



Universidad
Zaragoza

1542

Trabajo Fin de Máster

EFICACIA DE UN PROGRAMA DE ESTIRAMIENTOS ESTÁTICOS ANALÍTICOS EN
LA PREVENCIÓN DE FACTORES ASOCIADOS A LESIÓN EN FÚTBOL: ESTUDIO

PILOTO

EFFICACY OF A STATIC ANALYTICAL STRETCHING PROGRAM IN THE
PREVENTION OF FACTORS ASSOCIATED WITH INJURY IN FOOTBALL: PILOT
STUDY

Autor/a:

Alba Sánchez García

Director/es:

Germán Vicente Rodríguez

Carlos Castellar Otín

Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte Máster en Evaluación y
Entrenamiento Físico para la Salud

Fecha de presentación: 2 de diciembre de 2022

RESUMEN

Dada la alta popularidad del fútbol y la falta de programas preventivos, sigue habiendo un altísimo porcentaje de lesiones, sobre todo en los miembros inferiores.

El objetivo principal de este estudio es valorar los efectos de un programa de estiramientos estáticos analíticos en la prevención de factores asociados a lesiones de miembro inferior y en la mejora de la capacidad funcional de la extremidad inferior de jugadores de fútbol.

En este estudio ha participado el equipo de fútbol masculino Liga Nacional juvenil del Olivar, siendo 18 sujetos (15-19 años) distribuidos aleatoriamente en dos grupos de 8, estableciéndose uno como grupo control y otro como grupo intervención. La intervención ha tenido una duración de 4 semanas, realizando dos sesiones semanales; una supervisada de forma conjunta, y la otra realizada de forma autónoma. Se han utilizado el test de Thomas, test de la rueda y el test de Craig para las valoraciones de longitud muscular de unidades musculares de las extremidades inferiores; y los test de Bosco se han realizado para evaluar el rendimiento en la capacidad de salto. Se ha realizado un análisis descriptivo de ambos grupos, y mediante la *U Mann Whitney* y *rangos con signo de Wilcoxon* se han estudiado las relaciones entre grupos y dentro del mismo grupo.

Los principales resultados son la mejora estadísticamente significativa de todas las variables dentro del grupo intervención, y la mejora entre grupos de la longitud muscular del tensor de la fascia lata, recto anterior, psoas, y cadena posterior (todos $p<0,05$).

Este programa de intervención ha mostrado ser efectivo en el aumento de flexibilidad de los principales grupos musculares de los miembros inferiores, pudiendo ser este un factor que contribuyera a la prevención de lesiones asociadas al fútbol, pero no ha demostrado ser efectivo en el aumento de la capacidad funcional.

Palabras clave: fútbol, lesión, estiramiento, incidencia, prevención, capacidad de salto, test Bosco, test Thomas, test Craig, pasivo, analítico.

ABSTRACT

Given the high popularity of soccer and the lack of preventive programs, there is still a very high percentage of injuries, especially in the lower limbs.

The main objective of this study is to assess the effects of an analytical static stretching program in the prevention of factors associated with lower limb injuries and in improving the functional capacity of the lower limb of soccer players.

The Olivar National Youth League male soccer team participated in this study, with 18 subjects (15-19 years old) randomly distributed into two groups of 8, establishing one as a control group and another as an intervention group. The intervention has lasted 4 weeks, carrying out two weekly sessions; one supervised jointly, and the other carried out autonomously. The length tests have been evaluated using the Thomas test, the wheel test and the Craig test; and the Bosco tests have been carried out to evaluate performance in jumping ability. A descriptive analysis of both groups has been carried out, and the relationships between groups and within the same group have been studied using the Mann Whitney U and Wilcoxon signed ranks.

The main results are the statistically significant improvement of all the variables within the intervention group, and the improvement between groups of the muscle length of the tensor fascia lata, rectus femoris, psoas, and posterior chain.

This intervention program has proven to be effective in increasing the flexibility of the main muscle groups of the lower limbs, which may be a factor that contributes to the prevention of injuries associated with soccer, but it has not proven to be so effective in increasing functional capacity.

Key words: soccer, injury, stretching, incidence, prevention, jumping ability, Bosco's test, Thomas' test, Craig's test, passive, analytic.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	6
1.1. Contexto del fútbol.....	6
1.2. Epidemiología de las lesiones	6
1.3. Factores intrínsecos y extrínsecos.....	7
1.4. Mecanismo lesional	7
1.5. Estiramientos.....	8
HIPÓTESIS.....	10
OBJETIVOS	11
Objetivo general:.....	11
Objetivos específicos:	11
MATERIAL Y MÉTODOS.....	11
1. Diseño del estudio.....	11
2. Población de estudio, muestra y selección de la muestra	11
2.1. Criterios de inclusión:.....	12
2.2. Criterios de exclusión:	13
3. Programa de intervención	13
4. Tiempo de intervención	13
5. Modelo de intervención	13
6. Recogida de datos e instrumentos de valoración.....	13
7. Análisis de datos	14
RESULTADOS	14
DISCUSIÓN.....	15
CONCLUSIONES	18
LIMITACIONES.....	19
FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	19
BIBLIOGRAFÍA	20

ABREVIATURAS UTILIZADAS

TESTREDcha	Test de rotadores externos pierna derecha
TESTREizq	Test de rotadores externos pierna izquierda
THOMTFLdcha	Test de Thomas Tensor Fascia Lata (TFL) pierna derecha
THOMTFLizq	Test de Thomas (TFL) pierna izquierda
THOMRADcha	Test de Thomas Recto Anterior (RA) pierna derecha
THOMRAizq	Test de Thomas (RA) pierna izquierda
THOMPSODcha	Test de Thomas (Psoas) pierna derecha
THOMPSOizq	Test de Thomas (Psoas) pierna izquierda
DISTDEDSUELO	Test de longitud distancia dedos-suelo
SJ	Squat Jump
CMJ	Contra Movement Jump
PTESTREDcha	Test de rotadores externos pierna derecha post-intervención
PTESTREizq	Test de rotadores externos pierna izquierda post-intervención
PTHOMTFLdcha	Test de Thomas (Tensor Fascia Lata) pierna derecha post-intervención
PTHOMTFLizq	Test de Thomas (TFL) pierna izquierda post-intervención
PTHOMRADcha	Test de Thomas (Recto Anterior) pierna derecha post-intervención
PTHOMRAizq	Test de Thomas (RA) pierna izquierda post intervención
PTHOMPSODcha	Test de Thomas (Psoas) pierna derecha post-intervención
PTHOMPSOizq	Test de Thomas (Psoas) pierna izquierda post-intervención
PDISTDEDSUELO	Test de longitud distancia dedos-suelo post-intervención
PSJ	Squat Jump post-intervención
PCMJ	Contra Movement Jump post-intervención

