



MASTER DE ALTO RENDIMIENTO DEPORTIVO Y SALUD

Universidad Miguel Hernández de Elche

“Impacto de la fatiga generada durante un partido simulado de fútbol sobre factores de riesgo neuromusculares de lesión de la extremidad inferior”

Alumno: José Antonio Fuentes Belmonte

Director: Dr. D. Francisco Ayala Rodríguez

Tutor: Alejandro López Valenciano

Septiembre, 2016

Fuentes Belmonte, J.A. (2016). Trabajo de Fin de Máster. Elche: Universidad Miguel Hernández.

RESUMEN

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Máster consiste en analizar los efectos de un partido de fútbol simulado, mediante el protocolo de fatiga específica en fútbol (“90 min, Soccer-specific Aerobic Field Test” [SAFT]), sobre varios factores de riesgo neuromusculares relacionados con la prevalencia de lesiones en la extremidad inferior. El protocolo SAFT reproduce la fatiga específica que puede sufrir un jugador durante un partido de fútbol profesional. Un total de 50 jugadores de fútbol amateur formarán parte del estudio. Cada participante realizará un total de 4 sesiones, en las cuáles se realizará una familiarización con el protocolo y los distintos test, para posteriormente analizar cómo influye la fatiga en tres momentos propios de un partido de fútbol: pre-test- antes del partido o SAFT, post-test- en el descanso del partido o SAFT, min. 45, y post-test- al finalizar la prueba, min. 90.

Palabras clave: SAFT, Fatiga, Prevención de lesiones, Fútbol Amateur

Fuentes Belmonte, J.A. (2016). Master's Thesis. Elche: Miguel Hernández University.

ABSTRACT

The main objective of this Master's Thesis is to analyze the effects of a match simulated soccer, by protocol specific fatigue in soccer ("90 min, Soccer-specific Aerobics Field Test" [SAFT]) on several neuromuscular risk factors related to the prevalence of injuries in the lower extremity. The SAFT protocol reproduces the specific fatigue that can undergo a player during a professional football game. A total of 50 amateur soccer players will take part in the study. Each participant will perform a total of 4 sessions, in which a familiarity with the protocol and the various test, and then analyze how influenced fatigue in three own moments of a football match was made: pre-test- before the game or SAFT, post-test- in the rest of the party or SAFT, min. 45, and post-test- the end of the test, min. 90.

Keywords: SAFT, Fatigue, Injury Prevention, Soccer Amateur.

1. INTRODUCCIÓN

El fútbol es, de lejos, el deporte más popular del mundo, con más de 270 millones de participantes jugando tanto a nivel amateur como profesional (FIFA Big Count 2006).

El fútbol es un deporte con una alta demanda física que implica aceleraciones y desaceleraciones repentinas, rápidos cambios de dirección, saltos y aterrizajes; así como muchas otras situaciones en donde los jugadores están involucrados en la lucha de mantener la posesión del balón o recuperarlo del equipo contrincante (Faude, Rossler & Junge, 2013; Krustup, Aagaard, Nybo, Petersen, Mohr & Bangsbo, 2010). Particularmente, estas situaciones de alta intensidad provocan un notable y elevado riesgo de lesión (Maffulli, Longo, Gougoulis, Loppini & Denaro, 2010; Venturelli, Schena, Zanolla & Bishop, 2011). Este incremento del riesgo de lesión (principalmente en la extremidad inferior), producido por la práctica del fútbol, es especialmente relevante en niveles amateurs (Waldén, Häggglund, Magnusson & Ekstrand, 2016; Koch et al., 2016).

En particular, los ratios de lesión en futbolistas amateurs varían desde 8.5 lesiones por cada 1.000 horas de exposición (Junge, Rösch, Peterson, Graf-Baumann & Dvorak, 2002) hasta 25.1 lesiones por cada 1.000 horas de exposición (Junge, Cheung, Edwards & Dvorak, 2004). Consecuentemente, las lesiones relacionadas con el fútbol pueden contrarrestar los efectos beneficiosos de la práctica deportiva a temprana edad, sobre todo si el niño o el adolescente no puede seguir practicando debido a los efectos de la lesión (Longo, Mulanda, Nkiama & Nkakudulu, 2008).

