

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

Ronnie Andrés Paredes-Gómez, Verónica Potosí-Moya
Universidad Técnica del Norte Ibarra (Ecuador)

Resumen. Los ejercicios Nórdicos son considerados gold estándar e indicados para el aumento de fuerza excéntrica y prevención de lesiones, sin embargo, su aplicación debe enfocarse a varias disciplinas deportivas, por lo que, el objetivo de este estudio fue analizar los efectos del entrenamiento sobre la flexibilidad de deportistas de fútbol, básquet, atletismo, taekwondo y escalada deportiva. Para ello, se analizaron a 60 deportistas que cumplieron con los criterios de inclusión, con una edad de $19\pm 1,8$, divididos entre el grupo control (31) y el grupo experimental (29); mismos que fueron evaluados en forma inicial y final con el test de Sit and Reach. Se aplicó un entrenamiento que incluía a los ejercicios nórdicos, durante 7 semanas en el grupo experimental y el grupo control continuo con sus entrenamientos establecidos, posteriormente fueron evaluados transcurrido el tiempo mencionado. Los resultados obtenidos, ponen de manifiesto la utilidad de este entrenamiento para el aumento de la flexibilidad, puesto que se evidenció un aumento significativo ($P < 0,05$) en el grupo experimental entre la evaluación inicial y final a diferencia del grupo control ($P > 0,05$), sin embargo, en la escalada y en el atletismo se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0,05$) posterior al entrenamiento con ejercicio nórdicos. A partir de estos datos, se pudo evidenciar que los entrenamientos permiten un aumento de la flexibilidad, por lo que se recomienda incluirlos dentro de los entrenamientos deportivos y tratamientos donde como propósito se pretenda aumentar esta capacidad física, sobre todo en los deportes como el atletismo y la escalada donde hay demandas de rangos de movimiento para la realización del gesto deportivo.

Palabras clave: Flexibilidad, Isquiotibiales, Nórdico, Curl Nórdico.

Abstract. Nordic exercises are considered gold standard and indicated for increasing eccentric strength and injury prevention, however, their application should be focused on various sports disciplines, so the objective of this study was to analyze the effects of training on flexibility of soccer, basketball, athletics, cycling, taekwondo, and sport climbing athletes. For this purpose, 60 athletes who met the inclusion criteria were analyzed, with an age of 19 ± 1.8 ; divided between the control group (31) and the experimental group (29); same that were evaluated in initial and final form with the test of Sit and Reach. A training that included the Nordic exercises was applied for 7 weeks in the experimental group and the control group continued with their established training, later they were evaluated after the mentioned time.

The results obtained show the usefulness of this training to increase flexibility, since a significant increase ($P < 0.05$) was evidenced in the experimental group between the initial and final evaluation, unlike the control group ($P > 0.05$), however, in climbing and athletics, significant differences ($P < 0.05$) were obtained after training with Nordic exercises. From these data, it was possible to show that the training allows an increase in flexibility in the trainees, so it is recommended to include them in sports training and treatments where the purpose is to increase this physical capacity, especially in sports such as athletics and climbing where there are demands for range of motion to carry out the sporting gesture.

Keywords: Flexibility, Hamstrings, Nordic, Nordic Curl.

Fecha recepción: 04-10-22. Fecha de aceptación: 01-03-23

Ronnie Andrés Paredes-Gómez
raparedesg@utn.edu.ec

Introducción

La musculatura de miembro inferior es una de las más estudiadas debido a la cantidad de lesiones que se producen a este nivel, varios autores han realizado estudios de imagen para poder determinar los ejercicios que más gasto y demanda energética producen, y dentro de sus investigaciones mencionan a los músculos de los isquiotibiales (Rojas-Quinchavil et al., 2021).

Chang et al., 2020, enfatizan en sus análisis, la identificación del complejo muscular de los isquiotibiales, como un punto importante en la valoración del deportista, debido a que representan entre el 12% y el 26% de todas las lesiones sufridas durante las actividades deportivas; otros estudios encuentran que los miembros inferiores son los más lesionados con un 54,2% de riesgo de lesión y específicamente el 23,7% en musculatura isquiotibial (Penichet-Tomás et al., 2019).

Estudios con sonografía sobre la anatomía y morfología de la musculatura isquiotibial, identifican el origen de estas

estructuras conectivas como: el tendón del bíceps femoral y del semimembrano, junto con las fibras musculares más proximales del semitendinoso con su sección distal y medial, donde se presenta una relación volumétrica entre las masas musculares del semitendinoso y semimembrano (Balius et al., 2019).

