

UNIVERSIDAD DE GRANADA



**EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL
DEL CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN
ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS**

**Memoria que presenta para aspirar al grado de Doctor M. Yolanda
Castellote Caballero**

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Yolanda Castellote Caballero
D.L.: GR 2326-2012
ISBN: 978-84-9028-005-8

D. NICOLAS OLEA SERRANO, Doctor en Medicina y Cirugía, Catedrático de Radiología y Medicina Física del Departamento de Radiología y Medicina Física de la Universidad de Granada y Coordinador de Investigación del Hospital Clínico San Cecilio de Granada.

CERTIFICA: Que **Dña. M. Yolanda Castellote Caballero**, Fisioterapeuta del Hospital de Rehabilitación y Traumatología de Granada ha realizado su memoria de **TESIS DOCTORAL** con el título **EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS** bajo mi tutela y dirección para optar al grado de **DOCTOR** por la Universidad de Granada, dando mi conformidad para que sea presentada, leída y defendida ante el Tribunal que le sea asignado para su juicio crítico y calificación.

Granada, 20 de julio de 2011

D. OCTAVIO CARAZO MARTÍNEZ DE ANGUITA, Doctor en Medicina y Cirugía, profesor del departamento de Radiología y Medicina Física de la Universidad de Granada y FEA en Radiodiagnóstico del Hospital Clínico San Cecilio de Granada

CERTIFICA: Que **Dña. M. Yolanda Castellote Caballero**, Fisioterapeuta del Hospital de Rehabilitación y Traumatología de Granada ha realizado su memoria de **TESIS DOCTORAL** con el título **EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS** bajo mi tutela y dirección para optar al grado de **DOCTOR** por la Universidad de Granada, dando mi conformidad para que sea presentada, leída y defendida ante el Tribunal que le sea asignado para su juicio crítico y calificación.

Granada 20 de julio de 2011

DEPARTAMENTO DE RADIOLOGIA Y MEDICINA FISICA
FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE GRANADA

DON NICOLAS OLEA SERRANO, Director del Departamento de
Radiología y Medicina Física

CERTIFICA:

Que el presente trabajo ha sido realizado por la
fisioterapeuta M. Yolanda Castellote Caballero en el
Departamento de Radiología y Medicina Física de la
Facultad de Medicina de la Universidad de Granada

Granada, 20 de julio 2011

Fdo. Prof. Nicolás Olea Serrano

La memoria de Tesis Doctoral que lleva por título **EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS**, ha sido presentada por M. Yolanda Castello te Caballero para aspirar al grado de Doctor, habiendo sido dirigida por D. Nicolás Olea Serrano Catedrático del Departamento de Radiología y Medicina Física de la Facultad de Medicina de la Universidad de Granada y por D. Octavio Carazo Martínez de Anguita, Profesor del Departamento de Radiología y Medicina Física de la Facultad de Medicina de la Universidad de Granada.

Fdo. M. Yolanda Castellote Caballero

*A mi familia, el mejor regalo que me ha dado la vida
y a Luisa, Con, el motor de este proyecto*

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer su inestimable labor a mis directores, los doctores Octavio Carazo Martínez de Anguita y Nicolás Olea Serrano, este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

Por otra parte, tengo que agradecer a muchas personas su aportación de algún modo a este trabajo: Jorgelina Rodríguez que me enseñó a hacer las esquinas más romas, Juan Carlos López, que generosamente me ha regalado muchas horas de su tiempo; Laia Amigó, la artista de las imágenes en la maquetación; Alicia Germani por su particularidad tan adorablemente común y a todos mis pacientes y alumnos, las personas que más Fisioterapia me han enseñado.

ÍNDICE

1	Introducción	2
2	Marco teórico	5
2.1	Músculos isquiotibiales	6
2.1.1	Anatomía	6
2.1.1.1	Semitendinoso	7
2.1.1.2	Semimembranoso	8
2.1.1.3	Bíceps femoral	9
2.1.2	Biomecánica	12
2.2	Nervio ciático	14
2.3	Síndrome de isquiotibiales cortos	16
2.3.1	Concepto	16
2.3.2	Incidencia	17
2.3.3	Etiología	17
2.3.4	Métodos de valoración	18
2.3.4.1	Medidas de recorrido articular	19
2.3.4.1.1	Test de elevación de la pierna recta (EPR o SLR)	19
2.3.4.1.2	Test del ángulo poplíteo (AKE y PKE)	20
2.3.4.2	Medidas de disposición pelviana	22
2.3.4.2.1	Test sit and reach	22
2.3.4.2.2	Test back saver	23
2.3.4.3	Medidas longitudinales	24
2.3.4.3.1	Test dedos-suelo	24
2.3.4.3.2	Test dedos-planta	24

2.4 Estiramiento terapéutico	25
2.4.1 Fundamentos	25
2.4.2 Definición de estiramiento estático pasivo	29
2.4.3 Efectos inmediatos del estiramiento	30
2.4.4 Tiempo de aplicación	31
2.5 Neurodinámica clínica	32
2.5.1 Concepto	33
2.5.2 Fisiopatología del sistema nervioso periférico	33
2.5.2.1 Envoltas conectivas	33
2.5.2.2 Vascularización	37
2.5.2.3 Inervación	39
2.5.2.4 Propiedades mecánicas	39
2.5.3 Dolor neurogénico periférico	41
2.5.4 Test neurodinámicos	42
2.5.5 Relacionando mecánica y fisiología	44
3 Material y método	47
3.1 Hipótesis de trabajo	48
3.2 Objetivos	48
3.2.1 General	48
3.2.2 Específicos	48
3.3 Diseño del estudio	49
3.4 Sujetos	49
3.4.1 Criterios de inclusión y exclusión	50
3.4.2 Condiciones éticas	52
3.5 Intervenciones	53

3.6 Evaluación	63
3.7 Protocolo	64
3.8 Variables	66
3.9 Análisis estadístico	69
4 Resultados	70
5 Discusión	89
5.1 Elección del test de elevación de la pierna recta (EPR)	90
5.2 Resultados. Comparación con otros estudios	91
5.3 Limitaciones y propuestas de futuro	97
5.4 La Fisioterapia como disciplina	98
6 Conclusiones	100
7 Bibliografía	102
8 Anexos	119

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVIO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVIO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

1. INTRODUCCIÓN

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

La Fisioterapia en los últimos años ha experimentado un salto cualitativo como disciplina dentro de las ciencias de la salud gracias a la búsqueda de evidencia científica en sus actuaciones.

El dolor musculoesquelético es el campo de actuación fundamental del fisioterapeuta, y el conocimiento actual acerca de los procesos que subyacen en la percepción dolorosa, aportan un importante cambio en la visión del paciente, y por tanto, en su evaluación y tratamiento.

La Fisioterapia actual no se limita a la aplicación de técnicas a nivel local en la zona en la que el paciente refiere dolor, pues el proceso de razonamiento clínico, basado en la aplicación del conocimiento profundo de la fisiología y la fisiopatología es el paso previo imprescindible a cualquier tratamiento.

Teniendo en cuenta estas premisas, asumir que una respuesta muscular es la consecuencia exclusivamente de su actividad (tanto la falta de esta como la sobrecarga) sería tener una visión muy limitada del comportamiento del cuerpo humano como sistema.

La falta de extensibilidad de la musculatura isquiotibial es una alteración músculo-esquelética de alta prevalencia en la población, tanto deportista como sedentaria, que puede tener consecuencias en el resto del sistema.

En la práctica clínica diaria observamos que este tipo de pacientes no siempre responde bien a los tratamientos basados exclusivamente en técnicas de estiramiento y masaje, lo que nos hace pensar que son tratamientos insuficientes en muchos casos.

Por otra parte, es importante tener en cuenta que cuando se realiza un test de extensibilidad isquiosural, no sólo se somete a elongación tejido tendinoso y muscular, estructuras como el sistema nervioso también se ven sometidas a carga mecánica de diversos tipos en su necesidad de adaptarse a la movilidad de los tejidos que atraviesa. Esta propiedad dinámica del sistema nervioso, puede, por otra parte, limitar ciertas combinaciones de movimiento.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

La adaptación mecánica del tejido nervioso a los cambios de dimensión del continente, es objeto de estudio de la neurodinámica clínica.

La inclusión de técnicas neurodinámicas en la evaluación y posterior tratamiento del paciente, es especialmente importante en los desórdenes músculo-esqueléticos, mejorando de manera notable los resultados clínicos.

En el trabajo que se desarrolla a continuación, se evalúa el efecto de una técnica neurodinámica (concretamente el deslizamiento longitudinal del nervio ciático) en la extensibilidad de la musculatura isquiosural. Para realizar el estudio se recogen sujetos con características definidas como Síndrome de Isquiotibiales Cortos.

Nuestra hipótesis es que una técnica neurodinámica de deslizamiento longitudinal del nervio ciático es efectiva en adultos sedentarios con isquiotibiales cortos, tanto o más que la técnica de estiramiento estático pasivo de este grupo muscular. Como herramienta de valoración se va a usar el test EPR (elevación de la pierna recta).

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVIO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Músculos isquiotibiales

2.1.1 Anatomía

Los músculos isquiotibiales (semitendinoso, semimembranoso y bíceps femoral) ocupan el compartimento posterior del muslo.

Todos, excepto al cabeza corta del bíceps femoral, cruzan las articulaciones de la cadera y de la rodilla.

Como grupo, flexionan la rodilla y extienden la cadera y además tienen un componente de rotación¹.

Los músculos isquiotibiales tienen una proporción alta de fibras tipo II, relacionadas con el ejercicio de alta intensidad y la fuerza².



Figura 1: Visión en conjunto de los músculos isquiotibiales³

2.1.1.1 Semitendinoso

El músculo semitendinoso es medial al músculo bíceps femoral en el compartimento posterior del muslo.

Cubre al semimembranoso, que es más profundo^{4,5}.

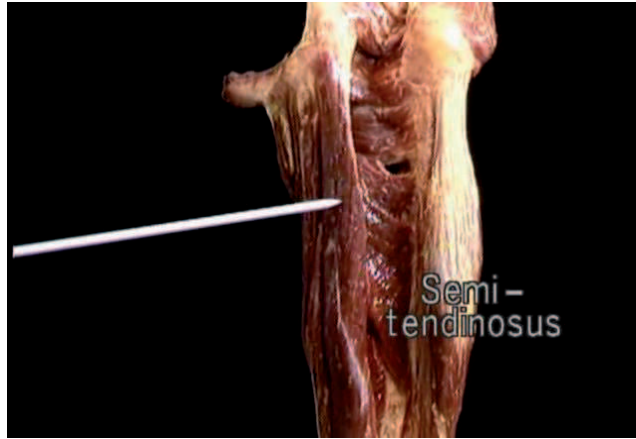


Figura 2: Músculo semitendinoso³

Se origina con la cabeza larga del músculo bíceps femoral en la parte inferomedial del área superior de la tuberosidad isquiática, tiene un vientre muscular fusiforme, y termina en la mitad inferior del muslo. A partir de ahí origina un tendón largo en forma de cordón que se coloca sobre el músculo semimembranoso y baja a la rodilla.



Figura 3: Porción tendinosa del músculo semitendinoso³

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

El tendón se curva alrededor del cóndilo medial de la tibia y se inserta en la superficie medial de la tibia, justo por detrás de los tendones de los músculos grácil y sartorio^{1,5}.

Está inervado por la división tibial del nervio ciático¹.

2.1.1.2 Semimembranoso

El músculo semimembranoso se dispone en profundidad con respecto al semitendinoso en el compartimento posterior del muslo^{4,5}.

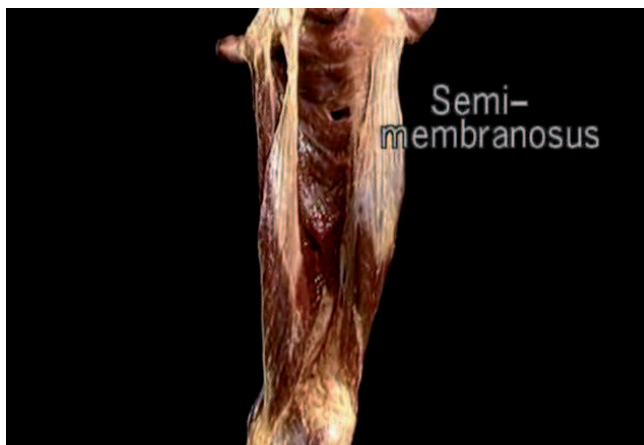


Figura 4: Músculo semimembranoso³

Su inserción proximal está en la impresión superolateral de la tuberosidad isquiática, por debajo del tendón común de semitendinoso y bíceps femoral. Distalmente, se inserta en la superficie posteromedial del cóndilo medial de la tibia, inmediatamente por debajo de la cápsula articular, cerca del eje de rotación de la articulación de la rodilla^{1,5,6}. Las expansiones del tendón, también se insertan y contribuyen a la formación de ligamentos y fascia que hay alrededor de la articulación de la rodilla.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

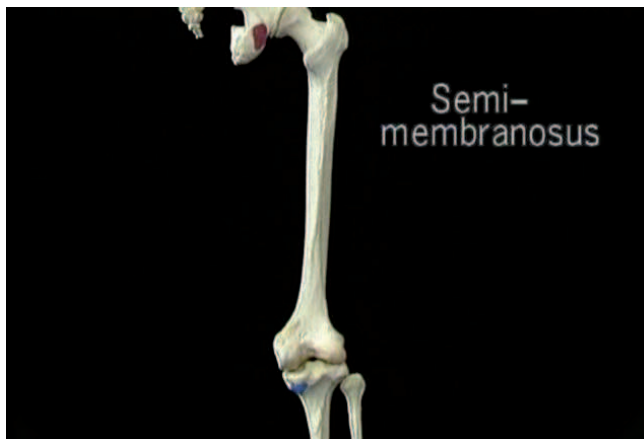


Figura 5: Localización de origen e inserción del músculo semimembranoso³

Está inervado por la división tibial del nervio ciático¹.

2.1.1.3 Bíceps femoral

Es lateral en el compartimento posterior del muslo y tiene dos cabezas. La cabeza larga se origina junto al músculo semitendinoso en la parte inferomedial del área superior de la tuberosidad isquiática. A partir de aquí, su vientre muscular, cruza la porción posterior del muslo de forma oblicua de medial a lateral y se une a la cabeza corta a nivel distal. Juntas, forman un tendón, palpable en la cara lateral de la porción distal del muslo, que se inserta en la superficie lateral de la cabeza del peroné. La extensiones del tendón se fusionan con el ligamento colateral peroneo y con ligamentos asociados a la cara lateral de la articulación de la rodilla¹.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS



Figura 6: Cabeza larga del músculo bíceps femoral³



Figura 7: Cabeza corta del músculo bíceps femoral³

La cabeza corta del bíceps femoral se inserta a nivel proximal en el labio lateral de la línea áspera de la diáfisis del fémur, a lo largo de prácticamente la misma porción del fémur en la que se inserta la porción media del aductor mayor. Juntos, estos dos músculos forman una unidad funcional cuya parte media se ancla en el fémur^{1,4,5,6}.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

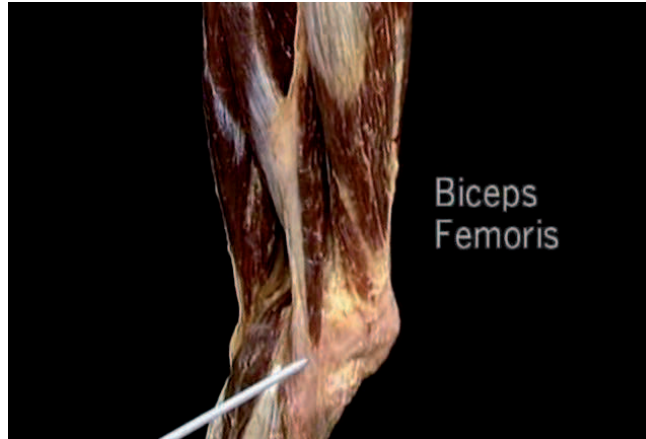


Figura 8: Inserción del músculo bíceps femoral³

La cabeza larga, está inervada por la división tibial del nervio ciático y la cabeza corta por la división peronea común de dicho nervio¹.

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN
Biceps femoral	Cabeza larga: parte inferomedial del área superior de la tuberosidad isquiática Cabeza corta: labio lateral de la línea áspera	Cabeza del peroné	Nervio ciático (L5 a S2)
Semitendinoso	Parte inferomedial del área superior de la tuberosidad isquiática	Superficie medial de la porción proximal de la tibia	Nervio ciático (L5 a S2)
Semimembranoso	Impresión superolateral en la tuberosidad isquiática	Surco y hueso adyacente en la superficie medial y posterior del cóndilo tibial medial	Nervio ciático (L5 a S2)

Tabla 1: Anatomía de los músculos isquiotibiales

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

2.1.2 Biomecánica

El grupo de músculos isquiotibiales son junto con el glúteo mayor y la porción posterior del aductor mayor, los principales extensores de la cadera⁷.

En función de sus inserciones, además de extender la cadera, flexionan la rodilla^{1,4-7}.

Desde una posición de 75° de flexión, los isquiotibiales y el aductor mayor producen magnitudes casi iguales de momento extensor, en torno al 90% del momento extensor total de la cadera. La mayor parte del momento restante lo genera el glúteo mayor.

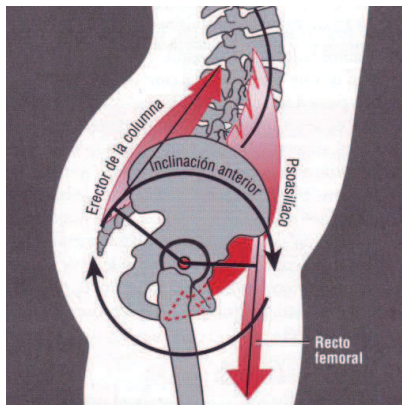


Figura 9: Inclinación anterior de la pelvis⁷

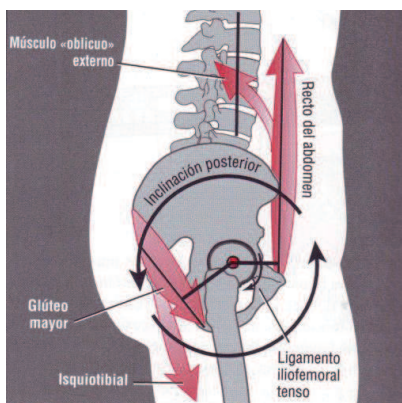


Figura 10: Inclinación posterior de la pelvis⁷

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

La inclinación posterior de la pelvis, extiende las caderas y reduce la lordosis lumbar. La inclinación anterior del cuerpo en bipedestación tiene como soporte muscular a los músculos isquiotibiales. Este gesto, elonga al grupo muscular isquiosural de forma significativa en las articulaciones coxofemoral y de la rodilla. La elongación aumenta la fuerza pasiva de estos músculos que, a su vez, ayudan a sostener la posición parcialmente flexionada de las caderas.

En gestos tan cotidianos como lavarse la cara, se produce una inclinación anterior del tronco desde la bipedestación y este gesto está “soportado” a nivel muscular fundamentalmente por la musculatura isquiosural y por el glúteo mayor, dependiendo de si la flexión anterior de tronco es suave o es más importante⁷.

De lo expuesto anteriormente se deduce que los isquiotibiales biarticulares son muy eficaces en la extensión de la cadera y en el control de la posición de la pelvis y del tronco sobre el fémur^{1,7,8}.

Tanto cuando se produce inclinación posterior como anterior de la pelvis, hay un par de fuerzas entre músculos de la cadera y del tronco que tiene como consecuencia el giro de la pelvis propiamente dicha, usando como ejes las cabezas femorales^{7,8}.

Con respecto a la articulación de la rodilla, la acción que desarrollan los músculos isquiotibiales es de flexión y rotación. En el caso de los dos músculos mediales (semitendinoso y semimembranoso), hablamos de rotación interna de rodilla. El bíceps femoral realiza rotación externa. La rotación en cualquier caso, sólo se produce cuando la rodilla tiene un grado de flexión (no está en close pack). Esta actividad rotadora es apreciable mediante la palpación de los tendones a nivel distal.

En extensión completa de rodilla, cesa la rotación porque la rodilla se bloquea y se produce puesta a tensión de gran parte de los elementos estabilizadores pasivos de la articulación. Por otra parte, el

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

brazo de palanca de los isquiotibiales, va disminuyendo a medida que se va extendiendo la rodilla^{1,4,5,7}.

2.2 Nervio ciático

El nervio ciático pertenece en origen al plexo sacro. Es el nervio más ancho y largo del cuerpo humano.

El plexo sacro está formado por las ramas ventrales de las raíces L4-S4.

Anatómicamente, el nervio ciático que sale de la pelvis por el agujero ciático mayor, consta de dos nervios, el tibial y el peroneo común.

La altura a la que se produce dicha ramificación no es constante, en ocasiones se produce cerca de la rodilla y otras a niveles más altos.

Cuando la división en tronco tibial y peroneo común es muy alta, se produce el paso del tronco peroneo común a través del músculo piramidal de la pelvis.

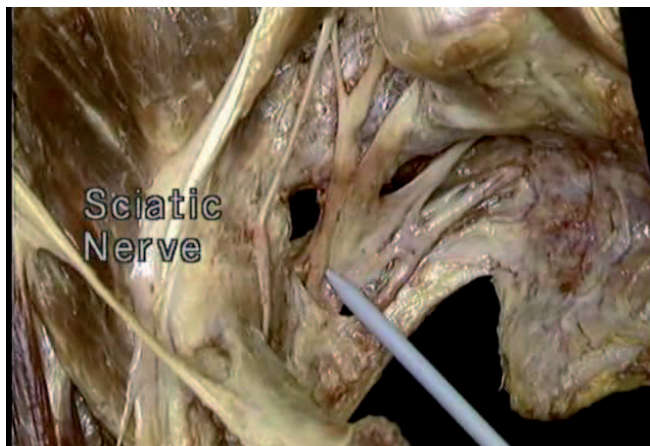


Figura 11: Nervio ciático³

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

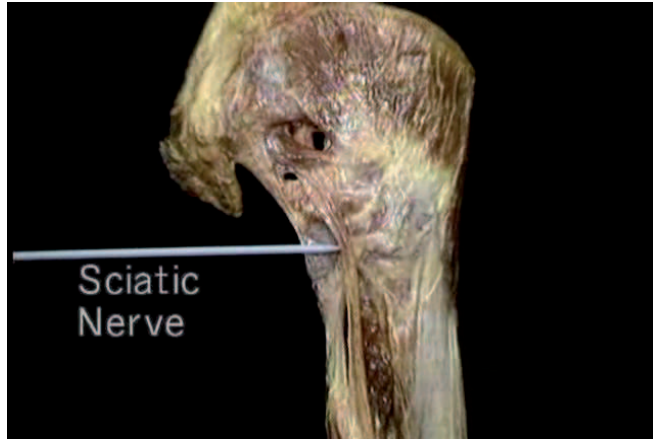


Figura 12: Nervio ciático³

En el compartimento posterior del muslo, la porción tibial del nervio ciático inerva a todos los músculos isquiotibiales, excepto a la cabeza corta del bíceps femoral, que está inervada por el nervio peroneo común^{7,9}.

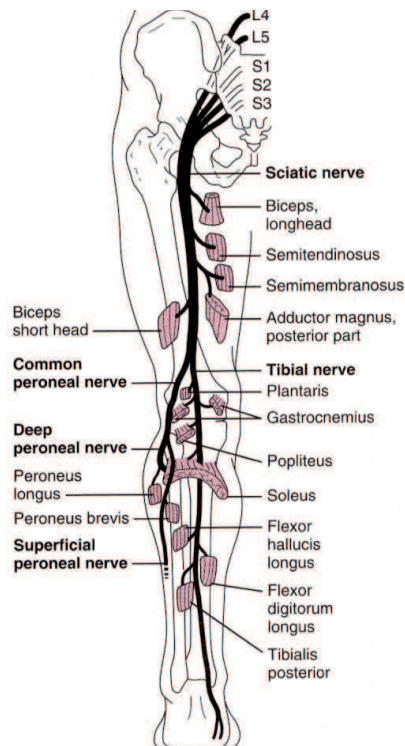


Figura 13: Nervio ciático y músculos inervados⁷

2.3 Síndrome de isquiotibiales cortos

2.3.1 Concepto

El concepto de Síndrome de Isquiosurales Cortos (SIC), fue definido por Ferrer y cols como una entidad propia, de etiología desconocida, caracterizada por una pérdida de elasticidad de la musculatura isquiosural, que puede ocasionar mayores o menores repercusiones sobre el raquis y la pelvis^{10,11}.