Por lo tanto, existe un interés considerable en el tratamiento y posible intervención sobre los múltiples factores etiológicos que interactúan para determinar el riesgo de lesión. En este sentido, varios factores de riesgo potencialmente modificables con intervenciones en el entrenamiento, control neuromuscular durante acciones dinámicas y la fatiga, en combinación entre ambas, han recibido una atención considerable en estos últimos años.

La fatiga se ha asociado con una disminución del rango de movimiento de la cadera (Bradley & Portas, 2007) y la fuerza muscular excéntrica de la musculatura isquiosural en comparación con la musculatura del cuádriceps (Rahnama Reilly, Lees & Graham-Smith, 2003). De igual modo, también se han señalado peores resultados en el test “Landing Error Scoring System” (LESS), herramienta válida para evaluar cualitativamente la correcta cinemática de la caída tras una acción de salto (Padua, DiStefano, Beutler, De La Motte, DiStefano & Marshall, 2015), con una mayor inestabilidad en el tronco y rodilla (Greig & Walker-Johnson, 2007; Granata & Gottipati, 2008), o con un aumento del tiempo de velocidad durante carreras cortas o “sprints” de 20 metros (Robineau, Jouaux, Lacroix & Babault, 2012).

Bajo este campo de investigación se han desarrollado protocolos de fatiga específicos de laboratorio donde se han intentado reproducir las mismas condiciones que en competición. Sin embargo, muchos de ellos han fracasado debido a la naturaleza misma del deporte y a su carácter multidireccional (Drust, Reilly & Cable, 2000; Thatcher & Batterham, 2004, Greig, McNaughton & Lovell, 2006). Sin embargo, existe un test válido y fiable que valora la fatiga simulada en fútbol, denominado “90 min. Soccer-Specific Aerobic Field Test” (SAFT). Se trata de un protocolo de fatiga multidireccional que está basado en los movimientos obtenidos en las competiciones europeas en los últimos años. A través de este protocolo se pretende analizar cómo influye la fatiga del deportista en los niveles de fuerza excéntricos (Small, McNaughton, Greig & Lovell, 2010), en la cinemática del salto y caída mediante el test LESS (Padua et al., 2015), en la flexibilidad mediante el rango de movimiento (Robinson, 2011), en la estabilidad del tronco mediante plataforma inestable y en el rendimiento en sprint (Mohr, Krstrup, Nybo, Nielsen & Bangsbo, 2004). En definitiva, se han llevado a cabo gran cantidad de estudios tratando de comprobar cómo los efectos de la fatiga influyen sobre el rendimiento deportivo y sobre el riesgo de padecer algún tipo de lesión, pero sin embargo

existen amplias lagunas de conocimiento en cuánto a sus efectos en el fútbol recreacional y amateur, que es ampliamente el que practica la gran mayoría de la población.

Por lo tanto, el objetivo principal de este Trabajo Fin de Máster será analizar los efectos de un partido de fútbol simulado, mediante el protocolo SAFT, sobre varios factores neuromusculares de riesgo de lesión de la extremidad inferior en jugadores de fútbol amateurs.

2. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Participantes

Un total de 50 jugadores hombres de fútbol amateur formarán parte de este estudio. Todos los jugadores deberán practicar fútbol activamente al menos 2 veces a la semana, y serán sujetos saludables sin ningún tipo de lesión.

Serán excluidos del estudio las personas con problemas médicos conocidos, episodios de dolor de espalda en los seis meses previos a la investigación o que en el momento del estudio participaran en algún programa de acondicionamiento físico. Los participantes serán advertidos de que no deberán modificar su nivel de actividad física durante el tiempo que dure el estudio, ni realizar actividad física vigorosa en las 24 horas previas a la realización de los test. Además, antes de iniciar la investigación, los participantes serán informados de las características del estudio y firmarán un consentimiento informado aprobado por el Comité de ética de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

2.2. Diseño

Los participantes completarán un total de 4 sesiones. Antes de comenzar, se les realizará una serie de valoraciones antropométricas (peso, altura, distancia trocánter-acromion y distancia trocánter-maléolo interno) (Anexo 1), y posteriormente, llevarán a cabo un

calentamiento estandarizado (Anexo 2). La diferencia entre sesiones será mínimo de dos días para evitar cualquier tipo de contaminación en los resultados. La organización de las 4 sesiones será la siguiente:

- 1^{er} Día. Familiarización con el protocolo de fatiga inducida SAFT, calentamientos y distintos test utilizados durante el estudio.
- 2^o Día. Pre-test de todas las pruebas, sin haber realizado el protocolo SAFT.
- 3^{er} Día. Protocolo SAFT y pruebas de valoración tras finalizar cada parte del protocolo SAFT (min. 45; sprint, ROM, y cinemática de salto) (min 90; estabilidad dinámica de rodilla en isocinético, sprint, ROM y cinemática de salto).
- 4^o Día. Protocolo SAFT y pruebas de valoración tras finalizar cada parte del protocolo SAFT (min. 45; sprint, ROM, y cinemática de salto) (min 90; estabilidad de tronco en asiento inestable, sprint, ROM y cinemática de salto).

2.3. Protocolo de fatiga inducida SAFT

El protocolo “90 min, Soccer-specific Aerobic Field Test” (SAFT) está basado en los movimientos obtenidos en 2007 de la competición inglesa de fútbol (con la tecnología Prozone©). Ha sido validado por Lovell, Knapper & Small (2008) para replicar la fatiga en un partido de fútbol real. Incluye movimientos multidireccionales y movimientos frecuentes de un partido, además de aceleraciones y desaceleraciones.

En el recorrido se colocaran 2 conos en paralelo a una distancia total de 20 metros. Dentro de esta distancia se ubicarán cuatro conos a una distancia predeterminada (Figura 1). En el primer cono se realizarán movimientos alternativos prefijados (skipping, carrera hacia atrás, ondulaciones, etc...) (Anexo 3). Mientras que en los tres restantes se realizará un zig-zag, llegando hasta el final y volviendo; todo ello a una intensidad prefijada para los participantes mediante escala Borg (Borg, 1998) en concreto una intensidad de “7” o

“Fuerte”. La prueba tiene 1269 cambios de velocidad y 1350 cambios de dirección en los 90 minutos que dura el test (Lovell, Knapper & Small, 2008).

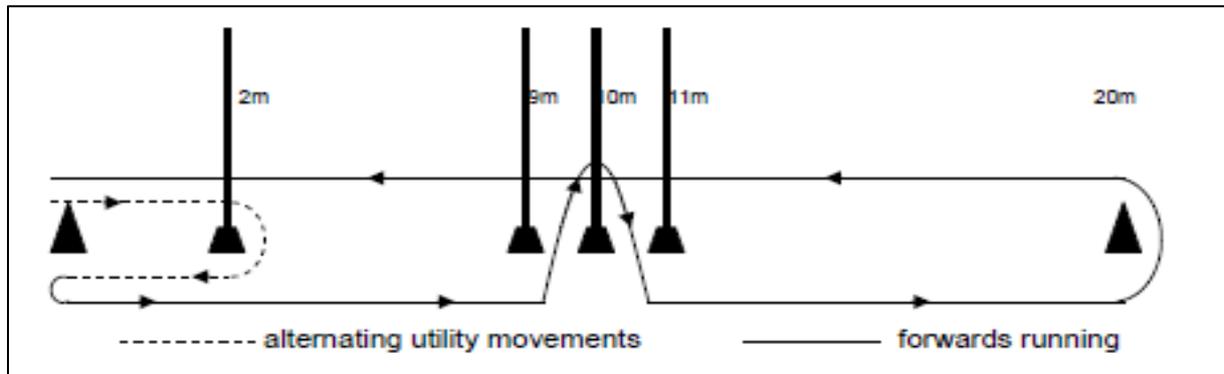


Figura 1. Recorrido y distancias del protocolo “90 min, Soccer-specific Aerobic Field Test” (SAFT).

2.4. Pruebas de valoración

2.4.1. Rango de movimiento articular

Se valorará el máximo rango de movimiento pasivo de los núcleos articulares de la cadera (flexión con rodilla extendida, abducción con rodilla flexionada), rodilla (flexión) y el tobillo (flexión dorsal con rodilla extendida y flexionada) sobre la pierna dominante (Figura 2). Para las medidas se utilizará una camilla ajustable y un inclinómetro Unilevel (ISOMED, Inc., Portland, OR).