Las lesiones agudas de los isquiotibiales a menudo ocurren durante los deportes que implican patadas repetitivas o carreras de alta velocidad, como el fútbol americano, el fútbol, el rugby y el atletismo. También son comunes en los deportes acuáticos, como el esquí acuático y el surf. Las lesiones de isquiotibiales pueden poner en peligro la carrera de los atletas de élite y se asocian con un riesgo estimado de recurrencia entre el 14 % y el 63 %; la variabilidad en el pronóstico y tratamiento de los diferentes patrones lesionales destaca la importancia de un diagnóstico precoz y técnicas que ayuden a la mejora del rendimiento, disminución del riesgo de lesión y mejoras del performance deportivo.

Opplert & Babault, 2018, señalan que el estiramiento

se ha utilizado durante mucho tiempo en muchas actividades físicas para aumentar el rango de movimiento (ROM) de una articulación y tiene efectos agudos en el sistema neuromuscular; el autor menciona que se cuestiona el estiramiento dinámico sobre el rendimiento muscular por la falta de estudios. Algunos de estos efectos pueden deberse a la duración, la amplitud o la velocidad. Por último, se marca la necesidad de futuros estudios que informen protocolos de estiramiento homogéneos y claramente descritos.

Lin et al., 2020, en su estudio, sugieren que los practicantes consideren el estiramiento dinámico como un calentamiento para aumentar el ROM, la altura en el salto y la agilidad en los atletas. De la misma manera disminución de la rigidez muscular lo cual reduce de manera sustancial el riesgo de lesiones deportivas. Los deportistas ocasionales, entrenadores y atletas profesionales pueden considerarlos al seleccionar prácticas efectivas de calentamiento para aumentar el rendimiento atlético.

Moreno-Pérez et al., 2021, mencionan que la entrada en calor con el estiramiento dinámico condujo a mejoras sustanciales en el sprint, siendo más efectivo que el entrenamiento de pesas cuando se realiza un protocolo de calentamiento corto en deportistas de tenis de élite.

Alshammari et al., 2019, describió que la activación del músculo cuádriceps después del estiramiento pasivo de los isquiotibiales parece ser superior a las técnicas complejas en la mejora de la flexibilidad de los isquiotibiales.

Bourne et al., 2017, destacó la heterogeneidad de los patrones de activación de los isquiotibiales en diferentes funciones; el ejercicio de extensión de cadera activa selectivamente los isquiotibiales largos, y el ejercicio nórdico recluta preferentemente el semitendinoso. Estos hallazgos implican estrategias que permiten prevenir lesiones en los músculos isquiotibiales, por lo que es potencialmente utilizable para los médicos, fisioterapeutas y entrenadores que se enfocan en componentes específicos de los músculos isquiotibiales para el tratamiento y la disminución del riesgo de lesión.

Severo-Silveira et al., 2021, concluye que, el entrenamiento progresivo con ejercicios nórdicos mejoró la fuerza de los isquiotibiales, aumento el grosor del músculo y la longitud del fascículo combinados con el entrenamiento programado inicialmente. El personal médico asociado al deportista debe ser consciente de que el ejercicio nórdico con una periodización de entrenamiento adecuada y con progresión de la carga de trabajo maximiza los beneficios.

Cuthbert et al., 2020, investigó sobre los efectos de reducir la prescripción del volumen del protocolo de entrenamiento nórdico y concluye que no afecta negativamente las adaptaciones en la fuerza excéntrica y la arquitectura muscular en comparación con las intervenciones de dosis altas lo que sugiere que los volúmenes más bajos de entrenamiento podrían ser más apropiados para los atletas.

Las investigaciones se han enfocado en la búsqueda de mejoras para los deportistas tanto a nivel fisiológico como es el entrenamiento y los efectos que esta causa, como

cambios a nivel de estructura y función; el presente estudio busca determinar si el protocolo de entrenamiento nórdico podría causar efectos sobre la flexibilidad de los deportistas y de la misma manera generar beneficios a corto, mediano y largo plazo.

Material y Métodos

La investigación se realizó con un enfoque de tipo cuasiexperimental, pre y post test, para describir el efecto del entrenamiento nórdico en deportistas de la provincia de Imbabura por cada disciplina deportiva. De tipo longitudinal debido a que se recolectó la información en dos periodos de tiempo pre y post intervención, estableciendo un antes y después de cómo se encontraba la flexibilidad, realizando un seguimiento a la muestra de estudio.

