los p valores ≤0,05 se consideran significativos (resaltados en negrita)

Figura 7. Efecto a corto plazo de la técnica de neurodinamia en la flexibilidad del MMII izquierdo de la muestra evaluada de deportistas 2019

Características	G. Experimental (n=16)			G.Control (n=16)			p*
	X	DE	IC 95%	X	DE	IC 95%	
Basal (*sexagesimales) (Test de elevación de la pierna con rodilla extendida)	58,67	9,24	53,77 - 63,61	64	6,44	60,57 - 67,43	0,08**
Final I (*sexagesimales) (Test de elevación de la pierna con rodilla extendida)	64,5	6,43	61,07 - 67,93	64,75	6,88	61,08 - 68,41	0,916
Delta Final I - Basal Valor p (intra grupos) Final I - Basal †	5,81	6,53	2,33 - 9,29	0,75	8,22	-5,12 - 3,63	0,063
		0,003		0,72			
Final II -15 min. (*sexagesimales) (Test de elevación de la pierna con rodilla extendida)	77,88	9,6	71,76 - 81,99	66,75	6,77	61,14 - 69,36	< 0,001
Delta Final II - Basal Valor p (intra grupos) Final II - Basal †	18,19	10,17	12,77 - 23,6	1,75	8,03	-2,52 - 6,03	< 0,001
		<0,001		0,397			

X: Media / DE: Desviación Estándar
† Valor p obtenido mediante Prueba t de Student para muestras pareadas
* Prueba t de Student para muestras independientes
** Prueba U Mann Whitney para muestras independientes
Los p valores ≤0,05 se consideran significativos (resaltados en negrita)

Figura 8. Efecto a corto plazo de la técnica de neurodinamia en la flexibilidad de ambos MMII de la muestra evaluada de deportistas 2019

Al análisis del efecto en la flexibilidad de los músculos isquiosurales en ambos miembros a nivel de resultado intermedio, se observó que el grupo experimental aumentó la flexibilidad en un promedio de 5,81° (6,53) en comparación al grupo de control -0,75° (8,22), con un valor de p de 0,063; para las comparaciones intra-grupo (Final I y Basal) fue solo significativa para el grupo experimental p = 0,003 (Figura 8).

Efectos en la flexibilidad post intervención – Resultado final

El resultado final se calculó para cada grupo (control y experimental) entre el valor basal y el valor al transcurrir 15 minutos de la intervención (Final II) mediante la prueba de *t de Student* emparejada dado el cumplimiento de los supuestos y conforme se trataban de valores iniciales y finales tomados antes y después de 15 minutos de realizada la segunda medición. Posteriormente, se realizó el cálculo del delta por grupo y se comparó las medias de ambos grupos (muestras independientes) a fin de estimar las diferencias entre el control y el grupo experimental (efecto final).

Al analizar el efecto en la flexibilidad de los músculos isquiosurales del miembro inferior derecho a nivel de resultado final, se observó que el grupo experimental aumentó la flexibilidad en un promedio de 17,13° (11,78) en comparación al grupo de control 1,63° (8,62). Las comparaciones intragrupos fueron solo significativas para el grupo experimental (p=0,005); en cambio, para el grupo de control no fueron significativos (p=0,61). Cuando se comparó los resultados finales intergrupos, tanto a nivel de valor final como en la comparación de las diferencias alcanzadas entre los grupos, se encontraron diferencias significativas (efecto final). Esta diferencia alcanza 15,5°, IC95% (4,43° -26,57°) p =0,001 (Tabla 2). Todos los resultados del tamaño de efecto se han realizado analizando las diferencias entre el grupo experimental y de control como muestras independientes y calculando mediante la prueba de d de Cohen resultando en 1.5 con un IC96% (0.36 - 2.61) considerado por Cohen como un tamaño de efecto grande.