Estas variables del rango de movimiento articular serán registradas siguiendo la metodología desarrollada por el grupo de investigación liderado por el Dr. Santonja y la Dra. Sainz de Baranda (2013). Las medidas obtenidas con esta metodología han demostrado presentar valores elevados de validez y fiabilidad, además de que el procedimiento exploratorio presume de ser sencillo, rápido y cómodo tanto para los investigadores como para las personas evaluadas (Ayala, Sainz de Baranda, Cejudo & Santonja, 2013).

Bajo esta metodología, los participantes serán evaluados realizando 2 intentos máximos para cada una de las 4 pruebas de valoración. Sin embargo, cuando una diferencia mayor del 5% sea observada entre ambos intentos, un tercer intento será realizado,

seleccionando el valor medio de los dos intentos cuyos resultados se encuentre más próximos entre sí para el posterior análisis estadístico.

Se concederá un periodo de descanso de 30 s entre las pruebas de valoración con un descanso de aproximadamente 10 s entre cada uno de los dos intentos máximos para cada prueba. El resultado final de cada intento máximo para cada una de las pruebas de valoración será determinado por uno o varios de los siguientes criterios: (1) el investigador principal es incapaz de ejecutar de forma lenta y progresiva (sin tirones) el movimiento articular del sujeto debido a la elevada resistencia desarrollada por el/los grupo/s muscular/es estirados durante la maniobra exploratoria; (2) el participante avisa de sentir tensión o una sensación de estiramiento muscular que acarrea un disconfort importante; y/o (3) ambos investigadores apreciaron algún movimiento de compensación que incrementaba el rango de movimiento.



Figura 2. Rango de movimiento de (a) flexión de cadera; abducción de cadera con rodilla flexionada (b); flexión de rodilla (c); y flexión dorsal de tobillo (d). Tomado de Laboratorio de Biomecánica y Salud de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

2.4.2. Índice de fuerza reactiva y cinemática del salto

El índice de fuerza reactiva y la biomecánica de la caída tras un salto serán evaluados mediante la realización de acciones de caída y salto o “Drop Vertical Jump” (DVJ) siguiendo el procedimiento establecido por Padua, Marshall, Boling, Thigpen, Garrett & Beutler (2009). La acción de DVJ implica que los participantes salten desde una superficie de 30 cm de altura hacia una plataforma de fuerza situada en el suelo, aterrizando con ambos pies a una distancia de aproximadamente el 50% de su altura, y saltando inmediatamente después del contacto hacia arriba tan alto y rápido como sea posible (Figura 3).

Tras completar un periodo de familiarización con la técnica y dinámica de la prueba (realización práctica de 3-5 intentos), cada participante realizará 3 acciones de DVJ, con un periodo de descanso entre acciones de 30 s. Una grabación de video frontal y lateral mediante un sistema de cámaras de alta frecuencia Casio Exilim F1 (Casio España SL, Barcelona), grabará toda la secuencia de salto. Por otra parte, será igualmente registrada la altura y la potencia de salto mediante una plataforma de contacto ubicada en el suelo Ergo Jump Bosco System (Ergotester, Globus Italia, Codogne, Italy).

La biomecánica de la caída será evaluada de acuerdo a la escala “Landing Error Scoring System” (LESS), que está compuesta por un total de 17 ítems (Padua et al., 2009).



Figura 3. Maniobra de salto (DVJ) sobre plataforma de fuerza. Tomado de Padua et al., (2009)

2.4.3. Estabilidad del tronco

Para la valoración de la estabilidad del tronco se utilizará el control postural mediante el paradigma del asiento inestable, desarrollado por los grupos de investigación en Biomecánica dirigidos por el Dr. van Dieën en la Universidad de Vrije (Ámsterdam, Holanda) y el Dr. Cholewicki de la Universidad de Michigan (Estados Unidos).

