

Efecto agudo de la técnica Active Isolated Stretching y del reposo en sedestación sobre la capacidad de salto

Acute Effects on jumping capacity of Active Isolated Stretching Technique and of repose while sitting

Jesús López-Bedoya¹, Leopoldo Ariza-Vargas², Alejandro Robles-Fuentes², Mercedes Vernetta-Santana¹

1. Universidad de Granada

2. Universidad de Córdoba

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar el efecto agudo de la técnica de estiramiento active isolated stretching (AIS) y el efecto del reposo en sedestación sobre la altura de salto registrada mediante el test Squat Jump (SJ) y Counter Movement Jump (CMJ). Un total de 22 varones con un rango de edad entre 21 y 24 años (edad $22,9 \pm 2,03$ años; masa corporal $69,7 \pm 5,60$ kg; altura $173,6 \pm 7,37$ cm) completaron el estudio. Se utilizó un diseño intragrupo pretest-posttest con dos situaciones experimentales (estiramiento y reposo en sedestación). A los sujetos del grupo de estiramiento se les evaluó la altura de salto en SJ y CMJ antes e inmediatamente después de aplicar el AIS (15 s después) en el cuádriceps femoral y tríceps sural en una única sesión de entrenamiento. Se realizaron 4 series de 12 repeticiones alternando la extremidad inferior izquierda y derecha con el siguiente orden: tríceps sural derecho, tríceps sural izquierdo, cuádriceps femoral derecho y cuádriceps femoral izquierdo. El tiempo de estiramiento total de cada grupo muscular fue de 96 s, con un tiempo total de trabajo de aproximadamente 15 min. A los sujetos del grupo de reposo se les evaluó la altura de salto en SJ y CMJ antes e inmediatamente después de un reposo en sedestación de 15 min. Tras la aplicación de AIS, los resultados mostraron pérdidas agudas de altura de salto de 2,14 cm (-7,13%) en SJ y de 2,65 cm (-7,22%) en CMJ. Después del reposo, las pérdidas producidas en la altura registrada fueron de 1,90 cm (-6,41%) en SJ y de 2,38 cm (-6,46%) en CMJ. Por tanto, la utilización de un protocolo de estiramientos utilizando la técnica del AIS o de un periodo de reposo en sedestación influye de forma negativa en la capacidad de salto.

Palabras claves: active isolated stretching; capacidad de salto; rendimiento deportivo.

Abstract

The aim of this study was to analyze the acute effect of stretching technique Active Isolated Stretching (AIS) and repose sitting with the lower extremities raised of rest over on the high jump in Squat Jump (SJ) and Countermovement Jump (CMJ). Twenty two males aged between 21 and 24 years (age = 22.9 ± 2.03 years; body mass = 69.7 ± 5.60 kg; height = 173.6 ± 7.37 cm) who volunteered to participate in the study. An intragroup pre-post-test design with two experimental situations (stretching and resting) was used. The height of the SJ and CMJ jumps of the stretching group was measured before and 15 s after only one session of AIS on the femoral quadriceps and triceps surae. The treatment consisted of 4 sets of 12 repetitions with each leg alternating following this cycle: right triceps surae, left triceps surae, right femoral quadriceps and left femoral quadriceps. The total stretching time of each muscular group was 96 seconds with a total working time of 15 minutes. The height of SJ and CMJ jumps of the resting group was measured before and immediately after a 15-minute sitting at rest with the lower extremities raised. The results showed an acute loss of 2.14 cm (-7.13%) in SJ and 2.65 cm (-7.22%) in CMJ after the application of AIS in the stretching group, as well as in the resting group being 1.90 cm (-6.41%) in SJ and 2.38 cm (-6.46%) in CMJ. Therefore, the stretching protocol using the AIS technique and or a period of repose both influenced negatively in the jumping capacity.

Key words: active isolated stretching; jumping capacity; sports performance.

Correspondencia: Leopoldo Ariza Vargas

Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Córdoba. España

Email: eo1arval@uco.es

Introducción

Los efectos agudos o a corto plazo del entrenamiento de flexibilidad sobre la fuerza, son considerados como los efectos que producen un único ejercicio o sesión de estiramiento (efectos inmediatos), los cuales no perduran en el tiempo (Robles, 2010).

Revisiones bibliográficas al respecto sostienen que los estiramientos no producen mejoras agudas del rendimiento muscular (Shrier, 2004). Se ha observado que los estiramientos estático-pasivos, balísticos o de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva (FNP) producen pérdida aguda de manifestaciones estáticas y concéntricas de la fuerza (Bacurau y col., 2009; Kay y Blazevich, 2008; Marek y col., 2005; Nelson, Kokkonen y Arnall, 2005; Rubini, Costa y Gomes, 2007). Los efectos agudos de los estiramientos también incluyen pérdida de fuerza máxima isométrica (Avela, Kyröläinen y Komi, 1999; Fowles, Sale y MacDougall, 2000; Kay y Blazevich, 2008; Knudson y Noffal, 2005; Ogura, Miyahara, Naito, Katamoto y Aoki, 2007; Power, Behm, Cahill, Carroll y Young, 2004). En relación a la capacidad de salto, los estudios de Bradley, Olsen y Portas (2007) y Wallmann, Mercer y McWhorter (2005), indican que una carga aguda de estiramientos estáticos dentro del calentamiento, parece tener pocos efectos positivos en dicha capacidad.

Sin embargo también se han observado ausencia de alteraciones o mejoras significativas de la fuerza y del rendimiento muscular en manifestaciones excéntricas (Cramer, Housh, Coburn, Beck y Johnson, 2006) y no se han observado pérdidas al aplicar distintas técnicas de estiramientos, por ejemplo, estiramientos dinámicos (Ayala y Sainz de Baranda, 2010; Herda, Cramer, Ryan, McHugh y Stout, 2008; Manoel, Harris-Love, Danoff y Miller, 2008; Yamaguchi e Ishii, 2005; Yamaguchi, Ishii, Yamanaka y Yasuda, 2007), estiramientos balísticos (Bacurau y col., 2009), estiramientos con vibración (Cronin, Nash y Whatman, 2008; Kinser y col., 2008) e incluso con estiramiento estático pasivo (Kay y Blazevich, 2008).

En resumen, el efecto de pérdida, ganancia o no alteración significativa del rendimiento muscular puede estar relacionado con la técnica de estiramiento utilizada y con la manifestación de la fuerza analizada.

La mayoría de los estudios revisados usan fundamentalmente dos técnicas de estiramiento: Estiramiento Estático Pasivo (EEP) y FNP, siendo menos estudiadas las técnicas de estiramientos dinámicos y menos aún la técnica conocida como *Active Isolated Stretching* (AIS) o Estiramiento Aislado Activo (Kochno, 2002). Esta técnica está incluida dentro del denominado Método Mattes, consistente en un método terapéutico de relajación mio-fascial desarrollado por Aaron L. Mattes en 1996, que incorpora esta técnica específica para programas de ejercicios de flexibilidad. El protocolo de estiramiento del AIS se puede resumir de la siguiente forma (Kochno, 2002; Mattes, 1996 y 2000): identificación de la musculatura a estirar, aislándola y manteniéndola lo más relajada posible; inicio del estiramiento de forma activa por acción de los músculos heterónimos (los contrarios a los que se estiran, termino sugerido por Sáez, 2005) y continuación del estiramiento asistido por una ayuda externa, de forma gradual hasta el punto de ligera irritación (estiramiento de 1,5 a 2 s); cese del estiramiento regresando a la posición inicial de forma gradual, permaneciendo en relajación otros 2 s; repetir el ciclo de estiramiento-relajación unas 10 veces. Según Mattes (1996) usando estos estiramientos de corta duración, de 1,5 a 2 s, alternados con periodos de descanso de 2 s, se reduce la posibilidad de desatar el reflejo miotático (o de estiramiento) evitando la contracción refleja de los músculos a estirar. Por tanto los dos principios neurofisiológicos sobre los que se asienta el AIS son la inhibición recíproca (ley de Sherrington) y el reflejo miotático (husos neuromusculares). El carácter rítmico del AIS, que alterna fases de contracción/estiramiento con fases de relajación volviendo a la posición

inicial, permite el incremento del flujo de sangre y linfa, aportando nutrientes específicos y oxígeno más eficientemente que cuando el músculo trabaja de forma estática (Mattes, 1996, 2000). Gracias a la mejor calidad en el aporte de sustratos energéticos básicos, disminuye la actividad anaeróbica, se retarda la creación de Ácido Láctico y decrece la fatiga (Mattes, 1996, 2000). Los estiramientos son tan breves que impiden la aparición de daño muscular (Mattes, 2000).