INTRODUCCIÓN

1.1. Contexto del fútbol

El incremento de popularidad del fútbol ha llevado a numerosos estudios epidemiológicos centrándose en la incidencia de las lesiones según múltiples circunstancias(1–4). Esos estudios han determinado que hay una mayor incidencia de lesiones en los jugadores profesionales que en los amateurs, y una mayor incidencia durante los partidos que durante los entrenamientos (5).

El futbol es el deporte más popular del mundo, incluyendo millones de jóvenes menores de 18 años que lo practican. Este deporte conlleva un alto riesgo de lesiones en las extremidades inferiores, sobre todo por los movimientos de pivotaje en el campo, además de los golpes que se producen por ser un deporte de contacto. La incidencia de lesiones es variable y es afectada por numerosas variables, entre ellas la maduración física de los jugadores (6).

También es uno de los deportes más practicados de España, contando con 1.074.567 licencias registradas en el año 2020 según recoge el consejo superior de deportes (CSD), siendo de estas 997.106 masculinas y 77.461 femeninas (7). Es una cifra que crece cada año exponencialmente, sobre todo, las licencias que corresponden al sexo femenino, ya que, según el primer dato registrado en 2002, había 10.704 licencias (7).

Centrando estos datos en la comunidad autónoma de Aragón, en la cual se va a desarrollar el estudio, el número de licencias totales suma 38.963, siendo de estas 36.880 masculinas y 2.080 femeninas (7).

El aumento de profesionalización del deporte no siempre va de la mano de programas preventivos y de rehabilitación adecuados, lo que podría estar asociado a que se den muchas lesiones en los deportistas, que, si no son bien rehabilitadas, se convierten en problemas crónicos que alejan a los deportistas de la competición.

1.2. Epidemiología de las lesiones

La epidemiología de las lesiones de fútbol no es muy diferente en ambos sexos, siendo de un 70-93% en el sexo masculino y de un 70-80% en el sexo femenino. La mayoría de las lesiones suele darse en el lado dominante (52,3%), frente al lado no dominante (38,7 %), siendo el resto de las lesiones en la parte central del cuerpo. Las regiones más afectadas en la práctica del fútbol son la rodilla, el tobillo, y la musculatura del muslo y de la pantorrilla. Aunque no hay una diferencia significativa en el riesgo de sufrir lesiones durante la práctica deportiva de un sexo frente a otro, sí que la hay en la localización de lesiones (8).

Algunos estudios como el de Crespo Rodriguez-Miñón (9), indican que el 60% de las lesiones que se producen en el fútbol femenino afectan al miembro inferior. La extremidad que más se lesionó es la rodilla (31,8%), y en menor medida el tobillo (9,3%), al contrario que en el sexo masculino, siendo el tobillo la articulación que más patología presenta, seguidamente de la rodilla. Dentro de la articulación de la rodilla, el ligamento cruzado anterior (LCA) es la estructura más lesionada en las futbolistas, con una tasa de incidencia de 3 a 5 veces mayor respecto al sexo masculino, muchas veces asociando esta lesión del LCA a desgarros meniscales (9,10).

Se ha observado, que las lesiones en el sexo masculino comprendidas entre los 14-16 años suelen ser más leves, en forma de esguinces y contusiones, entre los 16-18 años hay un incremento de los esguinces, y fracturas, y a partir de los 18 disminuyen los esguinces, y aumentan la ruptura de ligamentos y meniscos, considerando a partir de los 25 la edad en la que más problemas de rodilla aparecen. A diferencia del sexo femenino, en el que la edad en la que más problemas de rodilla se dan es a partir de los 18 (8).

Aunque las lesiones en jugadores jóvenes suelen ser similares a las de los deportistas senior, las lesiones específicas ocurridas durante el desarrollo no se han llegado a describir extensamente. Los adolescentes de élite están expuestos a entrenamientos de alta intensidad y programas de partidos mientras se desarrollan de niño a adulto, un periodo característico por la inmadurez del tejido y por los rápidos períodos de crecimiento. Esto podría explicar la cantidad de lesiones relacionadas con la etapa de crecimiento, viéndose estas incrementadas en las edades en las que más se cambia de peso y estatura (11).

1.3. Factores intrínsecos y extrínsecos

Las lesiones deportivas son el resultado de la combinación de los factores intrínsecos y extrínsecos. Entendemos como factores intrínsecos aquellos que no podemos modificar, sino que dependen del individuo, como son la edad, el sexo, el peso, etc. Por otro lado, los factores extrínsecos son aquellos que sí que son modificables, como la metodología de entrenamiento, las condiciones climáticas, la superficie de juego, y el equipamiento entre otros (3).

1.4. Mecanismo lesional

No hay consenso respecto al mecanismo de producción más común por el que un jugador sufre una lesión, existiendo estudios como el de Tscholl y col., (12) que indican que el 86% se produce por un mecanismo de lesión por contacto. Estudios como el de Paus y col., (13) indican que el 80% de las lesiones ocurren por un mecanismo de lesión sin contacto (12,13).

El mecanismo de lesión más común por contacto se produce cuando el jugador va a chutar el balón, y otro jugador realiza una entrada que impacta en la trayectoria de la extremidad en el golpeo de balón. (8) Por otro lado, el mecanismo de lesión más común sin contacto se produce durante los entrenamientos, normalmente debido a fatiga de tipo nervioso o muscular, la cual se puede evitar con un acondicionamiento físico óptimo, y la reeducación de la técnica (8).