Esta metodología consiste principalmente en incrementar la inestabilidad durante la postura sedente mediante un asiento de base inestable que consta de dos partes: (a) una base plana donde se sienta el sujeto con un armazón de madera para fijar las extremidades

inferiores; y (b) una hemiesfera de resina fijada a la parte inferior de la base del asiento (radio de la hemiesfera: 35 cm, altura) (Cholewicki, Polzhofer & Radebold, 2000).

Los participantes se colocarán sentados sobre un asiento plano o sobre el asiento inestable de madera apoyado sobre una plataforma de fuerza (Kistler 9286AA, Zurich, Switzerland). La plataforma se encuentra en el interior de una estructura metálica, protegida por barandillas para evitar caídas. El participante coloca las rodillas flexionadas 90° y se le fijan las piernas y cadera para evitar movimientos del tren inferior. Los participantes realizarán cada tarea con los brazos cruzados sobre el pecho y la postura de la columna en una posición cómoda (Figura 4).

Antes del inicio de cada tarea, se les pedirá a los participantes que permanezcan lo más quietos posibles con los brazos cruzados sobre el pecho durante 6 segundos para ajustar su posición inicial. En el caso de las tareas con inestabilidad, se les retirará el cajón de seguridad a los participantes, se cogerán a la barra de la seguridad con 2 dedos de cada mano y brazos estirados para realizar este ajuste inicial.

La prueba consistirá en la realización de 6 tareas de diferente dificultad realizadas sobre el asiento inestable. Dos de las seis tareas se realizarán sin feedback visual, pidiendo a los participantes que se queden lo más quietos posible en la posición donde se encuentren más cómodos. Las tareas que se llevaran a cabo con feedback visual se les indicará que coloquen su Centro de presiones (CDP) lo más cerca posible del punto criterio. En las pruebas dinámicas se solicitará a los participantes que ajusten la posición de su CDP lo más cerca posible del punto criterio, que en este tipo de tareas se mueve a lo largo de tres posibles trayectorias: anterior-posterior, medial-lateral y circular. La duración de cada tarea será de 70 s y el período de descanso entre las pruebas de 1 min.

La progresión de las tareas será: (1) Estático Estable sin feedback; (2) Estático Inestable sin Feedback; (3) Estático Inestable con Feedback; (4) Dinámico Inestable con

Feedback Horizontal; (5) Dinámico Inestable con Feedback Vertical; (6) Dinámico Inestable con Feedback Circular.



Figura 4. Colocación del participante en la plataforma del asiento inestable. Fotografía del estudio.

2.4.4. Estabilidad dinámica de la rodilla

Este factor fue evaluado gracias al empleo del dinamómetro isocinético Biodex System 3 (Biodex Corp., Shirley, NY, USA).

La evaluación de la fuerza de la flexión y extensión de rodilla será dividida en tres partes. Las dos primeras partes del proceso exploratorio serán destinadas a evaluar la función muscular de los extensores y flexores de rodilla mediante un protocolo concéntrico/pasivo (CON/PAS) realizando la extensión de rodilla en primer lugar seguidamente de la flexión de rodilla. Este protocolo CON/PAS será conformado por 3 series de extensión y flexión máximas a $60^{\circ}/s$, y 2 ciclos con 4 series a 180 y $240^{\circ}/s$, de tal forma que siempre la velocidad más lenta ($60^{\circ}/s$) será evaluada en primer lugar. Previo a este protocolo de valoración se realizará un procedimiento de calentamiento que consistirá en 4 ciclos submáximos a 60 y

180°/s. La segunda parte del proceso exploratorio será destinado a la evaluación de la fuerza de la flexión de rodilla por medio de ciclos excéntricos/pasivos (EXC/PAS). En este sentido, 3 series de 3 ciclos máximos a 30 y 60°/s y 3 series de 4 ciclos máximos a 180°/s serán realizados. Previo a este protocolo se realizará un calentamiento con un protocolo EXC/PAS que consistirá en 2 ciclos submáximos a 30 y 60°/s. El asiento será ajustado con una inclinación de 20°.

Entre series de movimientos consecutivos se permitirá un descanso de 20 segundos, mientras que un periodo de descanso de 1-3 minutos será establecido entre ambas partes del proceso exploratorio. Durante todo el proceso exploratorio, los participantes serán verbalmente animados a empujar/ resistir lo más fuerte y rápido posible el brazo telescópico a lo largo de todo el rango de movimiento mediante palabras clave estandarizadas tales como “resiste”, “empuja”, “más rápido”,...



