

## EPIDEMIOLOGY AND PREDICTIVE MODELS OF INJURIES IN PROFESSIONAL SOCCER

Alejandro López-Valenciano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Miguel Hernández de Elche. E-mail: [alejandro.lopezv@umh.es](mailto:alejandro.lopezv@umh.es)

### ABSTRACT

Soccer (also known as football) requires players to perform many repeated high intensity movements such as sudden acceleration and deceleration, rapid changes of direction, jumping and landing tasks; as well as many situations in which players are involved in tackling to keep possession of or to win the ball. At professional level, the combination of these high physical demands alongside stress and anxiety caused by the congested match calendar may place players at high risk of injury. In fact, soccer is one of the sports with higher injury incidence rates, all of this despite the substantive effort made by the scientific community and physical trainer practitioners to reduce their number and severity. The inefficacy of the preventive measures applied might be caused, in part, by the limitations present in the scientific literature which hinder: a) the accurate estimation of the most frequent soccer-related injuries; b) the identification of professional athletes at high risk of injury; and c) the design of effective neuromuscular training interventions. Therefore, and based on these limitations, the main objectives of the current doctoral thesis were: 1) to carry out a systematic review and a novel meta-analysis of epidemiological data of injuries in professional male soccer; 2) to describe the lower extremity joint ranges of motion profile in professional soccer players; 3) to analyse and compare the behaviour of some machine learning methods in order to select the best performing injury risk factor model to identify professional athletes at risk of lower extremity muscle injuries and hamstring strains; and 4) to analyse the relationships between several parameters of neuromuscular performance with unilateral dynamic balance in such cohort of athletes. To achieve these objectives, a systematic literature review and meta-analysis, a descriptive study, two prospective cohort studies, and a correlational study were conducted.

The main findings of the first study report that professional male soccer players are exposed to a substantial risk of sustaining injuries, especially during matches (32.9 injuries per 1000 hours of player exposure). In particular, the lower extremity is the most frequently injured part of the body, being the thigh the anatomical region in which injuries occurs more. Likewise, the most common type of injury is muscle/tendon strains. On the other hand, the results of study two show the necessity of prescribing exercises aimed at improving hip flexion with knee extended and ankle dorsiflexion with knee flexed ranges of motion within soccer training routines. In addition, as some bilateral deficits were observed, unilateral training should be considered where appropriate. Studies three and four present two different injury risk factor models (personal, psychological and neuromuscular risk factors) to identify players at high risk of lower extremity muscle injuries (area under the receiver operating characteristic curve = 0.747) and hamstring strains (area under the receiver operating characteristic curve = 0.867), respectively. Both models are generated by the SmooteBoost technique with a cost-sensitive alternating decision tree as base classifiers. Finally, the findings of study five indicate that, although male and female professional soccer players report similar unilateral dynamic balance scores, but different measures of neuromuscular performance seem to have influenced this fundamental ability. Thus, for males, those variables related to movement patterns in the sagittal plane (hip flexion and ankle dorsiflexion range of motion measures) were important in



the overall balance score obtained. However, for females, variables related to the performance of movement patterns in the frontal plane (such as core stability and hip abduction strength and range of motion) were considered predictor variables of this ability.

Overall, both the results and methodology used in the present doctoral thesis might be used by coaches, physical trainers and clinicians to improve the decision-making process to reduce the number and impact of injuries in professional soccer.

**Keywords:** *football, injury, prevention, hamstring strain, muscle injury, learning algorithm, data mining, dynamic balance, core stability, performance, range of motion.*