Son varios los estudios que han comprobado la eficacia de la técnica AIS sobre el incremento del rango de movimiento activo y pasivo a largo plazo (Liemohn, Mazis y Zhang, 1999; López-Bedoya, Vernetta, Robles y Ariza 2013; Marino, Ramsey, Otto y Wygand, 2001; Middag y Harmer, 2002). Sin embargo, existe poca documentación de su efecto agudo en dichos rangos de movimientos y menos aún sobre la fuerza (Robles 2010).

Igualmente, existen escasos estudios que aporten evidencia del efecto que tiene el reposo sobre la altura de salto. Bradley, Olsen y Portas (2007) constataron que la altura del salto vertical disminuyó inmediatamente tras la utilización de estiramientos EEP y FNP (4,0% y 5,1% respectivamente, $p < 0,05$), pero sin embargo, observaron que el estiramiento balístico no alteraba el rendimiento en el salto y tampoco este se veía perjudicado tras un intervalo de descanso de 10 min.

Power, Behm, Cahill, Carrol y Young (2004) en un estudio sobre el efecto agudo del estiramiento estático, no encontraron pérdidas significativas de fuerza máxima isométrica en el músculo cuádriceps de la extremidad inferior dominante, en el grupo experimental en el postest, tras el estiramiento y después de 30 min de descanso. En cambio, si encontraron pérdidas significativas después de un periodo de 60, 90 y 120 min respectivamente. En referencia a la capacidad salto, estos autores constataron que tanto la altura en el Drop Jump como en el Squat Jump disminuyó durante el periodo de evaluación postest tras el estiramiento estático aunque no de forma significativa en ninguno de los dos saltos. Igualmente, en el grupo de control después de 18 min de reposo, no se encontró cambios significativos con respecto al grupo experimental en el rendimiento de fuerza y capacidad de salto.

También, Vernetta, Ariza, Robles y López-Bedoya (2014) en un estudio sobre la aplicación aguda del AIS sobre la musculatura isquiotibial no encontraron alteraciones significativas de la fuerza isométrica máxima en flexión de rodillas, ni tampoco después de un periodo de reposo de 4 min.

Por ello, el objetivo fundamental del estudio ha sido evaluar el efecto agudo del AIS y el efecto del reposo en sedestación sobre la altura de salto registrada mediante el test Squat Jump (SJ) y Counter Movement Jump (CMJ).

Método

Participantes

Un total de 22 sujetos varones sanos y activos con un rango de edad entre 21 y 24 años (edad $22,9 \pm 2,03$ años; masa corporal $69,7 \pm 5,60$ kg; altura $173,6 \pm 7,37$ cm), todos estudiantes universitarios en Ciencias del Deporte, participaron voluntariamente en el estudio. Ninguno de ellos estaban realizando en ese momento ningún tipo de entrenamiento físico programado ni padecía lesiones en la musculatura isquiotibial, ni ninguna otra dolencia de tipo muscular o articular que impidiese realizar el tratamiento o los test de evaluación. Los sujetos estaban familiarizados con los test de salto SJ y CMJ y desconocían la técnica de estiramiento del AIS. Todos fueron informados de los riesgos y requerimientos del estudio y firmaron el

consentimiento informado, previamente aprobado por el Comité Ético de Investigación de la Universidad en línea con los criterios de la Declaración de Helsinki para la investigación relacionada con humanos.

Diseño

Se utilizó un diseño intragrupo pretest-postest con contrabalanceo de dos situaciones experimentales. Cada sujeto realizó una de las dos situaciones experimentales en días diferentes en un orden aleatorio. En cada situación experimental se realizó un calentamiento previo al pretest, inmediatamente el tratamiento y de nuevo sin pausa, el postest (Figura 1). Un día el sujeto fue grupo de reposo (no realizó estiramiento entre el pretest y el postest) y otro día fue grupo de tratamiento (sí realizó el estiramiento entre el pretest y el postest). La variable independiente fue la aplicación de la técnica AIS con dos niveles: tratamiento y no tratamiento. Las variables dependientes fueron: la altura del salto en SJ y CMJ.

Instrumentos

Para medir la altura de los saltos se utilizó una plataforma de saltos láser (SportJUMP System PRO, Desarrollo Software Deportivo S. L., Ribaseca, León, España, <http://www.dsd.es/>). Entre sus características cabe destacar su exactitud en la medida, ya que el sistema ha sido validado en pruebas de laboratorio y campo y permite registrar tiempos con una precisión de 1 ms (1/1000 s), aportando así máximo rigor en los cálculos de la altura del vuelo y tiempo de contacto (García-López, Rodríguez-Marrollo, Pernía, Ávila y Villa, 2008; Ogueta-Alday, Morante, Lazo, Rodríguez-Marroyo, Villa y García-López, 2013; Orantes, Heredia y Soto, 2013). Para controlar los ángulos flexión de la rodilla de 90° en SJ y CMJ, se utilizó un goniómetro de ramas previo al salto, identificando de esta forma la posición de flexión. Esta referencia, permitía situar una cuerda elástica transversalmente, de tal forma que rozase en la parte superior de los isquiotibiales a modo de referencia para confirmar el ángulo de flexión requerido (Cotterman, Darby y Skelly 2005). Paralelamente durante el salto, un miembro del equipo investigador confirmaba visualmente el movimiento de la flexión en el SJ y en el CMJ, desestimando aquella ejecución que no se ajustaba al protocolo. Para controlar la velocidad de carrera durante el calentamiento se utilizó un GPS (Polar, G3 GPS sensor, Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia, <http://www.polar.fi/>).

Procedimiento

Durante el pretest y el postest se midió la altura de salto durante la realización del SJ y el CMJ utilizando el SportJUMP System PRO. El estudio constó de una única sesión de estiramientos aplicando la técnica *Active Isolated Stretching* (AIS) en cuádriceps femoral y triceps sural. Antes del pretest se realizó un calentamiento consistente en carrera continua durante 5 min a 8 km·h⁻¹, (15 s después) se pasó el pretest evaluando altura de salto. Inmediatamente (15 s después) se hizo la intervención (estiramientos aplicando la técnica AIS o reposo) y de nuevo (con 15 s de demora) se procedió al postest evaluando la altura de salto (Figura 1). En síntesis, los sujetos realizaron estiramientos o reposo en orden aleatorio y diferentes días y se les evaluó la altura de salto antes y después de cada situación experimental. Todos los sujetos fueron evaluados en el mismo lugar y en la misma franja horaria (de 18:00 a 20:45 h), pero en días diferentes, transcurriendo 48 h entre ambos días. Cada sujeto fue citado de forma individual con un margen de 15 min entre uno y otro. Antes de la sesión de toma de datos, los sujetos participaron en una sesión donde se les instruyó en la aplicación de la técnica AIS. Dicha sesión se realizó con 72 h de antelación y se utilizó como familiarización con los test de evaluación y la técnica de estiramiento utilizada (ver Figura 1). En dicha sesión se les demostró visualmente y explicó repetidas veces la técnica de ejecución de los saltos y de los estiramientos hasta que lo realizaron de forma correcta.

