

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte



**ROL DE LA MUSCULATURA ISQUIOSURAL EN EL
DOLOR BAJO DE LA ESPALDA. AUMENTO DE SU
EXTENSIBILIDAD COMO FACTOR PROTECTOR**

Revisión Bibliográfica

Elena Rodríguez Rodríguez

4º CCAFYD

ÍNDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. REVISIÓN DOCUMENTAL.....	7
2.1. Literatura buscada	7
2.2. Acortamiento isquiosural y dolor bajo de la espalda	7
2.2.1. Rigidez muscular en isquiosurales vs extensibilidad isquiosural	7
2.2.2. Influencia del acortamiento isquiosural sobre el dolor lumbar.....	8
2.3. Efectos del estiramiento isquiosural como método para reducir el dolor bajo de la espalda.....	9
2.3.1 Técnicas de estiramiento para aumentar la extensibilidad isquiosural	10
3. CONCLUSIONES.....	14
4. NUEVOS PROBLEMAS/PERSPECTIVAS	14
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

RESUMEN

El dolor bajo de la espalda es un problema común en nuestra sociedad, suponiendo un alto número de bajas en el ámbito laboral y un elevado gasto público a nivel mundial. Las causas que producen este dolor no están claras, pero existen hallazgos frecuentes en pacientes con dolor lumbar no específico con una reducción de la extensibilidad isquiosural. Al no conocerse con certeza cuál es el papel de esta musculatura sobre el dolor lumbar, el propósito de esta revisión bibliográfica fue determinar si el acortamiento isquiosural podía provocar dolor no específico en la zona baja de la espalda y, en caso de existir una relación evidente, comprobar si un tratamiento basado en esta musculatura acortada disminuiría la sensación de dolor.

Sin embargo, existe una gran controversia en la literatura al respecto, siendo complicado establecer si el rol de la musculatura isquiosural influye positiva o negativamente sobre el dolor bajo de la espalda. Por tanto, deberían realizarse futuras investigaciones para aclarar dicha hipótesis y, de esta manera, reducir el dolor lumbar y disminuir el alto coste que supone esta lesión.

Palabras clave: acortamiento isquiosural, dolor bajo de la espalda, rigidez, extensibilidad, estiramientos.

ABSTRACT

Low back pain is a common problem in our society, causing a high number of leaves in the workplace and a high public spending worldwide. It is not clear what causes this pain, but there are frequent findings in patients with nonspecific low back pain with reduced hamstring extensibility. Not knowing for sure what role plays this muscle in low back pain, the purpose of this review was to determine if the shortened hamstring can cause nonspecific low back pain and, in case existing a clear relationship, verify whether a treatment based on these lying muscles would decrease the sensation of pain.

However, there is much controversy in the literature on this issue, and it is difficult to establish whether the role of hamstring muscles influences positively or negatively on low back pain. Therefore, future research should be conducted to verify this hypothesis and, thus, reduce low back pain and the high cost this injury supposes.

Keywords: shortened hamstring, low back pain, stiffness, extensibility, stretching.

1. INTRODUCCIÓN

El dolor bajo de la espalda es un problema común y es una causa importante de discapacidad con utilización de los servicios de salud, lo que crea una gran carga personal, comunitaria y financiera a nivel mundial.¹ Éste se define como el síndrome que agrupa diversas sensaciones dolorosas o no confortables localizadas por debajo del margen costal (12ª costilla) y por arriba del límite superior de la región glútea (unión lumbo-sacra), las cuales pueden irradiarse al dorso o a miembros pélvicos o acompañarse de otras manifestaciones clínicas; se considera agudo si tiene una duración de menos de seis semanas y crónico cuando es mayor a este tiempo.^{2,3} Este dolor afecta a un 50% de la población en general y, dentro de ese porcentaje, se ha demostrado que hay una mayor prevalencia en la población deportista que en el resto.⁴ Se estima que un 70% de los adultos ha tenido un episodio de dolor lumbar alguna vez en su vida.⁵

En España, la primera causa de absentismo laboral es el dolor de columna y, dentro de estas dolencias, es la correspondiente a la zona lumbar la más frecuente. Económicamente, esto le supone a los países europeos un gasto público que puede quedar cuantificado entre el 1,7 y el 2,1% del Producto Interior Bruto (PIB).⁶

La etiología del dolor lumbar es compleja y las causas que lo provocan no se conocen con claridad; aunque algunos factores de riesgo están implicados,⁷ como la obesidad, la edad, la incidencia de caídas, la escasa fuerza en los tejidos y los mecanismos de estrés,^{8,9} así como la debilidad y descompensación de los músculos de la cadera, la columna vertebral y la pelvis, una musculatura abdominal pobre, poca flexibilidad en la columna, lordosis lumbar reducida y acortamiento isquiosural en el plano funcional.¹⁰⁻¹⁵