El modelo de discapacidad continuo (14) postula que el daño tisular con una rehabilitación a largo plazo después de una lesión puede resultar en un rendimiento funcional reducido debido al control sensoriomotor deficiente, y, por tanto, a un aumento de la susceptibilidad a tener otra lesión de manera cíclica (14). Esta reducción en el control sensoriomotor se postula que emerge de una interacción entre factores estructurales y psicológicos. Por ejemplo, la recurrencia de la lesión de isquiotibiales en los dos primeros meses después de reportar una lesión es del 22% (14), entre otros ejemplos. El objetivo principal de la prevención es que los jugadores no entren en el continuo ciclo de discapacidad al que una lesión puede predisponer (14).

1.5. Estiramientos

Para poder entender el efecto que tienen los estiramientos sobre la prevención de lesiones, hay que considerar el mecanismo de acción de la unidad músculo-tendón durante el movimiento. El sistema músculo-tendón genera fuerzas en dos direcciones diferentes, de una forma elástica, en un movimiento de resorte en el movimiento de estiramiento-acortamiento, que ocurre por ejemplo durante las actividades de salto; y como convertidores de la energía metabólica en trabajo mecánico predominantemente durante contracciones concéntricas, tales como el ciclismo, jogging o natación (15).

Una acción muscular excéntrica va siempre seguida de una acción concéntrica. Se conoce que, si un músculo se estira antes de acortarse, su rendimiento aumenta durante la fase concéntrica (15). El resultado de este fenómeno es el resultado de la energía acumulada en los tendones ya que los tendones son capaces de almacenar energía mecánica como energía elástica durante las contracciones excéntricas. El almacenamiento y consiguiente liberación de la energía elástica durante los ciclos de estiramiento-acortamiento, están considerados como un mecanismo de ahorro de energía (15).

En deportes con ciclos de estiramiento-acortamiento de alta intensidad, se requerirá una unidad músculo-tendón más entrenada, con una gran capacidad para almacenar energía (15).

Hay que considerar también los efectos que se producen al realizar un estiramiento, sin entrar en detalle de si es un estiramiento balístico, estático o con facilitación neuro propioceptiva (FNP), a nivel viscoelástico y a nivel neural. Aparentemente, cuando se aplica un estiramiento lento pasivo, hay una actividad contráctil mínima en respuesta al estiramiento, y los niveles de excitación de la neurona motora disminuyen (16).

Los estudios que han valorado los efectos viscoelásticos del estiramiento han demostrado que los incrementos del rango de movimiento se asocian con una disminución de la resistencia pasiva al estiramiento tras varios estiramientos de una duración determinada (16). Esta disminución de la resistencia puede ser referida como una disminución de la rigidez muscular o un aumento de la capacidad del músculo. Un objetivo importante al realizar los estiramientos antes del deporte es el de incrementar el rango de movimiento para disminuir la resistencia al estiramiento y así conseguir un patrón de movimiento más libre (16), lo cual podría asociarse con menor riesgo de lesión muscular o tendinosa.

La evidencia indica que el tiempo de estiramiento mínimo para conseguir un resultado que pueda mantenerse a largo plazo mediante estiramiento estáticos son 5x60 segundos para los isquiotibiales, y 4x90 segundos para los flexores plantares. Si la duración total del estiramiento estático para un grupo muscular dura 5 minutos, se necesitarían un mínimo de 20 minutos para estirar de forma efectiva los agonistas y antagonistas de forma bilateral (16,17); sin embargo, la práctica de estiramientos en los entornos deportivos es mucho más limitados y por tanto podrían no estar teniendo el efecto deseado.

Se ha observado que, al aplicar series de estiramiento a un músculo relajado, se produce un descenso de la fuerza posteriormente de haber completado el protocolo de estiramiento. Se ha visto que esta disminución de fuerza post estiramiento es un efecto neural (18) Los estudios que han utilizado protocolos de menos de 4 minutos de duración (tiempo insuficiente para conseguir la disminución de la rigidez muscular), no han conseguido reducir la resistencia pasiva, pero sí que han observado la disminución de fuerza post estiramiento (revisado en (18)) . De esta forma podemos suponer que el efecto neural ocurre antes que el viscoelástico (16).

Centrándonos en el factor viscoelástico, para saber el efecto protector que puede tener el estiramiento en la prevención de lesiones, hay que considerar la estructura músculo-tendón en su totalidad. Para entender esta estructura compleja, hay que tener en cuenta las diferencias entre los componentes pasivos de la estructura músculo-tendón y los componentes activos contráctiles. Según Safran y col. (19) la habilidad de un músculo para absorber energía depende de ambos componentes. En casos en los que el tendón no sea capaz de cumplir con su función, las fuerzas se transferirán al aparato contráctil, con poca absorción de energía por parte del tendón. Esto genera un mecanismo que explica la asociación entre

una flexibilidad reducida y la aparición de lesiones musculares durante los ciclos de estiramiento-acortamiento. Numerosos estudios han demostrado la relación que hay entre la rigidez de los tendones y el aumento de fuerzas pasivas que se generan en el músculo y que aumenta de forma considerable el riesgo de lesiones (15,19).

Kubo y col., (20) estudiaron los cambios a largo plazo que provocaban los estiramientos en los tendones *in vivo*. Lo hicieron en 7 hombres sanos, mostrando que inmediatamente después de realizar los estiramientos estáticos, la rigidez de los tendones descendía significativamente. En estudios más recientes, los mismos autores concluyeron que la capacidad de absorción de energía elástica se incrementó de forma muy significativa tras un programa de 8 semanas de estiramiento (2 sesiones al día, 7 días a la semana) (15,20,21).

Ekstrand y col., (22) indicaron que un grupo de equipos de fútbol de élite que siguió una rutina de calentamiento y estiramiento previo al ejercicio, junto con una rehabilitación controlada y una buena supervisión, tuvo un 75% menos de lesiones que el grupo control, que no recibió intervención. Estos mismos autores formularon la hipótesis de que un rediseño del calentamiento con más énfasis en el estiramiento y en los ejercicios de enfriamiento reducirían aún más las lesiones (15,22,23).