Se reclutaron deportistas de la Federación Deportiva de Imbabura, los mismos que transitaban la etapa especial de macrociclo de entrenamiento. Se procedió a informar a los entrenadores acerca del proceso a ejecutar, y se decidió que la intervención se llevaría a cabo previo al horario de entrenamiento normal.

Para la selección de la población se buscó que cumplan con los siguientes criterios de inclusión: (1) Deportistas que pertenezcan a los clubes deportivos de la provincia de Imbabura. (2) Deportistas que lleven al menos un año de práctica deportiva. (3) Deportistas que estén dispuestos a realizar un entrenamiento de 7 semanas. (4) Deportistas mayores de 17 años, (5) Deportistas que no hayan tenido lesiones musculoesqueléticas en los últimos 6 meses

70 deportistas cumplieron con los criterios de inclusión en las disciplinas de: escalada deportiva, taekwondo, basquetbol, fútbol y atletismo.

Los participantes fueron instruidos sobre el procedimiento a recibir; el día de la evaluación inicial se realizó la firma del consentimiento informado, para luego ejecutar la medición.

Cada uno de los deportistas participó del sorteo; se elaboraron 35 fichas que digan grupo experimental y 35 que digan grupo control y se sacaron uno a uno, hasta completar los 70.

Durante la intervención tanto en la evaluación como durante los entrenamientos 10 deportistas salieron del proceso, por cambios en los horarios, inasistencias o cambios de domicilios.

Quedando como resultado a 29 deportistas en el grupo experimental y 31 en el grupo control, teniendo una población total de 60 deportistas.

Examinadores

Siete examinadores fueron seleccionados para este estudio; los mismos que fueron cegados para las evaluaciones iniciales y finales.

Para ser incluidos en este estudio, los examinadores debían: 1. Ser estudiantes egresados de la carrera de Terapia Física de la Universidad Técnica del Norte, 2. Participar de la capacitación con 20 horas entre teoría y práctica.

3. Firmar el consentimiento informado de su participación para el estudio.

Instrumentos

Los participantes fueron evaluados por miembros del equipo de investigación (dos fisioterapeutas y un entrenador). Estas se realizaron en dos etapas una pre-intervención que se llevó a cabo una semana antes del protocolo y la evaluación final post-intervención en la semana siete del mismo.

Los instrumentos utilizados para la valoración fueron Test de Sit and Reach, esta prueba fue creada por Wells y Dillon (1952), utilizada por clínicos, evaluadores, entrenadores, fisioterapeutas y personal afín para la evaluación de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial y de espalda baja. Las pruebas de valoración Sit-and-Reach han demostrado poseer de forma generalizada una elevada fiabilidad para el evaluador, con un índice de correlación intraclase (ICC), en torno a 0,89- 0,99 (Norambuena, Yessenia, 2021).

Intervención y procedimiento

Se utilizó un protocolo de intervención para deportistas en horarios de sus entrenamientos, para no tener un sesgo investigativo; previamente se realiza un calentamiento básico acorde a su propia disciplina deportiva

El proceso de intervención se distribuye en 4 etapas:

Fase 1. Selección de la población de estudio

Según criterios de inclusión se escogió a los participantes del estudio a los cuales se les explicó el procedimiento, se firmó el consentimiento informado y se verificó la disponibilidad de tiempo para las evaluaciones iniciales.

Fase 2. Toma de datos Inicial

Se realizó la toma de evaluaciones pre- intervención y protocolo nórdico para detallar el estado de los deportistas en el momento (Van Dyk et al., 2019), ejecutados a través de los examinadores capacitados.

Fase 3. Aplicación del protocolo

Para la aplicación del protocolo se contó con la ayuda de fisioterapeutas y el entrenador, los cuales fueron importantes para la aplicación de los ejercicios, brindando ayuda y facilidades durante los entrenamientos.

Este constó de 18 sesiones en 7 semanas con un tiempo estimado de 15 minutos y series que fueron cambiando de semana en semana como se explica a continuación:

Primera semana día 1 y 2: dos series de 5 repeticiones y con 3 segundos de trabajo

Segunda semana día 1 y 2: dos series de 6 repeticiones y con 3 segundos de trabajo

Tercera semana día 1 y 2: tres series de 6-8 repeticiones y con 3 segundos de trabajo

Cuarta semana día 1,2 y 3: tres series de 8-10 repeticiones y con 4 segundos de trabajo

Quinta semana día 1,2 y 3: tres series de 12 repeticio-

nes y con 4 segundos de trabajo

Sexta semana día 1,2 y 3: tres series de 10 repeticiones y con 5 segundos de trabajo

Séptima semana día 1,2 y 3: tres series de 10 repeticiones y con 6 segundos de trabajo.