Al análisis del efecto en la flexibilidad de los músculos isquiosurales del miembro inferior izquierdo a nivel de resultado final se observó que el grupo experimental aumentó la flexibilidad en un promedio de 19,25° (8,96) en comparación al grupo de control 1,875° (7,99). Las comparaciones intragrupos fueron solo significativas para el grupo experimental; (p= 0,001) en cambio, para el grupo de control no fueron significativos (p=0,528). Cuando se compararon los resultados finales intergrupos tanto a nivel de valor final como en la comparación de las diferencias alcanzadas entre los grupos, se encontraron diferencias significativas (efecto final): una diferencia que alcanzó 13,38° IC95% (8,27° - 26,48°) p =0,001 (Tabla 3). Los resultados del tamaño del efecto, se han obtenido analizando las diferencias entre el grupo experimental y de control como muestras independientes y calculando mediante la prueba de d de Cohen, resultando en 2,05 con un IC96% (0,79 - 3,26) considerado por Cohen como un tamaño de efecto grande.

Al análisis del efecto en la flexibilidad de los músculos isquiosurales en ambos miembros se encontró que a nivel de resultado final se observó que el grupo experimental aumentó la flexibilidad en un promedio de 18,19° (10,17); en comparación al grupo de control 1,75°, (8,03) las diferencias fueron significativas ($p < 0,001$). Las comparaciones intragrupos fueron solo significativas para el grupo experimental ($p < 0,001$); en cambio para el grupo de control no fueron significativos ($p = 0,397$). Cuando se compararon los resultados finales intergrupos, tanto a nivel de valor final como en la comparación de las diferencias alcanzadas entre los grupos, se encontraron diferencias significativas (efecto final): una diferencia que alcanza 16,42° IC95% (9,82° - 20,05°) $p < 0,001$, ver Tabla 4. Los resultados del tamaño del efecto, se han realizado analizando las diferencias entre el grupo experimental y de control como muestras independientes y calculando mediante la prueba de d de Cohen resultando en 1,79 con un IC95% (0.96 - 2.61), considerado por Cohen como un tamaño de efecto grande.

Cálculos secundarios: análisis de riesgo y número necesario de tratar

Para el cálculo del Número Necesario de Tratar, se estimó previamente un punto de corte para los valores de la diferencia final (diferencia entre el valor del efecto final y el basal), tanto para el grupo de control como para el experimental, a fin de dicotomizar la mejora en el ROM de flexión de cadera. El punto de corte elegido fue 10° sexagesimales, dividiendo en dos grupos: uno con mejoras de $\geq 10^\circ$ y el segundo con mejoras $< 10^\circ$.

El cálculo del Número Necesario de Tratar (NNT) se estimó como la cantidad de personas que son necesarias intervenir para obtener una mejora $\geq 10^\circ$. Para este cálculo se requirió previamente estimar la Reducción del riesgo absoluto (RRA), el cual fue obtenido de la diferencia entre el riesgo en intervenidos RI y el riesgo de no intervenidos RNI. El valor final para el NNT fue de 1,6 con un IC95% de 1,12 a 2,82. (Figura 9)

Mejora en ROM SRL	G, Experimental		G, Control		p*
	n	%	n	%	
≥ 10 grados	13	81.25%	3	18.75%	0,001
< 10 grados	3	18.75%	13	81.25%	

Estimador	Valor	IC95%
Riesgo en Expuestos	RE	18,75%
Riesgo en NoExpuestos	RNE	81,25%
Riesgo Total	RA	50%
Reduccion del Riesgo Absoluto	RRA	-62,5%
Numero necesario a tratar	NNT	1,6

* obtenido mediante la prueba de Chi2

Figura 9. Análisis de riesgos y número necesario a tratar

Discusión

El presente estudio se centró en investigar el potencial de la técnica de deslizamiento neurodinámico (TDN) para mejorar la flexibilidad de los músculos isquiosurales en jugadores de fútbol. Nuestros resultados indican aumento significativo en la flexibilidad, alineada con los hallazgos de

Castellote-Caballero et al. (2013, 2014), Bonser et al. (2017) y Sharma et al. (2016), quienes también emplearon técnicas de movilización neural.