El estudio de Witvrouw y col., (15) afirmó que un factor determinante para el desarrollo de la tendinitis femoropatelar es la flexibilidad muscular. Una flexibilidad disminuida de cuádriceps e isquiotibiales puede contribuir al desarrollo de la tendinitis femoropatelar en la población atlética. Estos mismos autores afirmaron en estudios posteriores que en jugadores en los que se encontró una lesión en cuádriceps o isquiotibiales tuvieron estadísticamente una capacidad inferior de la unidad músculo-tendón en comparación con los jugadores no lesionados. Se ha sugerido que el estiramiento puede jugar un rol importante en la prevención de lesiones (15,24).

HIPÓTESIS

El uso de un programa de intervención basado en el estiramiento estático analítico, de duración adecuada, de los principales grupos musculares de los miembros inferiores en jugadores de fútbol masculino mejora la resistencia al estiramiento y por tanto el riesgo de lesión en el miembro inferior, y aumenta el rendimiento de acciones en las que se necesiten altos ciclos de acortamiento-estiramiento como los saltos, los cambios de dirección, y correr, entre otros.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Valorar los efectos de un programa de estiramientos estáticos analíticos en la prevención de factores asociados a lesiones de miembro inferior y en la mejora de la capacidad funcional de la extremidad inferior de jugadores de fútbol.

Objetivos específicos:

- Valorar el efecto de la aplicación del programa de estiramientos en la prevención de factores asociados a lesiones de la extremidad inferior.
- Valorar el efecto de la aplicación del programa de estiramientos en la mejora de la capacidad funcional de la extremidad inferior.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Diseño del estudio

Para alcanzar los objetivos del estudio se realizará un ensayo clínico aleatorizado. Se estableció un grupo de intervención en un club de fútbol 11 masculino (Olivar).

El programa de estiramientos estáticos analíticos se llevará a cabo en la mitad de los jugadores del equipo nacional juvenil del Olivar, siendo el tutor del estudio, Germán Vicente, el encargado de hacer la selección de la muestra, ya que la investigadora es la fisioterapeuta de la plantilla masculina. Los jugadores que pasaron a formar parte del grupo experimental se seleccionaron de forma aleatoria.

Se asignó como grupo experimental a la mitad del equipo masculino. Se estableció como grupo control los jugadores restantes del equipo. Al final de la intervención se compararon los resultados pre y post intervención del grupo masculino, conociendo que el grupo control y experimental realiza la misma rutina de entrenamiento de fútbol y con la misma frecuencia.

El presente proyecto está aprobado por parte del Comité de ética de la Investigación de la Comunidad de Aragón (CEICA). Se ha diseñado siguiendo las recomendaciones éticas internacionales para investigación en humanos recogidas en la Declaración de Helsinki.

Los participantes del estudio fueron informados de forma verbal y escrita del procedimiento del estudio, así como de los objetivos, del proceso de investigación llevado a cabo y la confidencialidad de los datos recogidos durante su participación de acuerdo con el Reglamento UE 2016/679 del 27 de abril, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de éstos o Reglamento General de Protección de Datos; así como la normativa nacional y la propia de la Universidad de Zaragoza en todo aquello que no contravenga al citado Reglamento.

A los jugadores menores de edad se les entregó un documento de consentimiento que fue firmado por su tutor legal. Se garantizó que los participantes recibían la completa y adecuada información del estudio y se les hizo conocedores de la posibilidad de retirarse del mismo en cualquier momento. La investigadora principal se encargará de conservar el consentimiento informado firmado de todos los sujetos del estudio. Los datos personales, la valoración y los resultados de cada participante serán utilizados únicamente con fines de investigación llevando así una protección de datos de carácter personal. En este sentido, el responsable de los archivos definitivos del estudio y las correspondientes bases de datos, que se generarán como consecuencia de la realización de este estudio serán conservados únicamente por el investigador principal. Además, a los pacientes que fueron asignados los grupos controles o grupo no intervención se les dará la opción de recibir posteriormente, de forma voluntaria y gratuita el programa preventivo.

2. Población de estudio, muestra y selección de la muestra

El tamaño de la muestra vino determinado por el número de futbolistas del club que cumplían los criterios de inclusión. Finalmente, la muestra del estudio fueron 18 jugadores de fútbol 11 de liga nacional juvenil con una edad de entre 15 y 19 años, y una experiencia previa practicando este deporte de 4-9 años.

Para la selección de la muestra se han establecido los siguientes criterios:

2.1. Criterios de inclusión:

- Tener licencia federativa en vigor firmada por la autoridad médica competente.
- Militar en un equipo inscrito en Liga Nacional Juvenil masculina de Fútbol 11.
- Entrenar un mínimo de 4 horas y media a la semana.
- Competir y entrenar en campos reglamentarios.
- Contar con un cuerpo técnico compuesto por al menos un técnico titulado, colegiado y en posesión de la licencia correspondiente en vigor.
- Firmar el consentimiento informado.

2.2. Criterios de exclusión:

- Presentar alguna lesión en la extremidad inferior en el momento del inicio del estudio.

3. Programa de intervención

Los grupos que se han delimitado para la implantación del ensayo clínico es un grupo control (la mitad del equipo juvenil masculino del Olivar), que no recibió la intervención descrita en el protocolo de estiramientos diseñado, y el grupo de intervención (la otra mitad del equipo descrito previamente), que recibió la intervención explicada a continuación.

Cada sesión de estiramiento tuvo una duración de 45 minutos, en los que se realizará un estiramiento estático analítico de los siguientes grupos musculares del miembro inferior: aductores, pelvitrocantéreos, flexores de cadera, extensores de rodilla, flexores de rodilla, flexores plantares y flexores dorsales conforme a lo descrito en la literatura (17,25).

Cada estiramiento tenía una duración de 45 segundos, con un tiempo de descanso de 15 segundos entre repeticiones (3 repeticiones de cada uno), realizando cada serie de estiramientos en ambos miembros inferiores.

4. Tiempo de intervención

La intervención se realizará durante un plazo de 4 semanas, haciendo una medición inicial al grupo experimental y al grupo control. Al grupo experimental se le practicará durante 4 semanas el programa de intervención, y se hará una medición final a ambos grupos, para determinar si ha habido cambios en el grupo experimental que puedan deberse a la intervención realizada.