Fase 4. Toma de datos final

Se procedió a evaluar nuevamente la variable de flexibilidad y se identificó si esta había modificado después de la realización del protocolo nórdico para isquiotibiales.

Hipótesis

Hipótesis alterna (Ha): El entrenamiento nórdico mejora en la flexibilidad de los isquiotibiales en deportistas de la provincia de Imbabura

Hipótesis nula (Ho): El entrenamiento nórdico no mejora en la flexibilidad de los isquiotibiales en deportistas de la provincia de Imbabura.

Análisis Estadístico

Se presenta una base de datos en Microsoft Excel versión 16, y los datos fueron transferidos a través del paquete estadístico SPSS Statistics. Detallando los resultados de la siguiente manera, las variables cualitativas por disciplina deportiva se presentan en frecuencias (f) y porcentajes (%); las variables cuantitativas de edad en años y flexibilidad expresadas en (cm) en valores media y desviación típica.

Para estadística inferencial, se aplicó la prueba Kolmogórov-Smirnov, identificado datos paramétricos, utilizando la prueba de T de student para diferencias de medias relacionadas e independientes.

El valor de significancia de la prueba es $P = < 0,05$. Si es menor se rechaza la hipótesis nula y si es mayor se acepta la hipótesis alternativa.

Resultados

La edad de los deportistas (tabla 1), tiene un promedio total de 19,9 años; se encontró que en el grupo control existe una media de edad de 19,77 años que conforman el 52% del estudio, y en el grupo experimental una media de 20,20 con el 48% del total de la muestra.

De las cinco disciplinas observadas (tabla2), la mayor cantidad de deportistas que acudió al llamado fueron de atletismo con el 28,3% del total, ubicados así: el 11,7% al grupo experimental (G.E) y 16,7% al grupo control (G.C); seguidos del fútbol con 25%, donde, el G.E. mantuvo el 13,3% y G.C, 11,7%; en el básquet el 21,7%, donde, el G.E. 11,7% y G.C, 10% y finalmente el taekwondo con el 11,7%, con el G.E. 6,7% y G.C, 5%.

El grupo control mantuvo su entrenamiento habitual y al grupo experimenta se le aplicó un protocolo estandarizado por 7 semanas, adicional a su entrenamiento. Al analizar el comportamiento de la variable flexibilidad (tabla 3), en todos los deportistas evaluados, tanto al inicio del protocolo como al final, se observó: en el grupo con-

trol, un promedio de 16,694 cm de flexibilidad isquiotibial y post periodo de aplicación del protocolo alcanza los 17,490 cm encontrando un aumento de 0,797cm; datos que estadísticamente no son significativos 0,09 ($P=>0,05$); en el grupo experimental, la flexibilidad inicial, alcanzó un promedio de 17,803cm y valores post intervención de 19,410 cm, detallando una diferencia y mejora de esta en 1,606 cm, datos que si muestran diferencia significativa 0,0001 ($P=<0,05$), según la prueba t de student para muestras relacionadas.

Sin embargo, al analizar la diferencia entre disciplinas deportivas (tabla 4), la flexibilidad tiene un comportamiento particular en cada una. En el taekwondo los deportistas tienen mayor nivel de flexibilidad en etapas iniciales tanto en el grupo control como experimental, pero, se observa una disminución de esta en ambos casos, con una diferencia en G.E. de 0,33 cm y en el G.C de 3,6 cm. En los deportistas que recibieron la intervención: en escalada aumentan 2,17cm en relación con el 0,5cm del G.C; en el atletismo la flexibilidad mejora en el G.E con 1,36cm y en el G.C disminuye 0,4cm; en el fútbol y en el básquet no se encontró diferencia significativa entre ambos grupos.