Es importante tener en cuenta los factores sociodemográficos como el sexo y la edad, que pudieron influir en la flexibilidad muscular inicial y final de nuestros participantes (McKay et al., 2017; Hallaceli et al., 2014; Roach & Miles, 1991; Sengupta et al., 2012; Wan et al., 2017a). Los resultados obtenidos respaldan la idea de que la mejora de la flexibilidad isquiosural podría contribuir a la prevención de lesiones en jugadores de fútbol, tal como lo indican estudios previos (Opar et al., 2012; Hägglund et al., 2013; Ribeiro-Alvares et al., 2020).

Las causas fisiológicas que podrían explicar el incremento en la flexibilidad tras la aplicación de TDN podrían estar vinculadas a los cambios en el sistema simpático (Kornberg & McCarthy, 1992).

Por otro lado, en nuestro estudio, se utilizó la prueba de Elevación de la Pierna Recta (EPR para evaluar la amplitud de movimiento asociada a la flexibilidad de los IS, la elección de dicha prueba (EPR) obedece a la necesidad de usar el ROM como referencia (signo comparable) de los cambios que se suscitan tras realizar la TDN. Sin embargo, esta prueba también identifica el comportamiento mecánico (capacidad para deslizarse longitudinal y transversalmente, así como soportar cargas de compresión y tracción) del nervio ciático. Por lo tanto, los cambios observados podrían reflejar un aumento tanto en la flexibilidad de los músculos isquiosurales como cambios del comportamiento mecánico del nervio ciático (McHugh et al., 2012, 2013). Este aspecto debe tenerse en cuenta en futuros estudios y en la interpretación de nuestros resultados.

En base a nuestra investigación y a los hallazgos de estudios previos, proponemos que la TDN pudiera ser considerada como una alternativa o complemento a las técnicas de estiramiento tradicionales durante las fases de calentamiento y/o vuelta a la calma en los jugadores de fútbol y de esta manera considerarse como potencial reductor de riesgo de lesiones (Ayala et al., 2019)

Este estudio tiene limitaciones que deben tenerse en cuenta. La edad, el tipo de práctica deportiva, el nivel inicial de flexibilidad y el tamaño limitado de la muestra pueden haber influido en los resultados y limitar la generalización de estos. En futuras investigaciones, sería beneficioso incorporar un grupo de control más grande y diverso, y realizar un seguimiento a largo plazo de los participantes para entender mejor los efectos a largo plazo de la TDN en la flexibilidad isquiosural.

Además, es importante considerar que el tipo y la intensidad de la práctica deportiva pueden tener un impacto significativo en la flexibilidad isquiosural (Moreno-Pérez et al., 2022; Ponce-González et al., 2020; Avrillon et al., 2020; Figueredo et al., 2021; Paredes-Gómez et al., 2023; González et al., 2023). Los estudios futuros deberían esforzarse en controlar y documentar estos factores para proporcionar una comprensión más completa de su papel en la eficacia de la TDN.

Es crucial considerar la variabilidad individual en la respuesta a la TDN. La investigación futura puede beneficiarse de estratificar a los participantes en función de su flexibilidad inicial para determinar si los individuos con diferentes grados de flexibilidad responden de manera diferente a la TDN.

Además, aunque nuestro estudio mostró una mejora inmediata en la flexibilidad isquiosural, se desconoce la duración de este efecto. Por lo tanto, los estudios futuros deben investigar la duración de la mejora en la flexibilidad después de la aplicación de la TDN, así como la frecuencia y número de sesiones que se requieren para que los cambios del obtenidos sean permanentes.

Otra limitación relevante es la interpretación de los resultados de la prueba EPR, que se utilizó en este estudio para evaluar la flexibilidad de los músculos isquiosurales. Aunque el EPR es comúnmente usado para esta finalidad, también evalúa la respuesta del nervio ciático a la carga, lo cual puede confundir la interpretación de los resultados. Por tanto, aunque vimos mejoras en el ROM a la prueba EPR tras aplicar la TDN, estas podrían estar reflejando cambios en la viscoelasticidad del nervio ciático, en su capacidad mecánica de deslizamiento, en la flexibilidad de los músculos isquiosurales o en todas ellas. Esta consideración subraya la necesidad de un análisis cuidadoso de los resultados y de la implementación de medidas adicionales de la flexibilidad en estudios futuros.