La flexibilidad osteomuscular se caracteriza típicamente por la amplitud máxima de movimiento en una articulación¹².

La falta de extensibilidad muscular, en general, tendrá como consecuencia pérdida de la acción muscular óptima, con lo cual, entre otras cosas limitará el rango de movimiento¹³.

La musculatura isquiosural en concreto, presenta gran tendencia al acortamiento¹³, que va a tener consecuencias a varios niveles: inclinación posterior de la pelvis, disminución de la movilidad en la pelvis y modificaciones raquídeas tales como modificación en la curva fisiológica en el plano sagital de las regiones dorsal y lumbar (corrección en mayor o menor medida de la lordosis lumbar, aumento en la cifosis dorsal)^{6,15-19}.

Las alteraciones mecánicas a nivel pélvico y raquídeo, que son consecuencia del acortamiento del grupo isquiosural pueden llevar a la modificación biomecánica en la distribución de presiones y transferencia de cargas en la columna vertebral, con afecciones discales consecuentes^{6,12,19}.

La cortedad isquiosural se ha considerado como factor predisponente para las lesiones músculo-esqueléticas en diferentes deportes²⁰⁻²³.

Algunos autores han relacionado el acortamiento isquiosural con patología muscular y con dolor fémoro-patelar²².

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

En relación con las articulaciones que atraviesa, el acortamiento de los músculos isquiotibiales va a limitar la flexión de la cadera si la rodilla está en extensión o bien la extensión de la rodilla si la cadera está flexionada⁶.

2.3.2 Incidencia

Es un problema frecuente que está muy estudiado en la población infantil y adolescente, pero poco en la edad adulta¹⁹.

Por sexos, las mujeres presentan más extensibilidad que los hombres^{18,24}.

Los isquiotibiales cortos también se relacionan con la práctica deportiva, sobre todo en deportes que favorecen el estado de semiflexión de las rodillas y la carrera corta y rápida: fútbol, tenis, rugby, esquí, tenis, judo y voleibol¹⁹.

2.3.3 Etiología

Se atribuyen diferentes causas a la falta de extensibilidad de la musculatura isquiosural, sin encontrar consenso entre autores^{10,15,18,19,25}.

En diferentes publicaciones se citan como factores relacionados: realización de determinadas actividades deportivas, sedestación prolongada, factores genéticos etc²⁶⁻²⁷. Un estudio de Sjolie AN, publicado en Spine en el año 2000, muestra que sujetos con menor actividad física diaria, presentan mayor acortamiento de músculos isquiotibiales²⁵.

2.3.4 Métodos de valoración

Los test de extensibilidad isquiosural, son de los más utilizados²⁸.

Los test angulares se muestran como los más específicos, pero requieren mayor cantidad de material y experiencia para controlar variables que puedan contaminar el resultado. Los test lineales, constituyen una medición indirecta de la extensibilidad isquiosural, ya que implican múltiples palancas articulares. La ventaja de los test lineales, está en que el material necesario para realizarlos es muy asequible y permite valorar a muchas personas en poco tiempo^{18,29}.

Los test lineales no miden de forma satisfactoria la flexibilidad isquiosural y lumbar aunque se utilizan con frecuencia debido a su fácil administración³⁰.

Santonja considera la elevación de la pierna recta (EPR o SLR) la prueba más idónea para la medición de la extensibilidad isquiosural²⁵.

Autores como Gajdosik et al, discuten acerca de la puesta a tensión del nervio ciático durante el test de elevación de la pierna recta (EPR o SLR), por lo que prefieren el test de ángulo poplíteo o de extensión de la rodilla (KEA o AKE) para medir extensibilidad isquiosural³¹.

Existen diferentes métodos para evaluar la extensibilidad de los músculos isquiosurales. Podemos dividirlos en tres grandes grupos:

- Las de recorrido articular. Elevación de la pierna recta (EPR o SLR) y ángulo poplíteo (AKE o PKE).
- Las que valoran la disposición pelviana. Pruebas de alcance máximo, como el test sit and reach y el sit and reach modificado^{18,19}.
- Las que están basadas en medidas longitudinales. Test dedos-suelo.

2.3.4.1 Medidas de recorrido articular

2.3.4.1.1 *Test EPR o SLR*

Para determinar de forma específica el grado de tensión del componente elástico de la musculatura isquiosural, se utiliza el test de elevación de la pierna recta (EPR) o test straight leg raising (SLR)^{6,15,23,25,32,33}.

El test de elevación de la pierna recta, se utiliza para medir la longitud de la musculatura isquiosural, pero la literatura sugiere que hay otras estructuras que afectan a esta medición, entre ellas, las estructuras neurales^{31,34}.

Este test no deja de ser una variación de la maniobra clásica de Laségue para la exploración clínica del nervio ciático^{35,36}.

El paciente se coloca en decúbito supino sobre una mesa de tratamiento, manteniendo las rodillas extendidas y las caderas en posición neutra. Para evitar la báscula pélvica, pedimos al paciente que autofije su pelvis sobre el plano, dato fundamental para la correcta valoración clínica. A partir de aquí, se realiza flexión de la cadera de forma pasiva, manteniendo la rodilla en extensión y con el tobillo en posición neutra para no introducir tensión del tríceps sural en el resultado. La flexión de cadera avanza hasta que el paciente sienta discomfort o tirantez en la cara posterior del muslo, inicie flexión de rodilla o retroversión pélvica^{6,25}.

El dolor en la cara posterior, tercio distal del muslo puede atribuirse a acortamiento isquiosural. Dolor irradiado por toda la pierna o aumento claro de los síntomas con la flexión cervical, indica afectación neural³⁷.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVIU CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

El grado de flexión de la cadera, se mide con un goniómetro de brazos largos, colocando el eje del goniómetro en el trocánter mayor, un brazo en dirección paralela a la horizontal de la camilla y el otro siguiendo la dirección del eje de la pierna, hacia el maléolo peroneo³⁸.

Aunque se suele publicar con los datos de ambas piernas, algunos estudios muestran que no se encuentran diferencias significativas en los valores recogidos mediante este test entre miembro inferior izquierdo y derecho^{32,39}.

La fiabilidad del test para flexibilidad de isquiotibiales es alta, medida por un coeficiente de correlación intraclassa (ICC) de 0,95-0,99⁴⁰.

Este test presenta un bajo coeficiente de variación 0,182³².

No es más fiable el inclinómetro que el goniómetro convencional, excepto para las rotaciones de la cadera. La variabilidad intraobservador utilizando un goniómetro convencional para la flexión pasiva es de 3,5⁴¹.

En una revisión sistemática con datos de 15 estudios⁴² que investigan precisión del test de elevación de la pierna recta, encontramos una sensibilidad del 0,91 (0,82;0,94), una especificidad de 0,26 (0,16;0,38), una razón de probabilidad positiva de 1,2 y una razón de probabilidad negativa de 3,5.

El criterio de normalidad en este test, se sitúa en 80° según la mayoría de los autores^{6,10,15,32}.

2.3.4.1.2 Test de extensión de la rodilla o test del ángulo poplíteo

Hay variantes de este test en la literatura, pero para todas, la posición del paciente es la misma: decúbito supino con flexión de cadera de 90°. El objetivo es medir el grado de extensión de la rodilla. Previamente se hace una marca en los trocánteres

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVIPO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

mayores y los tubérculos del cóndilo externo de ambos miembros inferiores⁴³.

El eje del goniómetro se hace coincidir con el eje de movimiento de la rodilla. Desde esta situación, se realiza extensión de rodilla sin modificar flexión de cadera y sin bascular la pelvis. La extensión completa de rodilla se considera 0° y lo que resta para llegar a extensión completa, determina el grado de acortamiento de isquiotibiales²².

Para posicionar la cadera a 90° durante la realización del test, se utiliza una barra paralela de estructura metálica sujeta a la camilla⁴⁴.

Diferentes autores plantean para la realización del test extensión activa de rodilla en lugar de pasiva (AKE-active knee extensión; PKE-passive knee extensión)^{23,43-46}.

El criterio de aceptación para evaluar la flexibilidad de los isquiotibiales es ICC=0,98. Varios estudios investigaron programas de estiramiento y utilizan valores por debajo de 160° de extensión para incluir esos isquiotibiales en el grupo de los acortados^{19,47,48}.

Tanto para el test de elevación de la pierna recta como para el test de extensión de la rodilla o test de ángulo poplíteo, se pueden utilizar elementos de fijación, como cinchas para fijar la zona pélvica a nivel de las espinas iliacas antero-superiores y el muslo contralateral, disminuyendo la báscula pélvica, la tensión lumbar y los movimientos compensatorios. Con estos elementos se evitan elementos que pueden sesgar los resultados y por tanto alterar la validez del test^{18,19,49}.

2.3.4.2 Medidas que valoran disposición pelviana

2.3.4.2.1 *Test sit and reach*

Este test tiene diferentes variantes^{30,50}.

Estos test presentan un moderada validez para la medición de la flexibilidad de los músculos isquiotibiales⁵⁰.

La fiabilidad intraclase para todos los test es alta²³.

- Sit and reach clásico

En el sit and reach clásico, el sujeto evaluado se sienta en el suelo con la rodillas extendidas y las plantas de los pies apoyadas en la superficie vertical de una caja de madera que tiene una tapa superior a 23 cm de la base donde se realiza la medición. A partir de aquí, pedimos al sujeto que con los brazos extendidos realice flexión anterior de tronco hasta lograr el mayor alcance. Sobre la cubierta de la caja hay una cinta métrica para medir el resultado^{15,23,36}.

La ventaja de este test es que es de ejecución sencilla y no necesita muchas habilidades en el examinador⁵⁰.

- Sit and reach modificado

El sit and reach sin cajón o sit and reach modificado surge tras la observación por parte de algunos autores de que el test sit and reach clásico no controlaba la longitud de los miembros inferiores^{50,51}.

Paciente sentado en el suelo, separación de 30 cm entre los pies y una regla entre los talones. La medición se realiza directamente con una cinta métrica, sin cajón^{23,50}.

2.3.4.2.2 *Back saver sit and reach*

Con el test anterior, la puesta a tensión por elongación de ambos grupos isquiotibiales para realizar la prueba, puede ocasionar demasiada compresión discal, por lo que se plantea la variante de colocar al sujeto sentado en el suelo pero colocando un solo pie sobre la caja, mientras que el otro miembro inferior se mantenga con la planta del pie en el suelo y por tanto con flexión de cadera y rodilla⁵².

- Back saver modificado⁵⁰

Este test surge por la incomodidad que supone la realización del test back saver.

En este test, el sujeto se sienta en un banco de madera, con la pierna a medir extendida sobre el banco y la contralateral con la planta apoyada en el suelo y la rodilla a 90° de flexión.

No se utiliza cajón, la medición se realiza igual que en el test sit and reach modificado⁴⁹.

Las ventajas de este test son:

No se necesita cajón.

Sólo es necesaria una cinta métrica, lo que facilita la ubicación de las mediciones.

Cada extremidad se mide por separado.

La sensación de incomodidad de la extremidad inferior es minimizada⁵⁰.

Esta es la variante con más validez de todos los test sit and reach, aunque tiene una validez moderada^{50,53,54}.

2.3.4.3 Medidas longitudinales

2.3.4.3.1 *Test dedos-suelo*

Es un test de recorrido lineal en el que el sujeto se coloca sobre un cajón con las rodillas en extensión y los pies separados a la anchura de los hombros. A partir de aquí, realiza flexión de tronco sin flexionar las rodillas con los brazos y las palmas de las manos extendidas.

Hay una regla milimetrada en el cajón.

Se consideran valores negativos todos los que no alcancen la planta de los pies y positivos los que sobrepasen dicha línea⁵⁵⁻⁵⁷.

Este test es fácil de realizar y es muy reproducible, pero se incluye todas las estructuras posteriores del tronco y múltiples palancas articulares, que condicionan los resultados¹⁵.

2.3.4.3.2 *Test distancia dedos-planta*

El test consiste en realizar flexión máxima de tronco con el paciente situado en el suelo con las rodillas en extensión. Se medirá la distancia entre la punta de los dedos de las manos y la tangente a la planta de los pies (en cm)⁵⁸.

Este test es fácil de realizar y su reproducibilidad es muy alta, pero tiene importantes limitaciones, como:

Características antropométricas (longitud de piernas y brazos)

Inclusión de varias estructuras articulares⁴⁹.

La presencia de hipercifosis dorsal o aumento de la movilidad lumbar, pueden dar como resultado medidas incrementadas en este test. Sin embargo, dentro de los test de

flexión de tronco, posee una alta correlación con el resto de los test clínicos mayor que el test en bipedestación de distancia dedos-suelo⁵⁹.

Baltaci et al³⁰, con relación a la prueba de alcance máximo de pie y sentado, encuentran una alta relación entre extensibilidad isquiosural y su variación entre pierna derecha e izquierda ($r=0,22$ y $r=0,21$ respectivamente).

Aunque resulten sencillos en su aplicación, las pruebas en sedestación con la pierna extendida y de alcance máximo, no presentan mediciones satisfactorias para valorar la flexibilidad lumbar y su fiabilidad es moderada para los músculos isquiotibiales¹⁹.

2.4 Estiramiento terapéutico

2.4.1 Fundamentos

La extensibilidad pasiva de los músculos esqueléticos puede definirse como la capacidad de los músculos esqueléticos para alargarse sin activación muscular⁶⁰.

La máxima longitud muscular, contribuye al máximo ROM (range of motion o rango de movimiento) articular.

Son muy utilizadas en rehabilitación las intervenciones terapéuticas que tienen como objetivo aumentar la extensibilidad pasiva muscular para mejorar el ROM articular. Conocer las propiedades anatómicas y fisiológicas de la extensibilidad pasiva es fundamental por tanto⁶⁰.

La fuerza total que produce un músculo esquelético es la suma de las fuerzas pasivas y las fuerzas activas, y ambas, están bajo la influencia de la longitud muscular. La fuerza pasiva aumenta exponencialmente a medida que el músculo se estira hasta su máxima

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

longitud. Las fuerzas activas, producidas por la interacción de la actina y la miosina, son mayores cerca de la longitud de reposo del músculo y van disminuyendo en los extremos tanto de alargamiento como de acortamiento, como muestran estudios del siglo pasado, incluso de antes⁶¹⁻⁶⁶.

En la unión miotendinosa, el tendón constituye una parte del componente elástico en serie, y está formado por tejido conectivo denso regular⁶⁷.

Desde una situación de acortamiento importante, el estiramiento pasivo de un músculo comienza sin resistencia pasiva, hasta alcanzar un punto donde aparece la primera resistencia. Desde aquí, la resistencia va aumentando si seguimos estirando, hasta el punto de máximo estiramiento. Si pasamos este punto, se producirá daño estructural en el tejido^{68,69}.

La extensibilidad pasiva de un músculo puede considerarse como la distancia entre la longitud inicial del músculo y su longitud máxima, dependiendo ambas de la resistencia pasiva del músculo al estiramiento⁶⁰.

Los músculos esqueléticos tienen propiedades viscoelásticas, respondiendo en su comportamiento a la curva deformación-tensión⁶⁰.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

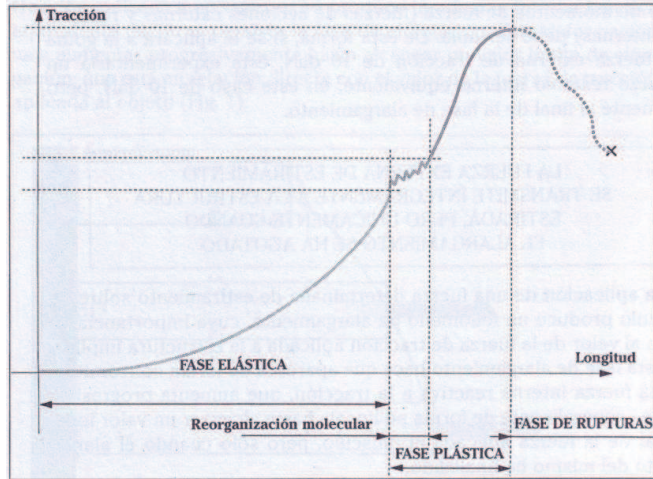


Figura 14: Curva elongación-tensión⁶⁷

En esta curva se representan tres etapas en la deformación del tejido⁷⁰:

Etapa pre-elástica o zona neutra: en esta fase no hay resistencia tisular. Corresponde a la puesta a tensión inicial desde la fase de holgura.

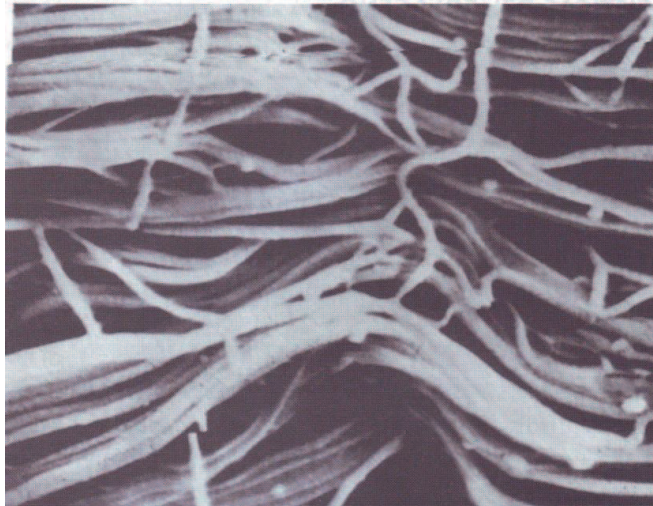


Figura 15: Colágeno en fase pre-elástica⁷⁰

Etapa elástica: aparece una deformación lineal, proporcional a la fuerza aplicada.

Debido a la viscoelasticidad, cierto grado de deformación es irreversible, incluso en esta etapa. Para mantener al tejido en una fase de elongación progresiva, la única variable de importancia es el tiempo de aplicación.

Etapa plástica: si el estiramiento supera los límites de la etapa elástica, comienzan a producirse microtraumatismos tisulares. Aunque se detenga la carga, el tejido no vuelve a su estado inicial, perdiendo su capacidad tensil. Sólo a partir de un proceso de inflamación y posterior regeneración y remodelado, el tejido puede recuperar sus propiedades mecánicas.

A medida que aumenta la velocidad de estiramiento, el comportamiento viscoso del tejido hace que aumente la resistencia pasiva a dicho estiramiento⁷¹.

Un músculo con una pendiente fuerte en la curva deformación-tensión, es más rígido, menos adaptable, que uno con una pendiente más suave. Parte de la energía viscoelástica se pierde después del estiramiento, mostrando una disminución de la resistencia pasiva cuando vuelven a su longitud inicial. Este fenómeno se denomina histéresis⁷².

El fenómeno de creep o deformación bajo presión constante, puede definirse como la propiedad que tiene el material de deformación relacionada con el factor tiempo manteniendo una carga constante, que puede explicar el aumento del ROM pasivo de una articulación como respuesta a una técnica de estiramiento terapéutico^{60,70,73-75}.

Cuando un músculo en reposo, es estirado de forma pasiva, la resistencia que aparece viene dada por estructuras que podemos dividir en componente elástico en serie y componente elástico en paralelo⁶⁷.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

El componente elástico en serie viene determinado por la actina y la miosina y los enlaces entre ellas por un lado^{76,77} y conexiones filamentosas no contráctiles del citoesqueleto del sarcómero formados por una proteína gigante (llamada titin) por otro⁷⁸⁻⁸⁰.

El componente elástico en paralelo está formado por el tejido conectivo localizado dentro y alrededor del vientre muscular, y cuya deformación con el estiramiento global del conjunto músculo-aponeurótico puede considerarse despreciable⁶⁰.

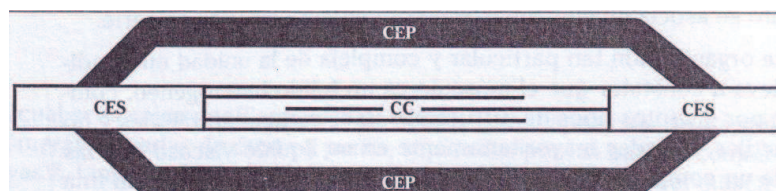


Figura 16: Componentes de la unidad miotendinosa⁶⁷

2.4.2 Definición de estiramiento estático pasivo

Cuando existe actividad electromiográfica inexistente o insignificante, registrada con EMG de superficie^{45,81,82}.

Para definir el punto final de estiramiento, se puede usar (juntos o por separado) dos factores: la sensación del sujeto de dolor o discomfort y el aumento de la actividad en EMG^{12,45,83-85}.

La modalidad pasiva o externa de estiramiento se caracteriza por el hecho de que el estiramiento se produce por medio de una fuerza de tracción que no tiene su origen directamente en el seno del o de los segmentos corporales que incluyen la unidad miotendinosa susceptible de ser estirada, por lo tanto, esta fuerza de tracción es externa al segmento corporal que incluye la unidad miotendinosa que se va a estirar. La fuerza de tracción no se produce por la contracción del grupo muscular directamente opuesto al que se debe estirar⁶⁷.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

Lo que caracteriza al estiramiento pasivo es la ausencia de actividad muscular local, es decir, centrada principalmente en el segmento corporal que contiene la unidad miotendinosa que se va a estirar⁶⁷.

2.4.3 Efectos inmediatos del estiramiento

La mayor parte de los estudios con músculos humanos, usan el máximo ROM articular para representar una medida de longitud muscular pasiva y extensibilidad pasiva⁶⁰.

Muchos de estos estudios, se dirigen a músculos biarticulares como los isquiotibiales, que cruzan la cadera y la rodilla, que pueden ser estirados al máximo sin limitaciones óseas.

Existen numerosos estudios que documentan aumentos en el máximo ROM articular y presumiblemente en la longitud de los isquiotibiales inmediatamente después de ejercicios de estiramiento estático y de ejercicios de estiramiento mediante facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF)^{72,86-90}.

El aumento inmediato del ROM articular después del estiramiento, puede deberse a la respuesta tisular que hemos definido anteriormente como creep⁹⁰.

El descenso de la resistencia dinámica al estiramiento tras estiramientos repetidos y de la resistencia estática tras 90 segundos de estiramiento pueden ser consecuencia de la modificación de las propiedades viscoelásticas del tejido, ya que ese descenso no está influenciado por la presencia de bajos niveles de actividad en el EMG^{90,92,93}.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

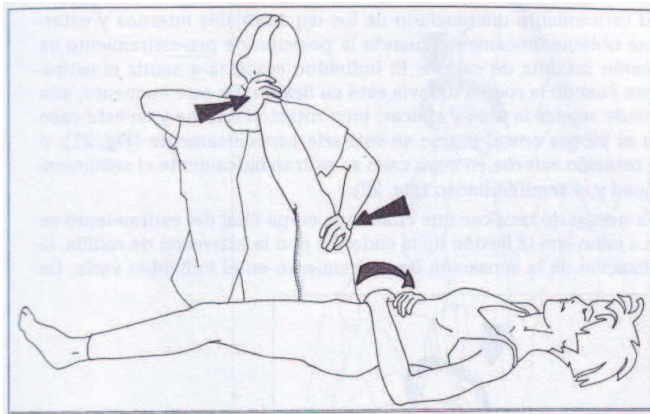


Figura 17: Estiramiento pasivo de músculos isquiotibiales partiendo de extensión de rodilla⁶⁷

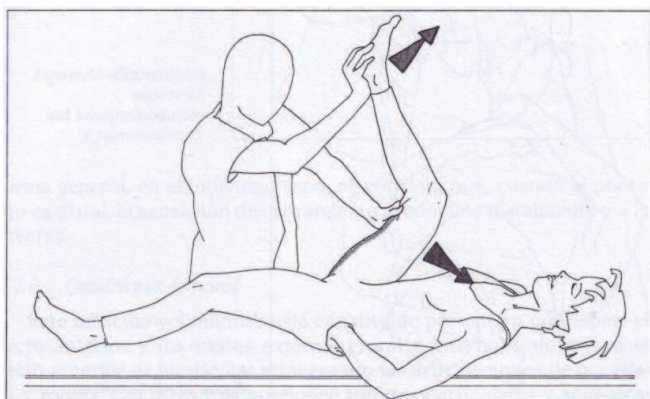


Figura 18: Estiramiento pasivo de músculos isquiotibiales partiendo de flexión de cadera⁶⁷

2.4.4 Tiempo de aplicación del estiramiento

Aunque hay coincidencia entre todos los autores en la importancia del estiramiento, falta evidencia con respecto al protocolo en tiempo y repeticiones que se debe aplicar⁹⁴.