Tabla 1.
Edad por tipo de grupo

Grupo	Media	N	%	Desv. tip.
Control	19,774	31	52	1,5429
Experimental	20,207	29	48	2,161
Total	19,983	60	100	1,8639

Tabla 2.
Deporte por tipo de grupo

Deporte		Control	Experimental	Total
Fútbol	F	7	8	15
	%	11,70%	13,30%	25,00%
Atletismo	F	10	7	17
	%	16,70%	11,70%	28,30%
Escalada	F	5	3	8
	%	8,30%	5,00%	13,30%
Básquet	F	6	7	13
	%	10,00%	11,70%	21,70%
Taekwondo	F	3	4	7
	%	5,00%	6,70%	11,70%
Total	F	31	29	60
	%	51,70%	48,30%	100,00%

Tabla 3.
Flexibilidad isquiotibial general

Grupo	Inicial (cm)	Final (cm)	Diferencia	T	P
Control	16,694	17,49	0,797	-1,752	0,09
Experimental	17,803	19,41	1,606	-4,976	0

$P=<0,05$ $T= t$ de student para muestras relacionadas

Tabla 4.
Flexibilidad por disciplina deportiva

Deporte	Grupo experimental				Grupo control			
	Inicial	Final	Diferencia	P	Inicial	Final	Diferencia	P
Fútbol	19,25	20,75	1,5	0,5	25,28	25,78	0,5	0,41
Atletismo	9,04	10,4	1,36	0,06	7,2	6,8	-0,4	2,32
Escalada	11,33	13,5	2,17	0,006	8,4	8,9	0,5	0,043
Básquet	19,28	22,001	2,721	2,46	19,5	22,1	2,6	2,49
Taekwondo	36,33	36	-0,33	0,18	36,21	32,7	-3,51	0,88

$P=<0,05$

Discusión

El presente estudio investiga la viabilidad y el efecto de la aplicación de un protocolo nórdico sobre la flexibilidad de la musculatura isquiotibial, basado en el entrenamiento progresivo de 18 sesiones, por 7 semanas, en las disciplinas deportivas de Imbabura-Ecuador. En cuanto a la viabilidad del proyecto, presentó una alta tasa de participación, adherencia, tolerabilidad y seguridad para los deportistas. Siendo un indicador de que este protocolo es aplicable a todas las disciplinas deportivas, que no representa un alto coste, es de fácil ejecución y genera ciertos beneficios tanto a nivel muscular, disminución del riesgo de lesión y mejoras en fuerza, sprint y cambios de dirección (Rico-González & Morales-Hernández, 2021).

Estudios realizados por Daetz C, en prevalencia de lesiones y estudios musculoesqueléticos en 84 deportistas chilenos en las disciplinas deportivas más comunes tales como fútbol y basquetbol, mencionan que las lesiones a nivel de muslo inciden en un 9%, sobre todo en aquellas disciplinas donde los miembros inferiores ejecuten acciones de fuerza, potencia en patadas, sprints, etc.; dependiendo de la naturaleza de cada deporte; por lo que es necesario estudiar estas zonas para poder identificar posibles medidas de prevención, (Daetz et al., 2020).

Vatovec R, asegura que los resultados, determinan que el entrenamiento excéntrico de los isquiotibiales a una longitud muscular larga provoca grandes ganancias en la flexibilidad y que probablemente no estén relacionadas con los cambios en la rigidez pasiva de los isquiotibiales o la longitud del tendón (Vatovec et al., 2021); de igual manera Van Dyk N., en su revisión sistemática que involucro a 8,459 deportistas describe que existen cambios arquitectónicos a nivel de la musculatura, sobre la dirección de las fibras, tras realizar el entrenamiento; por lo que algunos autores consideran a los ejercicios nórdicos como un gold estándar en el ámbito deportivo, esto quiere decir que es aplicable en varias disciplinas deportivas (Van Dyk et al., 2019).

Özgün U; reconoce un cambio leve, en las propiedades viscoelásticas en los isquiotibiales y un aumento de tono de los cuádriceps, de tal forma que efectiviza el movimiento de tensión a nivel de la zona posterior de muslo, en acciones de extensión de rodilla (Uysal et al., 2021); cabe recalcar que en el presente estudio, al analizar la flexibilidad de los isquiotibiales en los deportistas de manera general, se evidencia un aumento significativo de la misma, en el grupo experimental ($P=<0,05$), reconociendo un 1,6 cm de diferencia entre el antes y después.

Avrillon y colaboradores, estudiaron la elasticidad de los isquiotibiales en diferentes disciplinas deportivas, planteando la necesidad de esta capacidad física para la ejecución de movimientos complejos de gran amplitud articular, que involucre a los miembros inferiores en su acción, sin embargo evidenciaron por ecografías que el entrenamiento excéntrico de esta zona aumentó las fuerzas tensión sobre todo en el semimembranoso y bíceps femoral,

inciendiando no significativamente sobre la elasticidad de las fibras musculares (Avrillon et al., 2020).