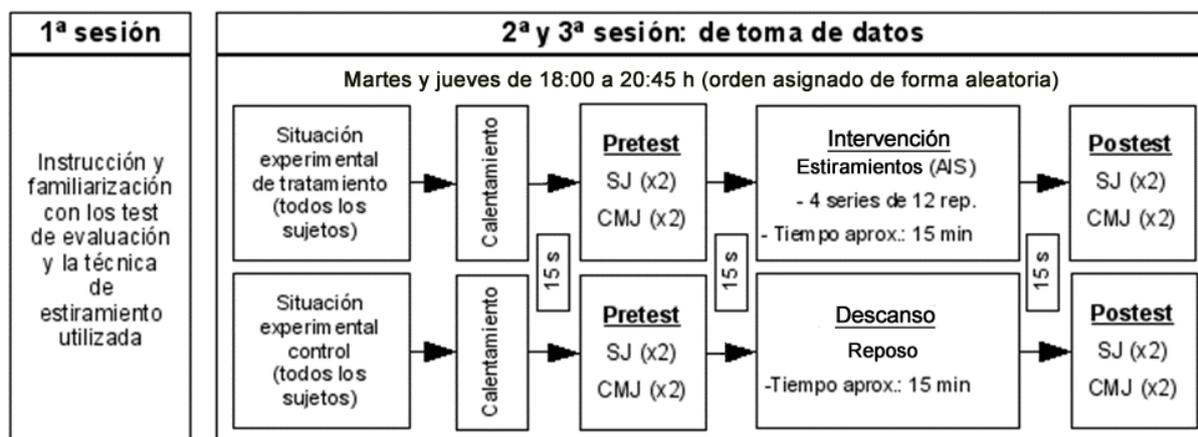


Figura 1: Esquema de la planificación temporal del estudio.
 SJ = Squat Jump, CMJ = Counter Movement Jump.

Evaluación de la altura de salto

Todos los saltos fueron realizados de forma bipodal, con las mismas zapatillas y sobre el mismo pavimento (Bosco, Saggini y Viru, 1997), utilizando el SportJUMP System PRO para la obtención de la altura de salto. El orden de los saltos fue el mismo tanto en el pretest como en el posttest, primero SJ y seguidamente CMJ. Se realizaron dos repeticiones de cada tipo de salto, utilizando para los cálculos finales el promedio de las dos repeticiones. El descanso entre saltos fue aproximadamente de 15 s (Robles, 2010). Otros estudios como los realizados por Robbins y Scheuermann (2008), toman como referencia el promedio entre 3 saltos.

El SJ (Figura 2a) es un salto sin contra-movimiento (Bosco, 1994), en el que se parte de una posición inicial en apoyo bípedo con pies separados a la anchura de las caderas, plantas de los pies apoyadas totalmente, manos en la cintura, espalda recta, lo más vertical posible, con la mirada dirigida al frente y con las rodillas en flexión de 90°. Esta posición se mantiene 2 s y el sujeto realiza el salto vertical sin hacer contra-movimiento buscando alcanzar la máxima altura posible. Durante el salto el sujeto mantiene las manos en la cintura, la espalda lo más vertical posible y las extremidades inferiores en prolongación del tronco. En la recepción, el primer contacto se hace con la zona próxima a la punta del pie y con las rodillas extendidas, amortiguando la recepción posteriormente de forma progresiva.

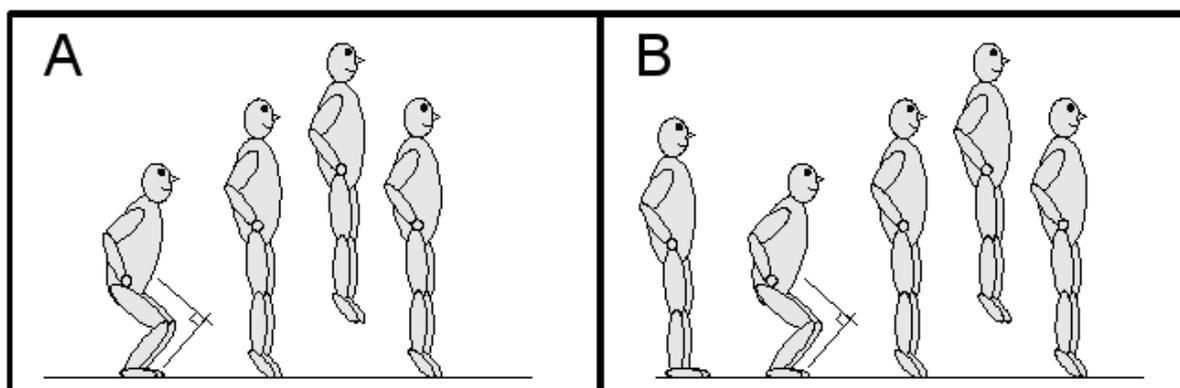


Figura 2: Representación de los test de saltos utilizados (secuencia de izquierda a derecha).
 A) representa el SJ y B) representa el CMJ.

El CMJ (Figura 2b) es un salto similar al anterior pero con contra-movimiento (Bosco, 1994), donde se parte de una posición inicial en apoyo bípedo con pies separados a la anchura de las caderas, plantas de los pies apoyadas totalmente, rodillas extendidas, manos en la cintura, espalda recta y vertical y con la mirada dirigida al frente. Desde esta posición se toma impulso realizando un contra-movimiento en el que se llega hasta una flexión de 90° de rodilla y rápidamente se impulsa hacia arriba realizando el salto lo más alto posible. Durante el contra-movimiento las plantas de los pies permanecen apoyadas sobre el pavimento en su totalidad, las manos en la cadera y la espalda recta y vertical. Durante el vuelo el sujeto mantiene las manos en la cintura, la espalda lo más vertical posible y las extremidades inferiores en prolongación del tronco. En la recepción, el primer contacto se hace con la zona próxima a la punta del pie y con las rodillas extendidas, amortiguando la recepción posteriormente de forma progresiva. Uno de los investigadores de este estudio siempre controló la correcta ejecución.

Intervención

Los sujetos realizaron todo el procedimiento en dos días diferentes. La única diferencia entre los dos días radica en la intervención, un día se realizaron estiramientos y el otro día no los realizaron, permaneciendo en reposo (sentado) durante el tiempo que durase la aplicación de estiramientos del día anterior (15 min). En esta situación, los sujetos debían permanecer sentados en una silla con la espalda erguida descansando firmemente contra el respaldo. Se controló que las rodillas estuvieran ligeramente más altas que las caderas y los pies apoyados por completo en el suelo. Se evitó en todo momento, que los sujetos colocaran una extremidad inferior sobre la otra, que girasen el tronco y que las nalgas descansaran en el borde de la silla.

