



**TRABAJO FINAL DE MÁSTER**

**Efectos de la fatiga generada durante un partido de fútbol sobre  
marcadores de rendimiento físico y control neuromuscular en  
jugadoras adolescentes**



**Ana Ros Ortuño**

Tutor:

Dr. D. Francisco Ayala Rodríguez

Máster en Rendimiento Deportivo y Salud

Universidad Miguel Hernández de Elche

Elche, Junio de 2018

Ros Ortuño, A. (2018). *Efectos de la fatiga generada durante un partido de fútbol sobre marcadores de rendimiento físico y control neuromuscular en jugadoras adolescentes.*

Trabajo de Fin de Máster. Elche: Universidad Miguel Hernández.

## **RESUMEN**

El objetivo principal de este trabajo final de máster será analizar el efecto de un partido real y de competición sobre parámetros del rendimiento físico y control en jugadoras jóvenes de fútbol. La muestra de este estudio estará formada por 50 jugadoras de fútbol pertenecientes a equipos integrados en la categoría cadete y al nivel de rendimiento Primera Autonómica de la Región de Murcia durante la temporada 2018-2019. El presente estudio tendrá un diseño pre-test y post-test, donde las jugadoras serán valoradas antes y después de dos partidos. Como variable independiente se establecerán los 2 partidos de fútbol necesarios para valorar las variables dependientes seleccionadas. Como variables dependientes se establecerán tres medidas de rendimiento físico (el tiempo del sprint de 30 metros, la altura de salto bipodal y la longitud del salto unipodal) y seis medidas de control neuromuscular (asimetrías de fuerza en la extremidad inferior, control en el plano frontal, estabilidad dinámica de la extremidad inferior, fuerza y resistencia del core, flexibilidad de la cadena posterior del muslo y pierna y rigidez muscular).

**Palabras clave:** fatiga, fútbol, rendimiento, control neuromuscular, factores de riesgo, lesión.

Ros Ortuño, A. (2018). *Effects of football match fatigue on many physical performance and neuromuscular control parameters in young female football players*. Master's Thesis. Elche: Miguel Hernández University.

## **ABSTRACT**

The aim of this project is to analyse the effect of fatigue generated by a real football match on many physical and control performance parameters in young female football players. The sample will be made up of 50 U-16 female football players competing on the First Autonomic Category of the Region of Murcia during the season 2018-2019. This research will defend a pre-test and post-test design, where the players will be measured before and after two matches. As independent variable, two matches will be established. As dependent variables, there will be selected three physical performance measures (sprint in 30m, height in vertical jump and length in horizontal jump) and six neuromuscular control measures (strength asymmetries of the lower limb, frontal plane control, core strength and endurance, flexibility of the posterior muscular chain of the lower limb and leg stiffness).

**Key words:** fatigue, football, performance, neuromuscular control, risk factors, injury.

## 1. INTRODUCCIÓN

La práctica de actividades físico-deportivas de manera regular (al menos 60 minutos casi todos los días a intensidad moderada y vigorosa) durante la infancia y adolescencia presenta importantes beneficios (a nivel físico, psicológico y cognitivo) sobre la salud a corto, medio y largo plazo (mejora del sistema cardiovascular y respiratorio, incremento de la densidad mineral ósea, reducción del riesgo de sufrir numerosas enfermedades como hipercolesterolemia, obesidad, diabetes tipo II, depresión, etc.) (Janssen & Leblanc, 2010; US Department of Health and Human Services, 2011; Organización Mundial de la Salud, 2015). Además, la participación activa en deportes organizados durante la infancia ha demostrado una asociación positiva con mayores niveles de práctica de actividad físico-deportiva en la edad adulta (Kerssemakers, Fotiadou, de Jonge, Karantanas & Maas, 2009; Telama, Yang, Viikari, Välimäki, Wanne, & Raitakari, 2005). En este sentido, y dado que el fútbol es el deporte más popular en todo el mundo, siendo la mayor parte de sus practicantes menores de 18 años (FIFA Big Count, 2007), éste podría poseer un gran potencial para inducir efectos beneficiosos sobre la salud y contribuir a la adopción de un estilo de vida saludable durante toda la vida (Bangsbo, Junge, Dvorák & Krstrup, 2014).

