

## **TRABAJO FINAL**

**Presentado para acceder al título de**

**ESPECIALISTA EN KINESIOLOGIA Y FISIOTERAPIA DEL DEPORTE**

**Título: “Efectos de dos técnicas dinámicas, contraer-relajar vs. neurodinamia, sobre la elasticidad de los músculos isquiotibiales.”**

**Autor:**

**Spinazzola, Marcelo – DNI 22040731**

**Directora:**

**Mildenberger, Clarisa – DNI 32722207**

**Lugar:**

**Rosario**

**Fecha de presentación**

**14/12/2022**

**Firma autor**



## **I. RESUMEN:**

*Introducción:* La flexibilidad mejora la extensibilidad del músculo y el rango de movimiento articular. La disminución de la flexibilidad en los músculos isquiotibiales, provoca una disminución de la movilidad en la articulación coxo femoral en el movimiento de flexión con rodilla extendida. *Objetivo:* Determinar el efecto de la aplicación de dos intervenciones diferentes sobre el acortamiento muscular en un paciente jugador de fútbol amateur, con desgarras a repetición. *Metodología:* se realizó un caso clínico con evaluaciones antes y después de la intervención, en el cual se aplicaron dos técnicas diferentes: Contraer- relajar aplicada sobre el miembro inferior derecho y neurodinamia sobre el miembro inferior izquierdo. La evaluación de la flexibilidad se llevó a cabo mediante el test de AKE (por sus siglas en inglés Active Knee Extension). *Resultados:* Se encontró una mejora en los valores obtenidos entre la evaluación inicial, 55° y la evaluación final de 10° en la pierna derecha y entre la evaluación inicial de 50° y la evaluación final de 25° en la pierna izquierda. *Conclusión:* Ambas técnicas resultaron en mejoras, con mejores resultados para la técnica contraer-relajar.

**INDICE:**

I. INTRODUCCION .....	1
II. OBJETIVOS .....	2
III. METODOS .....	3
IV. DESARROLLO .....	5
V. RESULTADOS .....	12
VI. DISCUSION .....	12
VII. CONCLUSION .....	15
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	15

## II. INTRODUCCION:

La flexibilidad es un elemento primordial en la salud física en general, puesto que influye en las actividades de la vida diaria y en el mantenimiento de una vida independiente. Entre los diversos grupos musculares del cuerpo humano, los músculos tónicos poliarticulares, con acciones articulares en varios segmentos y mayor proporción de fibras rápidas tipo II, son los que tienen mayor tendencia al acortamiento. La disminución de la flexibilidad en los músculos isquiotibiales, provoca una disminución de la movilidad en la articulación coxo femoral en el movimiento de flexión con rodilla extendida.<sup>(1)</sup>

Los músculos isquiotibiales constituyen un grupo muscular biarticular que debido a su acción provoca efectos sobre la rodilla, la cadera y la dinámica lumbo-pélvica.<sup>(2)</sup>

La flexibilidad, es la capacidad física menos trabajada y se considera un componente integrador de la movilidad articular, ya que los movimientos de gran amplitud no solo afectan a la parte estática del aparato locomotor, sino también a su parte dinámica.<sup>(3)</sup>

Entre los factores de riesgo modificables en la lesión de isquiotibiales, se encuentra la pérdida de rango de movimiento. Por lo tanto la flexibilidad es un componente clave para la prevención de lesiones, mejorar el rendimiento deportivo y la aptitud física.<sup>(4)</sup>

El ejercicio de estiramiento aumenta la longitud de los tejidos blandos, adaptando su estructura, por lo cual la flexibilidad puede considerarse como la habilidad responsable de la amplitud máxima del rango de movimiento articular. Los profesionales de la salud han considerado al aumento de flexibilidad, como un importante componente para mejorar el rendimiento en las actividades diarias y deportivas. Estos ejercicios tienden a reestablecer niveles satisfactorios de movilidad articular y con ello la reducción del dolor y mejora del rendimiento muscular.<sup>(5)</sup>

El estiramiento mejora la extensibilidad del músculo y el rango de movimiento de la articulación, existiendo una relación entre el entrenamiento de flexibilidad y sus beneficios a saber: aumento de la temperatura muscular, disminución del dolor, aumento del rango de movimiento de una articulación, recuperación del organismo luego de un esfuerzo intenso, reducción del riesgo de lesiones y mejora del rendimiento.<sup>(6)</sup>

Cuando un músculo carece de flexibilidad, pierde su capacidad de deformación limitando el rango de movimiento de una o más articulaciones.<sup>(6)</sup>

La técnica de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP), es una técnica utilizada para aumentar fuerza, flexibilidad y coordinación. Se caracteriza por el uso de contracción muscular isométrica del músculo a elongar, seguido de una fase de relajación y posteriormente por una movilización pasiva de la extremidad hasta una sensación de tirantez o dolor. Luego continúa con un estiramiento para inhibir el reflejo miotático,

continuando con una contracción isométrica con el objeto de estimular los órganos tendinosos de Golgi y ocasionar inhibición autogénica, para luego incrementar la ganancia en la amplitud muscular. <sup>(6)</sup>

Como variante de la técnica de FNP, se incluye la técnica de contraer-relajar (contract-relax) que consiste en una contracción isotónica concéntrica del músculo que hay que estirar, seguido por una fase de relajación y un estiramiento pasivo. <sup>(6)</sup>

Muchas disfunciones del sistema músculo esquelético son provenientes del sistema nervioso. Una alteración biomecánica en el recorrido neural, provoca una disminución en la circulación sanguínea del nervio periférico, generando una alteración en la conducción de impulsos eléctricos sobre el nervio, afectando al grupo muscular inervado. La neurodinamia, también denominada movilización neural, es una técnica de la terapia manual, caracterizada por el estiramiento mecánico sobre el tejido nervioso periférico, teniendo como objetivo liberar la tensión neural y consecuentemente aumentar la fuerza y mejorar la flexibilidad <sup>(7)</sup> Es una técnica específica para poder restituir el movimiento del sistema nervioso, promoviendo el retorno no solo de sus funciones normales, sino también las estructuras músculo esqueléticas inervadas. Este restablecimiento se da por medio de movimientos oscilatorios mantenidos <sup>(8)</sup>.

Cuando el tejido neural está afectado, se vuelve ineficaz para conducir impulsos eléctricos y donde sufre compresión, existe una tensión mecánica adversa al tejido, que afecta su movilidad global y su habilidad para transmitir tensión <sup>(9)</sup>

Este trabajo compara los efectos causados sobre la flexibilidad de los músculos isquiotibiales de ambos miembros inferiores, en un paciente con desgarros a repetición, aplicando la técnica de contraer-relajar sobre el miembro inferior derecho y la técnica de neurodinamia en el miembro inferior izquierdo.

### **III. OBJETIVOS:**

#### **III. a. OBJETIVO GENERAL:**

Determinar el efecto de la aplicación de dos intervenciones diferentes sobre el acortamiento muscular en un paciente jugador de fútbol amateur, con desgarros a repetición.