La duración del estiramiento varían desde los 10 segundos, a 15 segundos, 30 segundos y 60 segundos^{95,96,97,98}.

Decoster et al, concluyeron que el estiramiento de isquiotibiales aumenta el ROM articular con diferentes técnicas de estiramiento, posiciones y duraciones⁹⁸.

2.5 Neurodinámica clínica

2.5.1 Concepto

En 1995, Shacklock M⁹⁹, define el concepto neurodinámica clínica frente a tensión neural adversa, y test neurodinámicos frente a test de tensión neural.

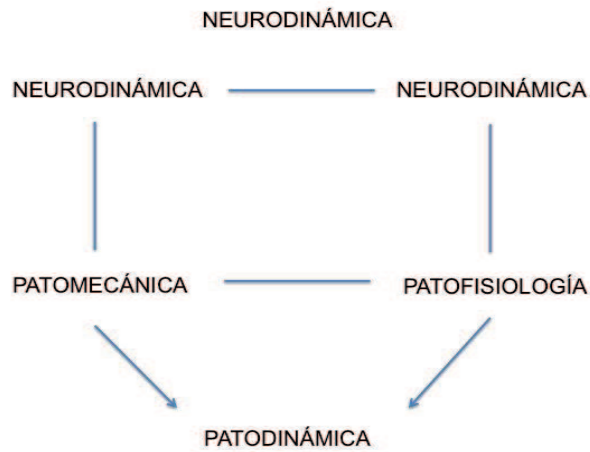


Figura 19: Concepto de Neurodinámica de Shacklock M⁹⁹

La neurodinámica clínica puede definirse como la aplicación clínica de la mecánica y la fisiología del sistema nervioso, que están relacionadas entre sí y se integran con la función musculoesquelética¹⁰⁰.

2.5.2 Fisiopatología del sistema nervioso periférico

El tejido nervioso está bien equipado para mantener su función mientras se adaptan al estrés físico que suponen tanto el mantenimiento de determinadas posturas como los movimientos del cuerpo^{35,101-104}.

Cargas de tensión, fricción y compresión (o una combinación de las mismas) producirán respuestas de deslizamiento, aumento de la tensión y/o modificación de la sección transversal en el sistema nervioso^{99,101}.

El axón de un nervio periférico es la extensión larga del cuerpo celular de neuronas situadas en:

- El ganglio de la raíz dorsal (neuronas sensitivas)
- Ganglios autónomos (neuronas autónomas)
- El asta anterior de la médula espinal o del tronco cerebral (neuronas motoras).

2.5.2.1 Envueltas conectivas

Los axones están muy alejados del cuerpo celular, por lo que están aislados unos de otros, agrupados y protegidos por tejido conectivo: epineuro, perineuro y endoneuro¹⁰⁵.

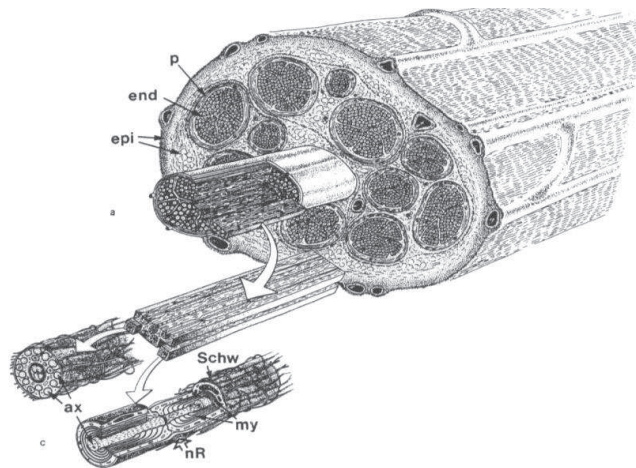


Figura 20: Tronco nervioso periférico¹⁰⁶

○ *Epineuro:*

Se divide en epineuro interno y epineuro externo. El epineuro externo define la morfología del nervio y el epineuro interno rellena los espacios entre fascículos, facilitando el movimiento interfascicular^{101,106-108}.

Incluye paquetes de fibras de colágeno tipos I y III, fibras elásticas, fibroblastos células cebadas y células grasas. En una posición de no tensión, las fibras de colágeno epineural tienen una orientación ondulada¹⁰⁷.

Hay mucho tejido conectivo epineural en los nervios polifasciculados, para facilitar la dispersión de las fuerzas compresivas¹⁰⁹.

En las zonas de entrada y salida de vasos sanguíneos y en las zonas donde el nervio se ramifica, el epineuro presenta adherencias más fuertes a los tejidos conectivos circundantes¹⁰⁸.

○ *Perineuro:*

Envuelta conectiva que rodea a los fascículos.

Tejido conjuntivo denso, formado por hasta 15 capas de células planas intercaladas con capas de fibras de colágeno tipos I y II y fibras elásticas¹¹⁰.

El perineuro es la unidad de carga mecánica del nervio, la envuelta más resistente^{111,112}.

Las células perineurales están unidas por uniones íntimas y las más internas forman una barrera de difusión, que junto con la barrera hemato-neural, controlan el medio endoneural, impidiendo la entrada de sustancias de alto peso molecular que puedan alterar la conducción^{113,114}.

La distribución fascicular plexiforme, ofrecer una respuesta más eficaz al estrés mecánico.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

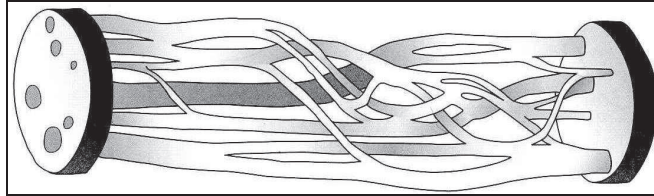


Figura 21: Estructura plexiforme de un tronco periférico¹¹⁵

o *Endoneuro*:

En el interior del endoneuro, todos los axones están asociados íntimamente con sus células de apoyo, la célula de Schwann.

Una célula de Schwann puede envolver varios axones no mielinizados o uno mielinizado¹¹⁶.

Entre los axones hay tejido conectivo laxo y colágeno tipo I y II en orientación longitudinal, fibroblastos y algunas células cebadas, macrófagos y fluido endoneural¹⁰¹.

La continuidad del sistema nervioso, tiene su expresión en la continuidad de tejidos conectivos, tal como se muestra en las imágenes siguientes de Sunderland S¹¹⁵ y Bogduk N¹¹⁷.

Los tejidos epidurales y la duramadre, se combinan para formar el epineuro y las capas más externas del perineuro tal y como se evidencia en las siguientes imágenes.

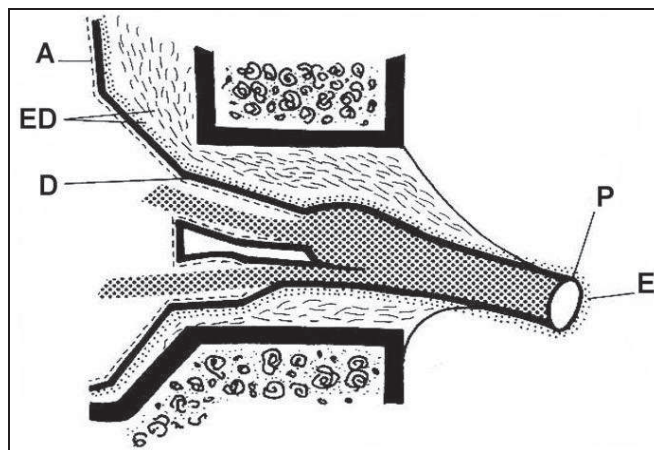


Figura 22: Continuidad estructura conectiva¹¹⁵

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

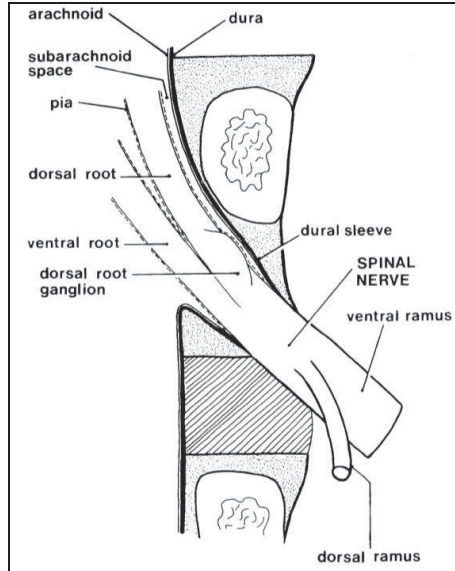


Figura 23: Continuidad tejidos conectivos¹¹⁷

El esfuerzo que se impone al sistema nervioso periférico durante un movimiento, se transmite al sistema nervioso central y viceversa^{100,115,117-120}.

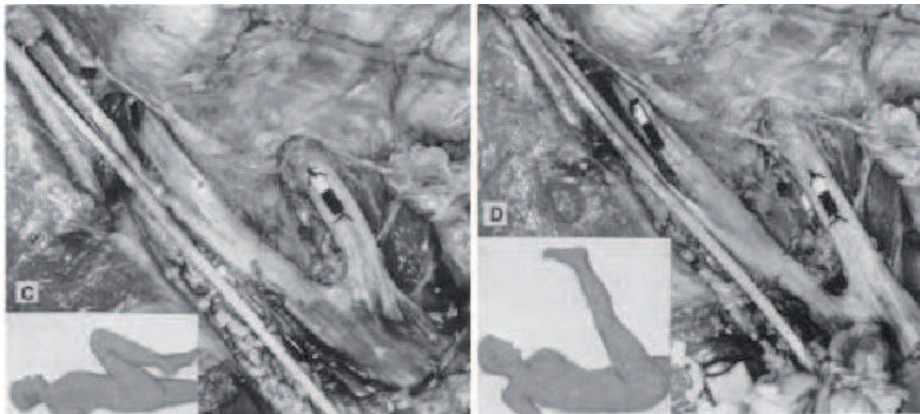


Figura 24: Continuidad del sistema nervioso^{118,120}

La continuidad del sistema nervioso, puede expresarse por tanto desde la continuidad a través del tejido conectivo tal y como acabamos de ver, pero además, podemos hablar de continuidad química (a través del flujo axoplasmático) y continuidad eléctrica

(un impulso generado en el pie puede ser recibido en el cerebro)³⁵.

2.5.2.2 Vascularización

El conjunto del sistema nervioso, consume el 20% del total de oxígeno disponible en sangre circulante, suponiendo solamente el 2% de la masa corporal, de lo que se deduce que garantizar un suministro ininterrumpido es esencial para una función neural normal³⁵.

Garantizar el flujo del sistema nervioso periférico es fundamental dada la vulnerabilidad del sistema a los cambios vasculares¹²¹. Independientemente de la posición que adopte el nervio con relación al tejido que lo rodea, la vascularización a flujo eficaz debe estar garantizada.

El suministro de sangre al nervio periférico es proporcionado por arterias enrolladas que entran al epineuro periódicamente a lo largo de la longitud del nervio, formando el vasa nervorum¹⁰¹.

En general, los vasos más importantes acceden al nervio por zonas en las que el movimiento de éste con respecto al tejido circundante es mínimo³⁵.

Las arterias se dividen en arteriolas epineurales que forman una red de anastomosis que recorren longitudinalmente al epineuro.

Las arteriolas perineurales, tienen poco desarrollada la musculatura lisa, por lo que están poco capacitadas para regular el flujo intrafascicular¹⁰¹.

La vascularización intrínseca del nervio periférico está formada por una red compleja de vasos longitudinales, de las que nacen perforantes que van pasando de un plano a otro¹²¹.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

Las arteriolas epineurales están inervadas con un plexo perivascular de nervios serotoninérgicos, adrenérgicos y peptidérgicos^{122,123}.

Dentro del Endoneuro, las arteriolas se convierten en capilares longitudinales de gran diámetro, que permiten que el flujo sanguíneo vaya en cualquier dirección¹²⁴.

Las células endoteliales de los capilares endoneurales están unidas por fuertes uniones, formando una barrera hemato-neural¹²⁵.

Existe sistema de vénulas que retornan la sangre al sistema venoso. Con respecto al sistema linfático, sólo hay presencia de capilares linfáticos dentro del epineuro, lo que supone que no existe drenaje linfático desde los espacios intrafascicular o endoneural¹²⁶.

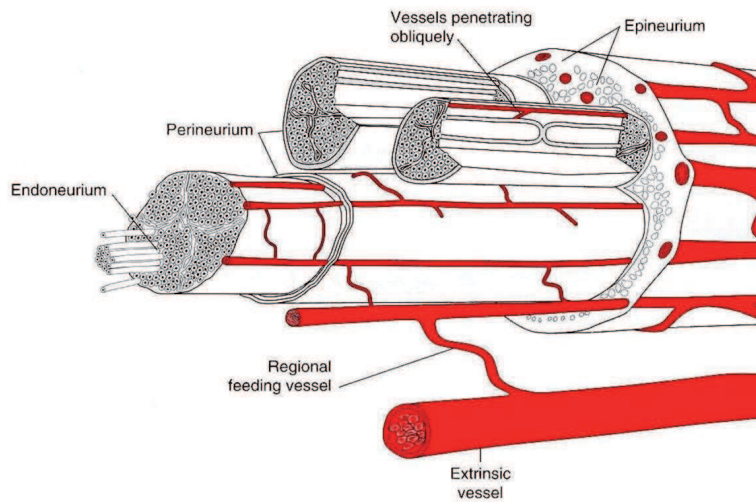


Figura 25: Vasa nervorum¹²¹

2.5.2.3 Inervación

Los tejidos nerviosos están inervados con una red de receptores de alto y bajo umbral, los nervi nervorum. En los tejidos conectivos que envuelven al tronco, se han encontrado terminaciones nerviosas libres, receptores encapsulados y fibras tipo C^{127,128}.

Esta inervación, convierte al sistema nervioso en una estructura capaz de ser fuente de dolor en sí mismo y no sólo un vehículo transmisor de impulsos³⁵.

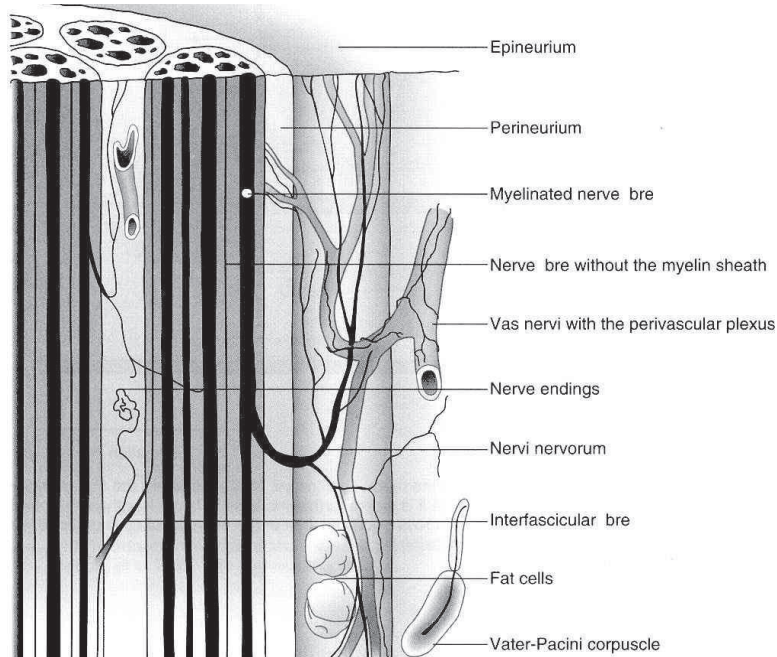


Figura 26: Nervi nervorum¹²⁸

2.5.2.4 Propiedades mecánicas

En condiciones fisiológicas normales, las estructuras nerviosas están expuestas a diferentes tipos de carga mecánica impuestas tanto por la postura como por el movimiento,^{35,99-104,128} este estrés mecánico puede ser aplicado al nervio en forma de

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

puesta a tensión, compresión o cizallamiento, o bien, como una combinación de todos ellos. El nervio por su parte, responde a esa carga mediante elongación, deslizamiento o modificación de su diámetro transversal^{35,99,100,101,108,130-132}.

El cambio de longitud que sufre el nervio por carga tensil, se expresa en porcentaje de elongación¹³⁰⁻¹³².

El deslizamiento se expresa en milímetros, y se puede producir en dirección longitudinal y/o transversal con respecto al eje del nervio^{133,134}.

El movimiento de deslizamiento o excursión del nervio se produce con respecto al tejido que lo rodea y que podemos llamar lecho nervioso o interfaz mecánica, que podemos definir como cualquier estructura que se encuentre próxima al sistema nervioso, como tendones, músculo, hueso, discos intervertebrales, ligamentos, fascias y vasos sanguíneos^{99,100}.

La dirección y magnitud del deslizamiento dependen de la relación anatómica entre el nervio y el eje de rotación de la articulación en movimiento. Cuando se elonga el lecho nervioso, el nervio se desliza hacia la articulación en movimiento, fenómeno denominado convergencia⁹⁹⁻¹⁰¹.

Con el movimiento de una extremidad, la excursión del nervio se produce primero en el segmento del nervio inmediatamente adyacente a la articulación en movimiento y se va propagando a segmentos más alejados si el movimiento continua¹³⁵⁻¹³⁷.

La elongación del lecho nervioso durante el movimiento articular también producirá un aumento de la tensión del nervio a partir de una carga determinada. La magnitud de este incremento en la tensión, es mayor en el segmento del nervio más cercano a la articulación en movimiento. El comportamiento del nervio en este caso responde a la curva elongación-tensión que se ha

descrito en el epígrafe de estiramiento, como cualquier tejido biológico con propiedades viscoelásticas¹³⁸.

La pendiente de esta curva, define la rigidez del nervio o su plasticidad: así cuanto mayor sea la pendiente, menos adaptable es el nervio¹³⁸. Por otra parte, desde la física sabemos que el área de sección de un objeto cilíndrico se reduce cuando el cilindro se elonga de tal forma que cuando el nervio se elonga bajo fuerzas tensiles, experimenta una disminución de su sección, que es resistida por el fluido y el tejido que está dentro de las envueltas conectivas¹⁰⁸.

En cualquier caso, hay que tener en cuenta que el nervio necesita estar sometido a una carga funcional que le permita mantener sus propiedades viscoelásticas, ya que tanto un estrés físico demasiado bajo, como uno excesivo, tendrá consecuencias patológicas en la fisiología del tejido¹⁰¹.

2.5.3 Dolor neurogénico periférico

Podemos definir al dolor neurogénico como el dolor iniciado o causado por una lesión o disfunción primaria en el sistema nervioso, y que en función del origen, puede ser clasificado como dolor neurogénico central o dolor neurogénico periférico¹³⁹.

Dentro del dolor neurogénico periférico, podemos hablar de dolor troncular y de dolor disestésico. El dolor troncular, se describe como sensación de dolorimiento profundo y se atribuye a un aumento de actividad de los nociceptores del tejido conectivo del sistema nervioso (como el nervi nervorum y los nervios sinu-vertebrales)^{128,129,140,141}. El dolor disestésico, se caracteriza por una sensación poco familiar de quemazón, de corriente eléctrica, lancinante, que se atribuye a impulsos ectópicos originados en fibras aferentes dañadas o en reparación. No

hay relación estable en el dolor disestésico, entre estímulo y respuesta
129,140, 142,143

El dolor neurogénico periférico asociado a alteración musculoesquelética, muestra una relación relativamente consistente entre estímulo y respuesta^{102,129,144,145}.

2.5.4 Test neurodinámicos

Actualmente se habla más de test neurodinámicos que de test de provocación de tensión neural, ya que la palabra tensión sería un término escaso en la expresión de propiedades mecánicas del tejido^{99,100}.

Hall y Elvey en 1999, definieron de un modo muy concreto los hallazgos físicos de una prueba de provocación de tensión neural¹⁴⁵.

Los test neurodinámicos ponen a prueba las capacidades mecánicas del sistema nervioso usando movimientos de varias articulaciones combinados tanto de extremidades como del tronco, para modificar las dimensiones y longitud del lecho nervioso que rodea las estructuras neurales^{35,99,102,146,147}.

Respuestas positivas a los test neurodinámicos indican aumento de la mecanosensibilidad del tejido nervioso.¹²⁹

- El test reproduce los síntomas del paciente y el movimiento de un segmento del cuerpo alejado de los síntomas provoca una modificación en la respuesta al test (diferenciación estructural).
- Hay diferencias en la respuesta al test entre el lado afecto y el sano, del tipo de asimetría en la respuesta sensorial, rango de movimiento, resistencia percibida por el examinador mientras aplica el test.

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

Los criterios clínicos para definir la positividad de una prueba neurodinámica son los siguientes¹⁴⁵:

- Espasmo o incremento en la respuesta muscular
- El incremento en la resistencia suele coincidir con el establecimiento del dolor y la reproducción de la queja del paciente
- Se reproduce la totalidad de los síntomas o síntomas diferentes a los normales
- La amplitud del movimiento del miembro sintomático es diferente a la del miembro “sano”
- Eliminación de algún parámetro de tensión provoca el alivio inmediato de los síntomas
- Añadir algún movimiento sensibilizante provoca alguna variación en los síntomas del paciente

La alteración en la resistencia percibida por el examinador durante la ejecución del test se considera una de los signos más importantes de aumento de la mecanosensibilidad del tejido neural¹⁴⁸.

La resistencia percibida por el examinador no es necesariamente reflejo del comportamiento viscoelástico del sistema nervioso y su tejido conectivo asociado¹²⁹.

Que exista un test neurodinámico positivo, no capacita al clínico para identificar el lugar específico de lesión tisular, simplemente indica que todo el tracto que ha sido expuesto a carga durante el test muestra aumento de la mecanosensibilidad¹⁰².

Las estructuras neurales están sujetas a diferentes cargas mecánicas dependiendo del orden de movimiento articular durante el test neurodinámico^{99,102}.

La secuencia del test altera la movilidad y la respuesta sintomática durante el test de elevación de la pierna recta¹⁴⁹, el slump¹⁰² y el ULNT (test neurodinámico para el nervio mediano)¹⁴⁶.

Los test cargan mecánicamente al sistema nervioso también reduciendo el espacio disponible, no sólo por la puesta a tensión del lecho nervioso. Esto ocurre, por ejemplo en el foramen vertebral con la extensión o inclinación lateral del raquis o en la muñeca al hacer el test de Phalen^{150,151}.

2.5.5 Relacionando mecánica y fisiología

La irritación mecánica y química pueden dañar el tejido neural musculoesquelético: la compresión repetida, puesta a tensión, fricción y fuerzas de vibración actuando cerca de estrechamientos anatómicos a través de los que pasa tejido neural, pueden causar irritación mecánica^{102,104}.

Los tejidos dañados en zonas adyacentes a las estructura nerviosa, liberan sustancias inflamatorias que pueden irritar químicamente a los tejidos neurales¹⁵²⁻¹⁵⁴.

Las respuestas patofisiológicas y patomecánicas a la lesión de un nervio, afectan al componente vascular, componente conectivo y al propio tejido de conducción del sistema nervioso y llevan a la puesta en marcha de mecanismos responsables de los síntomas asociados al dolor musculoesquelético neurogénico periférico¹²⁹.

El compromiso de la circulación intraneural parece ser el primer paso en la cascada patofisiológica de la lesión nerviosa.

Un estímulo mecánico o químico que exceda la capacidad física del tejido nervioso, induce a alteración tanto de la circulación intraneural como del flujo axoplasmático^{155,156}.