Sin embargo, y a pesar de estos numerosos beneficios, la práctica del fútbol lleva asociada un inherente riesgo de lesión para sus jugadores y en comparación con sus iguales no deportistas (Maffulli, Longo, Gougoulas, Loppini, & Denaro, 2010). En este sentido, y aunque las tasas de incidencia de lesiones en los deportistas jóvenes son inferiores a las de los adultos (Bloemers, Collard, Paw, Van Mechelen, Twisk, & Verhagen, 2012), sus consecuencias suelen ser más adversas, pudiendo contrarrestar en algunos casos los efectos positivos de la participación deportiva. Por tanto, las lesiones en los jóvenes pueden suponer una barrera a medio y largo plazo para la práctica físico-deportiva regular durante toda la

vida (Caine, Purcell, & Maffulli, 2014; Emery, Roy, Whittaker, Nettel-Aguirre & Van Mechelen, 2015).

Las lesiones en los deportistas jóvenes han sido asociadas con: a) el crecimiento y la maduración (Hewett, Myer, Kiefer & Ford, 2015; Myer, Lloyd, Brent & Faigenbaum, 2013), b) bajos niveles de condición física (Bloemers et al., 2012), c) inadecuada preparación física (Kraemer & Fleck, 2005), pobres habilidades motoras (Adirim & Cheng, 2003) y d) déficits en los patrones de movimiento fundamentales (Myer et al., 2011). La adopción de patrones de movimientos inadecuados (ej.: valgo dinámico de rodilla en las acciones de salto) durante la ejecución de acciones deportivas se asocia con frecuencia a déficits en el control neuromuscular (Myer, Ford, Brent & Hewett, 2007). Por tanto, disponer y mantener durante todo el tiempo que dure el partido de fútbol un apropiado rendimiento físico y control neuromuscular podría ser un factor importante para reducir la probabilidad de sufrir una lesión en jugadores jóvenes.

Una inevitable consecuencia de las altas demandas físicas de la práctica del fútbol es la fatiga, una sensación de cansancio y debilidad experimentada por los jugadores durante y después del partido o entrenamiento, la cual está respaldada y/o modulada por un número importante de procesos fisiológicos y psicológicos (Brownstein et al., 2017). Estudios previos han identificado que la fatiga es un importante colaborador para producir alteraciones en el rendimiento físico y control neuromuscular durante la ejecución de acciones deportivas en jóvenes (Borotikar, Newcomer, Koppes & McLean, 2008; Brazen, Todd, Ambegaonkar, Wunderlich & Peterson, 2010; Chappell, Herman, Knight, Kirkendall, Garrett & Yu, 2005; De Ste Croix, Hughes, Lloyd, Oliver & Read, 2017; Forestier, Teasdale & Nougier, 2002; McLean et al., 2007; Oliver, Armstrong, & Williams, 2008; Pau, Mereu, Melis, Leban, Corona & Ibba, 2016; Robinson, 2011). Por ello, la fatiga ha sido considerada uno de los

principales factores de riesgo de lesiones deportivas como las rupturas de ligamento cruzado anterior (Brazen et al., 2010; McLean et al., 2007).

Sin embargo, cuando se analizan en profundidad los estudios que han examinado el efecto de la fatiga asociada a la práctica deportiva sobre medidas de rendimiento físico y control neuromuscular en jóvenes, ciertas limitaciones aparecen que deben de ser resueltas antes de establecer un posicionamiento sólido a este respecto. Así, y por ejemplo, son muy limitados los estudios que han analizado el efecto de la fatiga sobre parámetros de rendimiento físico y control neuromuscular en jugadores de fútbol jóvenes (rigidez muscular de la extremidad inferior [De Ste Croix et al., 2017] rendimiento en el salto [Oliver, Armstrong, & Williams, 2008], equilibrio dinámico unipodal [Pau et al., 2016] y rango de movimiento articular [Robinson, 2011]), mostrando descensos significativos en todos ellos. Es posible que las diferentes demandas físicas y potenciales adaptaciones específicas causadas por la práctica del fútbol puedan haber generado en sus practicantes una mayor capacidad para resistir la fatiga y/o mejorar su habilidad para recuperar durante ejercicios intermitentes a alta intensidad.