A pesar de las limitaciones mencionadas, creemos que nuestro estudio ofrece un aporte valioso a la comprensión del papel de la TDN en el aumento de la flexibilidad isquiosural. Nuestros resultados proporcionan una base para futuras investigaciones sobre las implicaciones prácticas de la TDN, especialmente en términos de su implementación en programas de entrenamiento de fútbol.

Como los hallazgos de nuestro estudio sugieren que la TDN es una técnica eficaz para el aumento del ROM a través del aumento de la flexibilidad isquiosural en jugadores de fútbol, lo cual puede tener implicaciones significativas para la prevención de lesiones. Sin embargo, se necesita más investigación para confirmar estos hallazgos y explorar en mayor profundidad las aplicaciones prácticas de la TDN.

Financiamiento

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas /UPC -A-089-2020

Agradecimientos

A la Dirección de Investigación de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas por el apoyo brindado para realización de este trabajo de investigación a través del incentivo UPC- A-089-2020

Referencias

Areudomwong, P., Oatymprai, K., & Pathumb, S.

- (2016). A randomised, placebo-controlled trial of neurodynamic sliders on hamstring responses in footballers with hamstring tightness. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 23(6), 60–69. <https://doi.org/10.21315/mjms2016.23.6.7>
- Avrillon, S., Lacourpaille, L., Hug, F., Le Sant, G., Frey, A., Nordez, A., & Guilhem, G. (2020). Hamstring muscle elasticity differs in specialized high-performance athletes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 30(1), 83–91. <https://doi.org/10.1111/sms.13564>
- Ayala, F., López-Valenciano, A., Gámez Martín, J. A., De Ste Croix, M., Vera-García, F. J., García-Vaquero, M. D. P., Ruiz-Pérez, I., & Myer, G. D. (2019). A Preventive Model for Hamstring Injuries in Professional Soccer: Learning Algorithms. *International Journal of Sports Medicine*, 40(5), 344–353. <https://doi.org/10.1055/a-0826-1955>
- Bartlett, R. D., Choi, D., & Phillips, J. B. (2016). Biomechanical properties of the spinal cord: Implications for tissue engineering and clinical translation. *Regenerative Medicine*, 11(7), 659–673. <https://doi.org/10.2217/rme-2016-0065>
- Bonser, R. J., Hancock, C. L., Hansberger, B. L., Loutsch, R. A., Stanford, E. K., Zeigel, A. K., Baker, R. T., May, J., Nasypany, A., & Cheatham, S. (2017). Changes in Hamstring Range of Motion After Neurodynamic Sciatic Sliders: A Critically Appraised Topic. *Journal of Sport Rehabilitation*, 26(4), 311–315. <https://doi.org/10.1123/jsr.2015-0166>
- Cayco, C. S., Labro, A. V., & Gorgon, E. J. R. (2019). Hold-relax and contract-relax stretching for hamstrings flexibility: A systematic review with meta-analysis. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 35, 42–55. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.11.001>
- Castellote-Caballero, Y., Valenza, M. C., Martín-Martín, L., Cabrera-Martos, I., Puentedura, E. J., & Fernández-de-las-Peñas, C. (2013). Effects of a neurodynamic sliding technique on hamstring flexibility in healthy male soccer players. A pilot study. *Physical Therapy in Sport*, 14(3), 156–162. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2012.07.004>
- Castellote-Caballero, Y., Valenza, M. C., Puentedura, E. J., Fernández-de-las-Peñas, C., & Alburquerque-Sendín, F. (2014). Immediate Effects of Neurodynamic Sliding versus Muscle Stretching on Hamstring Flexibility in Subjects with Short Hamstring Syndrome. *Journal of Sports Medicine*, 2014, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2014/127471>
- Dilley, A., Odeyinde, S., Greening, J., & Lynn, B. (2008). Longitudinal sliding of the median nerve in patients with non-specific arm pain. *Manual Therapy*, 13(6), 536–543. <https://doi.org/10.1016/j.math.2007.07.004>
- Erickson, L. N., & Sherry, M. A. (2017). Rehabilitation and return to sport after hamstring strain injury. *Journal*