#### **III. b. OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Registrar los cambios obtenidos con la aplicación de la técnica contraer-relajar sobre los músculos isquiotibiales de la extremidad inferior derecha.
- Registrar los cambios obtenidos con la aplicación de la técnica de neurodinamia sobre los músculos isquiotibiales de la extremidad inferior izquierda.

- Comparar los resultados obtenidos a partir de las técnicas aplicadas, por medio del test de AKE (por sus siglas en inglés Active Knee Extension) antes, durante y después del tratamiento estipulado.

#### **IV. METODOS:**

##### **IV.a. Estrategia de búsqueda bibliográfica:**

Se consideraron artículos científicos publicados en las bases de datos Bireme, Scielo, Lilacs, Medline, utilizando para ello las siguientes palabras claves y sus combinaciones:

- (("Range of Motion, Articular"[Mesh]) AND "Hamstring Muscles"[Mesh]) AND "Hamstring Tendons"[Mesh].
- (("Physical Therapy Modalities"[Mesh]) AND "Musculoskeletal Manipulations"[Mesh]) AND "Musculoskeletal Manipulations/therapy"[Mesh].
- (("Musculoskeletal Physiological Phenomena"[Mesh]) AND "Hamstring Muscles"[Mesh]) AND "Range of Motion, Articular"[Mesh].

El período de publicación analizado fue desde mayo de 2001 hasta junio de 2022.

##### **IV.b. Generalidades del Caso Clínico:**

Se propone evaluar los efectos de la neurodinamia sobre los músculos isquiotibiales del miembro inferior izquierdo y los efectos de la técnica contraer-relajar, sobre los mismos músculos del miembro inferior derecho. Los datos registrados (Dia1 - D1) (Tabla1) se tomaron como base antes de comenzar el protocolo de tratamiento, luego se fueron comparando los datos con las siguientes evaluaciones ejecutadas los días viernes de cada semana, a saber, desde la semana 1 hasta la semana 8 (S1 hasta S8) (Tabla2).

La elección para la aplicación de las técnicas sobre ambos músculos isquiotibiales se eligió al azar a través de un sorteo. De esta manera quedaron establecidas las técnicas a aplicar sobre los miembros inferiores, a saber, neurodinamia para el miembro inferior izquierdo y técnica de contraer-relajar, para el miembro inferior derecho.

##### **IV.b.1. Medición de flexibilidad:**

En el procedimiento de evaluación para medir la flexibilidad de los músculos isquiotibiales, se utilizó el test de AKE, con el paciente en decúbito supino, con el miembro inferior que no interviene en la medición totalmente extendido apoyado en la camilla y sujetado por un velcro. La pierna a evaluar se coloca con cadera y rodilla flexionada a 90° con tobillo en posición neutra. El centro del goniómetro se coloca en la parte externa del eje de movimiento de la articulación de rodilla, con la rama móvil orientada hacia el maléolo tibial y la rama fija orientada al trocánter mayor del fémur. A partir de esta posición, el paciente efectúa una extensión activa de rodilla, hasta alcanzar una sensación tolerable de

estiramiento. Se considera valor 0 la extensión completa de rodilla. Se realizaron tres intentos de cada evaluación en ambos miembros inferiores y se registró el mejor resultado de las tres repeticiones, designándolo como dato A0 ejecutado antes de la intervención (Tabla1). Esta evaluación se realizó una vez por semana, posterior a la movilización neural y a la técnica de contraer-relajar <sup>(10)</sup>.

#### **IV.b.2. Técnica de flexibilidad:**

Se utilizó la técnica de contraer-relajar. Esta maniobra se realizó de la siguiente manera: El paciente se encuentra en la camilla, en decúbito dorsal con los miembros inferiores relajados sobre la camilla. El terapeuta al lado de la camilla, tomando con una mano el talón del miembro inferior derecho y con la otra mano, la cara anterior de la rodilla, lleva el mismo pasivamente hacia la flexión de cadera con rodilla extendida hasta la sensación de incomodidad del paciente en la cara posterior del muslo. El miembro inferior izquierdo permanece relajado sobre la camilla. Luego se ordena al paciente que realice fuerza con el miembro inferior derecho para extenderlo, contrayendo los extensores de cadera por cinco segundos; dicha contracción es resistida por el kinesiólogo. Al final de estos cinco segundos, el paciente relaja la musculatura y el terapeuta aumenta la flexión de cadera con rodilla extendida hasta la nueva sensación de incomodidad manteniendo esta posición durante cinco segundos. Esta maniobra se repite tres veces, de manera sucesiva, sin pausa, hasta completar treinta segundos <sup>(11)</sup>. Esta técnica de treinta segundos (30”), es aplicada en forma alternada con la técnica aplicada a la otra extremidad. Al realizar tres veces la maniobra, se completa un total de un minuto y treinta segundos (1’:30”).

#### **IV.b.3. Técnica de neurodinamia:**

Se utilizó la técnica de neurodinamia con deslizamiento, que implican movimientos alternados, solicitando la participación de dos o más articulaciones.

La maniobra fue realizada con el paciente en decúbito dorsal y mediante los siguientes pasos:

- 1) El kinesiólogo se encuentra al lado de la camilla, tomando con una mano en forma de pinza la cabeza de los metatarsianos del miembro inferior izquierdo y con la otra mano la cara anterior de la rodilla, buscando el rango óptimo de movimiento realizando flexión de cadera con rodilla extendida y el tobillo en posición neutra, hasta que se identifica resistencia elástica sin dolor.
- 2) Luego se procede a aumentar la flexión de cadera disminuyendo la extensión de rodilla y llevando el tobillo a dorsiflexión.
- 3) Posteriormente se extiende la rodilla permitiendo que la cadera recupere su posición anterior y el tobillo termina nuevamente en posición neutra <sup>(12)</sup>

Esta maniobra se realizó durante treinta segundos, en la cual se efectuaron catorce movilizaciones de distal a proximal y se repitió tres veces completando un total de un minuto y treinta segundos en forma alternada con la técnica aplicada en la otra extremidad.

Estas técnicas se realizaron de forma alternada, haciendo tres bloques de treinta segundos (30") en cada pierna, cumpliendo un total de un minuto y treinta segundos (1':30") por pierna.