Sin embargo al analizar por disciplina deportiva se evidencia un comportamiento peculiar de la flexibilidad; en el taekwondo, un deporte que demanda alta intensidad, buena amplitud de movimiento y fuerza para la ejecución de las patadas (Ojeda-Aravena et al., 2021), se encontró valores altos de flexibilidad por encima de los 30cm, tanto en el grupo control como en el grupo experimental, en el G.E., posterior a la intervención se obtuvo una disminución mínima de la capacidad estudiada por los 0,33cm y el G.C una disminución de 3cm; esto probablemente se deba a que en estas etapas de entrenamiento se potencia a la fuerza muscular, para mayor precisión y buena ejecución del gesto deportivo (Sung et al., 2021), de hecho se podría mencionar que los ejercicios nórdicos impidieron un desarrollo de la flexibilidad pero un aumento de tensión de la musculatura isquiotibial en función excéntrica.

En el G.E, la flexibilidad de los deportistas de escalada, marca una diferencia de 2,15cm y en el G.C también presenta un aumento de 0,5cm, se puede observar que el entrenamiento nórdico de los isquiotibiales generó un aumento significativo de la flexibilidad, concordando con los investigadores que estudian la importancia del diagnóstico de flexibilidad y preparación en escaladores, determinando que es una capacidad importante, que incluso podría marcar la diferencia entre competidores elites y amateurs (Draga et al., 2020) ; (Draper et al., 2021).

Xianglin Wan, en el atletismo, se desconocen los efectos de la intervención de fuerza y flexibilidad de los isquiotibiales, durante la acción de carrera, pues tras un entrenamiento de 7 a 8 semanas con ejercicios concéntrico y excéntricos se desarrolla un aumento de la longitud del semimembranoso y bíceps femoral; al analizar los datos de la investigación, el grupo experimental tuvo un aumento de 1, 5 cm en relación con el grupo control (Wan et al., 2021).

Según Nagaj Takashi, en el baloncesto, la musculatura isquiotibial interviene activamente en los movimientos balísticos que incluyen saltos y carreras de velocidad, requiriendo fuerza y una buena amplitud de movimiento para su ejecución (Nagai et al., 2021). En este estudio la flexibilidad aumento 2,72 cm entre el inicio y final de la intervención, sin embargo, en el grupo control hubo un aumento de 2,6 cm, por lo que no se tiene claro la verdadera influencia del entrenamiento nórdico, puesto que los deportistas realizaban su entrenamiento habitual.

En el fútbol al analizar los datos obtenidos se muestra tanto en el G.E como en el G.C, datos estadísticos no significativos, que de igual manera en estudios se menciona que la flexibilidad permitirá en cierta manera mejorar el rendimiento y recuperar los arcos de movimiento por medio de programas preventivos específicos, pero que estos valores no previenen ninguna lesión deportiva; por lo cual la flexibilidad no es un factor condicionante de la disciplina (Villaquirán, 2018).

La valoración de la flexibilidad se marca de manera re-

levante en el análisis de los deportes por disciplinas deportivas debido a que cada una muestra un comportamiento diferente entre un antes y después, datos que podrían ayudar en el proceso de recuperación y reintegración del deportista.

Limitaciones y fortalezas del estudio

El estudio presenta una serie de limitaciones: la primera es que la literatura es escasa, debido a que la gran mayoría de estudios se enfocan en el fútbol, dejando al resto de disciplinas fuera de este tipo de intervenciones; el segundo, los estudios en relación con los efectos causados por estos ejercicios en la flexibilidad, solo se encontraron dos, marcando una falencia a nivel de efectos producidos por estos ejercicios considerados un gold estándar y de la evidencia más alta a nivel de prevalencia y disminución de lesiones; existen más estudios que describen la fuerza, sprint y mejoras específicas en el músculo.

Tercero, es que la muestra de estudio específica por disciplina deportiva es pequeña por lo cual se recomienda mayores estudios que busquen los objetivos específicos en las diferentes modalidades o disciplinas deportivas.

Dicha investigación presenta fortalezas como:

Primero, es un estudio novedoso y de los pocos que se encuentran a nivel de Latinoamérica; segundo, se enfoca en varias disciplinas deportivas y el tercero que goza con buena adherencia del deportista y aceptación por parte de los entrenadores, por lo cual se mantuvo una taza inicial y final de la esperada.

Conclusiones

En la categorización de los deportistas según la edad, se encuentra que la media es de 19 y 20 años, la disciplina con más número de participantes es el atletismo seguido del fútbol.