La consecuente hipoxia y las alteraciones en la permeabilidad microvascular producirán una respuesta inflamatoria en los troncos

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

nerviosos y en el ganglio de la raíz dorsal que conducen a formación de edema subperineural y aumento de la presión endoneural^{157,158}.

Los neuropéptidos liberados por el nervi nervorum irritado mecánicamente y los mediadores de la inflamación producidos por la activación inmunológica celular, contribuirán a la respuesta inflamatoria^{159,160}.

Una vez que los tejidos conectivos del tejido nervioso se han inflamado, los nociceptores de los nervi nervorum y de los nervios sinu-vertebrales comienzan a sensibilizarse a estímulos tanto mecánicos como químicos, contribuyendo a aumentar la mecanosensibilidad que se observa en el dolor neurogénico periférico^{141,142,144,145}.

El edema endoneural se mantiene porque la barrera de difusión perineural no permite que salga el exudado inflamatorio. El edema endoneural persistente conduce a fibrosis endoneural y compromiso de las propiedades viscoelásticas de los tejidos conectivos neurales^{106,108,161}.

Cuando la fibrosis intraneural ha reducido la extensibilidad de los tejidos conectivos neurales, sensibilizado los nervi nervorum y los nervios sinu-vertebrales va a ser más susceptible de sufrir estimulación mecánica ya que el tejido conectivo fibrótico no puede atenuar de forma efectiva las cargas mecánicas asociadas a la vida diaria o a las maniobras de exploración^{103,108,141}.

En consecuencia, la fibrosis intraneural puede contribuir a aumentar los inputs nociceptivos desde el nervi nervorum y los nervios sinu-vertebrales en los estados de dolor neurogénico periférico¹²⁹.

Los mecanismos relacionados con el dolor neurogénico periférico de tipo troncular, pueden estar presentes en los sujetos que presentan síndrome de isquiotibiales cortos, ya que en situaciones de aumento de la mecanosensibilidad del ciático, puede producirse un aumento de la resistencia de los isquiotibiales a ser estirados como mecanismo de protección del tejido neural. Por otra parte, la sensación de dolorimiento

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

profundo que caracteriza al dolor troncular es fácil de confundir para el sujeto a explorar con la sensación de tirantez que se busca al final de un estiramiento muscular. No nos extenderemos en esta introducción en mecanismos relacionados con el dolor disestésico, a pesar de su relevancia clínica ya que ha sido mucho más estudiado por los investigadores y no es el objetivo en este trabajo.

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVIO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

MATERIAL Y MÉTODO

3.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO

Las alteraciones en la mecanosensibilidad de un tronco nervioso periférico pueden jugar un papel importante en la respuesta de acortamiento de un grupo muscular, por tanto, una técnica de deslizamiento longitudinal dirigida al nervio ciático modificará la respuesta del grupo muscular isquiosural a un test de extensibilidad como el de Elevación de la Pierna Recta (EPR) tanto o más que una técnica clásica de estiramiento.

3.2 OBJETIVOS

3.2.1 General

Comprobar la respuesta a un test de valoración de la extensibilidad isquiosural válido, sensible y específico como es el test de Elevación de la Pierna Recta (EPR) frente a la técnica de estiramiento estático pasivo y al placebo, en sujetos adultos con síndrome de isquiotibiales cortos

3.2.2 Específicos

- Verificar la relación entre el test de Elevación de la Pierna Recta (EPR) y el acortamiento de la musculatura isquiosural.
- Comprobar la efectividad de una técnica de estiramiento en pacientes con isquiotibiales acortados.
- Mostrar que una técnica de deslizamiento longitudinal del nervio ciático mejora los resultados en el test de elevación de la pierna recta frente al placebo, en pacientes con músculos isquiotibiales cortos.
- Evaluar si hay modificaciones en la extensibilidad de la musculatura isquiosural en sujetos a los que se aplica una técnica placebo.

3.3 DISEÑO DEL ESTUDIO

Se ha realizado un estudio experimental, pre-post intervención, controlado, aleatorio y con estrategia de enmascaramiento doble ciego.

En el estudio se evalúa la extensibilidad de la musculatura isquiosural medida con el test de elevación de la pierna recta (EPR) en adultos sanos con isquiotibiales cortos, en dos ocasiones, antes y después de ser sometidos a una intervención: estiramiento estático pasivo de la musculatura isquiosural, deslizamiento longitudinal del nervio ciático o movilización pasiva de las articulaciones intertarsianas (dependiendo de en que grupo se sitúe el sujeto).

La técnica de enmascaramiento empleada es el doble ciego con estrategia de evaluador ciego, ya que el individuo en ningún caso conoce la técnica empleada ni a que grupo de estudio pertenece.

Con el objetivo de darle más fortaleza al estudio, no existe ningún tipo de interrelación entre el evaluador y el interventor.

El grupo placebo fue enmascarado aplicando un tiempo de intervención similar al de los otros dos grupos, pero aplicando una técnica de cinesiterapia pasiva a una zona sin analogías mecánicas con la musculatura isquiotibial.

3.4 SUJETOS

La población de estudio está formada por adultos con síndrome de isquiotibiales cortos que han acudido a los servicios de fisioterapia del hospital de rehabilitación y traumatología "Virgen de las Nieves " de Granada, en el periodo comprendido entre los años 2009 y 2011.

Todos los sujetos del estudio fueron informados de la realización del estudio a partir de un planteamiento inicial que les fue presentado de la misma manera. A partir de aquí, de forma voluntaria, los sujetos que quisieron participar fueron inscribiéndose para el inicio del estudio.

Se han considerado criterios de inclusión y exclusión muy restrictivos con el fin de no introducir variables confusoras, dada la importante relación documentada que existe entre el síndrome de isquiotibiales cortos y otras alteraciones morfofuncionales del raquis y del miembro inferior.

La elección de sujetos sedentarios que mantengan posiciones cotidianas de sedestación prolongada, se debe a la existencia de numerosos estudios que tratan el acortamiento isquiosural relacionado con el deporte o con la adolescencia, pero hay escasa documentación acerca de la relación entre isquiotibiales cortos en adultos sanos que no hacen actividad física.

3.4.1 Criterios de inclusión-exclusión

○ *Criterios de inclusión*

- Sujetos que presenten el síndrome de isquiosurales cortos bilateral, con un test de elevación pierna recta igual o menor 80° (EPR \leq 80°).
- No presentar ninguno de los criterios de exclusión.
- Sujetos de ambos sexos con una edad comprendida entre 20 y 45 años.
- Índice de masa corporal entre 20 y 30.
- Con respecto a hábitos de actividad física, sedentarios.
- Actividad laboral que represente al menos 4 horas de sedestación.
- Sin hábitos tóxicos.
- Aceptación de participar en el estudio (firma del consentimiento informado. Anexo 2).

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVIPO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

- Criterios de exclusión
 - Sujetos que hayan tenido fracturas del miembro inferior y/o alteraciones del crecimiento.
 - Sujetos que hayan sufrido intervenciones quirúrgicas en la columna vertebral o en los miembros inferiores.
 - Sujetos con hernias discales o protrusiones lumbares.
 - Sujetos con dolor lumbar agudo en los últimos seis meses.
 - Sujetos con dolor de miembros inferiores o parestesias en los mismos.
 - Sujetos que hayan tenido lesiones músculo-tendinosas de la musculatura isquiosural: tendinitis, elongaciones, microrroturas y roturas musculares, al menos un año antes de la fecha del estudio.
 - Sujetos con prótesis de rodilla o cadera.
 - Sujetos que no sean capaces de adoptar la posición en la que se efectúan los test o de someterse a las intervenciones.
 - Sujetos que tomen anti-inflamatorios tanto esteroideos como no esteroideos y/o relajantes musculares en el último mes.

Una vez superados los criterios de inclusión y de exclusión, los individuos fueron distribuidos entre los tres grupos aleatoriamente, definiendo como 1 el grupo que recibe estiramiento estático pasivo (“estático pasivo”), como 2 el grupo que recibe el deslizamiento longitudinal del ciático (“neurodinámica”) y como 3 el grupo que recibe la movilización de las articulaciones intertarsianas (“placebo”).

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

La muestra final está formada por un total de 120 sujetos, con edades comprendidas entre los 18 y los 45 años, quedando encuadrados en cada grupo en número de 40.

Grupo 1. *Estático pasivo*

Los sujetos de este grupo, recibieron una técnica de estiramiento estático pasivo.

Grupo 2. *Neurodinámica*

Los sujetos de este grupo recibieron una técnica de deslizamiento longitudinal del nervio ciático.

Grupo 3. *Placebo*

Los sujetos del grupo placebo, recibieron como intervención una técnica de cinesiterapia pasiva en articulaciones intertarsianas de ambos pies, concretamente supinación, pronación, abducción, aducción, flexión plantar y dorsiflexión.

3.4.2 Condiciones éticas

Antes de iniciar el estudio, los sujetos que participaron en él de forma voluntaria fueron informados con claridad de lenguaje de los objetivos y desarrollo del estudio, así como de la posibilidad de abandonarlo en cualquier momento. Tras recibir esa información, todos firmaron el modelo de consentimiento informado que se adjunta en el apartado anexos (Anexo 2).

Además, se respetaron en todo caso los principios de la declaración de Helsinki 1984 (Anexo 3).

3.5 INTERVENCIONES

La aplicación de todas las técnicas (estiramiento estático pasivo, deslizamiento longitudinal del nervio ciático y movilización pasiva analítica específica de las articulaciones intertarsianas del pie) son realizadas por la autora de este trabajo, diplomada en fisioterapia con más de 20 años de experiencia clínica.

- Técnica estiramiento estático pasivo

Tal y como se ha explicado en la introducción, no se objetivan diferencias significativas en el tiempo de aplicación del estiramiento³⁹ para que éste se muestre eficaz, para este trabajo se elige la técnica que expone Neiger H⁶⁷ dirigida al grupo de músculos isquiotibiales y que se describe a continuación:

Posición del paciente: decúbito supino.

Posición del fisioterapeuta: en bipedestación en el lado homolateral al miembro inferior del paciente que recibe el estiramiento.

Tomas: una mano se coloca en la cara anterior del muslo del paciente y la otra en la cara posterior del tercio distal de la pierna del paciente.

Ejecución del estiramiento: llevar el miembro inferior del paciente a flexión de cadera manteniendo extensión de rodilla.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS



Figura 28: Estiramiento desde extensión de rodilla

Es posible iniciar el estiramiento en flexión máxima de cadera en lugar de en extensión de rodilla. En el caso de iniciar la técnica desde flexión de cadera, la evolución es hacia extensión de rodilla.



Figura 29: Estiramiento desde flexión de cadera

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

El tiempo de aplicación de esta técnica será de 90 segundos en total y en cada pierna, intentando avanzar hacia un nuevo límite cada 30 segundos.

Los sujetos a los que se dirige serán los que pertenecen al grupo “estático pasivo”.

o Técnica deslizamiento longitudinal del nervio ciático

Para la realización de esta técnica, seguimos los principios básicos de neurodinámica expuestos por Shacklock M¹⁰⁰ y Butler D³⁵.

El tiempo de aplicación de esta técnica es de 90 segundos en cada pierna.

Se aplicará en los sujetos pertenecientes al grupo “neurodinámica”.

Posición del paciente: decúbito supino.

Posición del terapeuta: bipedestación en el lado homolateral del miembro inferior a movilizar.

Tomas: mano medial, en la cara posterior, tercio distal del muslo del paciente. Mano lateral en la cara posterior, tercio distal de la pierna del paciente.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

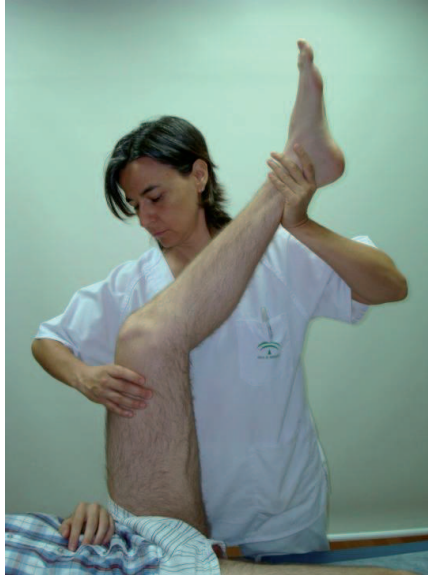


Figura 30: Posición de inicio del deslizamiento

Ejecución de la técnica: llevamos al paciente a un grado de flexión de cadera combinada con extensión de rodilla en el que coloquemos al nervio ciático en pretensión. A partir de este punto, alternamos dos movimientos simultáneos con el fin de provocar el deslizamiento longitudinal del nervio ciático: flexión de rodilla con flexión de cadera y extensión de rodilla con extensión de cadera.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS



Figura 31: Ejecución del deslizamiento 1 (combinamos flexión de rodilla con flexión de cadera)



Figura 32: Ejecución del deslizamiento 2

(combinamos extensión de rodilla con extensión de cadera)

- Técnica placebo. Movilización pasiva de las articulaciones intertarsianas

Se ha elegido esta técnica porque no existen analogías anatómicas o biomecánicas que relacionen esta zona con la flexión de cadera en decúbito supino.

Las movilizaciones a realizar son: supinación, pronación, abducción, aducción, flexión plantar y dorsiflexión, siguiendo el

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

modelo que expone en su texto Hengeveld E¹⁶², y en un tiempo total de 90 segundos en cada pie.

Supinación-pronación:

Dirección del movimiento: la porción tarsal del pie se dirige en dirección pronación y supinación.

Posición del paciente: decúbito prono, con flexión de rodilla de 90°.

Posición del terapeuta: en bipedestación, con su eje perpendicular a la camilla y con su pierna distal estabilizando la pierna del paciente.

Tomas: la mano proximal del terapeuta, se sitúa sobre el calcáneo del paciente, con los dedos trifalángicos en el borde medial y el pulgar en el borde lateral. La mano distal se coloca en el dorso del pie del paciente, con los dedos trifalángicos en el borde medial y el pulgar en el borde lateral.



Figura 33: Supinación

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

Ejecución de la técnica: la mano proximal fija y la mano distal ejecuta el movimiento en dirección supinación o en dirección pronación.

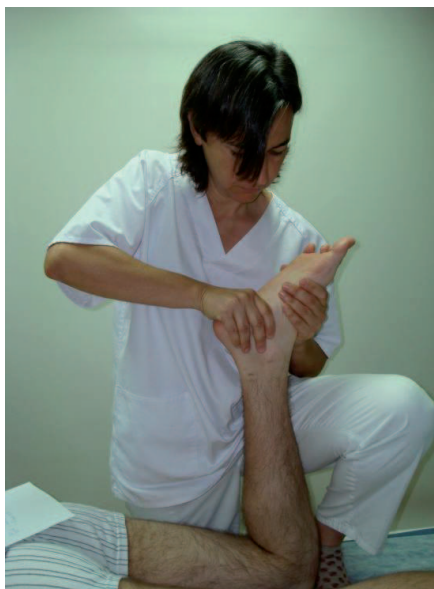


Figura 34: Pronación

Abducción-aducción

Dirección del movimiento: la porción anterior del pie se dirige en dirección abducción y aducción.

Posición del paciente: decúbito prono, con flexión de rodilla de 90°.

Posición del terapeuta: en bipedestación, con su eje perpendicular a la camilla y con su pierna distal estabilizando la pierna del paciente.

Tomas: la mano proximal del terapeuta, se sitúa sobre el calcáneo del paciente, con los dedos trifalángicos en el borde medial y el pulgar en el borde lateral. La mano distal se coloca sobre la planta del pie del paciente, con los dedos trifalángicos en el borde medial y el pulgar en el borde lateral. El dedo índice se coloca sobre la línea de la articulación a movilizar y el pulgar sobre el hueso cuboides.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS



Figura 35: Abducción

Ejecución de la técnica: con ambas manos, los dedos trifalángicos imprimen el movimiento de abducción y los pulgares el movimiento de aducción.



Figura 36: Aducción

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

Flexión plantar

Dirección del movimiento: el pie anterior se dirige a flexión plantar en relación con el pie medio.

Posición del paciente: decúbito prono, con flexión de rodilla de 90°.

Posición del terapeuta: en bipedestación, con su eje perpendicular a la camilla y con su pierna distal estabilizando la pierna del paciente.

Tomas: la mano proximal del terapeuta, se sitúa sobre el calcáneo del paciente, con los dedos trifalángicos en el borde medial, abiertos sobre el maléolo medial y el pulgar en el borde lateral en dirección al maléolo peroneo. La mano distal se coloca sobre el dorso del pie del paciente, con los dedos trifalángicos en el borde medial y el pulgar en el borde lateral. Los ejes de los antebrazos se colocan paralelos, en la misma dirección.

Ejecución de la técnica: la fuerza aplicada sigue el eje del antebrazo distal del terapeuta, dirección flexión plantar.



Figura 37: Flexión plantar

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

Flexión dorsal

Dirección del movimiento: el pie anterior se dirige a flexión dorsal en relación con el pie medio.

Posición del paciente: decúbito prono, con flexión de rodilla de 90°.

Posición del terapeuta: en bipedestación, con su eje perpendicular a la camilla y con su pierna distal estabilizando la pierna del paciente.

Tomas: la mano proximal del terapeuta, se sitúa sobre el calcáneo del paciente, con los dedos trifalángicos en el borde medial, abiertos sobre el maléolo medial y el pulgar en el borde lateral en dirección al maléolo peroneo. La mano distal se coloca sobre la planta del pie del paciente, con los dedos trifalángicos en el borde medial y el pulgar en el borde lateral. El pulgar y el dedo índice sobre la línea articular.

Ejecución de la técnica: la fuerza se aplica desde la toma distal en dirección dorsiflexión.



Figura 38: Flexión dorsal

La duración total de la técnica de movilización que se aplica a este grupo de sujetos será de 90 segundos en cada pie.

3.6 EVALUACIÓN

En la ejecución de la prueba de Elevación de la Pierna Recta (EPR), vamos a seguir la secuencia que siguen Santonja et al²⁵, así como la que siguen Youdas et al y Baltaci et al^{24,30}, que no es otra que la descrita por Kendall⁶.

Con el sujeto colocado en decúbito supino sobre una camilla, el miembro inferior contralateral se cincha para evitar tanto la flexión de la cadera como la rotación externa. La región lumbar y el sacro están apoyados sobre el plano de la camilla. La estandarización de la prueba exige mantener la rodilla en extensión y que la región lumbar y pelvis se mantengan fijas^{24,30}.

A partir de esa posición, un evaluador comienza a flexionar la cadera de la pierna a valorar, manteniendo la rodilla en extensión y vigilando que el tobillo no haga flexión dorsal para no incluir la puesta a tensión del tríceps sural en la prueba y desde aquí se va progresando en flexión de cadera hasta que:

- El sujeto sienta “tirantez” o molestia en la cara posterior del muslo
- Se empiece a flexionar la rodilla
- Comience la báscula pélvica y la modificación de la lordosis lumbar

En cualquiera de estas tres circunstancias se detiene la prueba.

Las órdenes que se le dan a los sujetos a la hora de realizar el test son éstas: “vamos a elevar la pierna poco a poco, tienes que dejarla totalmente relajada y has de soportar el estiramiento lo que puedas, hasta que la tensión provoque dolor, momento en que debes decir, ya”³⁹.

Previamente, con un lápiz dermográfico hemos marcamos la cabeza del peroné y el maléolo peroneo en el tobillo como referencias para la goniometría. El eje del goniómetro se coloca en la proyección del trocánter mayor del fémur, el brazo fijo, paralelo al plano horizontal que describe la camilla y el brazo móvil, sigue la línea que marcan la cabeza y el maléolo del peroné.

3.7 PROTOCOLO

Todo el estudio se realizó en una misma sala de trabajo, dividida en dos estancias (en la primera están los evaluadores y en la segunda el interventor), con iluminación artificial, una temperatura que oscilaba entre los 22° y los 24° centígrados y en un horario comprendido entre las 17h y las 21h.

- Antes de iniciar su participación en el estudio, a cada individuo se le explica en qué consiste el estudio, cual es su finalidad y la posibilidad de abandonarlo en cualquier momento.
- Tras recibir la información, cada participante rellena un formulario de consentimiento informado (Anexo 2).
- A partir de este momento, el sujeto pasa a la primera estancia de la sala de trabajo, donde se encuentran los evaluadores, se rellena la ficha proforma (Anexo 1) y se realiza una primera medición con el test EPR en sus dos piernas.
- Tras ser evaluado por primera vez, pasa a la segunda estancia de la sala, donde se encuentra el interventor, que le asigna de forma aleatoria a uno de los tres grupos de intervención y realiza dicha intervención (deslizamiento del nervio ciático, estiramiento estático pasivo o movilización pasiva de las articulaciones intertarsianas. Todas las intervenciones tienen una duración de 90 segundos en cada pierna.
- A continuación y sin tiempo de espera, el sujeto vuelve a la estancia primera donde será evaluado de nuevo mediante el test EPR.

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

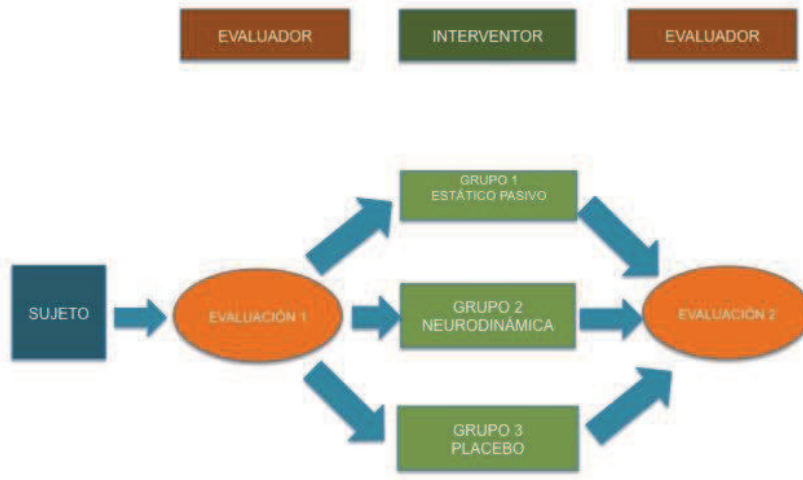


Figura 27: Diagrama de diseño del estudio

La realización de los test y de las técnicas en cada uno de los grupos, son realizadas por personal cualificado para ello: M. Yolanda Castellote Caballero (interventora), María Bravo Aguilar (evaluadora) y Alicia Germani Fumagalli (fisioterapeuta de apoyo), diplomadas en Fisioterapia.

Con respecto a los recursos materiales utilizados, son los siguientes: sala de trabajo con buena iluminación, ventilación y sonoridad, goniómetro de brazos largos marca Baseline Stainless de precisión 1°, camilla marca Electromedicarin, modelo megacam eléctrica 222, cámara de fotos digital marca Sony, modelo DSC-W90, báscula y tallímetro marca SECA, modelo S-610 de precisión 100 gramos en el peso y 1 milímetro en la altura.

El estudio, tal y como se ha comentado anteriormente, debe considerarse doble ciego, en el que el sujeto no sabe a que grupo pertenece, utilizando una estrategia de evaluador ciego.