Además, la mayor parte de estudios han generado un estado de fatiga en sus participantes a través de ejercicios aislados de fuerza (Borotikar et al., 2008; Brazen et al., 2010; Chappell et al., 2005; Forestier, Teasdale & Nougier, 2002; McLean et al., 2007) o protocolos diseñados para replicar las demandas fisiológicas generadas durante un partido de fútbol (ej.: SAFT90) (De Ste Croix et al., 2017; Oliver, Armstrong, & Williams, 2008). Sin embargo, muchos aspectos de un partido real y de competición no están totalmente replicados en las simulaciones llevadas a cabo en el laboratorio (Magalhães et al., 2010). Por ejemplo, los ejercicios y protocolos diseñados no incluyen las demandas perceptivas asociadas con la toma de decisiones y los procesos de anticipación y de reacción, así como las demandas mecánicas y neuromusculares generadas durante las numerosas y diversas acciones físicas que se llevan

a cabo a lo largo de un partido de fútbol (Williams, 2000; Magalhães et al., 2010). De este modo, el efecto real de un partido de fútbol de competición sobre el rendimiento neuromuscular en jugadores jóvenes es aún desconocido.

Por lo tanto, el objetivo principal de este Trabajo Final de Máster será analizar el efecto de un partido real y de competición sobre numerosos parámetros del rendimiento físico y control neuromuscular en jugadoras jóvenes de fútbol. Todo este conocimiento podría ayudar a entrenadores y preparadores físicos en el diseño de programas de entrenamiento y medidas de recuperación más específicas, incrementando así el rendimiento deportivo y reduciendo el riesgo de lesión.

## **2. MÉTODO**

### **Participantes**

La muestra de este estudio estará formada por 50 jugadoras de fútbol pertenecientes a equipos integrados en la categoría cadete y al nivel de rendimiento Primera Autonómica de la Región de Murcia durante la temporada 2018/2019.

Los criterios de exclusión establecidos son a) presentar un historial de problemas ortopédicos, tales como episodios de lesiones de rodilla o musculatura isquiosural, fracturas, cirugías o dolor en la espalda o músculos de la extremidad inferior durante los tres meses previos a la fase de recogida de datos y b) no participar al menos 60 minutos en cada uno de los dos partidos objeto de estudio. La fase experimental tendrá lugar a los tres meses del comienzo de la temporada deportiva y todas las jugadoras deberán poseer una frecuencia de práctica semanal de fútbol de 2-3 días (60-90 minutos de duración cada sesión) de entrenamiento y un partido durante el fin de semana.

Previo al comienzo del presente estudio, tanto las jugadoras como los entrenadores y los padres/madres/tutores serán verbalmente informados de la metodología a utilizar, así como de

los propósitos y posibles riesgos del mismo, y todos ellos firmarán un consentimiento informado. El Comité de Ética de la universidad dará su aprobación para la realización del estudio.

## **Procedimiento**

El presente estudio tendrá un diseño pre-test y post-test donde se analizará el efecto de un partido de fútbol sobre diferentes medidas del rendimiento físico y control neuromuscular. En este sentido, como variable independiente se establecerán los 2 partidos de fútbol necesarios para valorar las variables dependientes seleccionadas. Así, como variables dependientes se establecerán tres medidas de rendimiento físico (el tiempo del sprint de 30 metros, la altura de salto bipodal y la longitud del salto unipodal) y seis medidas de control neuromuscular (asimetrías de fuerza en la extremidad inferior, control en el plano frontal, estabilidad dinámica de la extremidad inferior, fuerza y resistencia del core, flexibilidad de la cadena posterior del muslo y pierna y rigidez muscular).

La fase de recogida de datos se realizará una hora antes del comienzo del partido e inmediatamente después del final del mismo. Las valoraciones comenzarán tras un calentamiento estandarizado de 10 minutos aproximadamente, que incluirá, entre otros, ejercicios de carrera, movilidad articular y estiramientos dinámicos.

En el partido 1 se valorarán la estabilidad dinámica global de la extremidad inferior, la longitud de salto unipodal, la fuerza y resistencia dinámica del tronco y el control en el plano frontal. Por su parte, en el partido 2 se valorará el tiempo en el sprint de 30m, leg stiffness, altura de salto bilateral y la flexibilidad de la cadena posterior del muslo y la pierna. En cada partido se repetirán las mismas valoraciones en el mismo orden, antes y después de su disputa. La estructura que se seguirá en cada uno de los días de valoración se puede observar en la Figura 1.