Figura 5. Sujeto realizando el test de dinamometría isocinética. Tomado de Parra (2014)

2.4.5. Tiempo en el sprint 20 m

Esta prueba será evaluada con dos células fotoeléctricas (Wireless Timing Radio Controlled, Brower Timing System, Colorado, USA) apoyadas sobre un trípode a una altura de 1 m., colocadas una al principio y otra al final del recorrido de la carrera de velocidad. El

recorrido estará conformado por una línea recta de 20 m. de distancia, con 3 m. de margen al final del recorrido para que los participantes puedan desacelerar sin problemas. La salida se realizará de pie, con la pierna dominante adelantada y el tronco situado a 1m de la línea imaginaria que corta la fotocélula. Las fotocélulas irán equipadas con un cronómetro digital que registrará el tiempo de corte entre una célula y la otra, y una planilla de resultados será elaborada para la prueba.

Los sujetos realizarán 2 repeticiones a la velocidad máxima, con un descanso de 2 min entre repetición. El momento de salida se realizará cuando el sujeto esté correctamente situado en la posición con las fotocélulas encendidas.



Figura 6. Participante antes de comenzar la carrera de velocidad. Fotografía del estudio

2.5. Análisis estadístico

Con anterioridad al análisis estadístico, la distribución normal de los datos será comprobada a través de la prueba Kolmogorov-Smirnov. Una estadística descriptiva de todas las variables será llevada a cabo a través del cálculo de la media y desviación típica. El análisis de los datos se llevará a cabo a través del software estadístico SPSS versión 20.0 y el programa Microsoft Excel 2011 para Windows.

Un análisis de la varianza será realizado para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en las medidas de pre-test/post test min 45/post test min 90; para cada una de las pruebas en donde se comprobará la influencia de la fatiga en los resultados. Ante diferencias significativas, se aplicará la prueba post hoc Bonferroni para comparaciones pareadas. El nivel de significación se estableció en $p < 0,05$.

El tamaño del efecto o “effect size” (ES) también será calculado para determinar la magnitud de las diferencias entre los grupos o las condiciones experimentales para cada variable utilizando el método previamente descrito por Cohen (1988), (≤ 0.4 =pequeño; 0.41-0.7 = moderado; >0.7 = grandes magnitudes de cambio).

3. REFERENCIAS

1. Ayala, F., Sainz de Baranda, P., Cejudo, A., & Santonja, F. (2013). Pruebas angulares de estimación de la flexibilidad isquiocrural: descripción de los procedimientos exploratorios y valores de referencia. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 6(3), 120-128.
2. Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Human kinetics.
3. Bradley, P. S., & Portas, M. D. (2007). The relationship between preseason range of motion and muscle strain injury in elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1155-1159.
4. Cholewicki, J., Polzhofer, G. K., & Radebold, A. (2000). Postural control of trunk during unstable sitting. *Journal of biomechanics*, 33(12), 1733-1737.
5. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd Ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
6. Count, F. B. (2006). 270 million people active in football. *FIFA Communications Division, Information Services*, 31, 2007.

7. Drust, B., Reilly, T. & Cable, N.T. (2000). Physiological responses to laboratory-based soccer-specific intermittent and continuous exercise. *Journal of Sports Sciences*, 18, 885-892.
8. Faude, O., Rossler, R., & Junge, A. (2013). Football injuries in children and adolescent players: are there clues for prevention? *Sports medicine*, 43(9), 819-837.
9. Granata, K. P., & Gottipati, P. (2008). Fatigue influences the dynamic stability of the torso. *Ergonomics*, 51(8), 1258-1271.
10. Greig, M.P., McNaughton, L.R. and Lovell, R.J. (2006). Physiological and mechanical response to soccer-specific intermittent activity and steady-state activity. *Journal of Research in Sports Medicine*, 14, 29-52.
11. Greig, M., & Walker-Johnson, C. (2007). The influence of soccer-specific fatigue on functional stability. *Physical Therapy in Sport*, 8(4), 185-190.
12. Junge, A., Cheung, K., Edwards, T., & Dvorak, J. (2004). Injuries in youth amateur soccer and rugby players—comparison of incidence and characteristics. *British journal of sports medicine*, 38(2), 168-172.
13. Junge, A., Rösch, D., Peterson, L., Graf-Baumann, T., & Dvorak, J. (2002). Prevention of soccer injuries: a prospective intervention study in youth amateur players. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(5), 652-659.
14. Koch, M., Zellner, J., Berner, A., Grechenig, S., Krutsch, V., Nerlich, M., Angele, P. & Krutsch, W. (2016). Influence of preparation and football skill level on injury incidence during an amateur football tournament. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 136(3), 353-360.
15. Krstrup, P., Aagaard, P., Nybo, L., Petersen, J., Mohr, M., & Bangsbo, J. (2010). Recreational football as a health promoting activity: a topical review. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(1), 1-13.