5. Modelo de intervención

Se llevará a cabo en dos sesiones semanales de 45 minutos distribuidas a lo largo de la semana, una sesión supervisada durante el entrenamiento y la otra de forma autónoma por el jugador.

6. Recogida de datos e instrumentos de valoración

En la evaluación inicial y final se realizarán dos test de longitud muscular, el de Thomas (siendo el test más utilizado en la investigación, teniendo una confiabilidad alta para medir el acortamiento del psoas iliaco y del recto anterior, y una confiabilidad moderada para el tensor de la fascia lata) (26,27), el test de rotadores externos o test de Craig, y el test que mide la distancia dedos-suelo (teniendo este test una confiabilidad moderada) para valorar de forma global el acortamiento de la cadena posterior (28). Se registrará un video de la capacidad de salto utilizando dos de los test de Bosco (siendo estos los más

utilizados para medir el salto vertical y con ello la fuerza dinámica de extremidades inferiores), para ver si el programa de estiramiento además de ser un factor protector en lo que al riesgo de lesiones se refiere, puede influir en la capacidad de rendimiento de los deportistas, evaluando el Squat Jump (SJ), que mide la fuerza concéntrica en el que no hay energía elástica acumulada en los tendones, y el Contra Movement Jump (CMJ), que mide la fuerza explosiva en el que sí que se tiene en cuenta el ciclo acortamiento-estiramiento, y la energía elástica almacenada en los tendones. Estas pruebas se harán al inicio del estudio y al final de las 4 semanas de intervención, en los grupos experimentales y controles, para valorar las diferencias que provoca un programa de estiramientos estáticos (26–30).

Los cambios observados pre y post programa de intervención se analizarán mediante fotometría de los tests y de la estática, y mediante los vídeos de salto descritos anteriormente. Se analizarán con Kinovea® analizando el tiempo de vuelo de los jugadores. Las fotografías y vídeos se tomarán con el móvil de la investigadora (iPhone 11®), de forma siempre que no sean reconocibles los sujetos, tomando la foto/vídeo de la cintura a los pies.

7. Análisis de datos

Para todos los análisis estadísticos se utilizará el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS) versión 24.0 para MacOS (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Los datos se presentarán como media (desviación estándar) para las variables con distribución normal, y como mediana (rango Inter cuartil). El nivel de significación se fija en 0,05. Debido al tamaño muestral se ha optado por una estadística no paramétrica.

Las diferencias entre los jugadores control e intervención, para las características descriptivas y las variables primarias al principio y al final de la intervención entre grupos se analizarán mediante la prueba *U de Mann-Whitney*. La prueba de rangos con signo de Wilcoxon se utilizará para medir las diferencias existentes en un mismo grupo antes y después de la intervención.

RESULTADOS

Los valores descriptivos de las variables del estudio, así como las comparaciones intra e inter-grupo se encuentran en la tabla 1. Como se puede observar, hay una diferencia significativa entre todas las variables medidas pre y post intervención en el grupo experimental, además de encontrarse también una diferencia estadísticamente significativa en la variable que mide la longitud del músculo psoas mediante el test de Thomas (THOMPSOdcha) en el grupo control (todas $p<0,05$).

Después del programa de estiramientos, hay una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos en las variables medidas mediante la prueba del test de Thomas en el músculo tensor de la fascia lata para el miembro inferior izquierdo (THOMTFLizq), para el músculo recto anterior medido mediante el test de Thomas en ambos miembros inferiores (THOMRADcha, THOMRAizq), para el músculo psoas medido mediante el test de Thomas en ambos miembros inferiores (THOMPSOdcha, THOMPSOizq), y para el test genérico de la rueda o el test de distancia dedos suelo (DISTDEDSUELO) (todas p<0,05).

	INTERVENCIÓN				CONTROL				
	PRE		POST		PRE		POST		
	TESTREdcha	60,30*	3,77	57,8	7,80	60,15	6,82	60	6,50
TESTREizq	TESTREizq	60,14*	4,51	51,40	5,63	55,94	16,44	54,37	13,44
THOMTFLdcha	THOMTFLdcha	45,15*	28,06	29,48	22,20	45,15	8,94	45,45	6,85
THOMTFLizq	THOMTFLizq	29,4*	15,99	27,40#	12,49	40,30	10,32	39,28	12,77
THOMRADcha	THOMRADcha	35,27*	13,02	28,24#	11,84	43,25	12,86	45,15	13,22
THOMRAizq	THOMRAizq	30,15*	15,46	25,53#	12,81	38,19	17,12	41,73	16,03
THOMPSOdcha	THOMPSOdcha	8*	9,79	3#	4,50	4,44*	5,65	6	4,22
THOMPSOizq	THOMPSOizq	5*	9,30	1#	5	6,28	6,59	7	4,40
DISTDEDSUELO	DISTDEDSUELO	3*	4	0#	0,5	2	3,5	2	2,50
SJ	SJ	50*	2,50	50	2	48	4	49	4,50
CMJ	CMJ	51*	2,50	54	1	50	5	51	4,50

Tabla 1. Análisis descriptivo de las variables (TESTREdcha = test de rotadores externos para la pierna derecha; TESTREizq = test de rotadores externos para la pierna izquierda; THOMTFLdcha = test de Thomas para el tensor de la fascia lata pierna derecha; THOMTFLizq = test de Thomas para el tensor de la fascia lata pierna izquierda; THOMRADcha = test de Thomas para el recto anterior pierna derecha; THOMRAizq = test de Thomas para el recto anterior pierna izquierda; THOMPSOdcha = test de Thomas para el psoas pierna derecha; THOMPSOizq = test de Thomas para el psoas pierna izquierda; DISTDEDSUELO = test de la rueda o test de distancia dedos suelo; SJ = Squat Jump; CMJ = Contra Movement Jump).

* = diferencia estadísticamente significativa dentro del mismo grupo (p<0,05).

= diferencia estadísticamente significativa entre grupos (p<0,05).