## **V. DESARROLLO**

### **a. ANALISIS DE LA LITERATURA**

#### **i. Flexibilidad:**

La flexibilidad es la cualidad física responsable de la ejecución voluntaria de un movimiento de amplitud angular máxima, por una o varias articulaciones, sin riesgo de provocar lesiones. Es la capacidad psicomotora y la propiedad de los tejidos responsable de la reducción de todos los tipos de resistencias que las estructuras y mecanismos funcionales neuromioarticulares de fijación y estabilización ofrecen al intento de ejecución de movimiento de amplitud angular óptima, producidos tanto por la acción de agentes endógenos como exógenos. Es la capacidad y propiedad compartida por todos los tejidos de disminuir su resistencia y permitir mayores amplitudes articulares en los diferentes gestos motores. Para incrementarla, se necesita una fuerza que deforme los tejidos, particularmente en sentido longitudinal a la fibra muscular.<sup>(13)</sup>

Se define como la capacidad de un músculo para alargarse, permitiendo que una o más de una articulación se mueva a través de un rango de movimiento. Cuando un músculo pierde o carece de flexibilidad, su capacidad para deformarse disminuye, lo que resulta en una disminución del rango de movimiento alrededor de una articulación. Los ejercicios generales de estiramiento pueden beneficiar a los atletas y personas que hacen ejercicio mejorando la flexibilidad, reduciendo la incidencia de lesiones y mejorando el rendimiento deportivo. La falta de flexibilidad de los isquiotibiales a menudo se ha asociado con lesiones en la espalda baja y las extremidades inferiores.<sup>(14)</sup>

El rango de movimiento articular, depende de la flexibilidad de los tejidos blandos periarticulares e intraarticulares. Las estructuras y mecanismos que influyen en las propiedades pasivas del músculo son: el entrecruzamiento entre los filamentos de actina y miosina, las proteínas del citoesqueleto no contráctil del endosarcómero y el exosarcómero; y los tejidos conectivos del endomisio, perimisio y epimisio. El perimisio constituye el tejido que más contribuye a la resistencia pasiva del músculo esquelético. Los tejidos blandos, incluyendo la vaina muscular y el tejido conectivo, son los principales responsables de la



mayor parte de la resistencia al estiramiento del músculo. La falta de flexibilidad, es un factor que contribuye a las lesiones musculares, especialmente cuando se trata de los músculos isquiotibiales.<sup>(15)</sup>

La rigidez de las articulaciones y el aumento de tensión muscular disminuye el rendimiento deportivo y aumenta el riesgo de lesiones musculo esqueléticas. Mantener la longitud muscular adecuada, requiere realizar ejercicios de estiramientos, para prevenir la rigidez muscular y beneficiarse de la disminución del riesgo de lesiones musculoesqueléticas y mejorar el rendimiento físico.<sup>(16)</sup>

En una investigación, los autores confirman que las actividades como el salto, el sprint y los cambios de dirección, implican una alta intensidad y activación de la musculatura isquiotibial, los cuales son sometidos a una gran exigencia del ciclo elongación-contracción, involucrando esfuerzos con gran variedad de movimientos y una elevada concentración de las fibras rápidas, lo que requiere que el músculo sea lo suficientemente flexible para almacenar y expulsar energía elástica, beneficiando el rendimiento y disminuyendo la posibilidad de producir lesiones. En algunos estudios se han registrado un descenso en la capacidad de la contracción máxima voluntaria al realizar algunas técnicas, como los estiramientos estáticos y la facilitación neuromuscular propioceptiva, pero en otros no se han encontrado una disminución en la capacidad de salto vertical después de realizar varios tipos de estiramiento muscular. Sin embargo, poco se recurre a los programas de entrenamiento, desconociendo que los isquiosurales son músculos poliarticulares con una elevada concentración de fibras musculares rápidas, lo que lleva a que el músculo se acorte y las unidades músculo tendinosas no sean lo suficientemente flexibles para almacenar y expulsar la gran cantidad de energía elástica que beneficia la contracción muscular.<sup>(17)</sup>

Vaquero Cristobal R y cols. realizaron un estudio sobre jugadores de tenis y fútbol de salón, en donde han demostrado mejoras significativas en la flexibilidad de los músculos isquiotibiales al finalizar la intervención aplicando técnicas de estiramientos. Dado que la reducción de la flexibilidad en estos músculos aumenta el riesgo de lesiones, es preciso realizar una valoración sobre su extensibilidad y realizar un programa de intervención en los casos que corresponda.<sup>(2)</sup>

En otra investigación, se han verificado los efectos de un programa de flexibilidad realizado antes de la práctica deportiva, obteniendo ganancias en la flexibilidad y en el rendimiento muscular a largo plazo.<sup>(3)</sup>

Diferentes autores en otro estudio, en donde han examinado sujetos con rigidez bilateral de los isquiotibiales, han podido demostrar utilizando diferentes técnicas de estiramientos, un aumento en el rango del movimiento articular, concluyendo también que el estiramiento es el

elemento clave tanto de los programas de rehabilitación como de las actividades relacionadas con el deporte para restaurar la longitud muscular óptima. <sup>(18)</sup>

Existen varios tipos de técnicas de estiramientos, técnicas estáticas, técnicas balísticas y técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva, todas orientadas a la mejora de la flexibilidad. Sin embargo, el estiramiento intenso que excede el rango fisiológico y más allá del límite elástico puede causar dolor y lesiones musculares, por lo tanto, es importante identificar la intensidad submáxima que mantendría la eficacia del estiramiento sobre la flexibilidad sin representar una carga física como el dolor. <sup>(19)</sup>

## **ii. Lesiones asociadas a la rigidez de los músculos isquiotibiales:**

La lesión de estos músculos constituye un alto porcentaje del total de las lesiones musculoesqueléticas agudas, producidas durante las actividades deportivas. Este grupo muscular, tiene la capacidad de producir grandes fuerzas, siendo vulnerable a las lesiones en los instantes finales de la fase de balanceo durante la carrera, donde hay un rápido cambio de una función de tipo concéntrica a excéntrica, cuando la pierna está desacelerando para impactar contra el suelo. Durante la segunda fase del balanceo, estos músculos se activan actuando excéntricamente para desacelerar la cadera, al mismo tiempo que se extiende la rodilla para preparar el contacto del talón con el suelo. <sup>(20)</sup>

Se ha informado que los desgarros en los isquiotibiales, representan el 50% de todas las lesiones musculares en velocistas y el 40% en futbolistas. Los factores causantes de éstos, se han investigado ampliamente durante los últimos 30 años. Algunas de las causas comúnmente citadas, incluyen debilidad de estos músculos, mala flexibilidad, fatiga muscular, calentamiento inadecuado, lesión previa y edad. <sup>(21)</sup>

Askling C. y cols., consideran que esta lesión, puede ser de al menos dos tipos, uno es durante la carrera a alta velocidad como en el fútbol y otro durante los movimientos de estiramientos llevados a cabo en un rango extremo de movimiento. No se sabe, si afectan a la función, flexibilidad y fuerza de manera diferente, pero sí, que estas dos últimas variables son críticas para el rendimiento y se utilizan para establecer criterios para volver a la actividad completa. <sup>(22)</sup>

La rigidez de los músculos isquiotibiales se asocia con trastornos musculoesqueléticos de la parte baja de la espalda y las extremidades inferiores, conduciendo a cambios biomecánicos en la pelvis y la columna lumbar. <sup>(18)</sup>