En cuanto al origen del dolor, se considera que el dolor bajo de la espalda es no específico cuando una limitación del rango de movimiento puede ser atribuida a las articulaciones sacroiliacas e intervertebrales y a los ligamentos o músculos posteriores,¹⁶⁻¹⁸ dicho de otro modo, aquel dolor que no tiene una causa orgánica.¹⁹

Los individuos que poseen dolor lumbar tienen en común una disminución de la flexibilidad en la región lumbar,²⁰ encontrando una relación positiva entre ambas variables, ya que se ve claramente disminuido el rango de movimiento del plano frontal, transversal y sagital.^{21,22}

Uno de los hallazgos frecuentes en pacientes con dolor lumbar no específico es la reducción de la extensibilidad isquiosural.^{23,24} La extensibilidad se define como la habilidad del tejido muscular de alargarse o estirarse más allá de la longitud de reposo. En este caso, se considera baja extensibilidad cuando existe una distancia mayor de 0 cm en el test dedos-suelo o un ángulo inferior a 80° en el test de la pierna recta.¹⁷ En cuanto a los músculos isquiosurales, al constituir un grupo muscular biarticular, provoca, debido a su acción, efectos sobre la rodilla, la cadera y la dinámica lumbo-pélvica.²⁵

Según diferentes estudios realizados al respecto, una extensibilidad isquiosural reducida conlleva una mayor cifosis torácica en los movimientos de máxima flexión del tronco,²⁶ alteraciones del equilibrio lumbo-pélvico,^{23,27} repercusiones sobre el raquis dorso-lumbar²⁸ y lesiones musculares.²⁹⁻³²

Ya que el dolor bajo de la espalda puede estar provocado por distintos factores y no se conoce con certeza cuál es el papel de la musculatura isquiosural sobre éste, surgen varios interrogantes, ¿en qué medida el acortamiento isquiosural puede provocar dolor no específico en la zona baja de la espalda? Y si esto fuera así, ¿un tratamiento basado en el estiramiento de la musculatura isquiosural disminuiría la sensación de dolor?.

Por tanto, resolver estas cuestiones motivan esta revisión bibliográfica que tendrá como principales objetivos:

- Determinar si el acortamiento isquiosural puede provocar dolor no específico en la zona baja de la espalda y, en el caso de existir una relación evidente;
- Comprobar si un tratamiento basado en esta musculatura acortada disminuiría la sensación de dolor.

2. REVISIÓN DOCUMENTAL

2.1. Literatura buscada

Los artículos seleccionados para la revisión han sido obtenidos de bases de datos como Medline, Pubmed, PsycInfo, Cochrane Library y SportDiscus, así como otras incluidas en la Web of Knowledge, entre el 17 de marzo y el 22 de abril de 2014. Las siguientes palabras clave fueron utilizadas en combinación, buscadas sólo en el título; para dar respuesta al primer objetivo se utilizaron dos palabras raíz: ‘hamstring’ y ‘low back pain’, combinadas con ‘stiffness’, ‘strain’ y ‘tight’; y para responder al segundo se incluyeron: ‘hamstring’ y ‘low back pain’ como palabras raíz, combinadas con ‘flexibility’ y ‘stretching’. De todos los artículos obtenidos con dichas palabras clave, se añadieron para la revisión aquellos relacionados con los problemas planteados con anterioridad, dándole prioridad a los RCT, pero seleccionando finalmente todo tipo de artículos ya que el número de artículos de este tipo eran insuficientes para aclarar las cuestiones de este trabajo.

Debido a la falta de documentación al respecto, no se ha establecido un límite temporal en la selección de los artículos para esta revisión.

2.2. Acortamiento isquiosural y dolor bajo de la espalda

2.2.1. Rigidez muscular en isquiosurales vs extensibilidad isquiosural

La rigidez musculo-esquelética, también stiffness o tono muscular, se define como la proporción de cambio en la fuerza de un músculo según su cambio relativo en la longitud.³³⁻³⁵ Ésta puede ser pasiva o activa. La rigidez muscular activa se relaciona con el aumento del tono muscular que prepara la acción dando una mayor capacidad reactiva al músculo, mientras que la pasiva está producida por la pérdida de extensibilidad del tejido conjuntivo que se relaciona con patología de las partes blandas.³⁶

Tener poca rigidez muscular activa provoca un aumento de la longitud del músculo durante una situación de sobrecarga dinámica, lo que conllevaría a un aumento de la probabilidad de lesionar tanto la articulación como los ligamentos correspondientes. De hecho, algunos estudios demuestran que la rigidez activa isquiosural provoca estabilidad en la articulación de la rodilla.³⁵⁻³⁷ Asimismo, Bedard et al.³⁸ señalan que al estar también vinculados a la pelvis, su rigidez provocaría estabilidad en la misma y en la cadera y, por lo tanto, de la zona lumbo-pélvica-abdominal.