La intervención consistió en aplicar estiramientos en los músculos cuádriceps femoral y tríceps sural (Figura 3). La técnica que se utilizó fue el AIS que consiste en 4 series de 12 repeticiones del siguiente ciclo: inicio del estiramiento de forma activa de la musculatura heterónima, asistir el movimiento estirando suavemente de forma pasiva hasta el máximo rango de movimiento (ROM), manteniendo la posición 2 s (EEAA, estiramiento estático activo-asistido); volver a la posición inicial para permitir la circulación de sangre y linfa, manteniendo la musculatura relajada durante 2 s. En las siguientes repeticiones los sujetos debían intentar incrementar el ROM en algunos grados mediante las indicaciones del investigador. Cada serie de estiramiento se realizó siguiendo este orden: tríceps sural derecho, tríceps sural izquierdo, cuádriceps femoral derecho y cuádriceps femoral izquierdo; repitiendo el ciclo 4 veces para así completar las 4 series de cada grupo muscular de cada extremidad inferior. Por tanto, las series se realizaron alternando extremidad inferior izquierda con extremidad inferior derecha y el descanso entre series es aproximadamente el tiempo que duran tres series. El ciclo resumido para cada grupo muscular de cada extremidad inferior sería: 2 s de estiramiento + 2 s relajación. Quedando el entrenamiento así: 4x12x(EEAA 2 s) con 2 s de relajación entre repeticiones y 144 s de descanso entre series, siendo el tiempo de estiramiento total de cada grupo muscular de 96 s, con un tiempo total de trabajo de aproximadamente 15 min. Durante todo el entrenamiento se siguieron las mismas pautas de respiración: exhalar durante el estiramiento e inhalar durante la relajación. Todas las sesiones de estiramiento fueron aplicadas por el investigador principal, quien controló en todo momento la posición pélvica de los sujetos durante la aplicación del AIS.

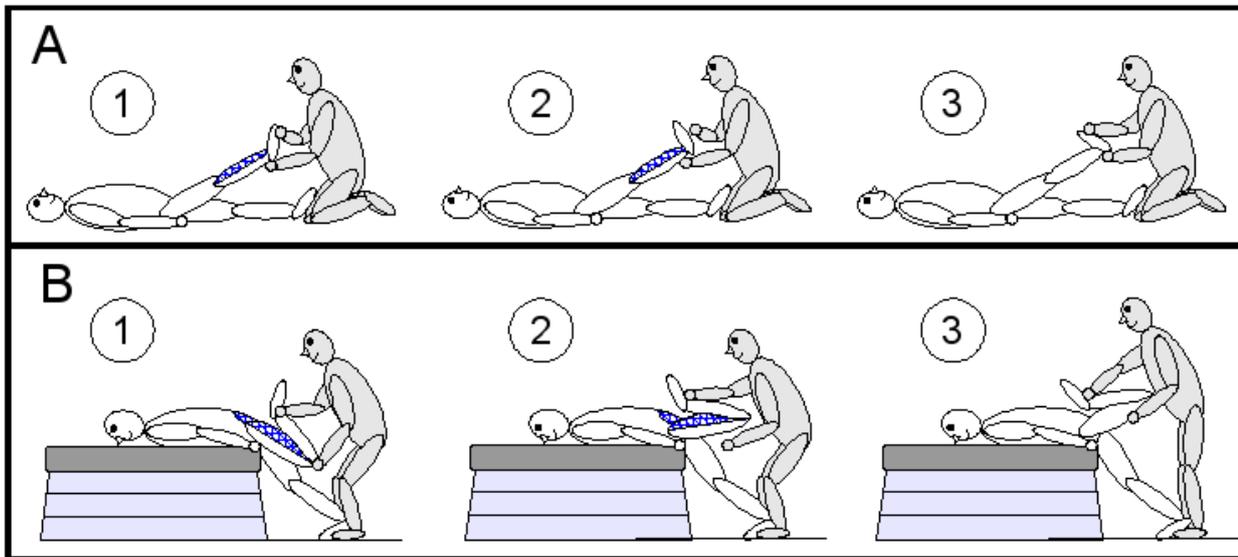


Figura 3: Representación de la colocación del sujeto evaluado y de la secuencia de acciones durante la aplicación de una repetición de la técnica de estiramientos utilizada. Los números rodeados de un círculo representan el orden de la secuencia. A) secuencia del AIS para el tríceps sural. B) secuencia del AIS para el cuádriceps femoral. La parte sombreada de los segmentos indica contracción muscular voluntaria.

Análisis estadístico

Se constató el cumplimiento de los supuestos de normalidad y homocedasticidad mediante la aplicación de las pruebas de ShapiroWilk y Levene, respectivamente.

De forma previa a la implementación de la fase experimental, se observó la ausencia de diferencias significativas de las medidas Pre-tratamiento entre los tratamientos AIS y Reposo en SJ y CMJ, a través de la prueba T de Student para muestras apareadas.

El análisis de las variaciones producidas en las variables dependientes SJ y CMJ se realizó mediante un ANOVA factorial de medidas repetidas (Medidas x Tratamiento), con dos niveles en el factor A (Pre- y Post-test) y otros dos niveles en el factor B (AIS y Reposo en sedestación), ambos factores intra-sujetos. Se utilizó el estadístico F univariado, aplicando la estimación Greenhouse-Geisser del índice corrector Épsilon, en supuestos de incumplimiento de esfericidad. Los efectos simples, para comparar entre sí los niveles de un factor dentro de cada nivel de otro factor, se realizó mediante la prueba T de Student para muestras apareadas.

La fiabilidad de las medidas repetidas de los saltos ejecutados se estimó por medio del coeficiente de correlación intra-clase (ICC), el error típico de medida absoluto (ETM) y el ETM como coeficiente de variación (CV_{ETM}), con un intervalo de confianza del 95%. El cálculo del ICC se basó en un análisis de la varianza (ANOVA) con medidas repetidas, siguiendo un modelo de efectos fijos (Fleiss, 1986). ETM se calculó como la raíz cuadrada de la media cuadrática del error (Stratford y Goldsmith, 1977), resultando CV del cociente entre el valor de ETM y la media de las medidas de los test realizados, multiplicado el resultado por 100.

Se consideró un nivel de significación de $p < 0,05$ para todos los test estadísticos.

Las pruebas estadísticas se realizaron con el paquete estadístico SPSS versión 17.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, EE.UU.).

Resultados

No se observaron diferencias significativas de las medidas Pre-test entre los tratamientos mediante la aplicación de la técnica AIS y el Reposo en SJ ($p = 0,393$) y CMJ ($p = 0,716$).

Asimismo, los estadísticos ICC, ETM y CV_{ETM} arrojaron una buena fiabilidad de las medidas repetidas de los saltos ejecutados, con un valor elevado en el primero ($> 0,890$) y buenos registros en los siguientes (en ningún caso superan el 5,2 %).

Altura del salto en el SJ

El ANOVA factorial determinó un efecto principal significativo del factor Medida ($F_{(1, 21)} = 43,779$; $p < 0,001$), al contrario que en el factor Tratamiento y la interacción Medida x Tratamiento ($F_{(1, 21)} = 0,525$; $p = 0,477$ y $F_{(1, 21)} = 0,261$; $p = 0,615$, en el mismo orden) (véase Tabla 2). Tanto en el grupo tratado con AIS, como en el grupo Control se registró un descenso significativo ($p < 0,001$) de la altura del salto entre las medidas pre- y post-test ($-2,14 \text{ cm} \approx -7.13\%$ y $-1.90 \text{ cm} \approx -6.41\%$, respectivamente) (Figura 4A).