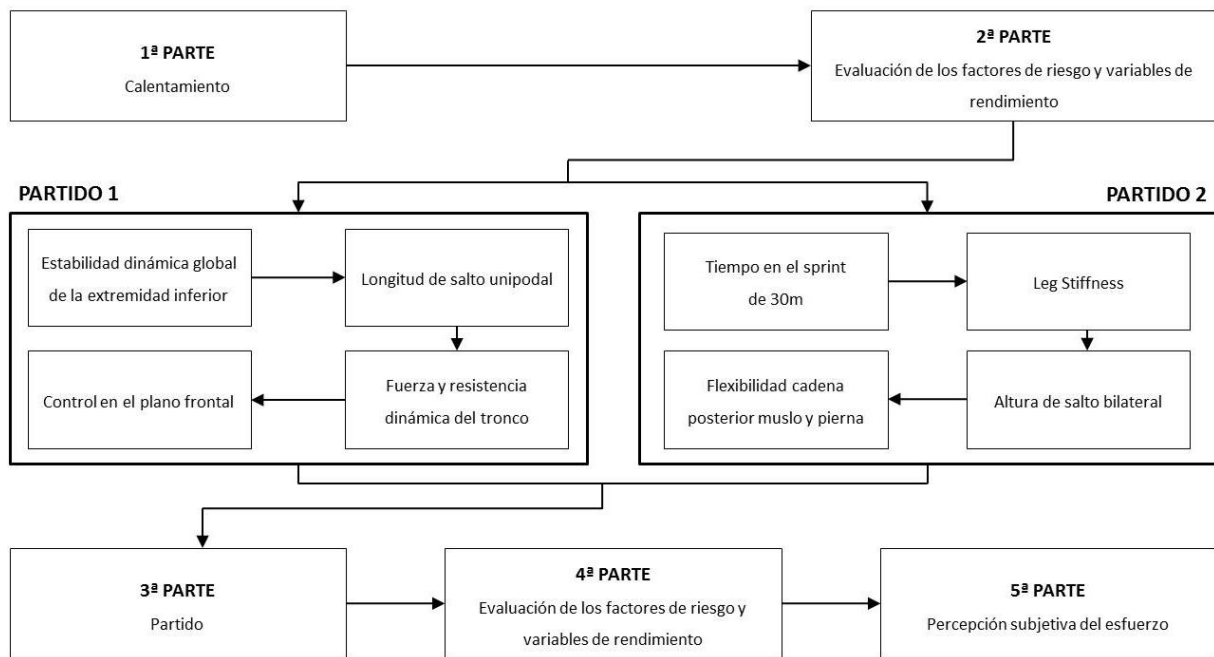


Figura 1. Estructura de los días de valoración de los factores de riesgo y variables de rendimiento.

Cada participante será valorada con ropa deportiva y, dependiendo de la prueba, descalza (Y-balance, test de flexo-rotación del tronco y sit and reach), con zapatillas (drop jump, countermovement jump y leg stiffness) o con botas de fútbol (single hop test, tuck jump y el sprint). Se considera como pierna dominante aquella con la que las jugadoras golpean habitualmente el balón.

Previo al comienzo de las valoraciones, se determinará la longitud de las piernas de cada participante, y se establecerá como la distancia entre la espina ilíaca antero-superior y la parte distal del maléolo medial del tobillo con el participante en posición de decúbito supino sobre una camilla. También se medirá su masa corporal y estatura.

### Medidas de intensidad del partido

Media hora después del encuentro, se preguntará a las jugadoras por su percepción del esfuerzo durante el partido. Para ello, se utilizará la escala de Borg, ya que se ha demostrado como una herramienta fiable para medir la percepción subjetiva del esfuerzo independientemente de la edad (Eston & Williams, 1986) o del género, y es fácil de

comprender y aprender para los adolescentes (Williams, Eston & Stretch, 1991). En concreto, se utilizará la escala de Borg CR-10 simplificada de 10 puntos (Noble, Borg, Jacobs, Ceci & Kaiser, 1983), por ser un método sencillo para medir el nivel de intensidad en una escala que va de 0 a 10, donde 0 representa baja intensidad/reposo y 10 el esfuerzo o intensidad máxima.

### **Medidas de rendimiento físico**

#### *Tiempo en el sprint de 30 m*

El test de 30 m sprint será utilizado para valorar la velocidad de carrera de las participantes. Para ello, las participantes contarán con dos ensayos, con un periodo de recuperación de 5-6 minutos. La posición de partida será de pie, con la pierna dominante adelantada, a 50 cm de la primera fotocélula. Para recoger el tiempo empleado en recorrer la distancia se utilizarán las células fotoeléctricas Wireless, que se colocarán a los 0, 10, 20 y 30 m. El mejor intento será utilizado para el posterior análisis.