3.8 VARIABLES DEL ESTUDIO

- **Variable 1: “Grupo”**. Grupo al que pertenece el sujeto y que ha sido asignado mediante aleatorización.
 - Abreviatura: Grupo
 - Tipo de variable: Cualitativa nominal
 - Codificación:
 - 1= Estático Pasivo
 - 2= Neurodinámica
 - 3= Placebo
- **Variable 2: “Sexo”**. Sexo de cada sujeto.
 - Abreviatura: Sexo
 - Tipo de variable: Cualitativa nominal
 - Codificación:
 - 1= Hombre
 - 2= Mujer
- **Variable 3: “Edad”**. Corresponde a la edad del sujeto en el momento de su participación en el estudio, concretamente, en el momento de la evaluación y la intervención.
 - Abreviatura: Edad
 - Tipo de variable: Cuantitativa continua
 - Intervalo: 20-44
 - Unidad de medida: Años
- **Variable 4: “Peso”**. Cuanto pesa el sujeto en el momento de su participación en el estudio, concretamente, en el momento de la evaluación y la intervención.
 - Abreviatura: Peso
 - Tipo de variable: Cuantitativa continua
 - Intervalo: 50-92
 - Unidad de medida: Kilogramos

- **Variable 5: “Talla”**. Cuanto mide el sujeto en el momento de la medición, concretamente, en el momento de la evaluación y la intervención.
 - Abreviatura: Talla
 - Tipo de variable: Cuantitativa continua
 - Intervalo: 158-185
 - Unidad de medida: Centímetros
- **Variable 6: “Índice de masa corporal”**. Expresa la relación entre peso y talla del sujeto con los datos recogidos en el momento de la evaluación y la intervención.
 - Abreviatura: IMC
 - Tipo de variable: Cuantitativa continua
 - Intervalo: 18,4-28,1
 - Unidad de medida: Puntos
- **Variable 7: “test EPR pre-intervención izquierda”**. Determina el resultado del test de Elevación de la Pierna Recta, antes de la intervención, en la pierna izquierda.
 - Abreviatura: EPRI izquierda
 - Tipo de variable: Cuantitativa continua
 - Intervalo: 46-69
 - Unidad de medida: Grados
- **Variable 8: “test EPR post-intervención izquierda”**. Determina el resultado del test de Elevación de la Pierna Recta, después de la intervención, en la pierna izquierda.
 - Abreviatura: EPRF izquierda
 - Tipo de variable: Cuantitativa continua
 - Intervalo: 49-78
 - Unidad de medida: Grados
- **Variable 9: “test EPR pre-intervención derecha”**. Determina el resultado del test de Elevación de la Pierna Recta, antes de la intervención, en la pierna derecha.
 - Abreviatura: EPRI derecha

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

- Tipo de variable: Cuantitativa continua
- Intervalo: 43-70
- Unidad de medida: Grados
- **Variable 10: “test EPR post-intervención derecha”.** Determina el resultado del test de Elevación de la Pierna Recta, después de la intervención, en la pierna derecha.
 - Abreviatura: EPRF derecha
 - Tipo de variable: Cuantitativa continua
 - Intervalo: 48-77
 - Unidad de medida: Grados

VARIABLES DEL ESTUDIO				
VARIABLES INDEPENDIENTES				
Nombre de la variable	Abreviatura	Tipo de variable	Valores	Cuándo obtener
Grupo	Grupo	Cualitativa nominal	1=EstáticoPasivo 2=Neurodinamia 3=Placebo	Pre-intervención
Sexo	Sexo	Cualitativa nominal	1=Hombre 2=Mujer	Pre-intervención
Edad	Edad	Cuantitativa continua	20-44	Pre-intervención
Peso	Peso	Cuantitativa continua	50-92	Pre-intervención
Talla	Talla	Cuantitativa continua	158-185	Pre-intervención
Índice de Masa Corporal	IMC	Cuantitativa continua	18,4-28,1	Pre-intervención
Test Elevación de la Pierna Recta izquierda pre-intervención	EPRI izquierda	Cuantitativa continua	46-49	Pre-intervención
Test Elevación de la Pierna Recta derecha pre-intervención	EPRI derecha	Cuantitativa continua	43-70	Pre-intervención
VARIABLES INDEPENDIENTES O DE RESULTADO				
Test Elevación de la Pierna Recta izquierda post-intervención	EPRF izquierda	Cuantitativa continua	49-78	Post-intervención
Test Elevación de la Pierna Recta derecha post-intervención	EPRF derecha	Cuantitativa continua	48-77	Post-intervención

Tabla 2: Variables del estudio

3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los pacientes se incluirán en el estudio de manera consecutiva, según sean atendidos en el servicio de rehabilitación del hospital de rehabilitación y traumatología, Virgen de las Nieves de Granada. Una vez se compruebe si cumplen los criterios de inclusión, y tras obtener el consentimiento informado, serán asignados a uno de los grupos mediante procedimiento aleatorio, siguiendo una secuencia de números generada por un software específico (MAS 2.1 @ Glaxo Welcome). El encargado de custodiar la secuencia será una persona ajena al grupo de investigación.

En primer lugar se ha realizado un análisis descriptivo de las variables estudiadas. Para las variables cuantitativas se obtiene la media y la desviación típica. Las variables cualitativas se expresan mediante frecuencias absolutas y relativas. Los datos se presentan mediante tablas de frecuencia y gráficos.

Para ver si existen diferencias entre los grupos, antes de la intervención, hacemos un análisis bivalente, como las variables son cuantitativas (edad, peso, talla, IMC y EPRI) aplicamos un test Anova de un factor.

A partir de aquí, se ha construido un modelo lineal de medidas repetidas para estudiar la respuesta de los sujetos en cada grupo, antes y después de la intervención, de esta forma se evalúa si existen diferencias significativas entre los dos momentos de la evaluación, así como entre los diferentes grupos.

Para ver si existen diferencias entre los grupos, después de la intervención, hacemos de nuevo un análisis bivalente de comparación de medias mediante t de Student para variables independientes. Por último, con el fin de valorar el tamaño del efecto, se ha aplicado el índice de Cohen.

Para todos los contrastes se ha considerado un nivel de significación de 0.05. El software estadístico utilizado ha sido el IBM SPSS Statistics 19.

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

RESULTADOS

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

Se ha realizado un análisis descriptivo de las principales variables del estudio, cuyo resultado se muestra a continuación en tablas y gráficos. Las variables cualitativas se expresaran mediante frecuencias y para las variables cuantitativas se ha calculado la media, desviación típica, mediana y percentiles, dependiendo de la normalidad de la variable.

La distribución en función del sexo de nuestra población nos señala que en el estudio han participado un 50% de hombres y un 50% de mujeres.

Sexo	n	%
Mujeres	60	50,0
Hombres	60	50,0
Total	120	100,0

Tabla 3: Distribución en función del sexo

La edad media de los participantes en el estudio se sitúa en torno a los 33 años ($33,4 \pm 7,4$) con un rango de edad entre 20 y 44 años.

Población global	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Edad (años)	120	20,0	44,0	33,4	7,4

Tabla 4: Distribución por edad

Con respecto al peso, la media de los participantes estuvo cerca de los 70 kg ($69,1 \pm 11,6$) con un rango de 50 a 92 kg.

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

Población global	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Peso (kg)	120	50	92	69,1	11,6

Tabla 5: Distribución por peso

Como se puede observar en la siguiente tabla, la altura media de los participantes alcanzó un valor de 180 cm ($170,9 \pm 7,1$), con un rango de 158 a 185 cm.

Población global	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Talla (cm)	120	158	185	170,9	7,1

Tabla 6: Distribución por talla

El índice de masa corporal se ha calculado dividiendo el peso en kgs entre la talla en metros al cuadrado (kg/m^2). En cierto modo, representa la proporción de contenido graso y magro del organismo. La media del IMC para los participantes fue de 23 ($23,4 \pm 2,3$).

Según la OMS, la media de los voluntarios reclutados para el estudio se engloba dentro de la normalidad.

Población global	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Índice de masa corporal (IMC)	120	18,4	28,1	23,4	2,3

Tabla 7: Distribución por índice de masa corporal

La variable EPRI (elevación de la pierna recta inicial) hace referencia al resultado de la valoración de acortamiento isquiosural antes de la intervención, tanto para la pierna izquierda como para la derecha. Los valores medios obtenidos rondan los 60° ($59,7 \pm 5,8$) para la pierna izquierda y los 59°

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVIÓ CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

(59,4±6,1) para la derecha. Tal y como se describen en la introducción de este trabajo, estos valores se consideran dentro del rango de acortamiento de isquiotibiales.

EPRI	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Pierna izquierda	60	46	69	59,7	5,8
Pierna derecha	60	43	70	59,4	6,1

Tabla 8: Distribución por resultado en test de elevación de la pierna izquierda inicial (EPRI)

La variable EPRF (elevación de la pierna recta final) hace referencia al resultado de la valoración de acortamiento isquiosural después de la intervención, tanto para la pierna izquierda como para la derecha. Los valores medios obtenidos rondan los 65° (64,8±7,3) para la pierna izquierda y los 64° (64,5±7,4) para la derecha.

No se han presentado efectos adversos tras la aplicación de las intervenciones en ningún caso.

EPRF	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Pierna izquierda	60	49	78	64,8	7,3
Pierna derecha	60	48	77	64,5	7,4

Tabla 9: Distribución por resultado en test de elevación de la pierna izquierda final (EPRF)

La distribución de la población de estudio entre los grupos se estableció previamente en 40 sujetos para cada uno de los grupos:

Grupo	n	%
Estático pasivo	40	33,3
Neurodinámica	40	33,3
Placebo	40	33,3
Total	120	100,0

Tabla 10: Distribución en función del grupo

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

En las siguientes tablas (desde la 11 hasta la 28) se muestra la distribución por edad, peso, talla, IMC, EPRI y EPRF en cada uno de los grupos. Para el grupo *estático pasivo*, con respecto a la edad, los resultados son $33,9 \pm 7,4$, con respecto al peso, $69,8 \pm 12,9$, la talla $170,9 \pm 7,7$, el IMC $23,7 \pm 2,6$, EPRI $59,9 \pm 7,0$ para la pierna izquierda y $59,4 \pm 7,1$ para la derecha y la EPRF $65,5 \pm 8$ para la pierna izquierda y $64,9 \pm 8,1$ para la pierna derecha.

Estático pasivo

Población	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Edad (años)	40	20	44	33,9	7,4

Tabla 11: Distribución por edad en el grupo "estático pasivo"

Población	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Peso (kg)	40	50	92	69,8	12,9

Tabla 12 Distribución por peso en el grupo "estático pasivo"

Población	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Talla (cm)	40	158	185	170,9	7,7

Tabla 13: Distribución por talla en el grupo "estático pasivo"

Población global	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Índice de masa corporal (IMC)	40	18,4	27,5	23,7	2,6

Tabla 14: Distribución por índice de masa corporal en el grupo "estático pasivo"

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

EPRI	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Pierna izquierda	40	47	69	59,9	7,0
Pierna derecha	40	43	70	59,4	7,1

Tabla 15: Distribución por resultado en test de elevación de la pierna izquierda inicial (EPRI) en el grupo "estático pasivo"

EPRF	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Pierna izquierda	40	50	78	65,5	8,0
Pierna derecha	40	48	77	64,9	8,1

Tabla 16: Distribución por resultado en test de elevación de la pierna izquierda final (EPRF) en el grupo "estático pasivo"

Para el grupo *neurodinámica*, con respecto a la edad, los resultados son $33,7 \pm 7,7$, con respecto al peso, $68,9 \pm 11,1$, la talla $171,4 \pm 7,2$, el IMC $23,3 \pm 2,1$, EPRI $59,8 \pm 4,7$ para la pierna izquierda y $59,6 \pm 5,4$ para la derecha y la EPRF $69,7 \pm 3,7$ para la pierna izquierda y $69,4 \pm 4,3$ para la pierna derecha

Neurodinámica:

Población	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Edad (años)	40	21	44	33,7	7,7

Tabla 17: Distribución por edad en el grupo "neurodinámica"

Población	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Peso (kg)	40	50	84	68,9	11,1

Tabla 18: Distribución por peso en el grupo "neurodinámica"

Población	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Talla (cm)	40	158	183	171,4	7,2

Tabla 19: Distribución por talla en el grupo "neurodinámica"

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

Población global	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Índice de masa corporal (IMC)	40	19,5	27,1	23,3	2,1

Tabla 20: Distribución por índice de masa corporal en el grupo "neurodinámica"

EPRI	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Pierna izquierda	40	46	67	59,8	4,7
Pierna derecha	40	48,0	68	59,6	5,4

Tabla 21: Distribución por resultado en test de elevación de la pierna izquierda inicial (EPRI) en el grupo "neurodinámica"

EPRF	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Pierna izquierda	40	60	77	69,7	3,7
Pierna derecha	40	61,0	76	69,4	4,3

Tabla 22: Distribución por resultado en test de elevación de la pierna izquierda final (EPRF) en el grupo "neurodinámica"

Para el grupo *placebo*, con respecto a la edad, los resultados son $32,7 \pm 7,1$, con respecto al peso, $68,4 \pm 11,1$, la talla $170,7 \pm 6,5$, el IMC $23,3 \pm 2,3$, EPRI $59,4 \pm 5,7$ para la pierna izquierda y $59,2 \pm 5,7$ para la derecha y la EPRF $59,4 \pm 5,5$ para la pierna izquierda y $59,2 \pm 5,6$ para la pierna derecha

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

Placebo:

Población	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Edad (años)	40	20	44	32,7	7,1

Tabla 23: Distribución por edad en el grupo "placebo"

Población	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Peso (kg)	40	50	90	68,4	11,0

Tabla 24: Distribución por peso en el grupo "placebo"

Población	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Talla (cm)	40	162	182	170,7	6,5

Tabla 25: Distribución por talla en el grupo "placebo"

Población global	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Índice de masa corporal (IMC)	40	18,4	28,1	23,3	2,3

Tabla 26: Distribución por índice de masa corporal en el grupo "placebo"

EPRI	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Pierna izquierda	40	48	69	59,4	5,7
Pierna derecha	40	48	68	59,2	5,7

Tabla 27: Distribución por resultado en test de elevación de la pierna izquierda inicial (EPRI) en el grupo "placebo"

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

EPRF	n	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Pierna izquierda	40	49	69	59,4	5,5
Pierna derecha	40	48	68	59,2	5,6

Tabla 28: Distribución por resultado en test de elevación de la pierna izquierda final (EPRF) en el grupo "placebo"

Se ha comprobado la homogeneidad de los grupos aplicando Anova de 1 factor, con los siguientes resultados: edad ($p=0,747$), peso ($p=0,873$), talla ($p=0,883$), IMC ($p=0,715$), EPRI izquierda ($p=0,893$) y EPRI derecha ($p=0,967$). Los grupos son homogéneos y por tanto comparables.

A continuación se muestran gráficamente las distribuciones que se han descrito en cada tabla.

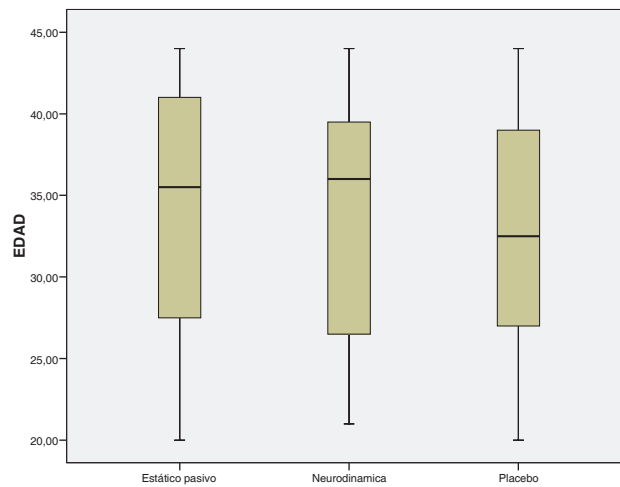


Figura 28: Distribución por grupos en función de la edad

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

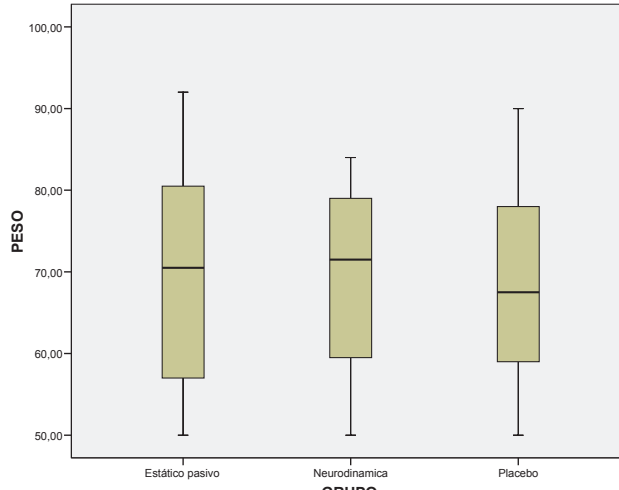


Figura 29: Distribución por grupos en función del peso

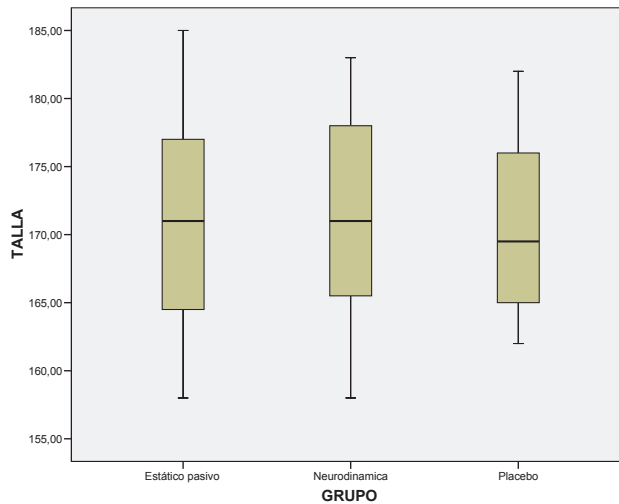


Figura 30: Distribución por grupos en función de la talla

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

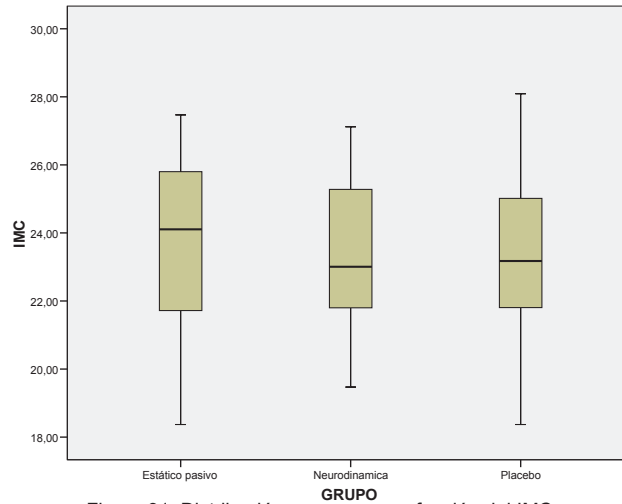


Figura 31: Distribución por grupos en función del IMC

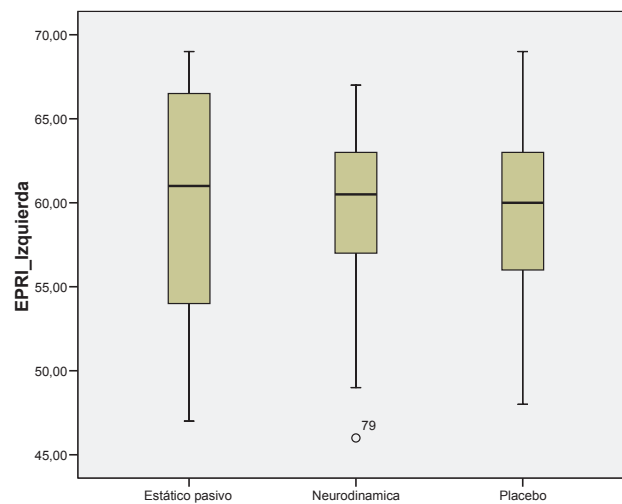


Figura 32: Distribución por grupos en función de la EPRI en la pierna izquierda

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

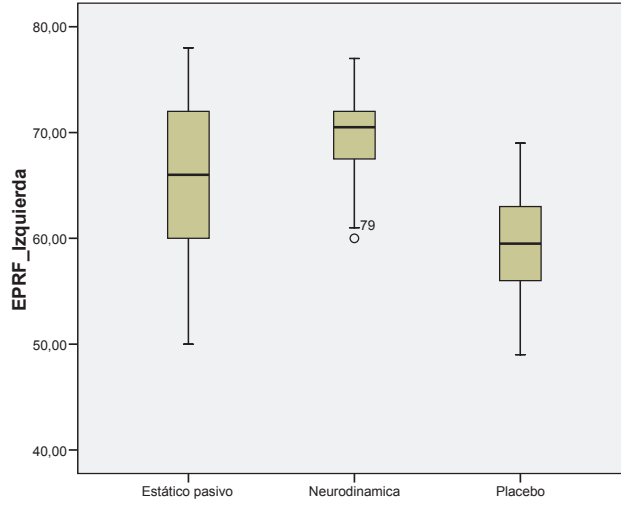


Figura 33: Distribución por grupos en función de la EPRF izquierda

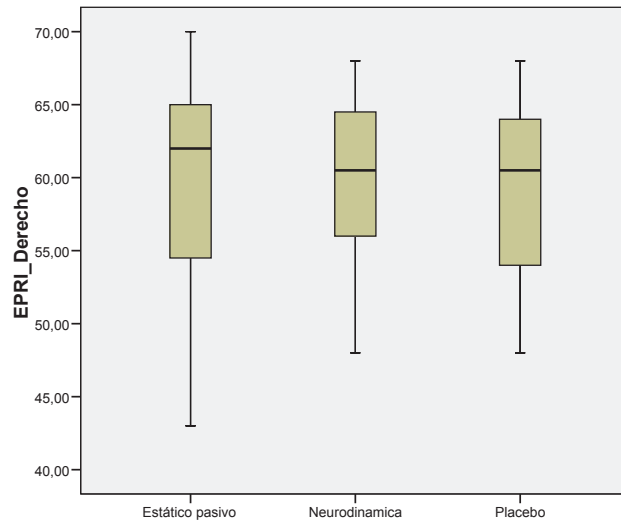


Figura 34: Distribución por grupos en función de la EPRI derecha

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

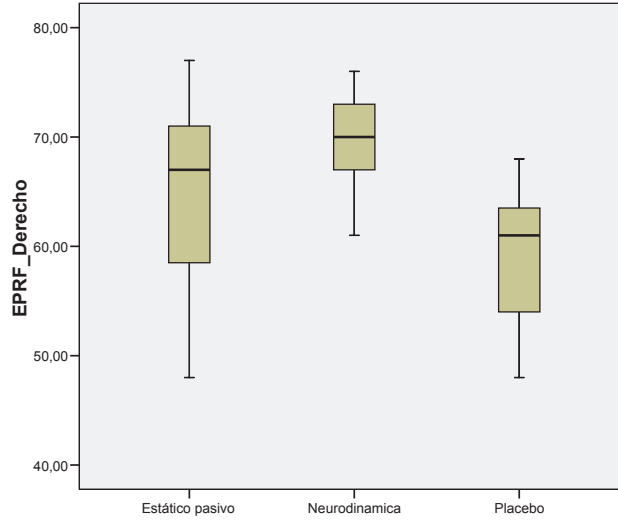


Figura 35: Distribución por grupos en función de la EPRF derecha

Elevación de la pierna recta izquierda antes y después de la intervención

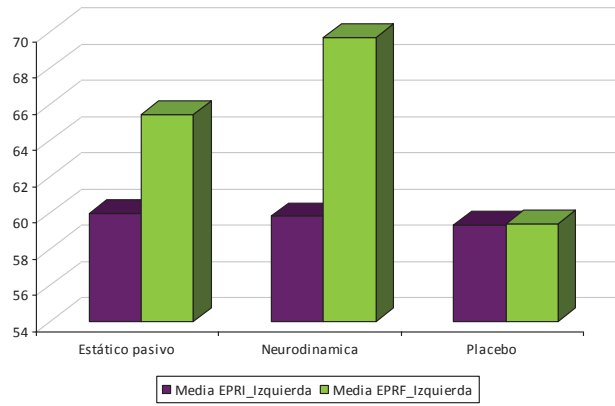


Figura 36: Modificación de la EPR antes y después de la intervención en cada uno de los grupos para la pierna izquierda

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

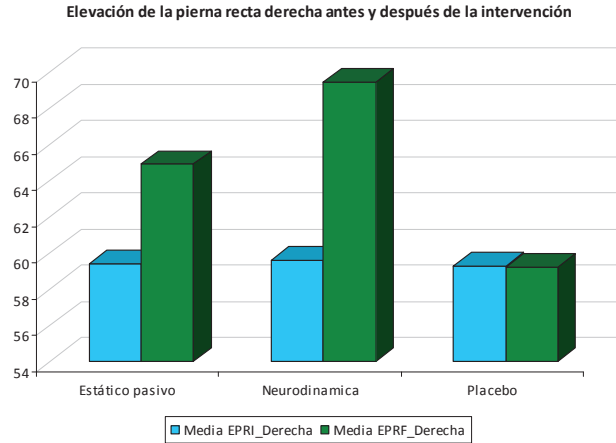


Figura 37: Modificación de la EPR antes y después de la intervención en cada uno de los grupos para la pierna derecha

Tras comprobar la homogeneidad de los grupos antes de la intervención, se ha aplicado un análisis de la varianza con medidas repetidas para valorar como se comporta la EPR antes y después de la intervención y entre los grupos.