DISCUSIÓN

Los principales hallazgos de este estudio piloto son que 1) se han observado unos mejores valores a favor del grupo intervención en todas las variables de longitud muscular medidas post intervención (incluyendo la distancia dedos-suelo que mide la elasticidad de la cadena posterior de miembros inferiores) salvo en la variable de test de rotadores externos para ambos miembros inferiores, y la variable que mide la longitud del tensor de la fascia lata en el miembro inferior derecho. Y 2) que este programa de estiramiento no parece que afecte significativamente en los test de Bosco que medían la capacidad de salto y por tanto no parecen mejorar la fuerza dinámica de las extremidades inferiores.

Sin embargo, todas las variables han tenido una diferencia estadísticamente significativa entre la variable medida post intervención y la variable medida pre-intervención dentro del grupo experimental, por lo que, dado que era una muestra pequeña y por tanto había variabilidad de datos iniciales entre ambos grupos, asumimos que el programa de estiramientos ha demostrado ser eficaz dentro del grupo intervención para todas las variables medidas en este estudio. La diferencia encontrada en el grupo control en la variable que mide la longitud del músculo psoas del miembro inferior derecho asumimos también que se debe a un incremento del acortamiento del músculo durante las 4 semanas de intervención, por lo que no es un dato relevante en nuestro estudio.

La mayoría de los estudios en los que se quiere medir los resultados de un programa de intervención se han elaborado en una horquilla mayor de tiempo, como el estudio de Ekstrand, y col., (22) en el que se hizo un seguimiento a los jugadores de 6 meses, y otro estudio del mismo autor en el que hizo un seguimiento de 1 año (22,23). Estas diferencias en el tiempo de intervención pueden dar lugar a que no se haya conseguido una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos en todas las variables medidas en la intervención, o que las diferencias obtenidas hubieran sido más acusadas con un mayor tiempo de intervención.

En una disciplina como el fútbol, con muchos ciclos de contracción acortamiento, y por tanto una necesidad de adaptación de la unidad tendón-músculo mayor a la de otros deportes como es el ciclismo, por ejemplo, en el que no se necesita una adaptación tan acusada; una mayor flexibilidad y elasticidad de los músculos provoca cambios viscoelásticos en la unidad músculo-tendón, que hacen que este sea más competente a las adaptaciones necesarias en el deporte, y por tanto, pueda ser una herramienta importante en la prevención de lesiones tal y como indica Witvrouw, y col., (24) según la literatura existente (24). Teniendo esto en cuenta, podemos interpretar positivamente nuestros resultados, sugiriendo que, al haber mejorado la longitud muscular, se ha mejorado también la capacidad viscoelástica y que eso debería repercutir en un menor riesgo de lesión. Por supuesto, estos datos y su

influencia real en la prevalencia lesional deberían estudiarse en profundidad con diseños específicos que permiten analizar la incidencia de la lesión.

De este modo, los resultados obtenidos en este estudio, en el que se ha conseguido la mejora significativa de la elasticidad muscular de los principales grupos musculares de la práctica deportiva en un plazo de 4 semanas, nos orientan a pensar que los estiramientos estáticos analíticos son una buena herramienta a la hora de plantear un programa preventivo de lesiones en la práctica del fútbol (24).

El principal test utilizado en este estudio para medir la longitud muscular del recto anterior, tensor de la fascia lata y psoas ha sido el test de Thomas, test muy utilizado en la investigación, y teniendo una alta confiabilidad siempre y cuando se establezca el complejo lumbo-pélvico (26,27). En estudios como el de Preece, y col., (31) indican una variación de 2,6º de media en el test de Thomas para la extensión de cadera (en las cuales están implicadas directamente psoas y recto anterior, y en menor medida el tensor de la fascia lata) tras haber realizado una sesión de estiramiento pasivo analítico. En este estudio se ha obtenido una variación mayor a la obtenida en el estudio de Preece, y col., (31) de 5,15º de media en la variable que mide el acortamiento del psoas, de 7,64º de media en el recto anterior, y de 7,55º en el tensor de la fascia lata. Esta diferencia en los resultados puede deberse a que en el estudio de Preece, y col., (31) solo han medido los grados de la extensión de cadera, y en este estudio se ha descompuesto la extensión de cadera en tres variables distintas (psoas, recto anterior y tensor de la fascia lata), y que en el estudio de Preece, y col., (31) solo han realizado una sesión de estiramiento, mientras que en este estudio se han realizado 8 sesiones en total (2 sesiones en cada una de las 4 semanas de intervención) (26,31).

El test de rotadores externos o test de Craig no ha reflejado diferencias significativas entre ambos grupos tras la intervención, aunque sí que ha demostrado tener diferencias estadísticamente significativas dentro del grupo experimental entre las variables medias post y pre-intervención. Este test es comúnmente utilizado en la fisioterapia para evaluar acortamiento muscular de los rotadores externos, y para medir restricciones articulares y ángulo de anteversión de la cadera. El haber encontrado diferencias estadísticamente significativas dentro del grupo experimental, pero no haber encontrado diferencias significativas entre ambos grupos tras la intervención nos orienta a pensar que o bien el programa ha sido insuficiente para obtener una mayor diferencia tras la intervención, o bien que la restricción que presentaban los jugadores era en gran parte articular y por tanto no era una variable tan influenciable al estiramiento, aunque hayamos encontrado una ligera mejora dentro del grupo intervención. Por otro lado, en el test de la rueda o en el test dedos-suelo, sí que se han encontrado diferencias estadísticamente significativas, aumentando por lo tanto la flexibilidad de la cadena posterior, pero siendo este un test inespecífico ya que intervienen numerosos músculos y estructuras en la realización de este test (28,30).

Muchos estudios como el de Smith, y col., (32) indican que pese a la mejora de la viscosidad del tendón no hay evidencia actual de las ganancias obtenidas mediante el estiramiento a largo plazo, necesitando más investigación acerca de las estrategias preventivas, acordando la mayoría de estudios en que el entrenamiento excéntrico siguiendo las reglas NHE puede reducir las lesiones de isquiotibiales (siendo este el grupo muscular más afectado) hasta en un 70% en el fútbol profesional, sin haber estudios de calidad que lo relacionen con el fútbol amateur (33).