#### *Altura de salto bilateral*

Se evaluará la altura de salto tras una acción de caída mediante la prueba drop jump siguiendo el procedimiento establecido por Padua, Marshall, Boling, Thigpen, Garrett, y Beutler (2009). Para ello, las participantes se dejarán caer desde una superficie de 30 cm de altura hacia una plataforma de contacto situada en el suelo, aterrizando con ambos pies, y saltando inmediatamente después del contacto hacia arriba tan alto y rápido como sea posible. Las manos se situarán en la cintura, y se realizarán dos repeticiones válidas con un descanso de 30 s entre ambas. Para el análisis estadístico se registrarán los datos del mejor intento.

Además, la altura de salto también se evaluará a través del test de salto con contra movimiento o countermovement jump (CMJ). La participante se colocará sobre la plataforma con los pies alineados al ancho de las caderas y con las manos en la cintura, evitando movimientos en el tronco, y los talones deberán permanecer pegados al suelo durante el

impulso. Partiendo de la posición erecta, se realizará un descenso hasta un ángulo de flexión de rodillas voluntario y, súbitamente, un ascenso con la indicación de que el salto deberá ser máximo y vertical. Cada jugadora realizará 2 saltos máximos y válidos no consecutivos. Para el análisis se cogerán los datos del mejor intento.

#### *Longitud de salto unipodal*

Los Single-Legged Hop Tests son un conjunto de pruebas funcionales que consisten en una batería de saltos monopodales horizontales. Esta batería está compuesta por: (1) salto único unipodal (Single Hop Test); (2) triple salto (Triple Hop Test); (3) triple salto cruzado (Cross-over Hop Test); y tiempo en recorrer 6 metros (Timed Hop Test).

Los test se ejecutarán tanto con la pierna dominante como con la pierna no dominante y, en todos ellos, las participantes intentarán alcanzar la mayor distancia posible aterrizando de manera estable y controlada con la misma pierna de partida. Si la participante realiza un mínimo contacto con el miembro contralateral, pierde el equilibrio, toca el suelo con otra parte que no sea la pierna a medir o realiza saltos adicionales después del aterrizaje, la prueba se considerará nula y el salto será repetido.

La distancia de los saltos será medida con una cinta métrica estándar y tomando como referencia el talón del participante. Todas las deportistas realizarán dos repeticiones no consecutivas de cada test, empleando la media para el posterior análisis estadístico.

### **Medidas de control neuromuscular**

#### *Asimetrías bilaterales en la producción de fuerza*

Para determinar las asimetrías bilaterales en la producción de fuerza se aprovecharán los datos de los saltos efectuados para medir la longitud de salto unipodal. Los índices bilaterales para cada una de las 4 pruebas se calcularán dividiendo el valor obtenido por la extremidad inferior dominante entre la no dominante.

### *Estabilidad dinámica global de la extremidad inferior*

Para evaluar la estabilidad dinámica global de la extremidad inferior se utilizará el Y-Balance Test (Gribble, Hertel, y Plisky, 2012). Se trata de una prueba estructurada en tres partes en función del plano del movimiento: anterior, posteromedial y posterolateral. La ejecutante se colocará sobre la plataforma situando el extremo distal del pie apoyado sobre la línea de partida. Al mismo tiempo, se intentará alcanzar la mayor distancia posible desplazando el cajón correspondiente con su pierna libre; siempre realizando movimientos controlados, con el pie en continuo contacto con el cajón desplazado y manteniendo las manos en la cadera (Figura 2). El orden establecido para la prueba será: dominante anterior, no dominante anterior, dominante posteromedial, no dominante posteromedial, dominante posterolateral, y no dominante posterolateral. La participante dispondrá de tres ensayos en cada uno de los planos, que serán descartados y repetidos si no se es capaz de mantener la posición unilateral en la plataforma o desplaza el cajón mediante golpes.

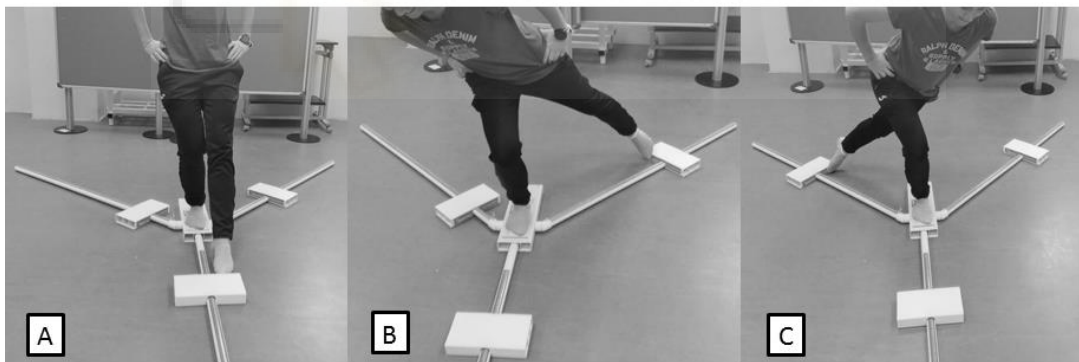


Figura 2. Y-Balance Test: anterior (A), posteromedial (B) y posterolateral (C).