El protocolo nórdico se realiza en etapa de entrenamiento especial de los deportistas con una duración de 7 semanas con sesiones que van de 2 a 3 por semana, en días específicos de acuerdo con el protocolo, encontrando mejoras en la flexibilidad de manera general.

En el grupo experimental se evidencia una diferencia significativa de la flexibilidad entre el antes y después de la intervención; frente a la situación del grupo control, analizados globalmente.

Por disciplina deportiva, es necesario considerar las características y necesidades físicas de cada uno, ya que la flexibilidad tuvo un comportamiento diferente, considerando a la escalada y el atletismo como las disciplinas en las que hubo diferencias marcadas de la flexibilidad de los isquiotibiales posterior al entrenamiento con ejercicio nórdicos.

Agradecimientos

En general al grupo investigativo DAR (discapacidad,

actividad física y rehabilitación) de la Universidad Técnica del Norte; a los examinadores: Ronny Bolaños, Myckaela Saltos, Kevin Minda, Priscila Vela, Daniela Cruz, Kevin Potosí y Marcela Andrade; deportistas y entrenadores; gracias por su aporte a la investigación.

Referencias

- Alshammari, F., Alzoghbieh, E., Abu Kabar, M., & Hamwamdeh, M. (2019). A novel approach to improve hamstring flexibility: A single-blinded randomised clinical trial. *The South African Journal of Physiotherapy*, 75(1). <https://doi.org/10.4102/SAJP.V75I1.465>
- 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>
- Bourne, M. N., Williams, M. D., Opar, D. A., al Najjar, A., Kerr, G. K., & Shield, A. J. (2017). Impact of exercise selection on hamstring muscle activation. *British Journal of Sports Medicine*, 51(13), 1021–1028. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2015-095739>
- Chang, J. S., Kayani, B., Plastow, R., Singh, S., Magan, A., & Haddad, F. S. (2020). Management of hamstring injuries: current concepts review. *The Bone & Joint Journal*, 102-B(10), 1281–1288. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.102B10.BJJ-2020-1210.R1>
- Cuthbert, M., Ripley, N., McMahon, J. J., Evans, M., Haff, G. G., & Comfort, P. (2020). The Effect of Nordic Hamstring Exercise Intervention Volume on Eccentric Strength and Muscle Architecture Adaptations: A Systematic Review and Meta-analyses. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 50(1), 83–99. <https://doi.org/10.1007/S40279-019-01178-7>
- Daetz, C. D., Toro, F. R., & Mendoza, V. T. (2020). Lesiones deportivas en deportistas universitarios chilenos (Sports injuries in Chilean university athletes). *Retos*, 38(38), 490–496. <https://doi.org/10.47197/RETOS.V38I38.74745>
- Draga, P., Ozimek, M., Krawczyk, M., Rokowski, R., Nowakowska, M., Ochwat, P., Jurczak, A., & Stanula, A. (2020). Importance and Diagnosis of Flexibility Preparation of Male Sport Climbers. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020, Vol. 17, Page 2512, 17(7), 2512. <https://doi.org/10.3390/IJERPH17072512>
- Draper, N., Giles, D., Taylor, N., Vigouroux, L., Na-Romero, V. E., Balá, J., Altamirano, I. S., Mally, F., Beeretz, I., Canalejo, J. C., Josserson, G., Kodejška, J., Téllez, M. J. A., & Vaca, G. G. C. de. (2021). Performance Assessment for Rock Climbers: The International Rock Climbing Research Association Sport-Specific Test Battery. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(9), 1242–1252. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2020-0672>
- Lin, W. C., Lee, C. L., & Chang, N. J. (2020). Acute Effects of Dynamic Stretching Followed by Vibration Foam Rolling on Sports Performance of Badminton Athletes. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(2), 420. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2020-0672>
- Moreno-Pérez, V., Hernández-Davó, J. L., Nakamura, F., López-Samanes, Á., Jiménez-Reyes, P., Fernández-Fernández, J., & Behm, D. G. (2021). Post-activation performance enhancement of dynamic stretching and heavy load warm-up strategies in elite tennis players. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 34(3), 413–423. <https://doi.org/10.3233/BMR-191710>
- Nagai, T., Bates, N., McPherson, A., Hale, R., Hewett, T., & Schilaty, N. D. (2021). Effects of Sex and Age on Quadriceps and Hamstring Strength and Flexibility in High School Basketball Athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(5), 1302. <https://doi.org/10.26603/001C.27986>
- Norambuena, Yessenia. (2021). 5-week suspension training program increase physical performance of youth judokas: a pilot study (Un programa de entrenamiento de suspensión de 5 semanas incrementa el rendimiento físico en jóvenes judocas: un estudio piloto). *Revista Retos*, 39(39), 137–142. <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/78624/50352>
- Ojeda-Aravena, A. P., Azócar-Gallardo, J., Hernández-Mosqueira, C., & Herrera-Valenzuela, T. (2021). Relación entre la prueba de agilidad específica en taekwondo (tsat), la fuerza explosiva y la velocidad lineal en 5-m atletas de taekwondo de ambos sexos (Relationship between the specific agility test in taekwondo (tsat), explosive strength and 5-m linea. *Retos*, 39(39), 84–89. <https://doi.org/10.47197/RETOS.V0I39.78395>
- Opplert, J., & Babault, N. (2018). Acute Effects of Dynamic Stretching on Muscle Flexibility and Performance: An Analysis of the Current Literature. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(2), 299–325. <https://doi.org/10.1007/S40279-017-0797-9>
- Penichet-Tomás, A., Ortega Becerra, M., Manuel Jiménez-Olmedo, J., Pueo, B., Julio, J., & Agulló, E. (2019). Incidencia lesiva en jugadores españoles de élite de balonmano playa (Incidence of injury in elite Spanish beach handball players). *Retos*, 36(36), 83–86. <https://doi.org/10.47197/RETOS.V36I36.66726>
- Rico-González, A., & Morales-Hernández, A. G. (2021). El protocolo de curl nórdico y sus efectos en jugadores de fútbol. una revisión narrativa. *Revista Digital: Actividad Física y Deporte*, 7(2). <https://doi.org/10.31910/RDAFD.V7.N2.2021.1905>
- Rojas-Quinchavil, G., Venegas-Jeldrez, P., Valencia, O., Guzmán-Venegas, R., Arana, O. F., de la Rosa, F. J. B., & Flores-Leon, A. F. (2021). Actividad muscular de cadera y muslo en jugadores de fútbol profesionales