En un estudio realizado por Morcelli M.H. y cols., se afirma que entre las consecuencias derivadas del acortamiento de estos músculos se encuentran, las desviaciones posturales, alteraciones del ritmo lumbo pélvico, lumbalgias, predisposición a lesiones, como así también, tendinopatía rotuliana. Estos cambios biomecánicos pueden conducir a una

disfunción fémoro-rotuliana, dolor en el pubis y alteración postural. Estas lesiones representan el 29% de todas las lesiones en atletas y del 12% al 31% de éstos, sufren nuevas lesiones.<sup>(23)</sup>

También, se considera que la alteración de la flexibilidad de los isquiotibiales puede provocar desviaciones posturales y afectar la funcionalidad de la articulación de la cadera y la columna lumbar, generando problemas posturales, con inclinación posterior continua de la pelvis que afectará a la marcha causando dolor muscular o articular en los miembros inferiores. La capacidad de generar tensión muscular máxima disminuye, resultando en una pérdida relevante del rango de movimiento. Como consecuencia, el acortamiento muscular genera un aumento del gasto energético, desequilibrio postural, compensaciones, compresión de fibras nerviosas, mayor incidencia en el dolor, además de perjudicar las actividades de la vida diaria, el trabajo y el ejercicio físico.<sup>(19)</sup>

### **iii. Técnica de neurodinamia**

La neurodinamia es una técnica que promueve el movimiento y la elasticidad del sistema nervioso, generando y mejorando sus funciones, con el consiguiente aumento de amplitud articular.<sup>(24)</sup>

Se conceptualiza también, como un conjunto de técnicas que tienen como objetivo imponer mayor tensión al sistema nervioso, a través de ciertas posturas, aplicando movimientos lentos y rítmicos a los nervios periféricos y a la médula espinal, mejorando la conducción del impulso nervioso.<sup>(25)</sup>

Es una técnica que busca restaurar el movimiento y elasticidad de una estructura afectada, favoreciendo el retorno a sus funciones normales.<sup>(26)</sup>

Esta intervención está dirigida a restaurar la homeostasis dentro y alrededor del sistema nervioso, por la movilización de dicho sistema o las estructuras que lo rodean. Facilita el movimiento entre las estructuras neurales y su entorno a través de técnicas manuales. Esta técnica, reduce el edema intraneural, mejora la dispersión del líquido intraneural, reduce la hiperalgesia térmica y mecánica, y revierte las respuestas inmunitarias aumentadas después de una lesión nerviosa.<sup>(27)</sup>

En otra investigación, describen que el efecto principal de la neurodinamia, es reestablecer el equilibrio dinámico entre los tejidos neurales y las interfaces mecánicas adyacentes, permitiendo una reducción de las presiones ocasionadas en los tejidos neurales, promoviendo un óptimo funcionamiento fisiológico.<sup>(28)</sup>

Zanela da Silva Areas, F. y cols., describen que la neurodinamia se caracteriza por estiramientos mecánicos sobre el tejido nervioso periférico, alterando la fisiología del tejido neural y en consecuencia, del tejido muscular, teniendo como objetivo, disminuir la tensión

del tejido neural, disminuir el dolor, aumentar la fuerza muscular y mejorar la flexibilidad. Esta técnica se puede aplicar, tanto en la parte proximal, movilizand o la raíz afectada, como en la parte distal del recorrido neural, movilizand o la extremidad afectada. <sup>(7)</sup>

Cuando se aplica tensión al sistema nervioso mediante la neurodinamia, existe una disminución de la presión sobre el área transversal del nervio ciático, resultando en una ganancia en la flexibilidad de los músculos isquiotibiales. <sup>(29)</sup>

La falta de flexibilidad sobre los músculos isquiotibiales, también se le atribuye a la falta de deslizamiento del tejido neural, provocando una disminución en el rango de movimiento. Las intervenciones, en las cuales se aplica la técnica de neurodinamia, disminuyen la mecanosensibilidad neuronal al proporcionar movimientos que conducen a cambios en el deslizamiento del tejido nervioso, incrementando la flexibilidad observada en los isquiotibiales. Por lo tanto, el efecto de la neurodinamia, es restablecer el equilibrio dinámico entre el movimiento de los tejidos neurales y las interfases mecánicas circundantes, promoviendo una óptima función fisiológica. <sup>(28)</sup>

#### **iv. Técnica de contraer-relajar**

Esta técnica se considera una de las más seguras y efectivas, basándose en la acción refleja de los órganos tendinosos de Golgi, después de aplicar contracción isométrica, la cual desencadena una inhibición autogénica que inhibe las motoneuronas alfa del músculo activado, reduciendo la tensión muscular. <sup>(30,31)</sup>

Ghram A. y cols., utilizaron este método, realizando un estiramiento hasta llegar a una posición de tensión tolerable manteniéndola durante 7 segundos, para luego realizar una contracción isométrica durante 7 segundos, luego una relajación de 5 segundos, para nuevamente avanzar en el estiramiento. Este procedimiento, conduce a una mayor tensión en el órgano tendinoso de Golgi a través de una contracción isométrica, llegando a la inhibición autógena, superando al reflejo miotático y reduciendo la actividad neural en el músculo estirado. <sup>(32)</sup>

En otra investigación, los autores utilizaron el mismo método, pero con 5 segundos de contracción isométrica y 10 segundos de estiramiento con los músculos relajados, realizando este proceso dos veces completando el ciclo de 30 segundos. <sup>(23)</sup>

Fukaya T. y cols., describen a esta técnica con los siguientes parámetros, estiramiento máximo sin producir dolor, manteniendo el mismo durante 15 segundos, seguidos de una contracción isométrica máxima de 5 segundos, para luego avanzar hacia la próxima posición de estiramiento máximo. <sup>(33)</sup>

En otro estudio, en donde se ejecutó un programa de estiramiento con la técnica contracción – relajación, se realizó con un tiempo de 5 segundos de contracción, 10 segundos de

estiramiento pasivo, seguido de 5 segundos de contracción y 10 segundos de estiramiento pasivo, para un total de 30 segundos. <sup>(34)</sup>

En relación a la técnica elegida en este trabajo, se realizó un tiempo de contracción de 5 segundos, seguidos de 5 segundos de relajación y así hasta completar 30 segundos. <sup>(35-37)</sup>

#### **v. Medición de la flexibilidad de los músculos isquiotibiales**

Existen diferentes métodos para medir la flexibilidad de estos músculos, siendo utilizadas con mayor frecuencia, las pruebas de valoración basadas en medidas angulares, ya que solo involucran el movimiento de una articulación, rodilla en este caso, lo cual las hace más precisas. En cuanto a estas pruebas, se destacan la prueba de elevación de la pierna recta y la prueba del ángulo poplíteo o extensión activa de rodilla entre otras, pudiendo utilizar como elementos de medición, un inclinómetro o un goniómetro. <sup>(10)</sup>