16. Longo, M. B., Mulanda, M. J. M., Nkiama, E., & Nkakudulu, B. (2008). Effects of soccer/football practice on cardiovascular risk factors among young adults. *Mali Medical*, 23, 23-28.
17. Lovell, R., Knapper, B., & Small, K. (2008). Physiological responses to SAFT90: a new soccer-specific match simulation. In *Verona-Ghirada Team Sports Conference Proceedings*.
18. Maffulli, N., Longo, U. G., Gougoulias, N., Loppini, M., & Denaro, V. (2010). Long-term health outcomes of youth sports injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 44(1), 21-25.
19. Mohr, M., Krstrup, P., Nybo, L., Nielsen, J. J., & Bangsbo, J. (2004). Muscle temperature and sprint performance during soccer matches—beneficial effect of re-warm-up at half-time. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 14(3), 156-162.
20. Padua, D. A., Marshall, S. W., Boling, M. C., Thigpen, C. A., Garrett, W. E., & Beutler, A. I. (2009). The landing error scoring system (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics the JUMP-ACL study. *The American journal of sports medicine*, 37(10), 1996-2002.
21. Padua, D. A., DiStefano, L. J., Beutler, A. I., De La Motte, S. J., DiStefano, M. J., & Marshall, S. W. (2015). The landing error scoring system as a screening tool for an anterior cruciate ligament injury-prevention program in elite-youth soccer athletes. *Journal of athletic training*, 50(6), 589-595.
22. Rahnama, N., Reilly, T., Lees, A. & Graham-Smith, P. (2003). Muscle fatigue induced by exercise simulating the work rate of competitive soccer. *Journal of Sports Sciences*, 21, 933-942.
23. Robineau, J., Jouaux, T., Lacroix, M., & Babault, N. (2012). Neuromuscular fatigue induced by a 90-minute soccer game modeling. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 555-562.

24. Robinson, T. W. (2011). The influence of soccer-specific fatigue on hip range of motion and peak isokinetic hip flexor torque in male soccer players.
25. Small, K., McNaughton, L., Greig, M., & Lovell, R. (2010). The effects of multidirectional soccer-specific fatigue on markers of hamstring injury risk. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 120-125.
26. Thatcher, R. & Batterham, A.M. (2004). Development and validation of a sport-specific exercise protocol for elite and youth soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(1), 15-22.
27. Venturelli, M., Schena, F., Zanolla, L., & Bishop, D. (2011). Injury risk factors in young soccer players detected by a multivariate survival model. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(4), 293-298.
28. Waldén, M., Häggglund, M., Magnusson, H., & Ekstrand, J. (2016). ACL injuries in men's professional football: a 15-year prospective study on time trends and return-to-play rates reveals only 65% of players still play at the top level 3 years after ACL rupture. *British Journal of Sports Medicine*, 50(12), 744-750.