La propiedad opuesta a la rigidez es la extensibilidad que, como ya se mencionó en el apartado introductorio, es la habilidad del tejido muscular de alargarse o estirarse más allá de la longitud de reposo. Según los resultados obtenidos por Marshall et al.⁴⁰ en su estudio, la adaptación de la rigidez pasiva del músculo provocaría el aumento de la rigidez y, por tanto, la disminución de la extensibilidad.

A diferencia del síndrome de cortedad isquiosural, más relacionado a nivel morfológico y posiblemente provocado por una lesión irritativa de las raíces de los nervios espinales⁴¹ y cuyo tratamiento es quirúrgico, el acortamiento isquiosural está más vinculado con el componente mecánico, concretamente con los conceptos de extensibilidad y rigidez muscular pasiva, ya que existe una restricción de la amplitud articular de la cadera y/o de la pelvis, debida a una menor extensibilidad de los músculos posteriores del muslo. En este sentido, si aumentamos la extensibilidad isquiosural, disminuiríamos la rigidez pasiva de esta musculatura y, por tanto, el nivel de acortamiento.

2.2.2. Influencia del acortamiento isquiosural sobre el dolor lumbar

Aunque la asociación entre rigidez isquiosural y dolor bajo de la espalda ya se había establecido en varios estudios transversales,^{10,23,42} no es hasta el realizado por Feldman et al.,⁴³ un estudio en adolescentes de doce meses en el que tratan de averiguar los factores de riesgo en el desarrollo del dolor lumbar, cuando se confirma.

Van Wingerden et al.^{44,45} afirman en varias investigaciones que en los pacientes con el glúteo debilitado, el acortamiento de los músculos isquiosurales, a través de su relación

con la tuberosidad isquiática y el ligamento sacrotuberoso, podrían compensar la poca rigidez del glúteo provocando la estabilidad de la articulación sacroiliaca. Según lo anterior, si logramos una mayor estabilidad de la pelvis conseguiríamos disminuir el dolor bajo de la espalda gracias a un menor estrés en la zona, existiendo, por tanto, una influencia positiva entre ciertos niveles de rigidez isquiosural e, indirectamente, dolor lumbar. Más tarde, Arab et al.,⁴⁶ realizaba un estudio similar en el que no obtenía unos datos clínicamente significativos como para apoyar o negar la hipótesis de Van Wingerden.

Diferenciando entre extensibilidad y rigidez muscular, Halbertsma et al.¹⁹ afirma en su estudio sobre extensibilidad y stiffness en personas con dolor bajo de espalda no específico, que la incapacidad de tocar el suelo en el test dedos-suelo y un limitado valor en el test de la pierna recta (principales cuantificadores de la extensibilidad isquiosural) está principalmente causado por una limitada extensibilidad isquiosural, esta última no provocada por un aumento de la rigidez muscular.

Sin embargo, Marshall et al.⁴⁰ concluyen en un estudio a personas con dolor bajo de espalda no específico relacionado con la extensibilidad isquiosural, que no pueden determinar si ésta es o no causa o efecto del dolor bajo de la espalda y que, en realidad, la literatura en la que se estudia esta relación es contradictoria. Más tarde este mismo autor junto con Rafferty vuelve a reafirmar lo anterior, ya que señalan que la relación longitudinal entre la extensibilidad isquiosural y el dolor bajo de espalda no está bien evaluada y, por lo tanto, no sería un claro factor predictivo de la etiología de esta patología.⁴⁷

2.3. Efectos del estiramiento isquiosural como método para reducir el dolor bajo de la espalda

Como ya se ha mencionado con anterioridad, una reducida extensibilidad isquiosural conlleva a una mayor cifosis torácica en los movimientos de máxima flexión del tronco, alteraciones del ritmo lumbo-pélvico y repercusiones sobre el raquis dorso-lumbar. Además, según autores citados por Tafazzoli & Lamontagne,⁴⁸ la presencia de una musculatura isquiosural rígida está asociada con problemas en la columna lumbar y con el síndrome de la disfunción lumbar y, según autores citados en el estudio de Feldman et al.,⁴³

una pobre flexibilidad de los isquiosurales está relacionada con dolor bajo de espalda en adolescentes y adultos. De hecho, este autor concluye que esta falta de flexibilidad, junto con otros factores no relacionados, está asociada al desarrollo del dolor lumbar.

Por lo tanto, considerando lo demostrado por dichos autores, es razonable asumir que si existe esta relación, obtener mayor flexibilidad en esta zona será importante para la prevención del dolor bajo de la espalda.⁴⁹ Incluso Tafazzoli & Lamontagne⁴⁸ recomiendan ejercicios de estiramiento isquiosural para compensar o prevenir el acortamiento de esta zona.