Altura de salto en el CMJ

El efecto principal del factor Medida ($F_{(1, 21)} = 116,776$; $p < 0,001$) fue significativo (Tabla 1), opuestamente a lo expresado por el efecto principal del factor Tratamiento ($F_{(1, 21)} = 0,689$; $p = 0,416$) y de la interacción Medida x Tratamiento ($F_{(1, 21)} = 0,427$; $p = 0,521$), que no fueron significativos (véase Tabla 1).

Tabla 1. Altura de salto, pre y post-tratamiento, durante *Squat Jump* (SJ) y *Counter Movement Jump* (CMJ) en cada situación experimental. Porcentaje de mejora entre pretest y posttest (% mejora). Efectos principales y simples.

Variable Dependiente	Grupo	Pre-test (cm)	Pos-test (cm)	Mejora (%)	F (1, 21) Efecto A	F (1, 21) Efecto B	F (1, 21) Efecto AxB
SJ	AIS (n = 22)	30,00±4,36	27,86±4,11***	-7,13%	0,525 NS	43,779 $p < 0,001$	0,261 NS
	Reposo (n = 22)	29,66±4,16	27,76±4,43***	-6,41%			
CMJ	AIS (n = 22)	36,70±5,47	34,05±5,32***	-7,22%	0,689 NS	116,776 $p < 0,001$	0,427 NS
	Reposo (n = 22)	36,85±4,92	34,47±5,37***	-6,46%			

Los datos del pre- y el pos-test son dados en valores medios \pm desviación típica

Efectos principales: muestra valor de F y su significación; NS = no significativo

Efecto A: factor Tratamiento. Efecto B: factor Medida. Efecto AxB: interacción de factores

Efectos simples: *** $p < 0,001$ diferencias significativas con pre-test

AIS = Active Isolated Stretching; Reposo = Reposo en sedestación

Indistintamente de la aplicación de AIS, o de la sustitución de ésta por un periodo de reposo en sedestación, se produjo un descenso significativo de la altura del salto ($p < 0,001$) entre las tomas pre- y post-test ($-2,65 \text{ cm} \approx -7,22\%$ y $-2,38 \text{ cm} \approx -6,46\%$, respectivamente) (Figura 4B).

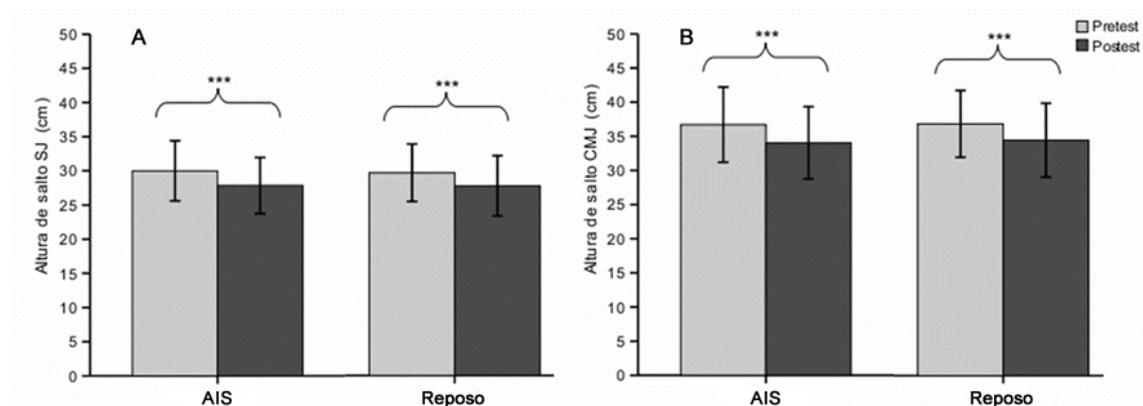


Figura 4. Altura durante el salto sin contra-movimiento (A) y con contra-movimiento (B).

*** = $p < 0,001$ (Diferencias significativas entre pre- y pos-test).

AIS = Active Isolated Stretching; Reposo = Reposo en Sedestación.

Discusión

En este estudio se pretendía evaluar el efecto agudo de la aplicación del AIS en los grupos musculares cuádriceps femoral y tríceps sural sobre la fuerza explosiva y la fuerza explosivo-elástica. Para ello, siguiendo el modelo de Vittori (1990), se evaluó la altura de salto en el SJ como indicativo de fuerza explosiva y la altura de salto en el CMJ como indicativo de fuerza explosivo-elástica.

Respecto al SJ, ambos grupos experimentaron una pérdida de altura de salto tras el descanso y el entrenamiento de flexibilidad con AIS (ver Tabla 1), aunque no se constataron diferencias significativas en el postest entre ambos grupos. El grupo de estiramiento tuvo una pérdida significativa de altura de 2,14 cm (-7,13%), al igual que el grupo que permaneció en situación de reposo en sedestación 1,90 cm (-6,41%). Respecto al CMJ, igualmente ambos grupos experimentaron una pérdida de altura de salto tras el reposo y la aplicación de los estiramientos con AIS (Tabla 1), sin diferencias significativas en el postest entre ambos grupos. El grupo de estiramiento con AIS registró una pérdida significativa de altura de 2,65 cm (-7,22%) y el grupo que reposó en sedestación de 2,38 cm (-6,46%). Por tanto el hallazgo más importante es que la pérdida de altura de salto en SJ y CMJ tras la aplicación de los estiramientos con AIS (tiempo de trabajo de aproximadamente 15 min) es similar a la pérdida de altura de salto tras 15 min de inactividad. En ambas modalidades de salto las pérdidas de altura son similares.

La pérdida de altura de salto del grupo que reposó en sedestación en ambas modalidades de salto puede ser atribuida al efecto del enfriamiento (Robbins y Scheuermann, 2008). Los autores de este último estudio muestran que el grupo de control conlleva el mismo decrecimiento en el rendimiento del salto vertical que 90 s de Entrenamiento Estático Pasivo (EEP) (6x15 s EEP) y que puede ser causado por un decrecimiento de la temperatura muscular que ocurre en los sujetos durante el período de descanso. En nuestro estudio, 15 min de inactividad pueden hacer que la temperatura corporal, la cual había sido aumentada tras un calentamiento de carrera continua de 5 min antes del pretest, decrezca. El aumento de la temperatura del músculo hace que aumente la actividad ATPasa, lo cual incrementa la ratio de unión-desunión de puentes-cruzados, produciendo una mejora del rendimiento del salto vertical (Christensen y Nordstrom, 2008), que vuelve a su estado inicial tras el período de inactividad. No obstante un calentamiento excesivo también puede producir fatiga, lo que