En el caso de la pierna izquierda se han obtenido como resultado los que se muestran en la tabla siguiente:

Efecto		Significación
Tiempo	Lambda de Wilks	0,000
Tiempo Grupo	Lambda de Wilks	0,000

Tabla 29: Análisis de la varianza con medidas repetidas para la pierna izquierda

El resultado del análisis muestra una significación $p < 0,001$, con lo cual podemos concluir que existen diferencias significativas tanto entre los momentos antes y después de la intervención como entre los grupos en el caso de la pierna izquierda.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

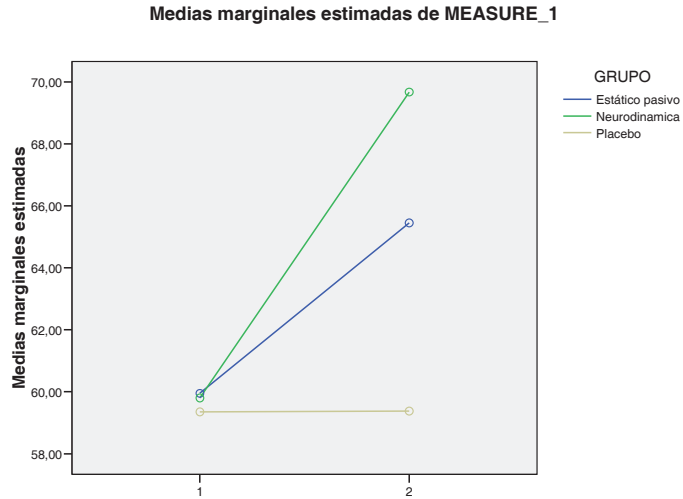


Figura 38: Diferencias antes y después de la intervención y por grupos en la pierna izquierda

Con respecto a la pierna derecha, el análisis concluye con los resultados que se muestran en la tabla 30.

Efecto		Significación
Tiempo	Lambda de Wilks	0,000
Tiempo Grupo	Lambda de Wilks	0,000

Tabla 30: Análisis de la varianza con medidas repetidas para la pierna derecha

La significación vuelve a ser $p < 0,001$, con lo cual podemos concluir que existen diferencias significativas tanto entre los momentos antes y después de la intervención como entre los grupos también en el caso de la pierna derecha.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

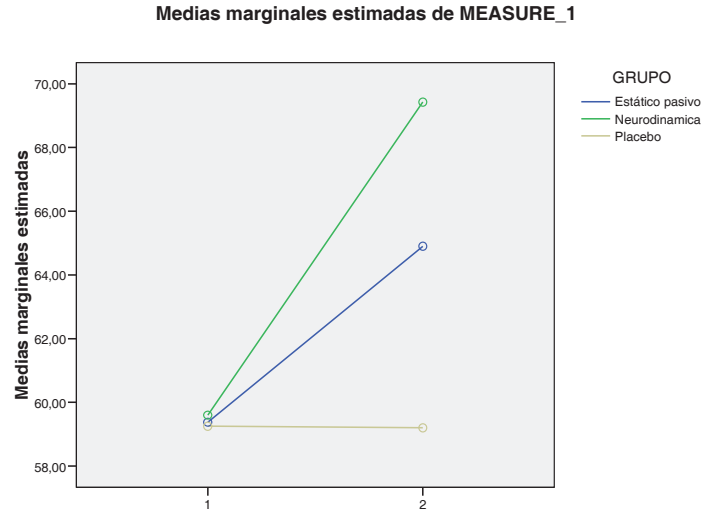


Figura 39: Diferencias antes y después de la intervención y por grupos en la pierna derecha

Como resultados finales, se muestran las diferencias entre grupos después de la intervención, así como el tamaño del efecto. Se han comparado los grupo tomándolos de dos en dos, tanto para la pierna derecha como para la izquierda.

Pierna izquierda

Grupo *Estático pasivo* y *Neurodinámica*:

GRUPO	n	Media	Desviación típica	IC	p valor	Índice de Cohen
Estático pasivo	40	65,45	7,97	-7,01	-1,44	0,004
Neurodinámica	40	69,67	3,69			-0,71

Tabla 31: Resultados entre los grupos estático pasivo y neurodinámica para la pierna izquierda

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

La diferencia que existe entre ambos grupos es estadísticamente significativa. El tamaño del efecto es de 0,71, lo que nos indica un 43,0% de no solapamiento de las dos distribuciones, esta diferencia se considera de moderada a grande.

Grupo Estático pasivo y Placebo

GRUPO	n	Media	Desviación típica	IC	p valor	Índice de Cohen	
Estático pasivo	40	65,45	7,97	3,03	9,12	<0,001	1,02
Placebo	40	57,37	5,45				

Tabla 32: Resultados entre los grupos estático pasivo y placebo para la pierna izquierda

La diferencia que existe entre ambos grupos es estadísticamente significativa. El tamaño del efecto es 1,02, lo que nos indica un 55,4% de no solapamiento de las dos distribuciones, esta diferencia se considera grande.

Grupo Neurodinámica y Placebo

GRUPO	n	Media	Desviación típica	IC	p valor	Índice de Cohen	
Neurodinámica	40	69,67	3,69	8,22	12,38	<0,001	1,73
Placebo	40	59,37	5,45				

Tabla 33: Resultados entre los grupos neurodinámica y placebo para la pierna izquierda

La diferencia que existe entre ambos grupos es estadísticamente significativa. El tamaño del efecto es 1,73 lo que nos indica un 75,4% de no solapamiento de las dos distribuciones, esta diferencia se considera grande.

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVIU CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

Pierna derecha

Grupo Estático pasivo y Neurodinámica

GRUPO	n	Media	Desviación típica	IC	p valor	Índice de Cohen	
Estático pasivo	40	64,9	8,07	-7,42	-1,62	0,003	-0,73
Neurodinámica	40	69,42	4,35				

Tabla 34: Resultados entre los grupos estático pasivo y neurodinámica para la pierna derecha

Del mismo modo que ocurría en la pierna izquierda, la diferencia que existe entre ambos grupos es estadísticamente significativa. El tamaño del efecto es 0,73 lo que nos indica un 43,0% de no solapamiento de las dos distribuciones, esta diferencia se considera de moderada a grande.

Grupo Estático pasivo y Placebo

GRUPO	n	Media	Desviación típica	IC	p valor	Índice de Cohen	
Estático pasivo	40	64,90	8,07	2,61	8,79	<0,001	0,92
Placebo	40	59,20	5,57				

Tabla 35: Resultados entre los grupos estático pasivo y placebo para la pierna derecha

Existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos estático pasivo y placebo después de la intervención, con un índice de Cohen de 0,92, es decir un 51,6% de no solapamiento entre las distribuciones, diferencia considerada grande.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

Grupo *Neurodinámica* y *Placebo*

GRUPO	n	Media	Desviación típica	IC	p valor	Índice de Cohen	
Neurodinámica	40	69,42	4,35	7,99	12,45	<0,001	1,65
Placebo	40	59,20	5,57				

Tabla 36: Resultados entre los grupos neurodinámica y placebo para la pierna derecha

Existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos neurodinámica y placebo después de la intervención, con un índice de Cohen de 1,65, es decir un 73,4% de no solapamiento entre las distribuciones, diferencia considerada grande.

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

DISCUSIÓN

5.1 ELECCIÓN DEL TEST DE ELEVACIÓN DE LA PIERNA RECTA

El test de Elevación de la Pierna Recta (EPR o SLR), es un test que valora extensibilidad isquiosural^{6,15,18,19,23,25,32,33,49} y es a la vez un test neurodinámico^{34,99,100}, razón por la cual ha sido el elegido para hacer las mediciones pre y post intervención en todos los grupos.

Las pruebas de provocación del tejido nervioso, son de uso común tanto en medicina como en fisioterapia. Su propósito es determinar si estos tejidos pueden ser o no responsables de generar, mantener o perpetuar los signos y síntomas que presenta el paciente. Aunque en la literatura médica aparecen publicaciones antiguas con referencias de estas pruebas, no es sino en los últimos 35 años cuando se han ido incorporando de forma creciente en el ámbito de la fisioterapia, sobre todo a raíz de trabajos innovadores que defienden la necesidad de un cambio de paradigma en la profesión: el fisioterapeuta debe considerar al sistema nervioso como una parte integrante de la función del sistema musculoesquelético, de tal forma que deben desarrollarse estrategias clínicas que incluyen pruebas de provocación para explorar la función mecánica del sistema nervioso^{35,102,120}.

Un test de provocación neural se define como una secuencia de movimientos poliarticulares diseñada para retar las capacidades físicas de una parte del SN al incrementar la longitud y dimensión del lecho en el que está contenido, la longitud del tejido nervioso en sí mismo, así como la presión en y alrededor de él. Representa un método sencillo y efectivo para obtener información en relación a la movilidad y sensibilidad frente al estrés y deformación mecánica de una parte del sistema nervioso. Puede despertar respuestas dolorosas, musculares o neurovegetativas como parte de un componente de tensión mecánica y de una mecanosensibilidad aumentada por alteración en los mecanismos periféricos o centrales del dolor^{129,145,147,173}.

Para estirar el grupo muscular isquiosural, se va a usar una combinación de flexión-extensión de cadera, con flexión-extensión de rodilla⁶⁷, parámetros

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVIPO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

usados también en la técnica de deslizamiento longitudinal del nervio ciático^{35,99,100}.

La variación de la resistencia percibida por el examinador que se produce como respuesta a un test neurodinámico, es uno de los signos más importantes de aumento de la mecanosensibilidad del tejido nervioso¹⁴⁸. Este aumento de la resistencia no es necesariamente reflejo del comportamiento viscoelástico del sistema nervioso y su tejido conectivo asociado, sino de un aumento de la actividad muscular que busca proteger el sistema^{167,168}.

5.2 RESULTADOS. COMPARACIÓN CON OTROS ESTUDIOS

La muestra objeto de estudio está compuesta por un grupo de sujetos con edades situadas en la etapa adulta (33,4±7,4 años), además, son sanos y sedentarios. La razón de elegir sujetos sedentarios ha sido el haber encontrado numerosa bibliografía que relaciona a los deportistas con el acortamiento de isquiotibiales^{13,14,39,169,170,171}, así como a los niños y adolescentes en edad escolar^{15,16,26,39}, pero en absoluto un número similar en sujetos que mantienen (fundamentalmente por cuestiones laborales) posiciones de sedestación prolongada, situación cada vez más relacionada a nivel científico con el dolor crónico, tanto cervical como lumbar.

Con respecto a la variable EPR, antes y después de la intervención (EPRI y EPRF) observamos significación estadística al comparar los resultados entre los grupos, lo que significa que tanto la técnica más usada en el acortamiento muscular, el estiramiento, como la técnica neurodinámica se muestran eficaces frente al placebo.

Es reseñable que el deslizamiento longitudinal del nervio ciático mejora los resultados en el test en mayor medida que el estiramiento, de lo que puede concluirse que la alteración en la mecanosensibilidad de un tronco periférico, puede en sí misma producir una respuesta muscular de acortamiento sin otro factor añadido.

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

Es necesaria más investigación en este aspecto, para determinar si los efectos se mantienen a largo plazo, si se dan en otros grupos de pacientes con acortamiento de la musculatura isquiosural, como los deportistas que ejercitan sus miembros inferiores en actividades explosivas o si hay modificaciones en otros parámetros como la sensibilidad algésica en la región de influencia del tronco periférico tratado. Habrá que profundizar también en la combinación de técnicas que se han mostrado beneficiosas de manera independiente, para combinarlas en el futuro (masoterapia, movilización articular de alta velocidad...).

El efecto beneficioso de las técnicas de neurodinámica clínica en alteraciones musculoesqueléticas, amplía de forma significativa la capacidad de intervención del fisioterapeuta en su actividad diaria. Habrá que ampliar el planteamiento de valoración de patologías altamente prevalentes como el síndrome del túnel carpiano, donde la afectación en la mecanosensibilidad del nervio mediano juega un papel fundamental en los síntomas, o incluso la cervicalgia y la lumbalgia crónicas, afecciones que consumen gran cantidad de recursos sanitarios materiales y humanos en la sociedad occidental.

Comentarios con respecto a otros estudios

Gajdosik R y Lusin G³¹, ya prefieren usar el test de ángulo poplíteo en la valoración de acortamiento isquiosural en lugar del test de EPR porque el test de EPR implica puesta a tensión de estructuras como el nervio ciático.

Turl SE¹⁶⁹, Méndez-Sánchez R¹⁷⁰ y Ruiz MC¹⁷¹ entre otros, defienden la implicación de respuestas neurales periféricas en la valoración de la musculatura isquiosural, introduciendo conceptos como el de tensión neural adversa o alteración de la mecanosensibilidad del tejido nervioso en sus trabajos.

Existe gran número de publicaciones que estudia de modo exhaustivo la respuesta del sistema nervioso al movimiento articular, las relaciones entre el sistema nervioso y el tejido que lo rodea y en general las propiedades mecánicas del sistema nervioso, de autores como Breig A^{118,120}, Elvey R^{145,147,148}, Coppeters M^{146,172,174,175,177}, Shaclock M^{99,100,127} o Butler D^{35,102}. Así

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

como las relaciones entre mecánica, fisiología del sistema nervioso y mecanismos del dolor¹²⁹.

Coppieters M et al¹⁷⁵ en 2006, ponen de manifiesto el desplazamiento del ciático con la flexión de la cadera en un trabajo en el que miden cambios en nervio ciático, tibial y nervios plantares en 8 cadáveres embalsamados, usando tanto un electrogoniómetro como un inclinómetro. Llegan entre otras a las siguientes conclusiones:

El movimiento articular elonga el lecho nervioso y genera cambios en los nervios adyacentes

La excursión del nervio se produce en dirección a la articulación móvil.

Aunque el mayor estiramiento y excursión sucede cerca de la articulación móvil, este se transmite a lo largo de todo el nervio.

La excursión y la deformación o puesta a tensión que sufre cada nervio, están expresadas en las dos imágenes siguientes.

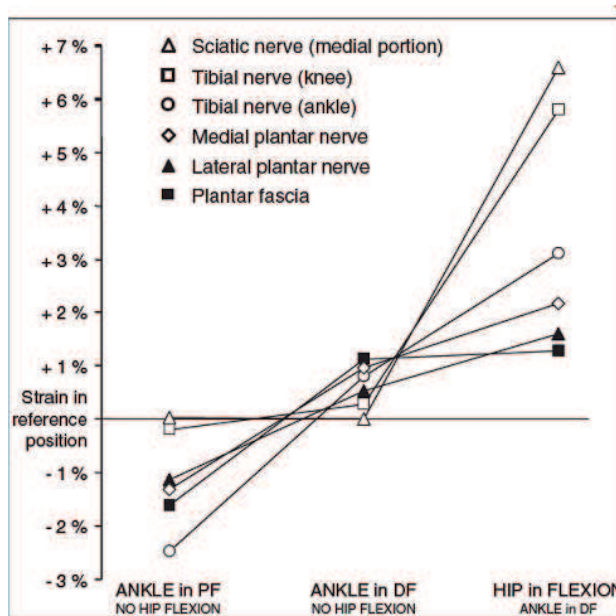


Figura 40¹⁷⁵: Excursión de los nervios ciático, tibial a la altura de la rodilla y tobillo, plantar medial y plantar lateral

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

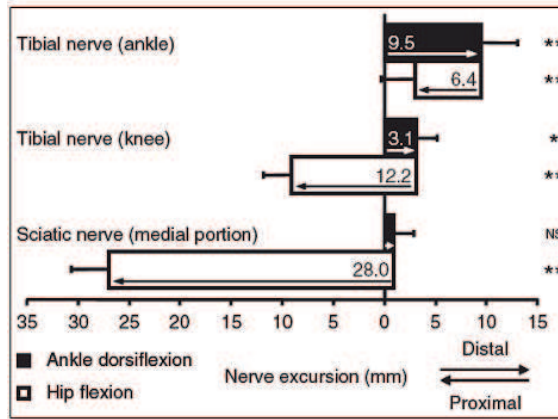


Figura 41¹⁷⁵: Excursión de los nervios ciático, tibial a la altura de la rodilla y tobillo con la dorsiflexión del tobillo y la flexión de la cadera

Jaberzadeha S et al¹⁷³, estudian respuestas relacionadas con el ROM articular y la rigidez muscular, durante la ejecución del test neurodinámico 1 para el nervio mediano. Con 26 sujetos asintomáticos, con mediciones dinamométricas y EMG de superficie. Objetiva un aumento de la actividad EMG de músculos que contribuyen a una postura antiálgica, así como cambios concurrentes en la resistencia al movimiento y en el ROM articular durante la ejecución del test, de lo que podemos concluir que el incremento de la actividad muscular puede ser un reflejo como respuesta al dolor que tiene como fin proteger al nervio mediano de un estímulo tensil demasiado intenso. La presencia de activación muscular previa al establecimiento del dolor, es probablemente debida a la activación de mecanorreceptores del tejido nervioso.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

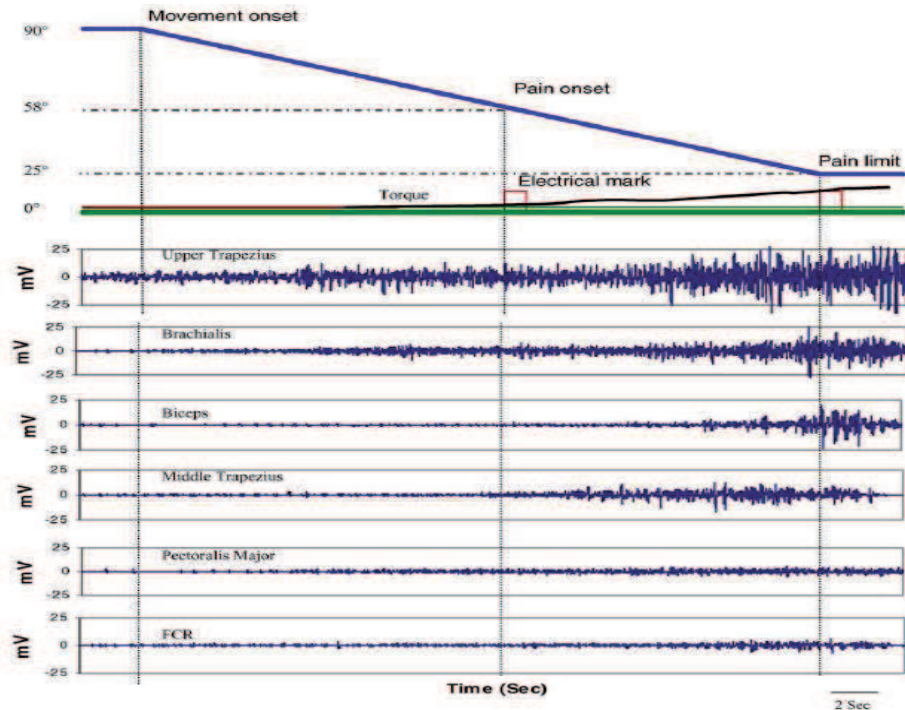


Figura 42¹⁷³: Registro electromiográfico de diferentes músculos durante la ejecución del test ULNT1 (test neurodinámico 1 para el nervio mediano)

Byl C et al¹³² definen porcentaje de deformación, tanto del nervio mediano como del nervio cubital durante la ejecución de un test de puesta a tensión o neurodinámico de dichos nervios.

Coppieters M^{172,174}, con diferentes coautores publica dos trabajos casi paralelos en planteamiento y resultados. En ambos se evalúa la especificidad de diferentes test neurodinámicos en modelos de dolor experimental, inducido, y se mide la intensidad de dolor y campo de referencia cutáneo en distintas posiciones de cada test. Los resultados muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas en la percepción de dolor durante la ejecución del test, con lo cual dichos test son de valor para diferenciar entre trastornos neurogénicos y no neurogénicos.

Zamorano E et al¹⁷⁶ por su parte, tratan de evidenciar cambios en el umbral a la nocicepción mecánica de la musculatura lumbopélvica en diferentes

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVIÓ CIÁTICO FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE ISQUIOTIBIALES CORTOS

posiciones de tensión neural. Con una muestra de 50 sujetos asintomáticos se evalúa la algometría de presión en la región glútea en tres posiciones, de las cuales una no supone aumento de carga al sistema nervioso y las otras dos sí (EPR y Slump Test con respecto a posición de reposo). El umbral mecánico al dolor de la musculatura lumbopélvica disminuye de forma significativa en posición de tensión neural, además, la disminución del umbral mecánico al dolor es similar en ambas posiciones de tensión neural.

Con respecto a los efectos de diferentes maniobras en la carga mecánica que se produce en el sistema nervioso, Coppieters M y Butler D¹⁷⁷ miden tanto la excursión como el cambio de longitud de los nervios mediano y cubital a nivel de la muñeca y el codo en dos cadáveres embalsamados. Las conclusiones que obtienen son:

Diferentes tipos de maniobras neurodinámicas tienen efectos mecánicos bien distintos en el sistema nervioso periférico.

Las maniobras de deslizamiento son menos agresivas y pueden ser más apropiadas en lesiones agudas, en el manejo post-operatorio y en condiciones de atrapamiento o irritación.

Las maniobras que aumentan la tensión en el sistema pueden reducir el edema intraneural y el compromiso circulatorio al provocar fluctuación de la presión intraneural (efecto bombeo).

Méndez-Sánchez R et al¹⁷⁰ evalúan el resultado de una técnica de deslizamiento del nervio ciático añadida a una de estiramiento sostenido, en la flexibilidad lumbar y del cuadrante inferior en futbolistas sanos, concluyendo que el grupo al que se le aplica la técnica neurodinámica añadida al estiramiento, presenta un nivel de flexibilidad lumbar y de cuadrante inferior mayor que los que sólo reciben estiramiento.

También con futbolistas se realizó el trabajo de Ruiz MC et al¹⁷¹. En esta ocasión se valora un deslizamiento longitudinal del nervio ciático frente a un grupo control en 20 futbolistas no profesionales con síndrome de isquiosurales cortos. Los resultados son estadísticamente significativos en cuanto a la

diferencia en el test de EPR antes y después de la intervención en el grupo que recibe la técnica neurodinámica y con respecto al grupo control.

En función de los resultados obtenidos en nuestro estudio y a la luz de las publicaciones sobre neurobiología del dolor y neurodinámica que hemos consultado, parece coherente tener en consideración a los tejidos neurales tanto en la exploración como en el tratamiento fisioterápico, no sólo desde el punto de vista de tejido “conductor de impulsos” sino desde el punto de vista de estructura con propiedades mecánicas que ocupa un espacio y que se relaciona mecánicamente con el tejido que le rodea, ya que una modificación en esa carga mecánica que le producen los tejidos de alrededor puede producir modificaciones en su fisiología.

Las alteraciones funcionales de los músculos isquiotibiales pueden producir fenómenos inflamatorios que terminen por interferir en la correcta capacidad de movimiento y en el mantenimiento del flujo sanguíneo del nervio ciático, produciendo síntomas de alteración de su mecanosensibilidad. También es posible que la alteración en la mecanosensibilidad del nervio ciático sea el elemento contribuyente a la etiología de la disfunción miofascial.

La relación entre el slump test positivo (se puede consultar la descripción de esta maniobra en Shacklock M¹⁰⁰) y la disfunción de los isquiotibiales^{49,129,169,178}, nos obliga como clínicos a tener en cuenta el factor neurodinámico y a plantearnos incluir maniobras neurodinámicas en la exploración y tratamiento de esta entidad.

5.3 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Podemos destacar tres limitaciones en el estudio.

La primera tiene relación con las mediciones de la Elevación de la Pierna Recta (test EPR). Es un test con mucha validez para la medición de la extensibilidad isquiosural, tal y como se ha comentado en el marco teórico, pero no se ha empleado un medidor de fuerza tal y hace Pollard^{62,63} en sus

estudios. Una correcta aplicación de la técnica y una minuciosa observación de las posibles compensaciones del sujeto, minimizan al máximo los posibles sesgos en el resultado del test.