2.3.1 Técnicas de estiramiento para aumentar la extensibilidad isquiosural

Centrándonos en la fiabilidad de realizar estiramientos para aumentar la extensibilidad de la musculatura isquiosural, cabe decir que, aunque son pocos los estudios que han evaluado los efectos de un programa de estiramientos de esta musculatura, han mostrado mejoras significativas en la extensibilidad isquiosural al finalizar dicha intervención.⁵⁰

Según Davis et al.,⁵¹ autores citados por Sairyo et al.,⁴⁹ para aliviar la rigidez muscular se pueden utilizar diversas técnicas de estiramientos como: los estiramientos estáticos, dinámicos, balísticos o de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP).

Sairyo et al.⁴⁹ nos proponen el Jack-Knife Stretch, que combina las técnicas de estiramiento estáticas y dinámicas. Consiste en dos pasos: en el primero, el sujeto realiza un squat quedándose en la posición de flexión de cadera y rodilla, sujetándose los tobillos con las manos; seguido a la postura inicial se realiza una extensión gradual de la articulación de la rodilla mientras se mantiene el pecho y los muslos en contacto. La posición de máxima extensión se consigue cuando el cuádriceps femoral está en su contracción máxima. Esta posición se mantendrá durante 5 segundos. Para conseguir resultados positivos, estos autores proponen una serie de 5 repeticiones, manteniendo 5 segundos la posición final en cada una de ellas, realizando esta rutina dos veces al día durante 4 semanas.

Otra técnica para aumentar la extensibilidad isquiosural es la utilizada en la investigación de Kang et al.,⁵² la técnica Hold Relax (HR). El HR, una de las diferentes manifestaciones de la FNP, es una técnica de estiramiento mixta cuyo procedimiento consiste en realizar un estiramiento pasivo hasta la zona de alta resistencia durante 7", seguido de una activación isométrica (50%) del músculo elongado durante otros 7", después, el sujeto relajará el músculo manteniendo la posición durante 5" y, finalmente, realizará una progresión de un nuevo estiramiento pasivo que se mantiene en la posición final durante 7". Esta secuencia se repetirá 5 veces. Con este protocolo consiguieron mejoras significativas en el rango de movimiento en la extensión activa de la rodilla tras los estiramientos de los isquiotibiales.

Otra alternativa a estos estiramientos la proponen Jang et al.⁵³ En su estudio afirman la efectividad del ejercicio de extensión pasiva de la rodilla desde sentado como método de estiramiento de los músculos isquiosurales. Estos autores argumentan que son más positivos que, por ejemplo, el estiramiento realizado en el ejercicio de la pierna recta, ya que al estar sentado se asegura la estabilidad de la columna lumbar. El procedimiento de esta técnica trata de, sentado el sujeto, extender la pierna hasta los 90°, luego, con ayuda de una cuerda atada al tobillo, el sujeto elevará más la pierna hasta notar estiramiento. Este proceso se realizará tres veces, dejando un minuto de descanso entre serie. Finalizado el protocolo, se obtuvieron mejoras significativas en el aumento de la inclinación del tronco.

Más tradicional es López-Miñarro et al.,⁵⁴ que utilizan el estiramiento estático activo como método para ganar extensibilidad isquiosural para provocar cambios inmediatos en la posición de la pelvis, así como las curvaturas de la columna. Estos siguen un protocolo de cuatro ejercicios: estiramiento isquiosural unilateral de pie, con pie apoyado en silla.; estiramiento bilateral sentado en un taburete; estiramiento unilateral en tendido supino; estiramiento bilateral de pie (flexión de tronco). En todos los ejercicios los sujetos tenían que flexionar el tronco o la cadera. Además, debían mantener la columna lo más alineada posible hasta sentir estiramiento en la zona. Para obtener resultados positivos, los autores proponen 3 series por ejercicio, aguantando la posición 20" y dejando 30" de descanso entre serie y ejercicio, consiguiendo cambios inmediatos en las curvaturas de la columna y en la posición de la pelvis tras estos, permitiendo una mayor flexión lumbar y una anterior

inclinación de la pelvis, así como la disminución de la cifosis torácica al realizar una flexión de tronco máxima con las rodillas extendidas.

En cambio, Marshall et al.,⁵⁵ obtienen también resultados positivos sobre los isquiotibiales en su investigación utilizando el mismo método, pero de forma pasiva, ayudando al sujeto a estirar con bandas elásticas. Como los anteriores, también realizan cuatro tipos de ejercicios: en tendido supino, elevación de la pierna recta; igual que el anterior, pero rodilla flexionada (estiramiento del glúteo); estiramiento buenos días (de pie, con flexión del tronco); y sentado, estiramiento del glúteo medio (rodilla flexionada colocar tobillo encima de muslo de la pierna contraria). Este procedimiento lo realizaron 3 veces con ambas piernas, manteniéndolo durante 30". Manteniendo esta intervención 5 días durante 4 semanas consiguieron aumentar la extensibilidad isquiosural y disminuir la rigidez muscular pasiva de esta musculatura.

A continuación, a modo de resumen, se pueden observar en la siguiente tabla los distintos métodos de estiramiento mencionados con anterioridad con sus respectivos resultados (tabla1).