Numerosos estudios han relacionado los estiramientos con los test de salto vertical de Bosco, sobre todo con el test que mide la fuerza explosiva (CMJ), que es el que se relaciona directamente con la energía elástica acumulada en el tendón previamente explicada. En las variables medidas en este estudio (SJ y CMJ) se han obtenido mejoras tras la intervención, existiendo una diferencia estadísticamente significativa entre la variable medida post-intervención y la variable medida pre-intervención, pero no son unas diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, al igual que en el estudio de Pacheco, et al., en el que también se observaron mejoras en SJ y CMJ tras una sesión de estiramiento estático pasivo, pero se encontraron mayores diferencias en los sujetos que habían realizado un estiramiento dinámico activo. Dado que en este estudio tampoco se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en el salto SJ entre ambos grupos, que valora la fuerza concéntrica, ni en el CMJ que valora la fuerza explosiva (que por tanto era la variable más probable a tener un cambio influenciado por el programa de estiramientos), podemos formular la hipótesis de que a pesar de que se ha observado un mayor cambio en el CMJ que en el SJ tras el programa de estiramientos (lo cual apoya la hipótesis de que el programa de estiramiento pasivo analítico puede mejorar la fuerza explosiva del salto), habría que realizar un programa de estiramiento activo dinámico para ver si de esta manera se consiguen unas diferencias estadísticamente significativas tras la intervención (29). Además, no se puede descartar que las mejoras en el salto no sean debidas al propio entrenamiento de fútbol y no al estiramiento ya que se producen en ambos casos.

CONCLUSIONES

Respondiendo al objetivo principal de este estudio, el cual era valorar los efectos de un programa de estiramientos estáticos analíticos en la prevención de factores asociados a lesiones de miembro inferior y en la mejora de la capacidad funcional de la extremidad inferior de jugadores de fútbol, se ha visto que los resultados obtenidos han sido favorables en lo que a aumento de flexibilidad se refiere, en los músculos recto anterior, psoas, TFL, y cadena posterior (isquiotibiales y tríceps sural principalmente), lo cual se relaciona directamente con la prevención de lesiones asociadas al fútbol, pero no ha demostrado ser tan efectivo en el aumento de flexibilidad de los rotadores externos de cadera ni en el rendimiento de la capacidad de salto, que era la variable que se medía en este estudio mediante los test de Bosco (SJ y CMJ). No se ha registrado tampoco ninguna lesión durante el tiempo de la intervención.

Con este estudio no se puede afirmar que el programa de estiramientos estáticos analíticos mejore en gran medida la capacidad funcional de miembro inferior en lo que a rendimiento se refiere, por no haber conseguido diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en las variables que medían la capacidad de salto.

La viabilidad de este programa de intervención ha demostrado ser efectiva, aunque siempre que exista la posibilidad de realizar más parte del programa con el investigador y menos parte de forma autónoma, se minimizan sesgos de cara a la adherencia de los sujetos a la intervención cuando realizan el trabajo autónomo.

LIMITACIONES

Una limitación de este estudio es la escasa muestra con la que se ha podido realizar el estudio (18 jugadores masculinos de fútbol 11). Otra posible limitación es la posible falta de adherencia que tengan los participantes para realizar de manera rigurosa la sesión de trabajo autónomo y que no se ha podido registrar de forma objetiva.

Finalmente, en este estudio no se ha tenido en cuenta la lateralidad de los jugadores a la hora de hacer las mediciones, por lo que el hecho de que la pierna dominante de unos sea la derecha, y para otros la izquierda, es otro aspecto a tener en cuenta al revisar los resultados.

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

En futuros estudios, sería interesante valorar el efecto a largo plazo de este programa en la prevención de lesiones, manteniendo la intervención con estiramientos, y viendo si al implementar un programa de intervención más largo se consigue aumentar la capacidad de almacenamiento de energía elástica de los tendones, consiguiendo así un aumento de rendimiento en la capacidad de salto, y, por lo tanto, en el rendimiento deportivo.

No hay mucha evidencia de calidad actualmente que relacione de manera aislada el trabajo de estiramientos en la prevención de lesiones asociadas al fútbol actualmente, por lo que se requieren futuros estudios para poder identificar la relevancia clínica de esta intervención.

BIBLIOGRAFÍA

1. Masini BD, Dickens JF, Tucker CJ, Cameron KL, Svoboda SJ, Owens BD. Epidemiology of isolated meniscus tears in young athletes. Vol. 3, Orthopaedic Journal of Sports Medicine. 2015.
2. Majewski M, Susanne H, Klaus S. Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. *Knee*. 2006 Jun 1;13(3):184–8.
3. Twizere J. Epidemiology of soccer injuries in Rwanda: A need for physiotherapy intervention. 2004;
4. C E, S G, G S, K C. Injury and illness epidemiology in soccer - effects of global geographical differences - a call for standardized and consistent research studies. *Biol Sport [Internet]*. 2017 [cited 2021 Sep 16];34(3):249–54. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29158618/>
5. Aoki H, O’Hata N, Kohno T, Morikawa T, Seki J. A 15-year prospective epidemiological account of acute traumatic injuries during official professional soccer league matches in Japan. *Am J Sports Med*. 2012 May;40(5):1006–14.
6. Fouasson-Chailloux A, Mesland O, Menu P, Dauty M. Soccer injuries documented by F-MARC guidelines in 13- and 14-year old national elite players: A 5-year cohort study. *Sci Sports*. 2020 Jun 1;35(3):145–53.
7. Licencias | CSD - Consejo Superior de Deportes [Internet]. Available from: <https://www.csd.gob.es/es/federaciones-y-asociaciones/federaciones-deportivas-espanolas/licencias>
8. Llana Belloch S, Soriano P, Lledó Figueres E. La epidemiología del fútbol: una revisión sistemática. 2010;10(37):22–40.
9. Crespo Rodríguez-Miñón B. Comparación de diferentes temporadas en el fútbol femenino con y sin protocolo de prevención de lesiones. *AGON: International Journal of Sport Sciences*. 2011;1(1):18–28.
10. Inklaar H, Bol E, Schmikli S, Mosterd W. Injuries in male soccer players: team risk analysis. *Int J Sports Med*. 1996 Apr 1;17(3):229–34.
11. Wik EH, Lolli L, Chamari K, Materne O, di Salvo V, Gregson W, et al. Injury patterns differ with age in male youth football: a four-season prospective study of 1111 time-loss injuries in an elite national academy. *Br J Sports Med*. 2021 Jul 1;55(14):794–800.
12. Tscholl P, O’Riordan D, Fuller CW, Dvorak J, Gutzwiller F, Junge A. Causation of injuries in female football players in top-level tournaments. *Br J Sports Med*. 2007 Aug 1;41(Supplement 1):i8–14.
13. Paús V, Torrengo F. Incidencia de lesiones en jugadores de fútbol profesional. *Revista Asociacion Argentina de Traumatología del Deporte*. 2006;10(1):10–7.