afectaría negativamente al rendimiento (Christensen y Nordstrom, 2008). Además el músculo posee propiedades tixotrópicas (Axelson, 2004, 2005; Axelson y Hagbarth, 2001, 2003; Hagbarth y Nordin, 1998; Proske y Morgan, 1999; Proske, Morgan y Gregory, 1993). La tixotropía es una propiedad por la cual el músculo adquiere más o menos fricción interna, que es atribuida a la existencia de enlaces moleculares que aparecen o desaparecen según sea el estado previo de contracción o estiramiento (Proske y col., 1993). De modo que el músculo adquiere mayor o menor fricción interna dependiendo de su historia previa de contracción o estiramiento (Proske y Morgan, 1999; Proske y col., 1993). Lo que lleva a alterar la forma en que la tensión aumenta durante un estiramiento del músculo, tal que cuando el músculo parte del reposo absoluto, el aumento de la tensión es muy brusco, mientras que si previamente realiza una actividad, como estiramientos, el aumento de la tensión es más suave (Axelson, 2004, 2005; Axelson y Hagbarth, 2001, 2003); la tixotropía contribuye a alterar las propiedades pasivas del músculo. Un músculo con más fricción interna puede producir contracciones más deficitarias que si tiene una menor fricción, ya que la fricción disminuye la fluidez interna del músculo y a su vez el músculo antagonista ofrece más resistencia a ser estirado. Este fenómeno se le ha atribuido principalmente a la existencia de puentes-cruzados de actina y miosina que se crean de forma espontánea mientras el músculo está inactivo y que se deshacen al realizar una actividad muscular como puede ser un calentamiento o estiramientos (Proske y Morgan, 1999). Cuando un músculo se contrae, hay un ciclo activo de unión-desunión de puentes-cruzados para generar fuerza, pero al relajarse algunos puentes cruzados persisten mientras el músculo está en reposo, pero no generan fuerza, y le confieren al músculo pasivo un cierto grado de rigidez o *stiffness* (Proske, 2006), que dificulta la posterior contracción muscular afectando tanto a músculos agonistas como antagonistas. Este aspecto se ve reflejado en los resultados de nuestro estudio en el grupo que descansa en sedestación 15 min, apareciendo una pérdida de -6,41% en SJ y de -6,46% en CMJ, como ocurre en los resultados de Robbins y Scheuermann (2008), en tiempos de descanso idénticos de 15 min. La tixotropía también afecta a las fibras intrafusales (Proske, 2006), potenciando los mecanismos anteriores que determinan un detrimento en el rendimiento muscular.

En el presente estudio, en el grupo de estiramiento se ha observado una pérdida de altura de salto tanto en el SJ (-7,13%) como en el CMJ (-7,22%) tras la aplicación del AIS. Dichas pérdidas de altura de salto son similares a las encontradas en otros estudios precedentes. Cornwell, Nelson y Sidaway (2002) encuentran una pérdida de altura de salto en el CMJ del 7,4% tras la aplicación de 180 s de EEP y Wallmann y col. (2005) encuentran una pérdida de altura de salto en el CMJ del 5,6% aplicando 90 s de EEP (3x30 s). Por otro lado Robbins y Scheuermann (2008) evalúan distintos tiempos de EEP sobre la altura de salto en el CMJ con utilización de brazos, encontrando una pérdida de altura de salto al aplicar 90 s (6x15 s), mientras que no encontraron pérdida al aplicar 60 s (4x15 s) y 30 s (2x15 s) de EEP. Los resultados del anterior estudio muestran que se pueden aplicar hasta 60 s de EEP sin afectar significativamente a la capacidad de salto. No obstante, en dicho estudio, se deja un período de descanso de 4 min tras la aplicación de los estiramientos, con lo que el sujeto puede recuperarse de los efectos negativos que producen los estiramientos. El citado estudio pone en relevancia la importancia de establecer la relación entre el tiempo de estiramiento y el período de descanso posterior para que los estiramientos no sean perjudiciales. Por otra parte en dicho estudio se utilizaron 4 min de descanso después del calentamiento, demostrando que ese intervalo de tiempo era más que suficiente para permitir la recuperación del músculo tras dicho calentamiento dinámico, (Hitchcock 1999; Matuszak, Fry, Weiss, Ireland, y McKnight 2003; Read, y Cisar 2001) y reducir al mínimo cualquier disminución en la temperatura de los músculos.

Hay que destacar que también se ha encontrado que cuando se incluye carrera continua después de los estiramientos no se aprecian pérdidas significativas del rendimiento en el salto (Unick, Kieffer, Cheesman y Feeney, 2005). Con lo que el efecto negativo inmediato de los estiramientos puede ser paliado introduciendo una actividad cíclica, después de aplicar una técnica de estiramiento. Por lo que el efecto agudo negativo que produce el AIS podría ser disminuido o evitado totalmente si tras su aplicación se realiza una actividad cíclica. Aunque se requiere de estudios con diseños específicos para comprobar dicho fenómeno.

Otros estudios que utilizan técnicas distintas del EEP o la FNP, como dinámico o balístico (Jaggers, Swank, Frost y Lee, 2008; Samuel, Holcomb, Guadagnoli, Rubley y Wallmann, 2008) y EEP con vibración (Cronin y col., 2008; Kinser y col., 2008), consiguen no perjudicar o mejorar el rendimiento del salto. Así se ha recomendado evitar el uso EEP o FNP previo a actividades que requieran de grandes rendimientos de salto (Jaggers y col., 2008; Samuel y col., 2008) y utilizar estiramientos dinámicos o combinados con vibración.

En estudios precedentes, que aplican EEP o FNP, se han encontrado resultados mixtos, donde se pierde rendimiento en el CMJ sin utilización de brazos, en el CMJ con utilización de brazos o en el DJ y no en el SJ (Cornwell y col., 2002; Robbins y Scheuermann, 2008; Wallmann y col., 2005; Young y Elliot, 2001), estableciendo que la pérdida del rendimiento en CMJ y DJ puede venir asociada a una disminución de rigidez de las unidades mio-tendinosas, que lleva a un detrimento de las acciones que incluyen un Ciclo de Estiramiento Acortamiento (CEA). Por lo que en un principio se estableció que el estiramiento con EEP o FNP puede ser perjudicial para acciones que incluyan un CEA como el CMJ, pero no para acciones puramente concéntricas como el SJ (que no incluyen un CEA). Cornwell y col. (2002) encuentran una pérdida de altura de salto en el CMJ pero no en el SJ tras la aplicación de 180 s de EEP en el tríceps sural de cada extremidad inferior, pero a su vez evalúa la rigidez activa y encuentra pérdidas significativas aunque muy pequeñas, de modo que no puede atribuir totalmente la pérdida de altura de salto a la disminución de la rigidez activa. Siguiendo el modelo de Vittori (1990), un detrimento en el CMJ y no en el SJ es debido a una pérdida de la capacidad de almacenamiento y reutilización de energía elástica de las unidades mio-tendinosas, que está directamente relacionada con la rigidez (Bojsen-Møller, Magnuson, Rasmussen, Kjaer y Aagaard, 2005), ya que el CMJ incluye un CEA mientras que el SJ no. En el contexto de nuestro estudio, no se puede atribuir la pérdida de altura de salto a alteraciones de los componentes elásticos de las unidades mio-tendinosas ya que se pierde altura de salto por igual, tanto en el SJ (-7,13%) como en el CMJ (-7,22%) y por tanto, consideramos que las alteraciones de los elementos elásticos de las unidades mio-tendinosas no explican totalmente los resultados obtenidos, sólo explicaría una disminución de la altura de salto en el CMJ, pero no en ambos (CMJ y SJ).

La pérdida de altura de salto observada en el presente estudio puede ser explicada a través de factores nerviosos más que mecánicos. Ambas modalidades de salto son acción rápidas y explosivas donde la capacidad de sincronización y de reclutamiento instantáneo es un factor de rendimiento importante (Vittori, 1990). Una reducida actividad refleja excitatoria de los husos neuromusculares y una aumentada actividad refleja inhibitoria de los órganos tendinosos de Golgi contribuyen a una disminución de la actividad de las motoneuronas-alfa que deriva en una reducida capacidad de contracción muscular explosiva. El carácter rítmico del estiramiento implica que los husos neuromusculares estén constantemente adaptándose a una nueva longitud muscular ocasionando fatiga de las fibras intrafusales y disminuyendo la actividad del reflejo de estiramiento (Avela y col., 1999). Cuando se da una contracción muscular explosiva al mismo tiempo que se activan las motoneuronas-alfa, también lo hacen las motoneuronas-gamma que actúan contrayendo los extremos de las fibras intrafusales de

forma que se estira la porción receptora de los husos neuromusculares y activa el reflejo de estiramiento para reclutar un mayor número de motoneuronas-alfa consiguiendo una activación extra de fibras extrafusales, por lo que si se altera la actividad del reflejo de estiramiento, el fenómeno de coactivación α - γ puede verse perjudicado (Avela y col., 1999). Por consiguiente también puede verse alterado el patrón de reclutamiento de unidades motoras, perdiendo coordinación intramuscular, que no puede ser suplida por otros mecanismos ya que las acciones de salto son explosivas, lo que conlleva una pérdida de altura de salto. Un decrecimiento en la actividad de las motoneuronas-alfa también puede ser causada por una elevada respuesta aguda inhibitoria de los órganos tendinosos de Golgi al estiramiento (Cornwell y col., 2002; Guissard, Duchateau y Hainaut, 2001), que limita la posterior producción de fuerza.