Tabla 1. Investigaciones recientes en las que se han contrastado diferentes técnicas de estiramiento isquiosural.

TIPOS DE ESTIRAMIENTO					
ESTUDIO	SUJETOS	TÉCNICA DE ESTIRAMIENTO	PROCEDIMIENTO	DURACIÓN	RESULTADOS
Sairyo et al. (2013)	17 deportistas con dolor lumbar.	Jack-Knife Stretch (combinación estático y dinámico).	1. Sujeto realiza sentadilla sujetándose los tobillos con las manos. 2. Extensión gradual de rodillas, sin separar el pecho de los muslos, hasta llegar a posición de máx extensión, justo cuando se produce la contracción máx del cuádriceps femoral. Aguantar esta posición 5". Realizar 1 serie de 5 repeticiones.	2 veces al día (mañana y tarde) durante 4 semanas.	Desaparición del dolor leve de espalda tras la intervención. Sin embargo, sujetos también tomaban pastillas, por lo que no claro los efectos exactos.
Kang et al. (2013)	16 hombres con reducida ROM en extensión activa de rodilla.	Hold Relax (HR).	1. Estiramiento pasivo hasta zona de alta resistencia (7"). 2. Activación isométrica del músculo isquiotibial (7"). 3. Relajación manteniendo la posición (5"). 4. Progresión a través de un nuevo estiramiento pasivo que se mantiene en la posición final durante 7". Repetir esta secuencia 5 veces.	-----	Mejoras significativas en el rango de movimiento en la extensión activa de la rodilla tras los estiramientos en los isquiotibiales.
Jang et al. (2013)	31 sujetos con dolor bajo de la espalda y acortamiento isquiosural.	Estiramiento desde sentado provocado por extensión pasiva de la rodilla.	1. Sentado en una silla, realizar una extensión pasiva de la rodilla (90°). Estabilidad de la columna lumbar. 2. Con una cuerda atada al tobillo del sujeto, éste eleva la pierna con la ayuda de la misma hasta sentir estiramiento. Repetir 3 veces, dejando un minuto de descanso entre serie.	-----	Mejoras significativas en el aumento de la inclinación del tronco tras la intervención.
López-Miñarro et al. (2012)	55 sujetos con alguna lesión de isquiotibiales en últimos seis meses y dolor bajo espalda últimos dos meses.	Estiramiento estático activo (4 ejercicios).	1. Estiramiento isquiosural unilateral de pie, con pie apoyado en silla. 2. Estiramiento bilateral sentado en un taburete. 3. Estiramiento unilateral en tendido supino. 4. Estiramiento bilateral de pie (flexión tronco). En todos los estiramientos sujetos flexionan el tronco o la cadera; mantener la columna lo más alineada posible mientras sienten la sensación de estiramiento de la zona. Realizar 3 series por ejercicio, aguantando la posición 20" y dejar 30" de descanso entre serie y ejercicio.	-----	Cambios inmediatos en las curvaturas de la columna y en la posición de la pelvis tras los estiramientos, permitiendo una mayor flexión lumbar y una anterior inclinación de la pelvis, así como la disminución de la cifosis torácica al realizar una flexión de tronco máxima con las rodillas extendidas.
Marshall et al. (2011)	22 sujetos sanos.	Estiramiento estático pasivo (4 ejercicios).	1. Tendido supino elevación pierna recta. 2. Tendido supino, igual anterior pero rodilla flexionada (estiramiento del glúteo). 3. Estiramiento buenos días (de pie, flexión del tronco). 4. Sentado, estiramiento del glúteo medio (rodilla flexionada colocar tobillo encima de muslo pierna contraria). Ayuda con bandas elásticas. Realizar 3 veces cada uno durante 30". Ambas piernas.	5 días/semana durante 4 semanas.	Aumento de la extensibilidad isquiosural y disminución de la rigidez muscular pasiva de esta musculatura tras las 4 semanas de intervención.

3. CONCLUSIONES

Parece ser que, según lo expuesto a lo largo de esta revisión, sí existe una relación entre dolor bajo de la espalda y acortamiento isquiosural, pero hay una gran controversia sobre si esta influencia es negativa o positiva. De hecho, Feldman et al.⁴³ confirman que probablemente la falta de flexibilidad isquiosural sea el resultado de este dolor lumbar más que la causa. Aun así, no se puede llegar a un consenso al respecto por la falta de acuerdo en la literatura.

En cuanto a la influencia de los estiramientos, todos los métodos anteriormente mencionados son válidos para incrementar la extensibilidad isquiosural, en el caso de que la carencia de ésta influyera en el dolor lumbar. Aunque con todos se hayan obtenido resultados positivos, está demostrado que el método FNP es el más efectivo, ofreciendo ganancias inmediatas.⁵⁶ En este sentido, sería más recomendable realizar los métodos de FNP propuestos, dejando a un lado los métodos estáticos que, además, según Butler & Wolkenstein,⁵⁷ Kornberg & Lew⁵⁸ y Turl & George⁵⁹ aumentan la tensión neural, identificada como un factor de riesgo en las lesiones de isquiotibiales.