- of Sport and Health Science, 6(3), 262–270. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2017.04.001>
- Espejo-Antúnez, L., Carracedo-Rodríguez, M., Ribeiro, F., Venâncio, J., De la Cruz-Torres, B., & Albornoz-Cabello, M. (2019). Immediate effects and one-week follow-up after neuromuscular electric stimulation alone or combined with stretching on hamstrings extensibility in healthy football players with hamstring shortening. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 23(1), 16–22. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2018.01.017>
- Figueiredo, D. H., Dourado, A. C., Stanganelli, L. C. R., & Gonçalves, H. R. (2021). Evaluación de la composición corporal y su relación con la aptitud física em futbolistas profesionales al inicio de la pré-temporada (Evaluation of body composition and its relationship with physical fitness in professional soccer players at the beginni. *Retos*, 40, 117–125. <https://doi.org/10.47197/retos.v1i40.82863>
- Gonzalez Vargas, J. M., & Gallardo Pérez, J. M. (2023). Análisis descriptivo de variables de rendimiento físico en un equipo de fútbol de primera división chilena femenina (Descriptive analysis of physical performance variables in a Chilean women's first division football team). *Retos*, 48, 657–666. <https://doi.org/10.47197/retos.v48.95406>
- Hägglund, M., Waldén, M., & Ekstrand, J. (2013). Risk Factors for Lower Extremity Muscle Injury in Professional Soccer. *The American Journal of Sports Medicine*, 41(2), 327–335. <https://doi.org/10.1177/0363546512470634>
- Hallaceli, H., Uruç, V., Uysal, H. H., Ozden, R., Hallaceli, C., Soyuer, F., Ince Parpuç, T., Yengil, E., & Cavlak, U. (2014). Normal hip, knee and ankle range of motion in the Turkish population. *Acta Orthopaedica Et Traumatologica Turcica*, 48(1), 37–42. <https://doi.org/10.3944/AOTT.2014.3113>
- Hickey, J., Shield, A. J., Williams, M. D., & Opar, D. A. (2014). The financial cost of hamstring strain injuries in the Australian Football League. *British Journal of Sports Medicine*, 48(8), 729–730. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092884>
- Horment-Lara, G., Cruz-Montecinos, C., Núñez-Cortés, R., Letelier-Horta, P., & Henriquez-Fuentes, L. (2016). Onset and maximum values of electromyographic amplitude during prone hip extension after neurodynamic technique in patients with lumbosacral pain: A pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 20(2), 316–323. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.08.006>
- Jones, A., Jones, G., Greig, N., Bower, P., Brown, J., Hind, K., & Francis, P. (2019). Epidemiology of injury in English Professional Football players: A cohort study. *Physical Therapy in Sport*, 35, 18–22. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.10.011>
- Kang, Y. H., Ha, W. B., Geum, J. H., Woo, H., Han, Y. H., Park, S. H., & Lee, J. H. (2023). Effect of Muscle Energy Technique on Hamstring Flexibility: Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 11(8), 1089. <https://doi.org/10.3390/healthcare11081089>
- Kornberg, C., & McCarthy, T. (1992). The Effect of Neural Stretching Technique on Sympathetic Outflow to the Lower Limbs. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 16(6), 269–274. <https://doi.org/10.2519/jospt.1992.16.6.269>
- López López, L., Torres, J. R., Rubio, A. O., Torres Sánchez, I., Cabrera Martos, I., & Valenza, M. C. (2019). Effects of neurodynamic treatment on hamstrings flexibility: A systematic review and meta-analysis. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 40, 244–250. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.10.005>
- McHugh, M. P., Johnson, C. D., & Morrison, R. H. (2012). The role of neural tension in hamstring flexibility. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 22(2), 164–169. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01180.x>
- McHugh, M. P., Tallent, J., & Johnson, C. D. (2013). The Role of Neural Tension in Stretch-Induced Strength Loss. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(5), 1327–1332. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828a1e73>
- McKay, M. J., Baldwin, J. N., Ferreira, P., Simic, M., Vanicek, N., Burns, J., & 1000 Norms Project Consortium, F. the 1000 N. P. (2017). Normative reference values for strength and flexibility of 1,000 children and adults. *Neurology*, 88(1), 36–43. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000003466>
- Medeiros, D. M., Cini, A., Sbruzzi, G., & Lima, C. S. (2016). Influence of static stretching on hamstring flexibility in healthy young adults: Systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy Theory and Practice*, 32(6), 438–445. <https://doi.org/10.1080/09593985.2016.1204401>
- Moreno-Pérez, V., Rodas, G., Peñaranda-Moraga, M., López-Samanes, Á., Romero-Rodríguez, D., Aagaard, P., & Del Coso, J. (2022). Effects of Football Training and Match-Play on Hamstring Muscle Strength and Passive Hip and Ankle Range of Motion during the Competitive Season. *International journal of environmental research and public health*, 19(5), 2897. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052897>
- Neto, T., Freitas, S. R., Marques, M., Gomes, L., Andrade, R., & Oliveira, R. (2017). Effects of lower body quadrant neural mobilization in healthy and low back pain populations: A systematic review and meta-analysis. *Musculoskeletal Science and Practice*, 27, 14–22. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2016.11.014>
- Opar, D. A., Williams, M. D., & Shield, A. J. (2012). Hamstring Strain Injuries. *Sports Medicine*, 42(3), 209–226. <https://doi.org/10.2165/11594800-000000000-00000>
- Paredes-Gómez, R. ., & Potosí-Moya, V. . (2023). Análisis