4. ANEXOS

4.1. Anexo 1. Datos antropométricos de los participantes

DATOS ANTROPOMÉTRICOS

Sujeto n°:

Altura: Peso:

Altura acromio-trocánter:

Altura trocánter-maléolo interno:

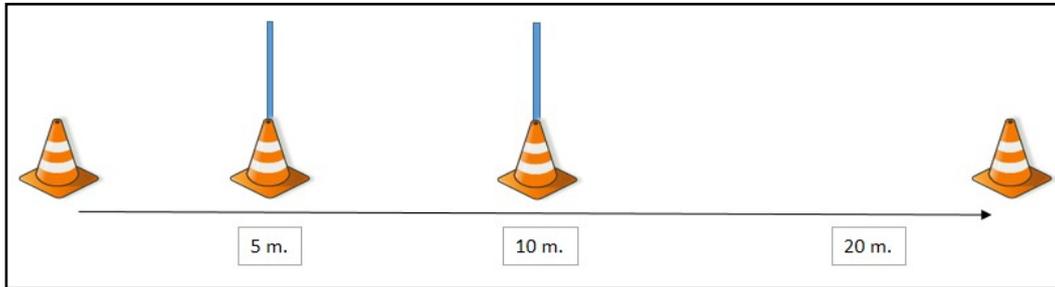
Altura cresta iliaca-maléolo interno:

(*) Todo en cm, excepto el peso en kg.



4.2. Anexo 2. Tabla de organización del calentamiento

CALENTAMIENTO



Ejercicio	Repeticiones	Distancia	Intensidad
Trote 2-3 min alrededor de la pista			
Rodillas arriba	3	20 m	
Talones al glúteo	3	20 m	
Carioca(desplazamiento lateral cruzado)	2 cada lado	20 m	
Flexión y extensión de cadera	10 cada lado		
Abducción y aducción de cadera	10 cada lado		
Giro de brazos adelante y atrás	10 cada dirección		
Rodillas arriba rápido (skipping)	4	10 m	70 %
Zig-Zag	2	20 m	80 %
Desplazamiento lateral(sin chocar pies)	2	20 m	
Pasos "spiderman"		20 m	
Pasos laterales en squat	10 pasos cada dirección		
Rotación de tronco	10 cada dirección		
Salto vertical en el sitio	5		Aumentando

Carreras	2	20 m	70%
(*) Vueltas andando	2	20 m	80%
	1	10 m	90%
Salto CMJ y Sprint	2	5 m	90%
	1	10m	95%
Sprint y salto CMJ	2	5 m	
INCIDENCIAS			



4.3. Anexo 3. Tabla de ejercicios alternativos en SAFT

EJERCICIOS ALTERNATIVOS PARA EL PRIMER CONO (POR CADA VUELTA, CUANDO SE TERMINE SE VUELVE A EMPEZAR DESDE EL PRINCIPIO)		
Rodillas arriba	Talones al glúteo	Flexión de cadera
Extensión de cadera	Abducción de cadera (para adentro)	Aducción de cadera (para afuera)
Carioca	Desplazamiento lateral	Hacia atrás
Pequeños saltos	Disparo	Cangrejo (como zig-zag)
Rotación de hombros	Rotación de tronco	Sprints
INCIDENCIAS		



4.4. Anexo 4. Ejemplo de actuación práctica durante el transcurso del estudio

1º SUJETO	MIN.1	MIN25	MIN 45 (PRUEBA ROM)	MIN 60 (VUELTA AL SAFT)	MIN 70	MIN 85	MIN 90 (PRUEBA ISOCINÉTICO)
2º SUJETO	X	MIN1	MIN 20	MIN 35	MIN 45 (PRUEBA ROM)	MIN 60 (VUELTA AL SAFT)	MIN 65
3º SUJETO	X	X	MIN 1	MIN 10	MIN 20	MIN 35	MIN 40
HORA EJEMPLO	17 PM	17:25	17:45	18:00	18:10	18:25	18:30

MIN 95 (PRUEBA ISOCINÉTICO)	MIN 110 (FINALIZACIÓN SESIÓN)	X	X	X	X	RECOGIDA DE MATERIAL
MIN 70	MIN 85	MIN 90 (PRUEBA ISOCINÉTICO)	110 (FINALIZACIÓN SESIÓN)	X	X	CONCLUSIONES FINALES
MIN 45 (PRUEBA ROM)	MIN 60 (VUELTA AL SAFT)	MIN 65	MIN 85	MIN 90 (PRUEBA ISOCINÉTICO)	110 (FINALIZACIÓN PRUEBA)	ASPECTOS A MEJORAR
18:35	18:50	18:55	18:15	18:20	18:40	19:00