14. Leventer L, Eek F, Hofstetter S, Lames M. Injury Patterns among Elite Football Players: A Media-based Analysis over 6 Seasons with Emphasis on Playing Position. *Int J Sports Med.* 2016 Oct;1;37(11):898–908.
15. Witvrouw E, Mahieu N, Danneels L, McNair P. Stretching and injury prevention: an obscure relationship. *Sports Med.* 2004;34(7):443–9.
16. McHugh MP, Cosgrave CH. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J Med Sci Sports.* 2010 Apr;20(2):169–81.
17. Ryan ED, Beck TW, Herda TJ, Hull HR, Hartman MJ, Costa PB, et al. The time course of musculotendinous stiffness responses following different durations of passive stretching. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(10):632–9.
18. Avela J, Finni T, Liikavainio T, Niemelä E, Komi P v. Neural and mechanical responses of the triceps surae muscle group after 1 h of repeated fast passive stretches. *J Appl Physiol.* 2004 Jun;96(6):2325–32.
19. Safran MR, Seaber A v., Garrett WE. Warm-up and muscular injury prevention. An update. *Sports Med.* 1989;8(4):239–49.
20. Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol (1985).* 2001;90(2):520–7.
21. Kubo K, Kanehisa H, Fukunaga T. Effects of resistance and stretching training programmes on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Physiol.* 2002 Jan 1;538(1):219–26.
22. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *Br J Sports Med.* 2011 Jun;45(7):553–8.
23. Ekstrand J, Gillquist J, Liljedahl SO. Prevention of soccer injuries. Supervision by doctor and physiotherapist. *Am J Sports Med.* 1983;11(3):116–20.
24. Witvrouw E, Bellemans J, Lysens R, Danneels L, Cambier D. Intrinsic risk factors for the development of patellar tendinitis in an athletic population. A two-year prospective study. *Am J Sports Med.* 2001;29(2):190–5.
25. Tricás J, Hidalgo C, Lucha O, Ejenth O. Estiramiento y autoestiramiento muscular en Fisioterapia OMT. 1^a ed. Zaragoza: OMT España; 2012.
26. Cady K, Powis M, Hopgood K. Intrarater and interrater reliability of the modified Thomas Test. *J Bodyw Mov Ther.* 2022 Jan;29:86–91.
27. Kim GM, Ha SM. Reliability of the modified Thomas test using a lumbo-plevic stabilization. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(2):447–9.
28. Miñarro PÁL, Fiol CF, Cáceres FA, Lucas JLY, Ibarra AG. Validez de los test dedos-planta y dedos-suelo para la valoración de la extensibilidad isquiosural en piragüistas de categoría infantil. *Apunts Medicina de l'Esport.* 2008 Jan;43(157):24–9.

29. Pacheco L, Balius R, Aliste L, Pujol M, Pedret C. The Acute Effects of Different Stretching Exercises on Jump Performance. *J Strength Cond Res.* 2011 Nov;25(11):2991–8.
30. Choi B ram, Kang S young. Intra- and inter-examiner reliability of goniometer and inclinometer use in Craig's test. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(4):1141–4.
31. Preece SJ, Tan YF, Alghamdi TDA, Arnall FA. Comparison of Pelvic Tilt Before and After Hip Flexor Stretching in Healthy Adults. *J Manipulative Physiol Ther.* 2021 May;44(4):289–94.
32. Smith GN, Myers SL, Brandt KD, Mickler EA, Albrecht ME. Effect of intraarticular hyaluronan injection on vertical ground reaction force and progression of osteoarthritis after anterior cruciate ligament transection. *Journal of Rheumatology.* 2005 Feb;32(2):325–34.
33. van de Hoef S, Huisstede BMA, Brink MS, de Vries N, Goedhart EA, Backx FJG. The preventive effect of the bounding exercise programme on hamstring injuries in amateur soccer players: the design of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017 Dec 22;18(1):355.

Dña. María González Hinjos, Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

CERTIFICA

1º. Que el CEIC Aragón (CEICA) en su reunión del día 18/05/2022, Acta Nº 10/2022 ha evaluado la propuesta del Trabajo:

Título: ESTUDIO PILOTO: EFICACIA DE UN PROGRAMA DE ESTIRAMIENTOS ESTÁTICOS ANALÍTICOS EN LA PREVENCIÓN DE FACTORES ASOCIADOS A LESIÓN EN FÚTBOL.

Alumna: Alba Sanchez Garcia

Tutores: Germán Vicente Rodríguez y Carlos Castellar Otín

Versión protocolo: 15/05/2022.

Versión documento de información y consentimiento: 15/05/2022

2º. Considera que

- El proyecto se plantea siguiendo los requisitos de la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica y los principios éticos aplicables.
- El Tutor/Director garantiza la confidencialidad de la información, la obtención de los consentimientos informados y el adecuado tratamiento de los datos, en cumplimiento de la legislación vigente y la correcta utilización de los recursos materiales necesarios para su realización.

3º. Por lo que este CEIC emite **DICTAMEN FAVORABLE a la realización del proyecto**, siempre que se acompañe de la autorización del Gerente de UNIZAR para el tratamiento de datos personales.

Lo que firmo en Zaragoza

GONZALEZ Firmado digitalmente
HINJOS MARIA - por GONZALEZ HINJOS
DNI 03857456B MARIA - DNI 03857456B
Fecha: 2022.05.20
13:10:05 +02'00'

María González Hinjos
Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)