## RESUMEN

El fútbol requiere que sus practicantes lleven a cabo un gran número de movimientos repetidos y de alta intensidad, tales como aceleraciones y desaceleraciones súbitas, rápidos cambios de dirección, saltos y caídas; así como muchas situaciones en las que los jugadores están involucrados en luchas por mantener o ganar el balón. A nivel profesional, la combinación de estas altas demandas físicas junto al estrés y ansiedad generada por el intenso calendario competitivo pueden colocar a los jugadores en una situación de alto riesgo de lesión. De hecho, el fútbol es uno de los deportes de equipo con mayores tasas de incidencia de lesiones, todo ello a pesar del sustantivo esfuerzo que en los últimos años ha realizado la comunidad científica y los profesionales de la preparación física para tratar de reducir el número e impacto de éstas. La ineficacia de las medidas preventivas aplicadas hasta la fecha podría deberse, en parte, a las limitaciones que existen en la literatura científica y que dificultan: a) la estimación precisa de las lesiones más frecuentes en el fútbol; b) la identificación de deportistas profesionales en situación de alto riesgo de lesión; y c) el diseño de programas de intervención neuromuscular efectivos. Por lo tanto, y en base a estas limitaciones, los objetivos principales de esta tesis doctoral fueron: 1) llevar a cabo una revisión sistemática y un meta-análisis inédito sobre epidemiología de lesiones en fútbol profesional masculino; 2) describir el perfil de rango de movimiento de las principales articulaciones de la extremidad inferior en jugadores de fútbol profesional; 3) analizar y comparar la habilidad predictiva de un número importante de algoritmos de aprendizaje, fundamentados en árboles de decisión, con el fin de seleccionar el mejor modelo basado en factores de riesgo para identificar jugadores en situación de alto riesgo de lesión muscular de la extremidad inferior o de isquiosural; y 4) analizar las relaciones entre determinados parámetros del rendimiento neuromuscular con el equilibrio dinámico unipodal en dicha muestra de deportistas. Con el propósito de conseguir estos objetivos, se realizó un estudio meta-analítico, dos estudios prospectivos de cohortes, un estudio descriptivo y un estudio correlacional.

Los principales hallazgos del primer estudio informan de que los jugadores profesionales de fútbol están expuestos a un riesgo alto de sufrir lesiones, especialmente durante los partidos (32.9 lesiones por cada 1000 horas de exposición). En particular, la extremidad inferior es la más lesionada, siendo el muslo la región anatómica donde más lesiones se producen. Asimismo, el tipo de lesión más frecuente es la musculotendinosa. Por su parte, los resultados del estudio dos muestran la necesidad de prescribir ejercicios destinados a mejorar el rango de movimiento de la flexión de la cadera con rodilla extendida y la flexión dorsal del tobillo con rodilla flexionada durante las sesiones de entrenamiento de fútbol. Además, y dado que los desequilibrios bilaterales del rango de movimiento son frecuentes, el entrenamiento unilateral debería implementarse en caso de ser necesario. Los estudios tres y cuatro presentan dos modelos basados en factores de riesgo (personales, psicológicos y neuromusculares) que permiten identificar a jugadores en situación de alto riesgo de lesión muscular de la extremidad



inferior (área bajo la curva característica operativa del receptor = 0.747) y de la musculatura isquiosural (área bajo la curva característica operativa del receptor = 0.867), respectivamente. Ambos modelos están dirigidos por el algoritmo de decisión de árbol alternativo adaptado a un coste específico a favor de la clase minoritaria y modelado en un proceso de ensamblaje (SmootBoost). Finalmente, los hallazgos del estudio número cinco indican que a pesar de que los hombres y mujeres futbolistas obtienen similares resultados de equilibrio dinámico unipodal, diferentes parámetros del rendimiento neuromuscular parecen influir en esta habilidad. Así, y para los hombres, las variables relacionadas con patrones de movimiento en el plano sagital (rango de movimiento de la flexión de cadera y tobillo) fueron importantes para el equilibrio dinámico. Sin embargo, y para las mujeres, las variables relacionadas con patrones de movimiento en el plano frontal (estabilidad del tronco, fuerza y rango de movimiento de la abducción de cadera) fueron consideradas variables predictoras de dicha habilidad.

De este modo, tanto los resultados como la metodología aplicada en la presente tesis doctoral podrían ser utilizados por entrenadores, preparadores físicos y médicos especialistas para mejorar el proceso de toma de decisiones a la hora de reducir el número e impacto de las lesiones en el fútbol profesional.

**Palabras clave:** *lesión, prevención, desgarro isquiosurales, lesión muscular, algoritmos de aprendizaje, minería de datos, estabilidad dinámica, estabilidad del tronco, rendimiento, rango de movimiento.*