4. NUEVOS PROBLEMAS/PERSPECTIVAS

Después de comprobar la gran controversia que existe entre las variables estudiadas en esta revisión, sería interesante realizar futuras investigaciones en las que se pueda comprobar si la musculatura isquiosural afecta positiva o negativamente en el dolor bajo de la espalda. Para ello, es imprescindible diferenciar entre rigidez muscular pasiva y activa de esta musculatura y la incidencia de ambas puedan tener sobre su extensibilidad, en referencia siempre al componente mecánico y no al morfológico, cuyo tratamiento es principalmente quirúrgico. Sería conveniente el uso de técnicas como la tensiomiografía para conocer el grado de rigidez muscular, así como evaluar qué grado de rigidez se considera beneficioso, provocando estabilidad en la cadera y la pelvis, o perjudicial, siendo

imprescindible aumentar la extensibilidad de la zona para conseguir la compensación necesaria evitando posibles repercusiones.

Una vez comprobada la relación entre acortamiento isquiosural y dolor bajo de espalda, sería útil diferenciar este vínculo por género y edad, así como la posible influencia del acortamiento de esta musculatura en deportistas de élite, comprobando si afecta a su grado de rendimiento o en posibles lesiones reiteradas de isquiotibiales o de la espalda.

En cuanto a técnicas para aumentar la extensibilidad isquiosural, Kuszewski et al.⁶⁰ propone un entrenamiento de estabilidad del complejo lumbo-pélvico, ya que muestra una tendencia positiva a reducir la rigidez isquiosural. Por lo tanto, como complemento a lo mencionado en el párrafo anterior, podría comprobarse si es más efectivo un tratamiento basado en estiramientos FNP o en un entrenamiento de estabilidad del complejo lumbo-pélvico para reducir el dolor lumbar.

Siendo el dolor lumbar la principal causa de absentismo laboral en España y ocasionando económicamente a un país unas cifras tan elevadas, sería conveniente conocer qué importancia tiene el acortamiento isquiosural en el dolor bajo de la espalda en el ámbito laboral y, si existe un nexo de unión, recomendar a las empresas la realización de estiramientos FNP por parte de sus empleados a favor de paliar estas posibles dolencias, disminuyendo el gasto público que esto ocasiona.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Furlan AD, Yazdi F, Tsertsvadze A, Gross A, Van Tulder M, Santaguida L, Gagnier J, Ammendolia C, Dryden T, Doucette S, Skidmore B, Daniel R, Ostermann T, Tsouros S. A systematic review and meta-analysis of efficacy, cost-effectiveness, and safety of selected complementary and alternative medicine for neck and low back pain. *Evid Bas Complem Alter Med*; 2012; 953139.
2. Kinkade S. Evaluation and treatment of acute low back pain. *Am Fam Physician*. 2007; 75: 1181-1188.

3. Guevara U, Covarrubias A, Elías J, Reyes A, Rodríguez TS. Parámetros de práctica para el manejo del dolor de espalda baja. *Cir y Cir.* 2011; 79: 286-302.
4. Bono CM. Low-back pain in athletes. *J Bone Joint Surg Am.* 2004; 86-A(2): 382-396.
5. Lawrence JP, Greene HS, Grauner JN. Back pain in athletes. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006; 14: 726-735.
6. Dirección Servicios Médicos Concertados. Dolor de columna: una causa de baja laboral demasiado frecuente [Internet]. 2009 (Mapfre). [Extraído el 19 de mayo de 2014; citado el 19 de mayo de 2014]. Disponible en: <http://www.mapfre.es/salud/es/noticias/dolor-columna-baja-laboral-frecuente.shtml>
7. Demirel R, Ucok K, Kavuncu V, Gecicid O, Evcike D, Dundar U. Effects of balneotherapy with exercise in patients with low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2008; 21: 263-272.
8. McGill SM. *Low back disorders: evidence-based prevention and rehabilitation.* Canadá: Human Kinetics. 2007.
9. Norris C. *Back stability: integrating science and therapy.* Human Kinetics. 2008.
10. Hultman G, Saraste H, Ohlsen H. Anthropometry, spinal canal width, and flexibility of the spine and hamstring muscles in 45-55- years-old men with and without low back pain. *J Spinal Disord.* 1992; 5 (3): 245-253.
11. McClure PW, Esola M, Schreier R, Siegler S. Kinematic analysis of lumbar and hip motion while rising from a forward, flexed position in patients with and without a history of low back pain. *Spine.* 1997; 22(5): 552-558.
12. Nadler SF, Malanga GA, DePrince M, Stitik TP, Feinberg JH. The relationship between lower extremity injury, low back pain, and hip muscle strength in male and female collegiate athletes. *Clin J Sport Med.* 2000; 10(2): 89-97.
13. Nadler SF, Malanga GA, Feinberg JH, Prybicien M, Stitik TP, DePrince M. Relationship between hip muscle imbalance and occurrence of low back pain in collegiate athletes: a prospective study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2001; 80(8): 572-577.
14. Nadler SF, Moley P, Malanga GA, Rubbani M, Prybicien M, Feinberg JH. Functional deficits in athletes with a history of low back pain: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002; 83(12): 1753-1758.