En resumen, este estudio muestra que un protocolo de estiramientos utilizando la técnica del AIS en los miembros inferiores con un tiempo total de estiramiento de 96 s produce una pérdida de altura de salto, tanto en CMJ como en SJ en sujetos adultos sanos, ya que el carácter rítmico de dicha técnica prolongada en 15 min ha podido disminuir la actividad refleja y como consecuencia reducir la actividad de las motoneuronas-alfa, más que la alteración de los componentes elásticos de las unidades mio-tendinoas, alterando así el patrón de reclutamiento de unidades motoras y perdiendo coordinación intramuscular, lo que puede afectar a una pérdida de altura de salto al ser movimientos muy explosivos.

Limitaciones

Una de las limitaciones de este estudio fue el escaso tamaño de la muestra de ahí que se deba ser cauto a la hora de extrapolar los resultados. Por ello, son necesarias más investigaciones que analicen el efecto agudo del estiramiento con muestras mayores y sujetos de diferentes disciplinas deportivas y distintos niveles de rendimiento.

Igualmente, otra limitación a resaltar es que en este trabajo solo se ha estudiado la capacidad de salto, por lo que no se puede determinar si la técnica del AIS puede alterar también de forma negativa otras cualidades como la fuerza isométrica y la velocidad.

Conclusiones

Las conclusiones obtenidas a partir del estudio son las siguientes:

- La aplicación aguda del AIS en el cuádriceps femoral y tríceps sural (4 series de 12 repeticiones en cada grupo muscular) afectó de forma negativa a la capacidad del salto vertical. Conllevó pérdidas de altura de salto en el SJ y el CMJ, afectando negativamente a la fuerza explosiva y a la fuerza explosivo elástica respectivamente.
- Igualmente, un periodo de reposo de 15 min en sedestación también afectó negativamente a la capacidad de salto en SJ y CMJ. En ambos casos, la fuerza explosiva y la fuerza explosivo elástica se vieron afectadas de forma negativa.

Aplicaciones prácticas

Teniendo en cuenta las conclusiones obtenidas en este estudio, se podría indicar que resulta tan perjudicial utilizar la técnica de estiramiento del AIS con tiempos de 96 s de estiramiento, como un reposo en sedestación de 15 min, previo a situaciones deportivas que requieran grandes rendimientos en la capacidad de salto. Tanto la aplicación de AIS como de reposo en sedestación, en las condiciones expresadas, causan una alteración negativa en la fuerza explosiva y explosiva-elástica.

Referencias

- Avela, J.; Kyröläinen, H., & Komi, P.V. (1999). Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *Journal of Applied Physiology*, 86, 1283-1291.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10194214>
- Axelsson, H. W. (2004). Human motor compensations for thixotropy-dependent changes in muscular resting tension after moderate joint movements. *Acta Physiologica Scandinavica*, 182(3), 295-304.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15491408>
- Axelsson, H. W. (2005). Signs of muscle thixotropy during human ballistic wrist joint movements. *Journal of Applied Physiology*, 99(5), 1922-1929.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16227459>
- Axelsson, H. W., & Hagbarth, K. E. (2001). Human motor control consequences of thixotropic changes in muscular short-range stiffness. *The Journal of Physiology*, 535(1), 279-288.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11507177>
- Axelsson, H. W., & Hagbarth, K. E. (2003). Human motor compensations for thixotropy-dependent changes in resting wrist joint position after large joint movements. *Acta Physiologica Scandinavica*, 179(4), 389-398.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14656377>
- Ayala, F. & Sainz de Baranda, P. (2010). Efecto agudo del estiramiento sobre el sprint en jugadores de fútbol de división de honor juvenil. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 6(18), 1-12.
<http://dx.doi.org/10.5232/ricyde2010.01801>
- Bacurau, R. F.; Monteiro, G. A.; Ugrinowitsch, C.; Tricoli, V.; Cabral, L. F., & Aoki, M. S. (2009). Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (1), 304-308.
<http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181874d55>
- Bradley P. S.; Olsen, P. D., & Portas, M. D. (2007). The effect of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 223-226.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17313299>
- Bojsen-Møller, J.; Magnusson, S. P.; Rasmussen, L. R.; Kjaer, M., & Aagaard, P. (2005). Muscle performance during maximal isometric and dynamic contractions is influenced by the stiffness of the tendinous structures. *Journal of Applied Physiology*, 99(3), 986-994.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15860680>
- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Bosco, C.; Saggini, R., & Viru, A. (1997). The influence of different floor stiffness on mechanical efficiency of leg extensor muscle. *Ergonomics*, 40(6), 670-679.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9174418>
- Christensen, B. K., & Nordstrom, B. J. (2008). The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation and dynamic stretching techniques on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6), 1826-1831.
<http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e31817ae316>

- Cornwell, A.; Nelson, A. G., & Sidaway, B. (2002). Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. *European Journal of Applied Physiology*, 86, 428-434.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11882929>
- Cramer, J. T.; Housh, T. J.; Coburn, J. W.; Beck, T. W., & Johnson, G. O. (2006). Acute effects of static stretching on maximal eccentric torque production in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (2), 354-358.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16686563>
- Cronin, J.; Nash, M., & Whatman, C. (2008). The acute effects of hamstring stretching and vibration on dynamic knee joint range of motion and jump performance. *Physical Therapy in Sport*, 9(2), 89-96.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2008.01.003>
- Cotterman, M. L., Darby, L.A., & Skelly, W. A. (2005). Comparison of muscle force production using the Smith machine and free weights for bench press and squat exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 169-176.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15705030>
- Fleiss, J. L. (1986). *The design and analysis of clinical experiments*. New York: John Wiley.
- Fowles, J. R.; Sale, D. G., & MacDougall, J. D. (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantar flexors. *Journal of Applied Physiology*, 89, 1179-1188.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10956367>
- García-López, J.; Rodríguez-Marroyo, J. A.; Pernía, R.; Ávila, M. C.; Villa, J. G. (2008). El tipo de plataforma de contacto influye en el registro de la altura de salto vertical estimada a partir del tiempo de vuelo. *European Journal of Human Movement*, 21, 1-15.
<http://www.eurjhm.com/index.php/eurjhm/article/view/205>
- Guissard, N.; Duchateau, J., & Hainaut, K. (2001). Mechanisms of decreased motoneurone excitation during passive muscle stretching. *Experimental Brain Research*, 137, 163-169.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11315544>
- Hagbarth, K. E., & Nordin, M. (1998). Postural after-contractions in man attributed to muscle spindle thixotropy. *The Journal of Physiology*, 506(3), 875-883.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9503345>
- Herda, T.J., Cramer, J.T., Ryan, E.D., McHugh, M.P. & Stout, J.R. (2008). Acute effects of static versus dynamic stretching on isometric peak torque, electromyography, and mechanomyography of biceps femoris muscle. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 809-817.
<http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816a82ec>
- Hitchcock, H. C. (1989). Recovery of short-term power after dynamic exercise. *Journal of Applied Physiology*, 67(2), 677-681.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2793669>
- Jaggers, J. R.; Swank, A. M.; Frost, K. L., & Lee, C. D. (2008). The acute effects of dynamic and ballistic stretching on vertical jump height, force, and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6), 1844-1849.
<http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181854a3d>
- Kay, A. D., & Blazevich, A. J. (2008). Reductions in active plantar flexor moment are significantly correlated with static stretch duration. *European Journal of Sport Science*, 8(1), 41-46.
<http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.91476.2008>