La media de los valores obtenidos será utilizada para el posterior análisis estadístico. Además, estos valores serán normalizados para cada uno de las participantes en función de su longitud de pierna ( $[\text{distancia alcanzada}/\text{longitud de pierna}] \times 100$ ). Estos valores normalizados serán igualmente empleados para el cálculo de los índices bilaterales y el valor compuesto. Los índices bilaterales para cada una de las 3 direcciones se calcularán dividiendo

el valor normalizado de la extremidad inferior dominante entre la no dominante. Por su parte, el valor compuesto para cada extremidad será determinado como la suma del valor normalizado obtenido en las 3 direcciones y su posterior división entre 3.

#### *Fuerza y resistencia dinámica del tronco*

Para la evaluación de la resistencia dinámica de la musculatura flexo-rotadora del tronco se utilizará el Flexo-Rotation Trunk Test propuesto por Brotons, García, Peco, y Vera (2013). Las participantes se colocarán en posición supina sobre una esterilla, con los pies apoyados en el suelo, las rodillas juntas y flexionadas a 90°. Los brazos estarán extendidos sobre el tronco y los muslos, con ambas manos superpuestas y los pulgares entrelazados. Un investigador se arrodillará a los pies de la participante fijándole extremidades inferiores (Figura 3). En esta posición, se pedirá a las participantes que realicen el máximo número posible de movimientos de flexo-rotación del tronco en 90 s. Cada repetición consistirá en la ejecución de una flexión del tronco con rotación hasta que los participantes toquen con sus dedos el nudillo del dedo meñique del investigador y vuelvan a la posición de inicio. Los participantes rotarán el tronco hacia un lado y hacia otro alternativamente, empezando la prueba rotando hacia la derecha. El investigador solo contabilizará las repeticiones ejecutadas correctamente. Los participantes recibirán feedback verbal a los 30, 60 y 75 s de la prueba.



Figura 3. Test de flexo-rotación del tronco: Posición inicial (A) y posición final (B).

### *Flexibilidad de la cadena posterior del muslo y pierna*

Para medir la flexibilidad de la cadena posterior del muslo y pierna se utilizará el test Sit and Reach descrito por Wells y Dillon (1952). Para la realización de la prueba, los sujetos se colocarán sentados en el suelo con las extremidades inferiores extendidas, descalzos y con las plantas de los pies apoyadas sobre el cajón. El objetivo de la prueba es llegar lo más lejos posible con las manos sobre la superficie del cajón sin flexionar las rodillas, y manteniendo la posición final al menos 3 segundos. Para las medidas se utilizarán un cajón, una cinta métrica y una regla de cálculo.

### *Control en el plano frontal*

El tuck jump se utilizará para determinar la técnica de caída durante un ejercicio pliométrico. Para ello, las participantes serán instadas a realizar saltos consecutivos durante 10 segundos seguidos. La posición inicial será en bipedestación con los pies abiertos a la altura de los hombros y, a la señal de “ya”, deberán realizar saltos verticales siguiendo la indicación “llevar las rodillas al pecho”. Para un posterior análisis adecuado de la técnica, cada valoración será grabada en vídeo con dos cámaras situadas en los planos frontal y sagital.

### *Leg stiffness*

Para calcular el leg stiffness, siguiendo el protocolo propuesto por Lloyd, Oliver, Hughes, y Williams (2009), las participantes serán instadas a realizar 20 saltos consecutivos sobre una plataforma de contacto a una frecuencia de 2,5 Hz. La frecuencia de salto se mantendrá con ayuda de una señal de audio de un metrónomo. Además, se les indicará a las participantes que mientras saltan deben mantener las manos en la cadera en todo momento para evitar interferencias de los miembros superiores, saltar y aterrizar en el mismo sitio, aterrizar con

las piernas completamente extendidas, y mirar al frente a un punto fijo para ayudar a mantener el equilibrio.