15. Jones MA, Stratton G, Reilly T, Unnithan VB. Biological risk indicators for recurrent non-specific low back pain in adolescents. *Br J Sports Med.* 2005; 39 (3): 137-140.
16. Göeken LN. Straight-leg raising in “short hamstrings” [PhD thesis]. Groningen (Netherlands): University of Groningen; 1988.
17. Göeken LN, Hof AL. Instrumental straight-leg raising: Results in healthy subject. *Arch Phys Med Rehabil.* 1993; 74: 194-203.
18. Göeken LN, Hof AL. Instrumental straight-leg raising: Results in patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994; 75: 470-477.
19. Halbertsma JP, Göeken LN, Hof AL, Groothoff JW, Eisma WH. Extensibility and stiffness of the hamstrings in patients with nonspecific low back pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001; 82(2):232-238.
20. França FR, Burke TN, Caffarro RR, Ramos LA, Marques AP. Effects of muscular stretching and segmental stabilization on functional disability and pain in patients with chronic low back pain: a randomized, controlled trial. *J Manipulative Physiol Ther.* 2012; 35: 279-285.
21. McGregor A, McCarthy I, Hughes S. (1995). Motion characteristics of normal subjects and people with low back pain. *Physiother.* 1995; 81: 632-637.
22. Thomas E, Silman A, Papageorgiou A, Macfarlane G, Croft P. Association between measures of spinal mobility and low back pain. An analysis of new attenders in primary care. *Spine.* 1998; 23: 343-347.
23. Esola MA, McClure PW, Fitzgerald GK, Siegler S. Analysis of lumbar spine and hip motion during forward bending in subjects with and without a history of low back pain. *Spine.* 1996; 21: 71-78.
24. McHugh MP, Kremencic IJ, Fox MB, Gleim GW. The role of mechanical and neural restraints to joint range of motion during passive stretch. *Med Sci Sports Exerc.* 1998; 30: 928-932.
25. Ledoux P. L’extensibilité des ischio-jambiers. *Kinésithérapie Scientifique.* 1992; 313: 6-8.
26. Gajdosik RL, Albert CR, Mitman JJ. Influence of hamstring length on the standing position and flexion range of motion of the pelvic angle, lumbar angle, and thoracic angle. *J Orthop Sports Phys.* 1994; 20(4): 213-219.

27. López-Miñarro PA, Muyor JM, Alacid F. Influence of hamstring extensibility on sagittal spinal curvatures and pelvic tilt in highly trained young kayakers. *Eur J Sport Sci.* 2012; 12(6): 469-474.
28. Ferrer V. Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar [PhD thesis]. Murcia, Universidad de Murcia; 1998.
29. Cabry J, Shiple BJ. Increasing hamstring flexibility decreases hamstring injuries in high school athletes. *Clin J Sport Med.* 2000; 10(4): 311-312.
30. Croisier JL, Forthomme B, Namurois MH, Vanderthommen M, Crielaard JM. Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *Am J Sports Med.* 2002; 30(2): 199-203.
31. Witvrouw E, Danneels L, Asselman P, D'Have T, Cambier D. Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med.* 2003; 31(1): 41-46.
32. Henderson G, Barnes CA, Portas MD. Factors associated with increased propensity for hamstring injury in English Premier League soccer players. *J Sci Med Sport.* 2010; 13(4): 397-402.
33. Granata KP, Wilson SE, Padua DA. Gender differences in active musculoskeletal stiffness, part I: quantification in controlled measurements of knee joint dynamics. *J Electromyogr Kinesiol.* 2002; 12(2): 119-126.
34. McNair PJ, Hewson DJ, Dombroski E, Stanley SN. Stiffness and passive peak force changes at the ankle joint: the effect of different joint angular velocities. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2002; 17(7): 536-540.
35. Blackburn JT, Bell DR, Norcross MF, Hudson JD, Kimsey MH. Sex comparison of hamstring structural and material properties. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2009; 24(1): 65-70.
36. Pacheco L, García JJ. Sobre la aplicación de estiramientos en el deportista sano y lesionado. *Apunts.* 2010; 45(166): 109-125.
37. Blackburn JT, Padua DA, Riemann BL, Guskiewicz KM. The relationships between active extensibility, and passive and active stiffness of the knee flexors. *J Electromyogr Kinesiol.* 2004; 14(6): 683-691.