En la prueba de elevación de la pierna recta, se estima la flexibilidad de la musculatura isquiotibial, a través del ángulo de flexión de cadera con rodilla extendida. Si se utiliza un goniómetro, se colocará a nivel del eje de la articulación coxo-femoral y se extenderá la rama móvil del mismo, hasta la punta del maléolo peroneo. En cambio, utilizando un inclinómetro, éste se coloca próximo al maléolo peroneo, llevando el miembro inferior hacia una flexión de cadera con rodilla extendida en donde se toma el valor angular. <sup>(10)</sup>

La extensión activa de rodilla, es una prueba de medida angular, en la cual se mide la extensión de rodilla con la cadera flexionada a 90°. Ambas técnicas se realizan con el paciente en decúbito supino, pero en esta última el centro del goniómetro se coloca en el eje de la articulación de rodilla y la rama móvil orientada hacia el maléolo peroneo. Si se utiliza un inclinómetro, éste será colocado próximo al maléolo peroneo. En cualquiera de los dos casos el paciente deberá efectuar una extensión activa de rodilla hasta alcanzar una sensación tolerable al estiramiento, en donde se tomará la medida angular en la articulación de rodilla. <sup>(10)</sup>

López Miñarro describe, además de estas técnicas de valoración, los test lineales, utilizados por su facilidad para llevarlos a cabo, basados en la distancia alcanzada en un movimiento de flexión máxima del tronco con rodillas extendidas, en donde el extremo anterior del goniómetro se coloca en la primera vértebra sacra, apoyando la rama del mismo en las apófisis espinosas, mientras que la otra rama se sitúa horizontalmente obteniendo el valor angular. Sin embargo, están influidos por diversos factores como los parámetros antropométricos, de las extremidades superiores e inferiores, el rango de movimiento de antepulsión de la articulación escápulo humeral y la movilidad de las articulaciones intervertebrales. No obstante, también refiere que la posición de la pelvis en máxima flexión

del tronco con rodillas extendidas, no aporta mayor grado de validez que el test de elevación de la pierna recta. <sup>(38)</sup>

### **V.b. Caso Clínico.**

Diagnóstico médico: Desgarro isquiotibial bilateral y acortamiento

#### **V.b.1. Presentación del caso clínico:**

El paciente es un hombre de 42 años de edad, presenta acortamiento de la musculatura isquiotibial de ambos miembros inferiores con desgarros a repetición. Futbolista amateur en el Club Atlético Provincial, entrena cinco días por semana. En todas las sesiones de entrenamiento, el paciente se toma entre 15 y 20 minutos para realizar flexibilidad luego de hacer su rutina de ejercicios y luego de jugar los partidos, informando que nunca realiza estos ejercicios previo al entrenamiento.

El paciente sufrió cinco lesiones por desgarros, dos en la pierna derecha y tres en la pierna izquierda. Realizó rehabilitación con un número de 10 sesiones por cada una de sus lesiones y el tratamiento efectuado fue con ultrasonido, magnetoterapia y flexibilidad, en ese orden, del miembro inferior afectado.

Previo a comenzar el protocolo de intervención el único criterio de exclusión fue padecer una lesión aguda que impida efectuar las maniobras de evaluación y tratamiento. En la entrevista con el paciente se le explicó el procedimiento de trabajo el cual abarcó 8 semanas y se planteó como objetivo, aumentar la flexibilidad de los músculos isquiotibiales.

#### **V.b.2. Evaluación**

##### **V.b.2.1. Medición de la flexibilidad:**

<b>D1</b>	
	<b>A0</b>
Miembro inferior derecho	<b>55°</b>
Miembro inferior izquierdo	<b>50°</b>

**Tabla 1.** Resultados obtenidos en grados mediante Test de AKE: Extensión activa de rodilla. D1 (día 1). A0 (Dato designado antes del tratamiento).

#### **V.b.3. Plan de tratamiento**

El tratamiento, fue basado en técnicas de mejora de la amplitud articular, no incluyéndose agentes físicos para la realización del mismo. Tuvo una duración de 8 semanas con una frecuencia de tres veces por semana, los días lunes, miércoles y viernes, con una entrada

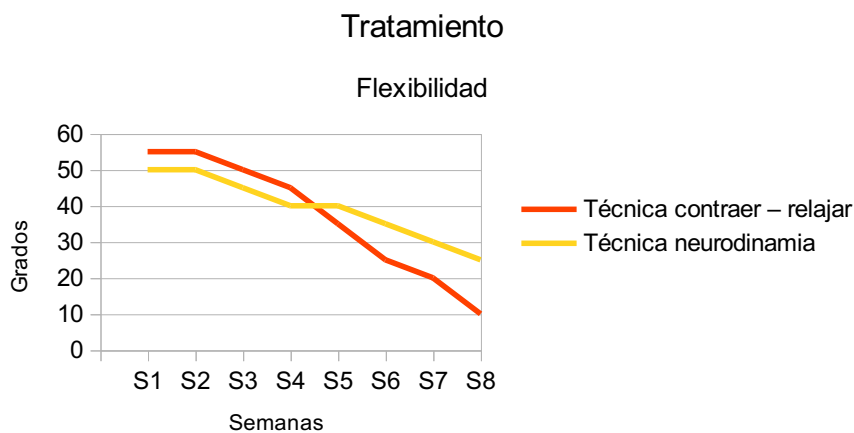
en calor de quince minutos (15') en bicicleta fija, luego se aplicaron las técnicas descriptas y los días viernes se efectuó medición de la flexibilidad en ambos músculos isquiotibiales.

## VI. RESULTADOS:

Ambas técnicas mostraron un aumento en los valores angulares obtenidos mediante el test de AKE, desde la semana 1 a la semana 8 para ambos miembros inferiores (miembro inferior derecho: S1=55° – S8=10°), (miembro inferior izquierdo: S1=50° – S8=25°). Sin embargo, la técnica de contraer-relajar mostró incrementos con respecto a la técnica de neurodinamia, en comparación con los resultados obtenidos previos a la intervención. (Tabla 2) (Gráfico 1)

Semanas	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Miembro inferior derecho	55°	55°	50°	45°	35°	25°	20°	10°
Miembro inferior izquierdo	50°	50°	45°	40°	40°	35°	30°	25°

**Tabla 2.** Resultados obtenidos en grados durante 8 semanas (S1 a S8).



**Gráfico 1.** Resultados obtenidos en grados durante 8 semanas (S1 a S8). (0° = extensión completa)

## VII. DISCUSION:

Los hallazgos de este trabajo, conllevan a la conclusión de que aplicando ambas técnicas, se obtuvieron mejoras en la flexibilidad de los músculos isquiotibiales. El aumento obtenido en el miembro inferior derecho fue de 45° con la técnica de contraer-relajar y en el miembro inferior izquierdo fue de 25° con la técnica de neurodinamia, ambos medidos mediante el test de AKE.