Se calculará el leg stiffness absoluto ( $\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$ ) usando la ecuación propuesta por Dalleau, Belli, Viale, Lacour, y Bourdin (2004) donde  $kN$  se refiere al leg stiffness,  $M$  es la masa corporal total,  $T_c$  es el tiempo de contacto y  $T_v$  representa el tiempo de vuelo.

$$\text{Leg stiffness} = \frac{[M \times \pi(T_v + T_c)]}{T_c^2 \left[ \left(T_v + \frac{T_c}{\pi}\right) - \left(\frac{T_c}{4}\right) \right]}$$

Debido a la relación entre la masa corporal y el leg stiffness, y la influencia de la longitud de pierna en las propiedades mecánicas de la locomoción humana, las medidas absolutas de leg stiffness serán divididas por la masa corporal y la longitud de pierna para ofrecer un valor relativo del leg stiffness.

#### **3.4. Análisis estadístico**

Una estadística descriptiva de todas las variables será llevada a cabo a través del cálculo de la media y desviación típica. El análisis estadístico de los datos se realizará a través del programa SPSS en su versión 24 para Windows. Para comparar las medias y comprobar si el factor intra-sujeto influye sobre las variables dependientes entre el pre-test y post-test, se utilizará el ANCOVA de medidas repetidas. Como covariable se fijará la medida de intensidad del partido. El nivel de significación se establecerá en  $p < 0,05$ .

### 3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adirim, T. A., & Cheng, T. L. (2003). Overview of injuries in the young athlete. *Sports Medicine*, 33(1), 75-81.
- Bangsbo, J., Junge, A., Dvorák, J., & Krstrup, P. (2014). Executive summary: Football for health—prevention and treatment of non-communicable diseases across the lifespan through football. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(S1), 147-150.
- Bloemers, F., Collard, D., Paw, M. C. A., Van Mechelen, W., Twisk, J., & Verhagen, E. (2012). Physical inactivity is a risk factor for physical activity-related injuries in children. *British Journal of Sports Medicine*, 46(9), 669-674.
- Borotikar, B.S., Newcomer, R., Koppes, R., & McLean, S.G. (2008). Combined effects of fatigue and decision making on female lower limb landing postures: central and peripheral contributions to ACL injury risk. *Clinical Biomechanics*, 23(1), 81-92.
- Brazen, D. M., Todd, M. K., Ambegaonkar, J.P., Wunderlich, R., & Peterson, C. (2010). The effect of fatigue on landing biomechanics in single-leg drop landings. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 20(4), 286-292.
- Brotons-Gil, E., García-Vaquero, M. P., Peco-González, N. y Vera-García, F. J. (2013). Flexionrotation trunk test to assess abdominal muscle endurance: reliability, learning effect, and sex differences. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(6), 1602-1608.
- Brownstein, C. G., Dent, J. P., Parker, P., Hicks, K. M., Howatson, G., Goodall, S., & Thomas, K. (2017). Etiology and recovery of neuromuscular fatigue following competitive soccer match-play. *Frontiers in physiology*, 8, 831.



- Caine, D., Purcell, L., & Maffulli, N. (2014). The child and adolescent athlete: a review of three potentially serious injuries. *BMC sports science, medicine and rehabilitation*, 6(1), 22.
- Centers for Disease Control and Prevention. Strategies to Prevent Obesity and Other Chronic Diseases: The CDC Guide to Strategies to Increase Physical Activity in the Community. Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services; 2011.
- Chappell, J. D., Herman, D. C., Knight, B. S., Kirkendall, D. T., Garrett, W. E., & Yu, B. (2005). Effect of fatigue on knee kinetics and kinematics in stop-jump tasks. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(7), 1022-1029.
- Dalleau, G., Belli, A., Viale, F., Lacour, J.R., y Bourdin, M. (2004). A simple method for field measurements of leg stiffness in hopping. *International Journal of Sports Medicine*, 25, 170–176.
- De Ste Croix, M. B. A., Hughes, J., Lloyd, R., Oliver, J.L., y Read, P. (2016). Leg stiffness in female soccer players: inter-session reliability and the fatiguing effects of soccer-specific exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(11), 3052-3058.
- Emery, C. A., Roy, T. O., Whittaker, J. L., Nettel-Aguirre, A., & Van Mechelen, W. (2015). Neuromuscular training injury prevention strategies in youth sport: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 865-870.
- Eston, R. G., & Williams, J. G. (1986). Exercise intensity and perceived exertion in adolescent boys. *British Journal of Sports Medicine*, 20(1), 27-30.
- FIFA Communications Division. (2007). *FIFA big count 2006: 270 million people active in football*. Zurich: FIFA. Retrieved from Information Services:

[http://www.fifa.com/mm/document/fifafacts/bcoffsurv/bigcount.statspackage\\_7024.pdf](http://www.fifa.com/mm/document/fifafacts/bcoffsurv/bigcount.statspackage_7024.pdf).