38. Blackburn JT, Riemann BL, Padua DA, Guskiewicz KM. Sex comparison of extensibility, passive, and active stiffness of the knee flexors. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2004; 19(1): 36-43.
39. Bedard RJ, Kim KM, Grindstaff TL, Hart JM. Increased active hamstring stiffness after exercise in women with a history of low back pain. *J Sport Rehabil*. 2013; 22(1): 47-52.
40. Marshall PWM., Mannion J, Bernadette A, Murphy BA. Extensibility of the hamstrings is best explained by mechanical components of muscle contraction, not behavioral measures in individuals with chronic low back pain. *Am Acad Phys Med Rehabil*. 2009; 1(8): 709-718.
41. Atalay A, Akbay A, Atalay B, Akalan N. Lumbar disc herniation and tight hamstrings syndrome in adolescence. *Childs Nerv Syst*. 2003; 19(2): 82-85.
42. Salminen JJ, Maki P, Oksanen A, Pentti J. Spinal mobility and trunk muscle strength in 15-year-old schoolchildren with and without low back pain. *Spine*. 1992; 17: 405-411.
43. Feldman DE, Shrier I, Rossignol M, Abenhaim L. Risk factors for the development of low back pain in adolescence. *Am J Epidemiol*. 2001; 154(1): 30-36.
44. Van Wingerden JP, Vleeming A, Kleinrensink GJ, Stoeckart R. The role of the hamstrings in pelvic and spinal function. Movement, stability and low back pain. New York: Churchill Livingstone. 1997; 207-210.
45. Van Wingerden JP, Vleeming A, Buyruk HM, Raissadat K. Stabilization of the sacroiliac joint in vivo: verification of muscular contribution to force closure of the pelvis. *Eur Spine J*. 2004; 13: 199-205.
46. Arab AM, Nourbakhsh MR, Mohammadifar A. The relationship between hamstring length and gluteal muscle strength in individuals with sacroiliac joint dysfunction. *J Manual Manipulative Ther*. 2011; 19(1): 5-10.
47. Raftery SM, Marshall PWM. Does a 'tight' hamstring predict low back pain reporting during prolonged standing?. *J Electromyogr Kinesiol*. 2012; 22: 407-411.
48. Tafazzoli F, Lamontagne M. Mechanical behavior of hamstring muscles in low back pain patients and control subjects. *Clin Biomech*. 1996; 11(1): 16-24.

49. Sairyo K, Kawamura T, Mase Y, Hada Y, Sakai T, Hasebe K, Dezawa A. Jack-knife stretching promotes flexibility of tight hamstrings after 4 weeks: a pilot study. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2013; 23(6): 657-663.
50. Vaquero-Cristóbal R, Muyor JM, Alacid F, López-Miñarro PA. Efecto de un programa de estiramientos de la musculatura isquiosural en futbolistas. *Int. J. Morphol.* 2012; 30(3): 1065-1070.
51. Davis DS, Ashby PE, McCale KL, McQuain JA, Wine JM. The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *J Strength Cond Res.* 2005; 19: 27-32.
52. Kang MH, Jung DH, An DH, Yoo WG, Oh JS. Acute effects of hamstring-stretching exercises on the kinematics of the lumbar spine and hip during stoop lifting. *J Back Musculoskel Rehabil.* 2013; 26(3): 329-336.
53. Jang J, Koh E, Han D. The effectiveness of passive knee extension exercise in the sitting position on stretching of the hamstring muscle of patients with lower back pain. *J Phys Ther Sci.* 2013; 25(4): 501-504.
54. López-Miñarro PA, Muyor JM, Belmonte F, Alacid F. Acute effects of hamstring stretching on sagittal spinal curvatures and pelvic tilt. *J Human Kinetics.* 2012; 31: 69-78.
55. Marshall PWM., Cashman A, Cheema BS. A randomized controlled trial for the effect of passive stretching on measures of hamstring extensibility, passive stiffness, strength, and stretch tolerance. *J Sci Med Sport.* 2011; 14(6): 535-540.
56. Page P. Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. *The Internat J Sports Phys Ther.* 2012; 7(1): 109-119.
57. Butler DJ, Wolkenstein AS. Physician impairment: physicians' exposure, attitudes, and beliefs. *Fam Pract Research J.* 1991; 11: 327-333.
58. Kornberg C, Lew P. The effect of stretching neural structures on grade one hamstring injuries. *J Orthop & Sports Phys Ther.* 1989; 10: 481-487.
59. Turl SE, George KP. Adverse neural tension: a factor in repetitive hamstring strain?. *J Orthop & Sports Phys Ther.* 1998; 27: 16-21.
60. Kuszewski M, Gnat R, Saulicz E. Stability training of the lumbo-pelvo-hip complex influence stiffness of the hamstrings: a preliminary study. *Scan J Med & Sci Sports.* 2009; 19(2): 260-266.