Askling C. y cols., definieron que las distensiones o desgarros en los músculos isquiotibiales, son lesiones comunes en el deporte que a menudo son graves, lo que provoca largos tiempos de rehabilitación y una clara propensión a volver a lesionarse y que los resultados en la prueba de flexibilidad de la pierna lesionada, mostraron una disminución en el rango de movimiento para ambos grupos, velocistas y bailarinas, seleccionados para este estudio. <sup>(22)</sup>

En el fútbol, los jugadores lesionados, reflejan una media de 6,5° menos en el rango de movimiento. También se estudió la diferencia en la amplitud de movimiento, tanto de forma activa como pasiva, entre los jugadores que sufrieron una lesión y los jugadores no lesionados, siendo el rango de movimiento menor en los jugadores lesionados. <sup>(39)</sup>

En este tipo de lesión, el rango de movimiento en la cadera y en la rodilla, se reduce significativamente en comparación con la pierna sana. Sin embargo, en una lesión aguda, la flexibilidad de cadera está influenciada por el dolor y como consecuencia de esto, la prueba puede ser menos precisa. <sup>(40)</sup>

Bryan C. y cols., en un estudio sobre lesiones por distensiones de isquiotibiales mencionan, que debido a la reducción en el rango de movimiento presente en la rodilla y la cadera después de una lesión aguda en estos músculos, los ejercicios de flexibilidad son incorporados al programa de rehabilitación, pero la influencia de la flexibilidad sobre la recuperación de las lesiones de los músculos isquiotibiales sigue sin estar claro. <sup>(41)</sup>

También describieron que la técnica de neurodinamia, ha sido recomendada como parte de un programa de rehabilitación, pero que en la etapa aguda del desgarro, su utilización no ha sido estudiada. <sup>(41)</sup> Esto último concuerda con una investigación realizada por Lauren N. y cols., en donde mencionan que la técnica de neurodinamia ha sido recomendada en este tipo de lesión, pero su intervención en la etapa aguda no ha sido investigada. <sup>(42)</sup>

Para explicar las mejoras que se produjeron en el paciente tratado, la literatura consultada enumera una serie de cambios ocasionados como, aumento de la flexibilidad, disminución en la rigidez del tejido, disminución del dolor, aumento en el rango de movimiento, entre otros. <sup>(3,9,11,25,26,29)</sup>

En un estudio, se compararon las técnicas de estiramientos estáticos, balísticos y de contraer – relajar en músculos isquiotibiales, mostrando un aumento significativo en la



flexibilidad de estos músculos aplicando las técnicas de estiramientos balísticas y de contraer – relajar, en cambio con el estiramiento estático, no se obtuvo aumento de la flexibilidad. <sup>(23)</sup>

Un factor a tener en cuenta, es la duración de la contracción y de la relajación. Harpreet, Chaya Garg y Jitender Munjal, utilizaron esta técnica llevando la pierna pasivamente hasta una sensación de leve estiramiento, manteniendo la misma durante 8 segundos, para luego realizar una contracción isométrica durante 7 segundos y luego un reposo de 5 segundos, demostrando mejoras significativas en el aumento de la flexibilidad de los isquiotibiales, en comparación con estiramientos estáticos, dinámicos y ejercicios de calentamiento. <sup>(43)</sup>

Scott y cols. utilizaron en la técnica de contraer relajar, 7 segundos de estiramiento estático, seguido de una contracción isométrica de los músculos isquiotibiales durante 7 segundos, luego una relajación de 5 segundos, llevando nuevamente el miembro inferior hasta la nueva sensación de estiramiento y manteniendo esta posición durante 7 segundos, concluyendo que este protocolo de estiramiento fue efectivo para aumentar la flexibilidad de los músculos isquiotibiales, según lo medido en el test de AKE. <sup>(11)</sup>

El protocolo realizado en este trabajo utilizando la técnica de contraer relajar, luego de llevar la extremidad inferior hasta la sensación de estiramiento, fue de 5 segundos de elongación, seguidos de 5 segundos de contracción isométrica, avanzando hacia la nueva amplitud hasta completar los 30 segundos de duración, repitiendo la maniobra 3 veces, llegando a un total de 1 minuto y 30 segundos. <sup>(35-37)</sup>

Por otro lado, en otra investigación, en donde se evaluó el efecto inmediato de la neurodinamia aplicada en el nervio ciático, sobre la ganancia del rango de movimiento en la flexión de cadera, se concluyó que esta técnica fue eficaz para aumentar el rango de movimiento de flexión de cadera.<sup>(9)</sup> Makar A.B. y cols., evaluaron la eficacia de la neurodinamia en la flexibilidad de los músculos isquiotibiales, concluyendo que esta técnica minimiza el acortamiento neural, aumentando la flexibilidad y promoviendo una mejora en la calidad de vida. <sup>(44)</sup>

Con respecto al método de evaluación, en un estudio se describieron diferentes procedimientos exploratorios para evaluar la flexibilidad isquiosural, en donde encontraron como principal limitación en la prueba de elevación de la pierna recta, la rotación de la pelvis. En cambio, en la prueba de extensión activa de rodilla, si bien presenta la misma limitación que la prueba antes mencionada, el movimiento de basculación pélvica es menor, ya que la pelvis está menos implicada en el movimiento durante esta evaluación. Sin embargo, los autores recomiendan colocar cinchas en el muslo contra-lateral. Es por eso que en este trabajo se optó por la prueba de evaluación activa de rodilla o test de AKE. <sup>(45)</sup>

Una de las limitaciones de este trabajo final, sería que cuando se aplicó la técnica de contraer – relajar, no se midieron las intensidades de las contracciones isométricas, como se realizó en un estudio, las cuales fueron medidas con un dinamómetro. <sup>(46)</sup>

Otra de las limitaciones, es que las evaluaciones de la flexibilidad, se realizaron una vez por semana, en contraposición con una investigación en la cual, las mediciones se realizaron inmediatamente después del protocolo de intervención al minuto 0, 2, 4, 6, 8,16 y 32. <sup>(11)</sup>

#### **VIII. CONCLUSION:**

Los resultados de este trabajo sugieren, que ambas técnicas mejoran la flexibilidad de los músculos isquiotibiales, pero que la técnica de contraer-relajar es más efectiva que la técnica de neurodinamia.

Por lo tanto, esta técnica podría ser una intervención aplicable con resultados beneficiosos para contrarrestar los posibles acortamientos musculares luego de desgarros de isquiotibiales.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