En segundo lugar, sólo recogemos efecto inmediato de las técnicas, sería interesante en futuros estudios recoger efectos a medio y largo plazo, dada la importancia de las entidades clínicas relacionadas con el acortamiento del grupo muscular isquiosural.

Por último, como variable objeto de estudio sólo incluimos el test EPR. La razón es que este test es tanto un test de extensibilidad como un test neurodinámico. En estudios posteriores planteamos incluir algometría en la región posterior del muslo (para buscar relaciones con el dolor neurogénico periférico) y algún otro test de medición de extensibilidad.

5.4 LA FISIOTERAPIA COMO DISCIPLINA

Me gustaría terminar esta discusión citando al presidente de la sociedad española de fisioterapia y dolor, Torres-Cueco R^{165,166}, ya que en esta publicación recoge de un modo excelente el espíritu que subyace en este trabajo:

“La Fisioterapia, manifiesta una visión demasiado mecanicista en el abordaje del tratamiento de las afecciones musculoesqueléticas.

La formación tanto en grado como en postgrado actualmente, están excesivamente orientadas al aprendizaje de técnicas.

El tratamiento que un paciente recibe cuando se acerca a buscar los servicios de un fisioterapeuta, depende más de las preferencias y afinidades del profesional en relación a una determinada técnica o escuela, que a las necesidades reales del paciente.

El fisioterapeuta en nuestro entorno sigue todavía «enganchado» al tejido pensando que, con técnicas terapéuticas, será capaz de solucionar el

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

dolor crónico del paciente y esto, ciertamente, no es así. Son necesarios nuevos paradigmas, tanto en lo que respecta a la concepción del dolor, como a la consideración de nuestra profesión. Los cambios acontecidos en el ámbito de la ciencia así como en la evolución profesional del fisioterapeuta orientan hacia un nuevo modelo de Fisioterapia. De una práctica profesional dirigida a aplicar procedimientos, a un modelo clínico en el que el fisioterapeuta es un profesional de primera intención con capacidad y responsabilidad a la hora de hacer un diagnóstico y tratamiento. Para poder asumir este reto, el fisioterapeuta debe convertirse en un verdadero clínico y no en un mero ejecutor de técnicas. Para ello, es necesario disponer de una base sólida de conocimientos actualizados, siendo imprescindible profundizar en la neurofisiología del dolor, lo que permitirá la transición de un modelo terapéutico centrado en el estado de los tejidos a un modelo basado en los mecanismos que subyacen al dolor del paciente. Todos aquellos implicados en la docencia universitaria debemos incentivar este cambio en el perfil profesional del fisioterapeuta. Este modelo de formación debe incorporar necesariamente la práctica basada en la evidencia, el paradigma biopsicosocial, nuevos modelos de práctica clínica y nuevos paradigmas del dolor.

Durante décadas se ha intentado explicar el desarrollo de un síndrome de dolor crónico desde una perspectiva patoanatómica, lo que resulta claramente insuficiente”

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

CONCLUSIONES

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

- El test EPR puede utilizarse como herramienta para valorar acortamiento del grupo muscular isquiosural ya que los resultados en el grupo “estiramiento” muestran variación pre y post intervención.
- El test EPR puede utilizarse como herramienta para valorar alteración en la mecanosensibilidad del nervio ciático ya que los resultados en el grupo “neurodinámica” muestran variación pre y post intervención.
- La técnica de deslizamiento longitudinal del ciático mejora los resultados del test EPR en sujetos con isquiotibiales cortos más que una técnica de estiramiento estático pasivo.
- No existe modificación del test EPR pre y post intervención en los sujetos a los que se aplica un técnica placebo.
- La neurodinámica clínica como concepto, aporta elementos de gran interés en el manejo del paciente con desórdenes musculoesqueléticos: el deslizamiento longitudinal del nervio ciático modifica la respuesta al test EPR en sujetos con isquiotibiales cortos.
- Serán necesarios más estudios que valoren resultados a largo plazo así como en otros grupos de sujetos.

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

BIBLIOGRAFÍA

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

1. Williams PL, Bannister LH, Berry MM et al: Gray's Anatomy 38th ed. New York: Churchill Livingstone; 1995
2. Garrett WE, Califf JC, Bassett FH. Histochemical correlates of hamstring injuries. Am J Sports Med 1994; 12(2):98-103
3. Acland's Video Atlas of Human Anatomy. Vol 2: The lower extremity. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins; 1996
4. Travell y Simons. Dolor y disfunción miofascial. El manual de los puntos gatillo. Volumen 2. Extremidades inferiores. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2004
5. Rouviere H, Delmas A. Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional. Tomo III. Miembros. Sistema nervioso central. 10^a edición. París: Masson; 1999
6. Kendall's Músculos. Pruebas, funciones y dolor postural. Madrid: Marban; 2005
7. Neumann DA. Fundamentos de rehabilitación física. Cinesiología del sistema musculoesquelético. Badalona: Paidotribo; 2007
8. Shin G, Shu Y, Li Z, Jiang Z, Mirka G. Influence of knee angle and individual flexibility on the flexion-relaxation response of the low back musculature. J Electromyogr Kinesiol 2004; 14(4): 484-94
9. Crossman AR, Neary D. Neuroanatomía. Barcelona: Masson; 2007
10. Ferrer V. Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar. Tesis doctoral: Universidad de Murcia; 1998
11. Puranen J, Orava S. The hamstring síndrome, a new gluteal sciatica. Ann Chir Gynaecol 1991; 80(2): 212-14
12. McHugh M, Kremenic IJ, Fox MB, Gleim GNL. The role of mechanical and neural restraints to joint range of motion during passive stretch. Med Sci Sports Exerc 1998; 30(6): 928-32
13. Ayala F, Sainz de Baranda P. Efecto de la duración y técnica de estiramiento de la musculatura isquiosural sobre la flexión de la cadera. Cultura, ciencia y deporte 2008; 8(3): 93-9

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

14. Miñarro PA, Andújar PS, García PL, Toro EO. A comparison of the spine posture among several sit-and-reach test protocols. *J Sci Med Sports* 2007; 10(6):456-62
15. Santonja F, Martínez I. Valoración médico-deportiva del escolar. Universidad de Murcia. Secretariado de Publicaciones;1992
16. Kayser R, Mahlfeld K, Heyde CE, Grasshoff H, Mellerowicz H. Tight hamstring syndrome and extra or intraspinal diseases in childhood: a multicenter study. *Eur Spine J* 2006; 15(4): 403-08
17. Biering-Sorensen F. Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period. *Spine* 1984; 12: 98-103
18. Luque-Suárez A, Fuente-Hervías MT, Barón-López FJ, Labajos-Manzanares MT. Relación entre el test de elevación de la pierna recta y el test del ángulo poplíteo en la medición de la extensibilidad isquiosural. *Fisioterapia* 2010; 32(6): 256-63
19. Da Silva R, Gómez-Conesa A. Síndrome de los isquiotibiales acortados. *Fisioterapia* 2008; 30(4): 186-93
20. Funk D, Swank AM, Adams KJ, Treolo D. Efficacy of moist heat pack application over static stretching on hamstring flexibility. *J Strength Cond Res* 2001; 15: 123-26
21. George JW, Tunstall AC, Tepe RE, Skaggs CD. The effects of active release technique on hamstring flexibility: a pilot study. *J Manipulative Physiol Ther* 2006; 29(3): 224-27
22. Erkula G, Demirkan F, Kilic B A, Kiter E. Hamstring shortening in healthy adults. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2002; 16: 77-81
23. Diaz C, Droguett H, Henríquez J, Escobar M, Troncoso F. Métodos de medición de la flexibilidad de isquiotibiales. Análisis crítico. *Revista oficial del Colegio de Kinesiólogos de Chile* 2003; 71(6): 38-45
24. Youdas JW, Krause DA, Hollman JH, Hamsen WS, Laskowski E. The influence of gender and age on hamstring muscle length in healthy adults. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005; 35: 246-52
25. Santonja F, Ferrer V, Martínez I. Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. *Ortopedia y Deporte* 1995; 4(2): 81-91

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

26. Sjølie AN. Pedestrian rouds access, daily activities and physical performance in adolescents. *Spine* 2000; 25: 1965-72
27. Polachini L, Fusazaki L, Tamaso M, Tellini G, Masiero D. Estudio comparativo entre tres métodos de avaliação do encurtamento da musculatura posterior da coxa. *Rev Bras Fisiot* 2005; 9: 187-93
28. Santonja F, Rodríguez PL. Repercusiones posturales con los estiramientos en flexión de tronco y las pruebas de distancia dedos-planta y distancia dedos-suelo. *Apunts Educación Física y Deportes* 2000; 65: 64-71
29. López-Miñarro PA, Sainz de Baranda P, Yuste-Lucas JL, Rodríguez PL. Validez del test sit and reach unilateral como criterio de la extensibilidad isquiosural. Comparación con otros protocolos. *Cultura, ciencia y deporte* 2008; 8: 87-92
30. Baltaci G, Un N, Tunay V, Besler A, Gerceker S. Comparison of three different sit and reach test for measurements of hamstring flexibility in female students. *Br J Sports Med* 2003; 37: 59-61
31. Gajdosik R, Lusin G. Hamstring muscle tightness. Reliability of an active-knee extensión test. *Phys Ther* 1983; 63: 1085-90
32. Ferrer V, Santonja F, Carrión M, Martínez L. Comparación de dos tests (EPR y Poplíteo) para el diagnóstico del síndrome de isquiosurales cortos. *Archivos de medicina del deporte* 1994; 12(43): 247-54
33. Cleland J. Netter. Exploración clínica en ortopedia. Un enfoque para fisioterapeutas basado en la evidencia. Barcelona: Masson; 2006
34. Clark S, Christiansen A, Hellman DF, Hugunin JW, Hurst KM. Effects of isplateral anterior thigh soft tissue stretching on passive unilateral straight-leg raise. *J Orthop Sports Phys Ther* 1999; 91(1): 4-9
35. Butler D. Movilización del sistema nervioso. Barcelona: Paidotribo; 2002
36. Backup K. Pruebas clínicas para patología ósea, articular y muscular. Exploraciones, signos, síntomas. Barcelona: Masson; 2002
37. Clarkson HM. Proceso evaluativo musculoesquelético. Barcelona: Paidotribo; 2003

38. Norkin C, White D. Goniometría. Evaluación de la movilidad articular. Madrid: Marban; 2003
39. López-Miñarro P, Rodríguez-García PL, Yuste JL, Alacid F, Ferragut C, García-Ibarra A. Validez de los test dedos-planta y dedos-suelo para la valoración de la extensibilidad isquiosural en piragüistas de categoría infantil. *Apunts Med de l'esport* 2008; 43: 24-29
40. Jones C, Riki RE, Max J, Noffal G. The reliability and validity of chair sit and reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults. *Res Q Exerc Sport* 1998; 69: 338-43
41. Bierma-Zeinstra SM, Bohnen AM, Ramlal R, Ridderikhoff J, Verhaar JA, Prins A. Comparison between two devices for measuring hip joint motions. *Clinical rehabilitation* 1998; 12: 497-505
42. Deville W et al. The test of Laségue. Systematic review of the accuracy in diagnosing herniated discs. *Spine* 2000; 25: 1140-47
43. Norris CM, Matthews M. Correlation between hamstring muscle length and pelvic tilt range during forward bending in healthy individuals: an initial evaluation. *Journal of bodywork and movement therapies* 2006; 10(2): 122-26
44. Taylor D, Fryer GB, McLaughlin P. The effect of cervical spine isometric contract-relax technique on hamstring extensibility. *ACO* 2003;11(1): 21-6
45. Gajdosik RL. Passive compliance and length of clinically short hamstring muscles of healthy men. *Clinical Biomechanics* 1991; 4(6): 239-44
46. Decoster LC, Scanlon RL, Horn KD, Cleland J. Standing and supine hamstring stretching are equally effective. *J Athl Train* 2004; 39(4): 330-4
47. Feland JB, Myrer JW, Schulthies SS, Fellingham GW, Measom GW. The effect of duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Phys Ther* 2001; 81: 1110-17
48. Willy RW, Kyle BA, Moore SA, Chleboun GS. Effect of cessation and resumption of static hamstring muscle stretching on joint range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001; 31: 138-44

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

49. Quintana E. Efectos de la técnica de inhibición de la musculatura suboccipital en sujetos con síndrome de isquiosurales cortos. Tesis para la obtención del D.O. internacional. Escuela de Osteopatía de Madrid; 2007
50. Hui SS, Yuen PY. Validity of the modified back-saber sit and reach test: a comparison with other protocols. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(9): 1655-59
51. Fernández E, Stubbs B. Mathematical modelling and testing of the sit and reach test. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 1989; 3(3): 201-05
52. Cooper Institute for Aerobics Research. The prudential Fitnessgram test administration manual. Dallas, Texas. Author, 1992: 87-91
53. Jackson AW, Langford NJ. The criterion-related validity of the sit and reach test: replication and extensión of previous findings. *Res Q Exerc Sport* 1989; 60: 384-87
54. Minkler SA, Patterson P. The validity of the modified sit and reach in college-age students. *Res Q Exerc Sport* 1994; 65: 189-92
55. Fieldman H. Effects of selected extensibility exercises on the flexibility of the hip joint. *Res Q Exerc Sport* 1966; 37: 323-26
56. Biering-Sorensen F. Physical measurements as risk indicator for low-back trouble over a one year period. *Spine* 1984; 9(2): 106-19
57. Kippers V, Parker AW. Toe touch test. A measure of its validity. *Phys Ther* 1987; 67(11): 1680-84
58. Rodríguez PL, Santonja F. Repercusiones posturales con los estiramientos en flexión de tronco y las pruebas de distancia dedos-planta y distancia dedos-suelo. *Apunts* 2001; 65: 64-69
59. Ferrer V. Mejor test clínico en la valoración de la cortedad isquiosural. En Abstracts del VII Congreso Europeo de Medicina del Deporte; 1995 oct 23-27; Granada p 174
60. Gajdosik R. Passive extensibility of skeletal muscle: review of the literatura with clinical implications. *Clinical biomechanics* 2001; 16: 87-101

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

61. Brodie TG. The extensibility of muscle. *J Anat Physiol* 1895; 29: 367-88
62. Tabary JC, Tabary C, Tardieu C, Goldspink G. Physiological and structural changes in the cat's soleus muscle due to immobilization at different lengths by plaster casts. *J Physiol* 1972; 224: 231-44
63. Tabary JC, Tardieu C, Tabary C, Gagnard L. Functional adaptation of sarcomere number of normal cat muscle. *J Physiol* 1976; 72: 277-91
64. Williams PE, Goldspink G. Changes in sarcomere length and physiological properties in immobilized muscle. *J Anat* 1978; 127: 459-68
65. Evans CL, Hill AV. The relation of length to tension development and heat production on contraction in muscle. *J Physiol* 1914; 29: 10-16
66. Gordon AM, Huxley AF, Julian FJ. The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibers. *J Physiol* 1966; 184: 170-92
67. Neiger H, Gosselin P. Estiramientos analíticos manuales. Técnicas pasivas. Madrid: Panamericana; 1998
68. Garret WE, Safran MR, Seaber AV, Glisson RR, Ribbeck BM. Biomechanical comparison of stimulated and non stimulated skeletal muscle pulled to failure. *Am J Sports Med* 1987; 15(5): 448-54
69. Garret WE, Nikolau PK, Ribbeck BM, Glisson RR, Seaber AV. The effect of muscle architecture on the biomechanical failure properties of skeletal muscle under passive extension. *Am J Sports Med* 1988; 16(1): 7-12
70. Pilat A. Terapias miofasciales: inducción miofascial. Madrid: McGraw Hill; 2003
71. Gajdosik RL. Influence of age on calf muscle length and passive stiffness variables at different stretch velocities. *Isokinetics Exerc Sci* 1997; 6: 163-74
72. Magnusson SP, Aagaard P, Simonsen E, Bojsen-Moller F. A biomechanical evaluation of cyclic and static stretch in human skeletal muscle. *Int J Sports Med* 1998; 19: 310-16
73. Magnusson SP, Simonsen EB, Dyhre-Poulsen P, Aagaard P, Mohr T, Kjaer M. Viscoelastic stress relaxation during static stretch in human

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

- skeletal muscle in the absence of EMG activity. *Scand J Med Sci Sports* 1996; 6: 323-28
74. Kingle K, Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Klausen K, Kjaer M. The effect of strength and flexibility training on skeletal muscle electromyographic activity, stiffness and viscoelastic stress relaxation response. *Am J Sports Med* 1997; 25(5): 710-16
75. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Dyhre Poulsen P, McHugh MP, Kjaer M. Mechanical and physiological response to stretching with and without preisometric contraction in human skeletal muscle. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77: 373-78
76. Hill DK. Tension due to interaction between sliding filaments in resting striated muscle: the effect of stimulation. *J Physiol* 1968; 199: 637-84
77. Proske U, Morgan DL. Do cross-bridges contribute to the tension during stretch of passive muscle? *J Muscle Res Cell Motil* 1999; 20: 433-42
78. Magid A, Law DJ. Myofibrils bear most of the resting tension in frog skeletal muscle. *Science* 1985; 230:1280-82
79. Linke WA, Ivemeyer M, Olivieri N, Kolmerer B, Rüegg JC, Labeit S. Towards a molecular understanding of the elasticity of titin. *J Mol Biol* 1996; 261: 62-71
80. Trombitas K, Greaser M, Labeit S, Jin JP, Kellermayer M, Helmes M, Granzier H. Titin extensibility in situ: entropic elasticity of permanently folded and permanently unfolded molecular segments. *J Cell Biol* 1998; 140: 853-59
81. Gajdosik RL, Guiliani CA, Bohannon RW. Passive compliance and length of the hamstring muscles of healthy men and women. *Clinical Biomechanics* 1990; 5: 23-29
82. Gajdosik RL. Effects of static stretching on the maximal length and resistance to passive stretch of short hamstring muscles. *J Orthop Sports Phys Ther* 1991; 14: 250-55
83. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Kjaer M. Biomechanical responses to repeated stretches in human hamstring muscle in vivo. *Am J Sports Med* 1996; 24(5): 622-28

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

84. McHugh MP, Magnusson SP, Gleim GW, Nicholas JA. Viscoelastic stress relaxation in human skeletal muscle. *Med Sci Sports Exerc* 1992; 24(2): 1375-82
85. Halberstma JPK, Goeken LNH. Stretching exercises: effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings of healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75: 976-81
86. Bohannon RW. Effect of repeated eight-minute muscle loading on the angle of straight leg raising. *Phys Ther* 1984; 64(1): 491-97
87. Hubley CL, Kozey JW, Stanish WD. The effects of static stretching exercises and stationary cycling on range of motion at the hip joint. *J Orthop Sports Phys Ther* 1984; 6(2): 104-109
88. Godges JJ, MacRae H, Longdon C, Tinberg C, MacRae PG. The effects of two stretching procedures on hip range of motion and gait economy. *J Orthop Sports Phys Ther* 1989; 10: 350-57
89. Osterning LR, Robertson R, Troxel R, Hansen P. Muscle activation during proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretching techniques. *Am J Phys Med* 1987; 66(5): 298-307
90. Osternig LR, Robertson RN, Troxel RK, Hansen P. Differential responses to proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretch techniques. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22(1): 106-11
91. LeVeau BF. Williams & Lissner's biomechanics of human motion. Philadelphia: WB Saunders; 1992
92. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Gleim GW, McHuegh MP, Kjaer M. Viscoelastic response to repeated static stretching in human hamstring muscle. *Scand J Med Sci Sport* 1995; 5: 342-47
93. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Boesen J, Johannsen F, Kjaer M. Determinants of musculoskeletal flexibility: viscoelastic properties, cross-sectionial area, EMG and stretch tolerance. *Scand J Med Sci Sports* 1997; 7: 195-202
94. Chan SP, Hong Y, Robinson PD. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of Young adults using two different static stretching protocols.

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

- Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports 2001; 11: 81-6
95. Borns J, Van Roy P, Santens JP, Haentjens A. Optimal duration of static stretching exercises for improvement of coxofemoral flexibility. *J Sports Sci* 1987; 5: 39-47
 96. Madding SW, Wong JG, Hallum A, Medeiros J. Effect of duration of passive stretch on hip abduction range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther* 1987; 8: 409-16
 97. Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Physical Therapy* 1994; 74: 845-52
 98. Decoster LC, Cleland J, Altieri C, Russell P. The effects of hamstring stretching on range of motion: a systematic literature review. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005; 35(6): 377-87
 99. Shacklock M. *Neurodynamics*. Physiotherapy 1995; 81:9-16
 100. Shacklock M. *Neurodinámica clínica. Un nuevo sistema de tratamiento musculoesquelético*. Madrid: Elsevier España; 2007
 101. Topp KS, Boyd BS. Structure and biomechanics of peripheral nerves: nerve responses to physical stresses and implications for physical therapist practice. *Physical Therapy* 2006; 86(1): 92-109
 102. Butler D. *The sensitive nervous system*. Adelaida: Noigroup Publications; 2000
 103. Sunderland S. *The Anatomy and physiology of nerve injury*. *Muscle and Nerve* 1990; 13: 771-84
 104. Sunderland S. *Nerve injuries and their repair: a critical appraisal*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1991
 105. Rubin M. *Neuroanatomía esencial*. Madrid: Elsevier España; 2008
 106. Rempel D, Dahlin L, Lundborg G. Pathophysiology of nerve compression syndromes. Response of peripheral nerves to loading. *J Bone Joint Surg* 1999; 81(11): 1600-10
 107. Stolinski C. Structure and composition of the outer connective tissue sheaths of peripheral nerve. *J Anat* 1995; 186: 123-30

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

108. Millesi H, Zoch G, Reihsner R. Mechanical properties of peripheral nerves. *Clin Orthop Relat Res* 1995; 314: 76-83
109. Sunderland S. The connective tissues of peripheral nerves. *Brain* 1965; 88: 841-54
110. Gamble H, Eames R. An electron microscope study of the connective tissues of human peripheral nerve. *J Anat* 1964; 98: 655-663
111. Sunderland S, Bradley K. Stress-strain phenomena in denervated peripheral nerve trunks. *Brain* 1961; 84: 125-27
112. Rydevik B et al. An in vitro mechanical and histological study of acute stretching on rabbit tibial nerve. *J Orthop Res* 1990; 8: 694-701
113. Shanthaveerappa T, Bourne G. The "perineural epithelium", a metabolically active, continuous, protoplasmic cell barrier surrounding peripheral nerve fasciculi. *J Anat* 1962; 96: 527-37
114. Rechthand E, Rapoport S. Regulation of the microenvironment of peripheral nerve: role of the blood-nerve barrier. *Prog Neurobiol* 1987; 28: 303-43
115. Sunderland S. *Nerves and nerves injuries*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1978
116. Thomas P. The connective tissue of peripheral nerve: an electron microscope study. *J Anat* 1963; 97: 35-44
117. Bogduk N. *Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1977
118. Breig A. Biomechanical considerations in the straight-leg-raising-test. *Spine* 1979; 4(3): 242-50
119. Lederman E. *The science and practice of manual therapy*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2005
120. Breig A. *Adverse mechanical tension in the central nervous system*. Stockholm: Almquist & Wiksell International; 1978
121. Lundborg G. *Peripheral nerve: the physiology of injury and repair*. In: Woo S L:Y, Buckwalter JA (Eds) *Injury and repair of the musculoskeletal soft tissues*. Illinois: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 1987. p 295-352