- durante una sentadilla isométrica con y sin contracción controlada de cadera (Hip and thigh muscular activity in professional soccer players during an isometric squat with and witho. *Retos*, 39(39), 697–704. <https://doi.org/10.47197/RETOS.VOI39.82024>
- Severo-Silveira, L., Dornelles, M. P., Lima-E-Silva, F. X., Marchiori, C. L., Medeiros, T. M., Pappas, E., & Baroni, B. M. (2021). Progressive Workload Periodization Maximizes Effects of Nordic Hamstring Exercise on Muscle Injury Risk Factors. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(4), 1006–1013. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002849>
- Sung, Y.-C., Yang, Y.-Z., Chang, C.-C., Chou, C.-C., Chang, C.-C., Chou, C.-C. A., Condello, G., António, M., & Marques, C. (2021). A Preliminary Study of Pre-Season Taekwondo Preparation Strategy: Personal Isolation Training Effect for Elite Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021, Vol. 18, Page 10570, 18(20), 10570. <https://doi.org/10.3390/IJERPH182010570>
- Uysal, Ö., Delioğlu, K., & Firat, T. (2021). The effects of hamstring training methods on muscle viscoelastic properties in healthy young individuals. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(2), 371–379. <https://doi.org/10.1111/SMS.13856>
- Van Dyk, N., Behan, F. P., & Whiteley, R. (2019). Including the Nordic hamstring exercise in injury prevention programmes halves the rate of hamstring injuries: a systematic review and meta-analysis of 8459 athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 53(21), 1362–1370. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2018-100045>
- Vatovec, R., Marušič, J., Markovič, G., & Šarabon, N. (2021). Effects of Nordic hamstring exercise combined with glider exercise on hip flexion flexibility and hamstring passive stiffness. *Journal of Sports Sciences*, 39(20), 2370–2377. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1933350>
- Villaquiran, A. (2018). Flexibilidad, equilibrio dinámico y estabilidad del core para la prevención de lesiones en deportistas universitarios. *Universidad y Salud*, 148–156. <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v22n2/2389-7066-reus-22-02-148.pdf>
- Wan, X., Li, S., Best, T. M., Liu, H., Li, H., & Yu, B. (2021). Effects of flexibility and strength training on peak hamstring musculotendinous strains during sprinting. *Journal of Sport and Health Science*, 10(2), 222–229. <https://doi.org/10.1016/J.JSHS.2020.08.001>