1. Vaquero Cristóbal R, López Miñarro PA, Alacid Cárceles F, Esparza Ros F. Efectos del método Pilates sobre la extensibilidad isquiosural, la inclinación pélvica y la flexión del tronco. *Nutr Hosp* [Internet]. 2015 [citado 23 de mayo de 2022];1967-86. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112015001100012&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112015001100012&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
2. Vaquero-Cristóbal R, Muyor JM, Alacid F, López-Miñarro PA. Efecto de un Programa de Estiramientos de la Musculatura Isquiosural en Futbolistas. *Int J Morphol* [Internet]. 2012 [citado 23 de mayo de 2022];30(3):1065-70. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0717-95022012000300049&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0717-95022012000300049&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
3. Valencia RTM, Valdivia JEDR, Gómez EG, Pineda LTB, González JB, Moreno PJF. Efectos de un programa de flexibilidad en el desarrollo de la fuerza muscular en jugadoras de fútbol femenino. *Educ Física Cienc* [Internet]. 2015 [citado 23 de mayo de 2022];17(2):1-9. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=439943734006>
4. Espejo-Antúnez L, Carracedo-Rodríguez M, Ribeiro F, Venâncio J, De la Cruz-Torres B, Albornoz-Cabello M. 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. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2019;23(1):16-22. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30691745/>
5. Busarello F de O, Souza FT de, Paula GF de, Vieira L, Nakayama GK, Bertolini GRF. Ganho de extensibilidade dos músculos isquiotibiais comparando o alongamento estático associado ou não à crioterapia. *Fisioter Em Mov* [Internet]. 2011 [citado 23 de mayo de 2022];24:247-54. Disponible en: <http://www.scielo.br/j/fm/a/3c48DWYFZbwdwgQWWsVV7gQ/?lang=pt>
6. Ayala F, Sainz de Baranda P, Cejudo A. El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento. *Rev Andal Med Deporte* [Internet]. 2012 [citado 23 de mayo de 2022];105-12. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ibc-107471>
7. Zanela da Silva Arêas F, Pelai EB, Pires PF, Bortolazzo GL, Mascella Rodrigues B, Rodrigues Bigaton D. Efeito da mobilização das raízes nervosas lombares sobre a força e flexibilidade dos músculos do membro inferior. *Conscientiae Saúde Impr* [Internet]. 2017 [citado 23 de mayo de 2022];433-40. Disponible en: <http://www4.uninove.br/ojs/index.php/saude/article/view/7824>
8. Bernardino GR, Pelissari D, Peretti AL, Kakihata CMM, Baretta V, Malanotte JA, et al. Mobilização neural aplicada em diferentes locais sobre a compressão do nervo

- isquiático de ratos Wistar. *Conscientiae Saúde Impr* [Internet]. 2016 [citado 23 de mayo de 2022];258-65. Disponible en: <http://www4.uninove.br/ojs/index.php/saude/article/view/6252>
9. Barbosa APB, Leal SS. Análise da eficácia da mobilização neural do nervo isquiático sobre ganho de ADM. *Conscientiae Saúde Impr* [Internet]. 2015 [citado 23 de mayo de 2022];463-9. Disponible en: <http://www4.uninove.br/ojs/index.php/saude/article/view/5369>
  10. Ayala F, Sainz de Baranda P, Cejudo A, Santonja F. Pruebas angulares de estimación de la flexibilidad isquiosural: descripción de los procedimientos exploratorios y valores de referencia. *Rev Andal Med Deporte* [Internet]. 2013 [citado 23 de mayo de 2022];6(3):120-8. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1888-75462013000300006&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1888-75462013000300006&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
  11. Spemoga SG, Uhl TL, Arnold BL, Gansneder BM. Duration of Maintained Hamstring Flexibility After a One-Time, Modified Hold-Relax Stretching Protocol. *J Athl Train* [Internet]. 2001;36(1):44-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12937514/>
  12. Castellote-Caballero Y, Valenza MC, Puentedura 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 Hindawi Publ Corp* [Internet]. 2014;2014:127471. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26464889/>
  13. Di Santo M. Amplitud de movimiento [En Línea]. [Internet]. Editorial Paidotribo; 2012. Disponible en: Di Santo M. Amplitud de movimiento [En Línea]. Barcelona: Editorial Paidotribo, 2012 [consultado 12 Jul 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/ugrelibro/116834?page=21>
  14. Decoster LC, Scanlon RL, Horn KD, Cleland J. Standing and Supine Hamstring Stretching Are Equally Effective. *J Athl Train* [Internet]. 2004 [citado 23 de mayo de 2022];39(4):330-4. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC535525/>
  15. Gama ZA da S, Medeiros CA de S, Dantas AVR, Souza TO de. Influência da frequência de alongamento utilizando facilitação neuromuscular propioceptiva na flexibilidade dos músculos isquiotibiais. *Rev Bras Med Esporte* [Internet]. 2007 [citado 23 de mayo de 2022];13:33-8. Disponible en: <http://www.scielo.br/j/rbme/a/k5RdnQHBZjQdCMRSpH394yc/?lang=pt>

16. Sudhakar S, Mohan Kumar G, Veena K. To compare the effects of static stretching and eccentric training on hamstring flexibility in collegiate male athletes [Internet]. ResearchGate. 2016 [citado 23 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/310061469>
17. Portilla-Dorado E, Villaquirán-Hurtado A, Molano-Tobar N. Potencia del salto en jugadores de fútbol sala después de la utilización del rodillo de espuma y la facilitación neuromuscular propioceptiva en la musculatura isquiosural. Rev Acad Colomb Cienc Exactas Físicas Nat [Internet]. 2019 [citado 9 de junio de 2022];43(167):165. Disponible en: <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/846>
18. Yıldırım MS, Ozyurek S, Tosun O, Uzer S, Gelecek N. Comparison of effects of static, proprioceptive neuromuscular facilitation and Mulligan stretching on hip flexion range of motion: a randomized controlled trial. Biol Sport [Internet]. 2016;33(1):89-94. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26929476/>
19. Santos D, Dias GP, Schwabe H, Klosiensi TB, Moreira NB. Efeito agudo de diferentes técnicas de alongamento na flexibilidade dos isquiotibiais. Fisioter Bras [Internet]. 2017 [citado 15 de julio de 2022];18(6):709-18. Disponible en: <https://portalatlanticaeditora.com.br/index.php/fisioterapiabrasil/article/view/768>
20. de Hoyo M, Naranjo-Orellana J, Carrasco L, Sañudo B, Jiménez-Barroca JJ, Domínguez-Cobo S. Revisión sobre la lesión de la musculatura isquiotibial en el deporte: factores de riesgo y estrategias para su prevención. Rev Andal Med Deporte [Internet]. 2013 [citado 27 de junio de 2022];6(1):30-7. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1888-75462013000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1888-75462013000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
21. Yeung SS, Suen AMY, Yeung EW. A prospective cohort study of hamstring injuries in competitive sprinters: preseason muscle imbalance as a possible risk factor. Br J Sports Med [Internet]. 2009 [citado 19 de octubre de 2022];43(8):589-94. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/content/43/8/589>
22. Askling C, Saartok T, Thorstensson A. Type of acute hamstring strain affects flexibility, strength, and time to return to pre-injury level. Br J Sports Med [Internet]. 2006 [citado 19 de octubre de 2022];40(1):40-4. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2491922/>
23. Morcelli MH, Oliveira JMCA, Navega MT. Comparison of static, ballistic and contract-relax stretching in hamstring muscle. Fisioter E Pesqui [Internet]. 2013 [citado 15 de julio de 2022];20:244-9. Disponible en: <http://www.scielo.br/jfp/a/cNdf8vspWNHJGqJmbx3G7QL/?lang=en>