- Forestier, N., Teasdale, N., & Nougier, V. (2002). Alteration of the position sense at the ankle induced by muscular fatigue in humans. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(1), 117-122.
- Gribble, P. A., Hertel, J., y Plisky, P. (2012). Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *Journal of athletic training*, 47(3), 339-357.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Kiefer, A. W., & Ford, K. R. (2015). Longitudinal increases in knee abduction moments in females during adolescent growth. *Medicine and science in sports and exercise*, 47(12), 2579.
- Janssen, I., & LeBlanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7(40), 1-16.
- Kerssemakers, S. P., Fotiadou, A. N., De Jonge, M. C., Karantanas, A. H., & Maas, M. (2009). Sport injuries in the paediatric and adolescent patient: a growing problem. *Pediatric radiology*, 39(5), 471-484.
- Kraemer, W. J., & Fleck, S. J. (2005). *Strength training for young athletes*. Human Kinetics.
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Hughes, M. G., y Williams, C. A. (2009). Reliability and validity of field-based measures of leg stiffness and reactive strength in youths. *Journal of Sports Sciences*, 27, 1565–1573.
- Maffulli, N., Longo, U. G., Gougoulis, N., Loppini, M., & Denaro, V. (2010). Long-term health outcomes of youth sports injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 44(1), 21-25.

- Magalhães, J., Rebelo, A., Oliveira, E., Silva, J. R., Marques, F., & Ascensão, A. (2010). Impact of Loughborough Intermittent Shuttle Test versus soccer match on physiological, biochemical and neuromuscular parameters. *European journal of applied physiology*, 108(1), 39.
- McLean, S. G., Fellin, R. E., Suedekum, N., Calabrese, G., Passerallo, A., & Joy, S. (2007). Impact of fatigue on gender-based high-risk landing strategies. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(3), 502-514.
- Myer, G. D., Ford, K. R., Brent, J.L., & Hewett, T. E. (2007). Differential neuromuscular training effects on ACL injury risk factors in "high-risk" versus "low-risk" athletes. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 8(39), 1-7.
- Myer, G. D., Lloyd, R. S., Brent, J. L., & Faigenbaum, A. D. (2013). How young is “too young” to start training?. *ACSM's health & fitness journal*, 17(5), 14.
- Noble, B. J., Borg, G. A., Jacobs, I., Ceci, R., & Kaiser, P. (1983). A category-ratio perceived exertion scale: relationship to blood and muscle lactates and heart rate. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 15(6), 523-528.
- Oliver, J., Armstrong, N., & Williams, C. (2008). Changes in jump performance and muscle activity following soccer-specific exercise. *Journal of Sports Sciences*, 26(2), 141-148.
- 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. *American Journal of Sports Medicine*, 37(10), 1996-2002.

- Pau, M., Mereu, F., Melis, M., Leban, B., Corona, F., & Ibba, G. (2016). Dynamic balance is impaired after a match in young elite soccer players. *Physical therapy in Sport*, 22, 11-15.
- 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* (tesis doctoral). Iowa State University, Iowa, Estados Unidos.
- Telama, R., Yang, X., Viikari, J., Välimäki, I., Wanne, O., & Raitakari, O. (2005). Physical activity from childhood to adulthood: a 21-year tracking study. *American Journal of Preventive Medicine*, 28(3), 267-273.
- Wells, K. F. y Dillon, E. K. (1952). The sit and reach—a test of back and leg flexibility. Research Quarterly. *American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 23(1), 115-118.
- Williams, A. M. (2000). Perceptual skill in soccer: Implications for talent identification and development. *Journal of sports sciences*, 18(9), 737-750.
- Williams, J. G., Eston, R. G., & Stretch, C. (1991). Use of rating of perceived exertion to control exercise intensity in children. *Pediatric Exercise Science*, 3, 21–27.
- World Health Organization. *A guide for population-based approaches to increasing levels of physical activity: implementation of the WHO global strategy on diet, physical activity and health* <http://www.who.int/dietphysicalactivity/physical-activity-promotion-2007.pdf>. Published 2007. Accessed January 20, 2018.