López-Badoya, J.; Ariza-Vargas L.; Robles-Fuentes, A.; Vernetta-Santana, M. (2015). Efecto agudo de la técnica Active Isolated Stretching y del reposo en sedestación sobre la capacidad de salto. *RICYDE. Revista internacional de ciencias del deporte*, 41(11), 209-225. <http://dx.doi.org/10.5232/ricyde2015.04102>

- Kinser, A. M.; Ramsey, M. W.; O'Bryant, H. S.; Ayres, C. A.; Sands, W. A., & Stone, M. H. (2008). Vibration and stretching effects on flexibility and explosive strength in young gymnasts. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(1), 133-140. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18091012>
- Knudson, D., & Noffal, G. (2005). Time course of stretch-induced isometric strength deficits. *European Journal of Applied Physiology*, 94(3), 348-351. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15711989>
- Kochno, T. V. (2002). Active Isolated Stretching (The Mattes Method). *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 6 (4), 226-227. <http://dx.doi.org/10.1054/jbmt.2001.0255>
- Liemohn, W.; Mazis, N., & Zhang, S. (1999). Effects of active isolated and static stretch training on active straight leg raise performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31 (5), supplement: 116. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-199905001-00441>
- López-Badoya, J.; Vernetta, M.; Robles, A., & Ariza, L. (2013). Effect of three types of flexibility training on active and passive hip range of motion. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 53(3), 304-11. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23715256>
- Manoel, M. E.; HarrisLove, M.O.; Danoff, J.V., & Miller, T.A. (2008). Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (5), 1528-1534. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e31817b0433>
- Matuszak, M. E.; Fry, A. C.; Weiss, L.W.; Ireland, T. R., & McKnight, M. M. (2003). Effect of rest interval length on repeated 1 repetition maximum back squats. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 634-637. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14636099>
- Marek, S. M.; Cramer, J. T.; Fincher, L.; Massey, L. L.; Dangelmaier, S. M.; Purkayastha, S.; Fitz, K. A., & Culbertson, J. Y. (2005). Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *Journal of Athletic Training*, 40 (2), 94-103. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15970955>
- Marino, J.; Ramsey, J. M.; Otto, R. M., & Wygand, J. W. (2001). The effects of active isolated vs static stretching on flexibility. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(5), supplement 1, S10.
- Mattes, A. L. (1996). Active Isolated Stretching. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 1 (1), 28-33. [http://dx.doi.org/10.1016/S1360-8592\(96\)80012-X](http://dx.doi.org/10.1016/S1360-8592(96)80012-X)
- Mattes, A. L. (2000). Active Isolated Stretching. The Mattes Method. Sarasota: Aaron L. Mattes.
- Middag, T. R., & Harmer, P. (2002). Active-Isolated Stretching is not More Effective than Static Stretching for Increasing Hamstring ROM. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(5), supplement 1, S151.
- Nelson, A. G.; Kokkonen, J., & Arnall, D. A. (2005). Acute muscle stretching inhibits muscle strength endurance performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 338-343. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15903372>

- Ogueta-Alday, A.; Morante, J. C.; Lazo R.; Rodriguez-Marroyo, J. A., Villa, J. G., & García-López J. (2013). The validation of a new method that measures contact and flight time during treadmill running. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(5), 1455-1462.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22836607>
- Ogura, Y.; Miyahara, Y.; Naito, H.; Katamoto, S., & Aoki, J. (2007). Duration of static stretching influences muscle force production in hamstring muscles. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 788-792.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17685679>
- Orantes, M. E.; Heredia, J. y Soto, V. M. (2013). Comparación de tres instrumentos de medida para la valoración del salto vertical con contramovimiento. En Rojas, F. J. y Gutiérrez-Cruz, C. (Eds). *Actas del XXXVI Congreso de la Sociedad Ibérica de Biomecánica y Biomateriales* (pp. 66-67). Granada: Facultad de Ciencias del Deporte.
- Power, K.; Behm, D.; Cahill, F.; Carroll, M., & Young, W. (2004). An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(8), 1389-1396.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15292748>
- Proske, U. (2006). Kinesthesia: the role of muscle receptors. *Muscle & Nerve*, 34, 545-558.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16897766>
- Proske, U., & Morgan, D. L. (1999). Do cross-bridges contribute to the tension during stretch of passive muscle? *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, 20(5-6), 433-442.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10555062>
- Proske, U.; Morgan, D. L., & Gregory, J. E. (1993). Thixotropy in skeletal muscle and in muscle spindles: a review. *Progress in Neurobiology*, 41(6), 705-721.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8140258>
- Robles, A. (2010). *Efecto agudo y a largo plazo de la técnica Active Isolated Stretching sobre el rango de movimiento y la fuerza*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
<http://hdl.handle.net/10481/19203>
- Read, M. M. & Cisar, C. (2001). The influence of varied rest interval lengths on depth jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(3), 279-283.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11710651>
- Robbins, J. W., & Scheuermann, B. W. (2008). Varying amounts of acute static stretching and its effect on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 781-786.
<http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816a59a9>
- Rubini, E. C.; Costa, A. L., & Gomes, P. S. (2007). The effects of stretching on strength performance. *Sports Medicine*, 37, 213-224.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17326697>
- Sáez, F. (2005). Una revisión de los métodos de flexibilidad y de su terminología. *CRONOS*, 3, 5-15.
- Samuel, M. N.; Holcomb, W. R.; Guadagnoli, M. A.; Rubley, M. D., & Wallmann, H. (2008). Acute effects of static and ballistic stretching on measures of strength and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1422-1428.
<http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e318181a314>
- Shrier, D. (2004). Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. *Clinics in Sports Medicine*, 14(5), 267-73.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15377965>

- Stratford, P. W. & Goldsmith, C. H. (1977). Use of standard error as a reliability index of interest. An applied example using elbow flexor strength data. *Physical Therapy*, 77(7), 745-750.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9225846>
- Unick, J.; Kieffer, H. S.; Cheesman, W., & Feeney, A. (2005). The acute effects of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 206-212.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15705036>
- Vernetta-Santana, M; Ariza-Vargas, L; Robles-Fuentes, A & López-Badoya, J (2014). Acute effect of active isolated stretching technique on range of motion and peak isometric force. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Advance online publication.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25359132>
- Vittori, C. (1990). El entrenamiento de la fuerza para el sprint. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 4(3), 2-8.
- Wallmann, H. W.; Mercer, J. A., & McWhorter, J. W. (2005). Surface electromyographic assessment of the effect of static stretching of the gastrocnemius on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3), 684-688.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16095426>
- Yamaguchi, T. & Ishii, K. (2005). Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3), 677-83.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16095425>
- Yamaguchi, T.; Ishii, K.; Yamanaka, M., & Yasuda, K. (2007). Acute effects of dynamic stretching exercise on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1238-1244.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18076260>
- Young, W., & Elliot, S. (2001). Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72(3), 273-279.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11561392>