24. Silva KAS e, Lopes RSD, Barja PR, Matos LKBLD, Delmondes FDF, Lima MO, et al. Influência do alongamento muscular e da mobilização neural sobre a força do músculo quadríceps. *ConScientiae Saúde* [Internet]. 2010 [citado 27 de junio de 2022];9(4):603-9. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92921672008>
25. Ramos M, Cruz CAH, Laurentino MF, Ashmawi HA, Santos FM, Chacur M. Efeito da mobilização neural em indivíduos com dor lombar crônica. *BrJP* [Internet]. 2020 [citado 27 de junio de 2022];3:205-12. Disponible en: <http://www.scielo.br/j/brjp/a/X8N5xXpw37nTSD4sRTsrD4R/?lang=pt>
26. Machado GF, Bigolin SE. Comparative study of cases between neural mobilization and a muscular elongation program on chronic backache. *Fisioter Em Mov* [Internet]. 2010 [citado 27 de junio de 2022];23:545-54. Disponible en: <http://www.scielo.br/j/fm/a/wcfKktmS5vhkWvZQ7S3jLJm/abstract/?lang=en>
27. Basson A, Olivier B, Ellis R, Coppieters M, Stewart A, Mudzi W. The Effectiveness of Neural Mobilization for Neuromusculoskeletal Conditions: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2017;47(9):593-615. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28704626/>
28. Singh S, Grover V, Singh S. Effect Of Neural Mobilization And PNF Stretching On Hamstring Flexibility In Working Women. undefined [Internet]. 2015 [citado 27 de junio de 2022]; Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Effect-Of-Neural-Mobilization-And-PNF-Stretching-On-Singh-Grover/ac28ffc143c24dd420eb0df05d644032a05821a9>
29. Dulera JK, Bhura PA. Immediate-effect-of-neural-mobilization-on-hamstring-flexibility-and-functional-performance-among-football-players-in-vadodara, Paripex - Indian Journal Of Research(PIJR), PIJR | World Wide Journals [Internet]. 2022 [citado 27 de septiembre de 2022]. Disponible en: <https://www.worldwidejournals.com/paripex/article/immediate-effect-of-neural-mobilization-on-hamstring-flexibility-and-functional-performance-among-football-players-in-vadodara/MzYyMzA=/>
30. Szafraniec R, Chromik K, Poborska A, Kawczyński A. Acute effects of contract-relax proprioceptive neuromuscular facilitation stretching of hip abductors and adductors on dynamic balance. *PeerJ* [Internet]. 2018 [citado 27 de junio de 2022];6:e6108. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6295325/>
31. Cha HG, Kim MK. Effects of the hold and relax-agonist contraction technique on recovery from delayed onset muscle soreness after exercise in healthy adults. *J Phys*

- Ther Sci [Internet]. 2015 [citado 15 de julio de 2022];27(10):3275-7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4668182/>
32. Ghram A, Damak M, Rhibi F, Marchetti PH. The contract-relax proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretching can affect the dynamic balance in healthy men. MedicalExpress [Internet]. 2016 [citado 15 de julio de 2022];3. Disponible en: <http://www.scielo.br/j/medical/a/MKywdv4CBHvckdt5CyJvYhq/?lang=en>
  33. Fukaya T, Konrad A, Sato S, Kiyono R, Yahata K, Yasaka K, et al. Comparison Between Contract–Relax Stretching and Antagonist Contract–Relax Stretching on Gastrocnemius Medialis Passive Properties. Front Physiol [Internet]. 2022 [citado 6 de octubre de 2022];12:764792. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2021.764792/full>
  34. García-Solano KB, Pérez-Parra JE, Román-Grajales JG, Palacios-Estrada SP. Programa de estiramientos con facilitación neuromuscular propioceptiva. Flexibilidad de isquiosurales en futbolistas. Apunts Educ Física Deport [Internet]. 2019 [citado 29 de septiembre de 2022];35(137):17-29. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5516/551660713003/html/>
  35. Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. J Orthop Sports Phys Ther. 1998;27(4):295-300.
  36. Bp B, Rg D, Te G. The relationship between isometric contraction durations during hold-relax stretching and improvement of hamstring flexibility. J Sports Med Phys Fitness [Internet]. 2004 [citado 19 de octubre de 2022];44(3). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15756164/>
  37. Woolstenhume M., Griffiths C, Woolstenhulme E, Parcell A. Ballistic stretching increases flexibility and acute vertical jump height when combined with basketball activity [Internet]. 2006 [citado 19 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://silo.tips/download/stretching-has-long-been-touted-as-an-important>
  38. López-Miñarro PÁ. Validez de criterio del ángulo lumbo-horizontal en flexión como medida de la extensibilidad isquiosural en adultos jóvenes. Cult Cienc Deporte [Internet]. 2010 [citado 23 de mayo de 2022];5(13):25-31. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=163018858004>
  39. Sintes P, Caparrós T. Propuesta de protocolo de prevención primaria para distensiones en los isquiosurales en futbolistas. Apunts Sports Med [Internet]. 2019 [citado 24 de octubre de 2022];54(201):19-26. Disponible en: <http://www.apunts.org/es-propuesta-protocolo-prevencion-primaria-distensiones-articulo-X0213371719638721>

40. Kerkhoffs GMMJ, van Es N, Wieldraaijer T, Sierevelt IN, Ekstrand J, van Dijk CN. Diagnosis and prognosis of acute hamstring injuries in athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2013 [citado 25 de octubre de 2022];21(2):500-9. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s00167-012-2055-x>
41. Heiderscheit BC, Sherry MA, Silder A, Chumanov ES, Thelen DG. Hamstring Strain Injuries: Recommendations for Diagnosis, Rehabilitation, and Injury Prevention. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2010 [citado 25 de octubre de 2022];40(2):67-81. Disponible en: <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2010.3047>
42. Erickson LN, Sherry MA. Rehabilitation and return to sport after hamstring strain injury. *J Sport Health Sci* [Internet]. 2017 [citado 26 de octubre de 2022];6(3):262-70. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095254617300522>
43. Garg C, Harpreet. Comparison of efficacy of Modified Hold Relax, Static stretching and Dynamic stretching in increasing the Static and Dynamic Hamstring flexibility. *Physiother Theory Pract* [Internet]. 2013;5:212-5. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/280735425>
44. Makar AB, McMartin KE, Palese M, Tephly TR. Avaliação da eficácia da mobilização neural na flexibilidade dos músculos dos isquiotibiais em mulheres sedentárias de 19 A 22 anos. *Biochem Med* [Internet]. 2016;13(2):117-26. Disponible en: <http://www.unoeste.br › area › Vitae › Fisioterapia>
45. 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* [Internet]. 2015 [citado 6 de octubre de 2022];24(4). Disponible en: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jsr/24/4/article-jsr.2014-0220.xml.xml>
46. Lim W. Optimal intensity of PNF stretching: maintaining the efficacy of stretching while ensuring its safety. *J Phys Ther Sci* [Internet]. 2018 [citado 23 de mayo de 2022];30(8):1108-11. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6110207/>