- del protocolo de curl nórdico de isquiotibiales en la flexibilidad de los deportistas (Analysis of the Nordic curl protocol in the flexibility of athletes). *Retos*, 48, 720–726. <https://doi.org/10.47197/retos.v48.96671>
- Ponce-González, J. G., Gutiérrez-Manzanedo, J. V., De Castro-Maqueda, G., Fernández-Torres, V. J., & Fernández-Santos, J. R. (2020). The Federated Practice of Soccer Influences Hamstring Flexibility in Healthy Adolescents: Role of Age and Weight Status. *Sports* (Basel, Switzerland), 8(4), 49. <https://doi.org/10.3390/sports8040049>
- Ribeiro-Alvares, J. B., Dornelles, M. P., Fritsch, C. G., de Lima-E-Silva, F. X., Medeiros, T. M., Severo-Silveira, L., Marques, V. B., & Baroni, B. M. (2020). Prevalence of Hamstring Strain Injury Risk Factors in Professional and Under-20 Male Football (Soccer) Players. *Journal of sport rehabilitation*, 29(3), 339–345. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0084>
- Roach, K. E., & Miles, T. P. (1991). Normal hip and knee active range of motion: the relationship to age. *Physical Therapy*, 71(9), 656–665. <https://doi.org/10.1093/ptj/71.9.656>
- Rudisill, S. S., Varady, N. H., Kucharik, M. P., Eberlin, C. T., & Martin, S. D. (2023). Evidence-Based Hamstring Injury Prevention and Risk Factor Management: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *The American journal of sports medicine*, 51(7), 1927–1942. <https://doi.org/10.1177/03635465221083998>
- Sengupta, P., De, S., Pal, A., Maity, P., Banerjee, M., & Dhara, P. C. (2012). Variation of Range of Joint Motion in Bengalee (Indian) Healthy Adult Subjects. *Journal of Life Sciences*, 4(2), 123–133. <https://doi.org/10.1080/09751270.2012.11885204>
- Shacklock, M. (2005). Clinical Neurodynamics. In *Clinical Neurodynamics*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-5456-2.X5001-X>
- Sharma, S., Balthillaya, G., Rao, R., & Mani, R. (2016). 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. *Physical Therapy in Sport*, 17(2016), 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2015.03.003>
- Wan, X., Qu, F., Garrett, W. E., Liu, H., & Yu, B. (2017a). Relationships among hamstring muscle optimal length and hamstring flexibility and strength. *Journal of Sport and Health Science*, 6(3), 275–282. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.04.009>