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

122. Appenzeller O, Dhital KK, Cowen T, Burnstock G . The nerves to blood vessels supplying blood to nerves: the innervation of vasa nervorum. *Brain Res* 1984; 304: 383-86
123. Rechthand E, Hervonen A, Sato S, Rapoport SI. Distribution of adrenergic innervation of blood vessels in peripheral nerve. *Brain Res* 1986; 374: 185-89
124. Bell M, Weddell A. A morphometric study of intrafascicular vessels of mammalian nerve. *Muscle Nerve* 1984; 7: 524-34
125. Rechthand E, Rapoport S. Regulation of the microenvironment of peripheral nerve: role of the blood-nerve barrier. *Prog Neurobiol* 1987; 28: 303-43
126. Dyck P, Giannini C, Lais A. Pathological alterations of nerves. In: Dyck P, Thomas P, Griffin J et al, eds *Peripheral Neuropathy*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders Co; 1993. p 515-95
127. Shacklock M. Clinical application of neurodynamics. *Moving in on pain*. Sydney: Butterworth-Heinemann; 1995
128. Hromada J. On the nerve supply of the connective tissue of some peripheral nervous system components. *Acta Anatomica* 1963; 55: 343-51
129. Nee RJ, Butler D. Management of peripheral neurophatic pain: integrating neurobiology, neurodynamics and clinical evidence. *Physical Therapy in Sports* 2006; 7: 36-49
130. Toby E, Hanesworth D. Ulnar nerve strains at the elbow. *J Hand Surg Am* 1998; 23: 992-97
131. Wright T et al. Excursion and strain of the median nerve. *J Bone Joint Surg Am* 1996; 78: 1897-1903
132. Byl C, Puttlitz C, Byl N, Lotz J, Topp K. Strain in the median and ulnar nerves during upper extremity positioning. *J Hand Surg Am* 2002; 27: 1032-40
133. Erel E, Diley A, Greening J, Moris V, Cohen B, Lynn B. Longitudinal sliding of the median nerve in patients with carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Br* 2003; 28: 439-43

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

134. Smith S, Massie JB, Chesnut R, Garfin SR. Straight leg raise: anatomical effects on the spinal nerve root without and with fusion. *Spine* 1993; 18: 992-99
135. Wright TW, Glowczewskie F Jr, Cowin D, Wheeler DL. Ulnar nerve excursion and strain at the elbow and wrist associated with upper extremity motion. *J Hand Surg Am* 2001; 26: 655-62
136. Boys BS, Putilz C, Gan J, Topp KS. Strain and excursion in the rat sciatic nerve during a modified straight leg raise altered after traumatic nerve injury. *J Orthop Res* 2005; 23: 764-70
137. Kleinrensink GJ, Stoeckart R, Vleeming A, Snijder CJ, Mulder PG. Mechanical tension in the median nerve: the effects of joint position. *Clin Biomech* 1995; 10: 240-44
138. Haftek J. Stretch injury of peripheral nerve: acute effects of stretching on rabbit nerve. *J Bone Joint Surg Br* 1970; 52: 354-65
139. Merskey H, Bogduk N. Classification of chronic pain: descriptions of chronic pain syndromes and definitions of pain terms (2^a ed.) Seattle, Washington: International Association for the Study of Pain Press; 1994
140. Asbury A, Fields H. Pain due to peripheral nerve damage: An hypothesis. *Neurology* 1984; 34: 1587-90
141. Bove G, Light A. The nervi nervorum: missing link for neurophatic pain? *Pain Forum* 1997; 6: 181-90
142. Baron R. Peripheral neurophatic pain: from mechanisms to symptoms. *Clin J Pain* 2000; 16: 12-20
143. Wolf C. Dissecting out mechanisms responsible for peripheral neurophatic pain: Implications for diagnosis and therapy. *Life Sciences* 2004; 74: 2605-10
144. Gilford L, Butler D. The integration of pain sciences into clinical practice. *Journal Hand Ther* 1997; 10: 86-95
145. Hall T, Elvey R. Nerve trunk pain: Physical diagnosis and treatment. *Manual Therapy* 1999; 4(2): 63-73
146. Coppieters MW, Stappaerts KH, Everaert DG, Staes FF. Addition of test components during neurodynamic testing: effect on range of

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

- motion and sensory responses. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001; 31: 226-37
147. Elvey R. Physical evaluation of the peripheral nervous in disorders of pain and dysfunction. *J Hand Ther* 1997; 10: 122-29
148. Hall T, Elvey R. Management of mechanosensitivity of the nervous system in spinal pain syndromes. In J Boyling & G. Jull (Eds), *Grieve's modern manual therapy: the vertebral column* (3rd ed). Edinburgh: Churchill Livingstone; 2004 p 413-31
149. Boland R, Adams R. Effects of ankle dorsiflexion on range and reliability of straight leg raising. *Aust J Physiother* 2000; 46: 191-200
150. Gifford L. Acute low cervical nerve root conditions: symptom presentations and pathobiological reasoning. *Manual Therapy* 2001; 6: 106-15
151. Novak C, Mackinnon S. Evaluation of nerve injury and nerve compression in the upper quadrant. *J Hand Ther* 2005; 18:230-40
152. Murata Y, Rydevik B, Takahashi K, Hashi K, Larsson K, Olmarker K. Incision of the intervertebral disc induces disintegration and increases permeability of the dorsal root ganglion capsule. *Spine* 2005; 30: 1712-16
153. Takahashi N, Yabuki S, Aoki Y, Kikuchi S. Pathomechanisms of nerve root injury caused by disc herniation: an experimental study of mechanical compression and chemical irritation. *Spine* 2003; 28: 435-41
154. Takebayashi T, Cavanaugh JM, Cüneyt Ozaktay, Kalllakuri S, Chen C. Effect of nucleus pulposus on the neural activity of dorsal root ganglion. *Spine* 2001; 26: 940-45
155. Ogata K, Naito M. Blood flow of peripheral nerve effects of dissection, stretching and compression. *J Hand Surg* 1986; 11 10-14
156. Parke W, Whalen J. The vascular pattern of the human dorsal root ganglion and its probable bearing on a compartment syndrome. *Spine* 2002; 27: 347-52
157. Lundborg G. Intra-neural microcirculation. *Orthopedic Clinics of North America* 1988; 19: 1-12

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVO CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

158. Lundborg G, Myers R, Powell H. Nerve compression injury and increased endoneurial fluid pressure: a "miniature compartment syndrome". *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* 1983; 46: 1119-24
159. Gazda LS, Milligan ED, Hansen MK, Twining CM, Poulos NM, O'Connor KA, Amstrong C, Maier SF, Watkins Lr, Myers RR. Sciatic inflammatory neuritis (SIN): behavioural allodynia is paralleled by perisciatic proinflammatory cytokine and superoxide production. *Journal of the Peripheral Nervous System* 2001; 6: 111-29
160. Watkins L, Maier S. Neurophatic pain: the immune connection. *Pain Clinical Updates* 2004; 13: 1-4
161. Beel J, Groswald D, Lutges M. Alterations in the mechanical properties of peripheral nerve following crush injury. *Journal of Biomechanics* 1984; 17: 185-93
162. Hengeveld E, Banks K. *Maitland manipulación periférica*. Madrid: Elsevier; 2007
163. Pollard H, Ward G. The effect of upper cervical or sacroiliac manipulation on hip flexion range of motion. *J Manipulative Physiol Ther* 1998; 21(9): 611-16
164. Pollard H, Ward G. A study of two stretching techniques for improving hip flexion range of motion. *J Manipulative Physiol Ther* 1997; 20(7): 443-47
165. Torres Cueco R. La fisioterapia y el dolor: un cambio de modelo necesario y urgente. *Cuestiones de Fisioterapia* 2011; 40(2): 85-86
166. Torres-Cueco R. Dolor Miofascial Crónico: Patofisiología y aproximación terapéutica. *Fisioterapia* 2005; 27(2): 87-95
167. Balster S, Jull G. Upper trapezius muscle activity during the brachial plexus tension test in asymptomatic subjects. *Manual Therapy* 1997; 2: 144-149
168. Van der Heide B, Allison G, Zusman M. Pain and muscular responses to a neural tissue provocation test in the upper limb. *Manual Therapy* 2001; 6: 154-62

169. Turl SE, George KP. Adverse neural tension: a factor in repetitive hamstring strain? *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 1998; 27: 16-21
170. Méndez-Sánchez R, Albuquerque-Sendín F, Fernández-de-las-Peñas C, Barbero-Iglesias FJ, Sánchez-Sánchez C, Calvo-Arenillas JI, Hujbregts P. Immediate effects of adding a sciatic nerve slider technique on lumbar and lower quadrant mobility in soccer players: a pilot study. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* 2010; 16(6): 1-7
171. Ruiz MC, Pérez Mallada N, Sanz Villorejo J, Castellote-Caballero MY. Síndrome de cortedad isquiosural y movilización del ciático en futbolistas no profesionales. *Casos clínicos y artículos en fisioterapia*. Madrid: ADEMÁS ediciones; 2007
172. Coppieters M, Alshami A, Hodges P. An Experimental Pain Model to Investigate the Specificity of the Neurodynamic Test for the Median Nerve in the Differential Diagnosis of Hand Symptoms. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87: 1412-7
173. Jaberzadeha S, Scutterb S, Nazeranc H. Mechanosensitivity of the median nerve and mechanically produced motor responses during Upper Limb Neurodynamic Test 1. *Physiotherapy* 2005; 91: 94-100
174. Coppieters MW, Kurz K, Mortensen TE, Richards NL, Skaret IA, McLaughlin LM, Hodges PW. The impact of neurodynamic testing on the perception of experimentally induced muscle pain. *Manual Therapy* 2005; 10: 52-60
175. Coppieters MW, Alshami AM, Babri AS, Souvlis T, Kippers V, Hodges PW. Strain and Excursion of the Sciatic, Tibial, and Plantar Nerves during a Modified Straight Leg Raising Test. *J Orthop Res* 2006; 24: 1883-89
176. Zamorano E, Minaya FJ, Plaza G, Valera F. Influence of neural tension in mechanical nociceptive thresholds of lumbopelvic region muscles. 6th Interdisciplinary World Congress on Low Back & Pelvic Pain. *Diagnosis and Treatment: The Balance Between Research and Clinic*. Barcelona; 2007

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

177. Coppeters M, Butler D. Do “sliders” slide and “tensioners” tension? An analysis of neurodynamic techniques and considerations regarding their application. *Manual Therapy* 2008; 13(3): 213-21
178. Lew PC, Briggs CA. Relationship between the cervical component of the slump test and change in hamstring muscle tension. *Manual Therapy* 1997; 2(2): 98-105

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

ANEXOS

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

ANEXO 1: Ficha proforma

• **DATOS GENERALES**

- Grupo: _____
- Fecha de evaluación: _____
- Nombre y Apellidos: _____
- Edad: _____
- Sexo: _____
- Peso: _____
- Talla: _____
- Índice de masa corporal: _____

• **MEDICIONES**

	PRE-INTERVENCIÓN	POST-INTERVENCIÓN
EPR izquierda		
EPR derecha		

Observaciones:

ANEXO 2: Consentimiento Informado

D. _____ . con DNI _____

libre y voluntariamente DECLARO:

Que he leído la información contenida en el dorso de este documento sobre los objetivos, metodología, pruebas e intervenciones a realizar en el estudio de investigación.

Que se me ha informado que todas las pruebas son sencillas a realizar y no producen efectos perjudiciales, y que se realizarán en las instalaciones apropiadas para el mismo por el personal debidamente cualificado y especializado.

Que por tanto, presto mi conformidad e informadamente consiento y autorizo a Dña. M. Yolanda Castellote Caballero y sus colaboradores, para que realicen el estudio detallado en el dorso del documento.

Trabajo de investigación para la obtención del grado de Doctor de M. Yolanda Castellote Caballero.

Fdo. _____

En Granada, a _____ de _____ 20__

INFORMACIÓN SOBRE EL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

Título:

Efecto inmediato de una técnica de deslizamiento longitudinal del nervio ciático frente a estiramiento y placebo en individuos con síndrome de isquiosurales cortos

Objetivo:

Valorar la implicación de la mecanosensibilidad del nervio ciático en el acortamiento de los músculos isquiotibiales en adultos sanos.

Comparar el efecto de una técnica neurodinámica y de otra estiramiento, estático pasivo con un placebo.

Metodología:

El estudio consistirá en la toma de datos personales del sujeto y la realización de un test de medida de extensibilidad de isquiotibiales (el test de elevación del pierna recta, EPR ó SLR) antes y después de la aplicación de la técnica manual correspondiente:

- Estiramiento estático pasivo.
- Deslizamiento longitudinal del nervio ciático en su interfaz o lecho nervioso.
- Técnicas de movilización pasiva de las articulaciones intertarsianas.

Cada individuo será incluido en uno de los tres grupos.

Realización de las pruebas e intervenciones:

Las pruebas e intervenciones realizadas son sencillas y no suponen en ningún caso dificultad, peligro, lesión o reacción adversa, por lo que son totalmente inocuas.

EFFECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

La intervención será realizada por una fisioterapeuta colegiada por el Ilustre Colegio de Fisioterapeutas de Andalucía. Las mediciones serán realizadas por personal al que se ha preparado para ello.

Beneficio del estudio:

La realización del estudio permitirá un avance en el estudio del síndrome de cortedad isquiosural. Serán beneficiados con ello, numerosos individuos que presenten este cuadro clínico.

ANEXO 3: Declaración de Helsinki

PRINCIPIOS ÉTICOS PARA LAS INVESTIGACIONES MÉDICAS EN SERES HUMANOS (DECLARACIÓN DE HELSINKI DE LA ASOCIACIÓN MÉDICA MUNDIAL)

A. INTRODUCCIÓN

1. La Asociación Médica Mundial ha promulgado la Declaración de Helsinki como una propuesta de principios éticos que sirvan para orientar a los médicos y a otras personas que realizan investigación médica en seres humanos. La investigación médica en seres humanos incluye la investigación del material humano o de información identificables.

2. El deber del médico es promover y velar por la salud de las personas. Los conocimientos y la conciencia del médico han de subordinarse al cumplimiento de ese deber.

3. La Declaración de Ginebra de la Asociación Médica Mundial vincula al médico con la fórmula “velar solícitamente y ante todo por la salud de mi paciente”, y el Código Internacional de Ética Médica afirma que: “El médico debe actuar solamente en el interés del paciente al proporcionar atención médica que pueda tener el efecto de debilitar la condición mental y física del paciente”.

4. El progreso de la medicina se basa en la investigación, la cual, en último término, que recurrir muchas veces a la experiencia en seres humanos.

5. En investigación médica en seres humanos, la preocupación por el bienestar de los seres humanos debe tener siempre primacía sobre los intereses de la ciencia y de la sociedad.

6. El propósito principal de la investigación médica en seres humanos es mejorar los procedimientos preventivos, diagnósticos y terapéuticos, y

también comprender la etiología y patogenia de las enfermedades. Incluso, los mejores métodos preventivos, diagnósticos y terapéuticos disponibles deben ponerse a prueba continuamente a través de la investigación para que sean eficaces, accesibles y de calidad.

7. En la práctica de medicina y de la investigación médica del presente, la mayoría de los procedimientos preventivos, diagnósticos y terapéuticos implican algunos riesgos y costos.

8. La investigación médica está sujeta a normas éticas que sirven para promover el respeto a todos los seres humanos y para proteger su salud y sus derechos individuales. Algunas poblaciones sometidas a la investigación son vulnerables y necesitan protección especial. Se deben reconocer las necesidades particulares de los que tienen desventajas económicas y médicas. También se debe prestar atención especial a los que no pueden otorgar o rechazar el consentimiento por sí mismos, a los que pueden otorgar el consentimiento bajo presión, a los que se beneficiarán personalmente con la investigación y a los que tienen la investigación combinada con la atención médica.

9. Los investigadores deben conocer los requisitos éticos, legales y jurídicos para la investigación en seres humanos en sus propios países, al igual que los requisitos internacionales vigentes. No se debe permitir que un requisito ético, legal o jurídico disminuya o elimine cualquiera medida de protección para los seres humanos establecida en esta Declaración.

B. PRINCIPIOS BÁSICOS PARA TODA INVESTIGACIÓN MÉDICA.

10. En la investigación médica, es deber del médico proteger la vida, la salud, la intimidad y la dignidad del ser humano.

11. La investigación médica, en seres humanos debe conformarse con los principios científicos generalmente aceptados, y debe apoyarse en un profundo conocimiento de la bibliografía científica, en otras fuentes de información pertinentes, así como en experimentos de laboratorio

correctamente realizados y en animales, cuando sea oportuno. Cuando el menor de edad puede en efecto dar su consentimiento, éste debe obtenerse además del consentimiento de su tutor legal.

12. Al investigar, hay que prestar atención adecuada a los factores que puedan perjudicar el medio ambiente. Se debe cuidar también del bienestar de los animales utilizados en los experimentos.

13. El proyecto y el método de todo procedimiento experimental en seres humanos debe formularse claramente en un protocolo experimental. Este debe enviarse, para consideración, comentario, consejo, y cuando sea oportuno, aprobación, a un comité de evaluación ética especialmente designado, que debe ser independiente del investigador, del patrocinador o de cualquier otro tipo de influencia indebida. Se sobreentiende que ese comité independiente debe actuar en conformidad con las leyes y reglamentos vigentes en el país donde se realiza la investigación experimental. El comité tiene el derecho de controlar los ensayos en curso. El investigador tiene la obligación de proporcionar información del control al comité, en especial sobre todo incidente adverso grave. El investigador también debe presentar al comité, para que la revise, la información sobre financiación, patrocinadores, afiliaciones institucionales, otros posibles conflictos de interés e incentivos para las personas del estudio.

14. El protocolo de la investigación debe hacer referencia siempre a las consideraciones éticas que fueran del caso, y debe indicar que se han observado los principios enunciados en esta Declaración.

15. La investigación médica en seres humanos debe ser llevada a cabo sólo por personas científicamente cualificadas y bajo la supervisión de un médico clínicamente competente. La responsabilidad de los seres humanos debe recaer siempre en una persona con capacitación médica y nunca en los participantes en la investigación, aunque hayan otorgado su consentimiento.

16. Todo proyecto de investigación médica en seres humanos debe

ser precedido de una cuidadosa comparación de los riesgos calculados con los beneficios previsibles para el individuo o para otros. Esto no impide la participación de voluntarios sanos en la investigación médica. El diseño de todos los estudios debe estar disponible para el público.

17. Los médicos deben abstenerse de participar en proyectos de investigación en seres humanos a menos de que estén seguros de que los riesgos inherentes han sido adecuadamente evaluados y de que es posible hacerles frente de manera satisfactoria. Deben suspender el experimento en marcha se observan que los riesgos que implican son más importantes que los beneficios esperados o si existen pruebas concluyentes de resultados positivos o beneficiosos.

18. La investigación médica en seres humanos sólo debe realizarse cuando la importancia de su objetivo es mayor que el riesgo inherente y los costos para el individuo. Esto es especialmente importante cuando los seres humanos son voluntarios sanos.

19. La investigación médica solo se justifica si existen posibilidades razonables de que la población, sobre la que la investigación se realiza, podrá beneficiarse de sus resultados.

20. Para tomar parte en un proyecto de investigación, los individuos deben ser participantes voluntarios e informados.

21. Siempre debe respetarse el derecho de los participantes en la investigación a proteger su integridad. Deben tomarse toda clase de precauciones para resguardar la intimidad de los individuos, la confidencialidad de la información del paciente y para reducir al mínimo las consecuencias de la investigación sobre su integridad física y mental y su personalidad.

22. En toda investigación en seres humanos, cada individuo potencial debe recibir informaciones adecuadas acerca de los objetivos, métodos, fuentes de financiación, posibles conflictos de intereses, afiliaciones institucionales del investigador, beneficios calculados, riesgos previsibles e incomodidades derivadas del experimento. La persona debe ser

informada del derecho de exponerse a represalias. Después de asegurarse de que el individuo ha comprendido la información, el médico debe obtener entonces, preferiblemente por escrito, el consentimiento informado y voluntario de la persona. Si el consentimiento no se puede obtener por escrito, el proceso para obtenerlo debe ser documentado formalmente ante testigos.

23. Al obtener el consentimiento informado para el proyecto de investigación, el médico debe poner especial cuidado cuando el individuo está vinculado con él por una relación de dependencia o si consiente bajo presión. En un caso así, el consentimiento informado debe ser obtenido por un médico bien informado que no participe en la investigación y que nada tenga que ver con aquella relación.

24. Cuando la persona sea legalmente incapaz, o inhábil física o mentalmente de otorgar consentimiento, o menor edad, el investigador debe obtener el consentimiento informado del representante legal y de acuerdo con la ley vigente. Estos grupos no deben ser incluidos en la investigación a menos que ésta sea necesaria para promover la salud de la población representada y esta investigación no pueda realizarse en personas legalmente capaces.

25. Si una persona considerada incompetente por la ley, como es el caso de un menor de edad, es capaz de dar su asentimiento a participar o no en la investigación, el investigador debe obtenerlo, además del consentimiento del representante legal.

26. La investigación en individuos de los que no se puede obtener consentimiento, incluso por representante o con anterioridad, se debe realizar sólo si la condición física/mental que impide obtener el consentimiento informado es una característica necesaria de la población investigada. Las razones específicas por las que se utilizan participantes en la investigación que no pueden otorgar su consentimiento informado deben ser estipuladas en el protocolo experimental que se presenta par consideración y aprobación del comité de evaluación. El protocolo debe

establecer que el consentimiento para mantenerse en la investigación debe obtenerse a la brevedad posible del individuo o de un representante legal.

27. Tanto los autores como los editores tienen obligaciones éticas. Al publicar los resultados de su investigación, el médico está obligado a mantener la exactitud de los datos y resultados. Se deben publicar tanto los resultados negativos como los positivos o de lo contrario deben estar a la disposición del público. En la publicación se debe citar la fuente de financiación, afiliaciones institucionales y cualquier posible conflicto de intereses. Los informes sobre investigaciones que no se ciñan a los principios descritos en esta Declaración no deben ser aceptados para su publicación.

C. PRINCIPIOS APLICABLES CUANDO LA INVESTIGACIÓN MÉDICA SE COMBINA CON LA ATENCIÓN MÉDICA

28. El médico puede combinar la investigación médica con la atención médica, sólo en la medida en que tal investigación acredite un justificado valor potencial preventivo, diagnóstico o terapéutico. Cuando la investigación médica se combina con la atención médica, las normas adicionales se aplican para proteger a los pacientes que participan en la investigación.

29. Los posibles beneficios, riesgos, costos y eficacia de todo procedimiento nuevo deben ser evaluados mediante su comparación con los mejores métodos preventivos, diagnósticos y terapéuticos existentes. Ello no excluye que pueda usarse un placebo, o ningún tratamiento, en estudios para los que no hay procedimientos preventivos, diagnósticos o terapéuticos probados. A fin de declarar más la posición de la AMM sobre el uso de ensayos controlados con placebo, la AMM publicó en octubre de 2001 una nota de clarificación del párrafo 29, disponible en esta página 30.

EFEECTO INMEDIATO DEL DESLIZAMIENTO LONGITUDINAL DEL NERVI0 CIÁTICO
FRENTE A ESTIRAMIENTO Y PLACEBO EN ADULTOS CON SÍNDROME DE
ISQUIOTIBIALES CORTOS

30. Al final de la investigación, todos los pacientes que participan en el estudio deben tener la certeza de que contarán con los mejores métodos preventivos, diagnósticos y terapéuticos disponibles, identificados por el estudio.

31. El médico debe informar cabalmente al paciente los aspectos de la atención que tienen relación con la investigación. La negativa del paciente a participar en una investigación nunca debe perturbar la relación médico-paciente.

32. Cuando los métodos preventivos, diagnósticos o terapéuticos disponibles y terapéuticos nuevos o no probados, si, a su juicio, ello da alguna esperanza de salvar la vida, restituir la salud o aliviar el sufrimiento. Siempre que sea posible, tales medidas deben ser investigadas a fin de evaluar su seguridad y eficacia. En todos los casos, esa información nueva debe ser registrada y, cuando sea oportuno, publicada. Se deben seguir todas las otras normas pertinentes de esta Declaración.

Adoptada por la 18a Asamblea Médica Mundial, Helsinki, Finlandia, Junio, 1964, y enmendada por las:

- 29a Asamblea Médica Mundial, Tokio, Japón, Octubre 1975
- 35a Asamblea Médica Mundial, Venecia, Italia, Octubre 1983
- 41a Asamblea Médica Mundial, Hong Kong, Septiembre 1989
- 48a Asamblea General, Somerset West, Sudáfrica, Octubre 1996
- 52a Asamblea General, Edimburgo, Escocia, Octubre 2000
- Nota de Clarificación de Párrafo 29, agregada por la Asamblea General de la AMM, Washington 2002
- Nota de Clarificación de párrafo 30, agregada por la Asamblea General de la AMM, Tokio 2004