Fútbol pf
la revista

Revista de Preparación Física en Fútbol
4º trimestre 2015
Número: 18

issn:1889-5050

Asociación de Preparadores Físicos de fútbol
APF
www.futbolpf.com

INDICE

Página

EXPERIENCIAS Y PRACTICAS PROFESIONALES

PERIODIZACIÓN EN BLOQUES (ATR) Y RENDIMIENTO EN COMPETICIÓN EN DEPORTES COLECTIVOS: ESTUDIO DE CASO DURANTE DOS TEMPORADAS EN UN EQUIPO DE FÚTBOL
- *ACEÑA, A.* 1

PREVENCION DE LESIONES EN EL FUTBOL PROFESIONAL A TRAVÉS DE TRATAMIENTOS ORTOPODOLOGICOS PERSONALIZADOS
- *ESCAMILLA, V.L.; ALFARO, J.V.; ALFARO, J. ; FERNÁNDEZ, I. y GÓMEZ, A.* 9

PROPUESTA DE PROTOCOLO PREVENTIVO: ENFATIZANDO EN EL TRABAJO DE FUERZA DE LA MUSCULATURA GLÚTEA.
- *ESTÉVEZ, J. L. y DE LA TORRE, P.* 19

PROPUESTA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE CARGAS EN EL ENTRENAMIENTO CONTEXTUALIZADO
- *CHENA, M.* 35

REVISIÓN: ¿ES LA COMPOSICIÓN CORPORAL UN BUEN PREDICTOR DE RENDIMIENTO Y SALUD EN FÚTBOL?
- FALCES, M.; REVILLA, R.; COCA, A. y MARTÍN, A. 56

PERIODIZACIÓN EN BLOQUES (ATR) Y RENDIMIENTO EN COMPETICIÓN EN DEPORTES COLECTIVOS: ESTUDIO DE CASO DURANTE DOS TEMPORADAS EN UN EQUIPO DE FÚTBOL

ACEÑA, A.[1]

[1] Sevilla FC SAD, Sevilla (España)

RESUMEN

Desde el nacimiento de los modelos de periodización tradicional, la controversia entre el uso de estos modelos y los modelos contemporáneos, entre los que están el ATR, ha sido una constante. Muchos condicionantes hacen ver que el uso de los modelos convencionales en deportes colectivos y de largo periodo competitivo no es el más adecuado. El objetivo del presente estudio es evaluar la eficacia de la aplicación de la periodización ATR en un equipo de fútbol amateur durante dos temporadas, teniendo en cuenta los puntos conseguidos en cada uno de los mesociclos en los que se estructura este modelos de periodización.

PALABRAS CLAVE: Periodización, ATR, acumulación, transformación, realización

Fecha de recepción: 23/10/2015. Fecha de aceptación: 02/12/2015

Correspondencia: acroan@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Desde la literatura, se suele hablar de diferentes modelos de periodización, como son no lineales (Bradley-Popovich, 2001), bloques (Issurin, 2010), fractales (Brown & Greenwood, 2005) y de secuencias conjugadas (Kiely, 2012).

Desde el nacimiento de los modelos de periodización, la controversia entre el uso de los modelos más tradicionales y el uso de los contemporáneos ha sido constante, sobretodo en los deportes colectivos. No obstante, hay que tener en cuenta que en la propio diseño de programas de los deportes de equipo, la planificación es un elemento clave en el rendimiento (Moliner, Legaz, Munguía & Medina. 2010).

Es algo claro que las características de este tipo de deportes, hace que el uso de los modelos clásicos y convencionales, no sea lo más adecuado para la naturaleza competitiva de estos deportes (Isurin & Kaverin, 1985; y Moliner et al., 2010).

No obstante, y a pesar de estos condicionamientos, los modelos clásicos se siguen utilizando en los deportes colectivos, siendo utilizados en un 52% de los casos, siendo el más utilizado el ATR (en un 44% de los casos) (Moliner et al., 2010). Además, los modelos de planificación convencional como Matveev, los macrociclos Integrados y la planificación ATR eran utilizados por más de la mitad de los preparadores físicos (Moliner et al., 2010).

En lo referente a la periodización en bloques, en la actualidad, posee una controversia, no siendo un término adecuado, metodológicamente incorrecto y refiriéndose en muchos casos a viejas revisiones (Koprivica, 2012). Así, el término "Bloques" no se puede relacionar con el tiempo ni con el periodo en el que el entrenamiento o competición tiene lugar (Koprivica, 2012).

Teniendo en cuenta que en la actualidad, la densidad de competiciones ha aumentado de forma notable, el volumen de entrenamiento total se ha reducido drásticamente, siendo necesario reformular nuevos modelos de periodización (Koprivica, 2012). En este sentido, la utilidad de los efectos residuales del entrenamiento se antojan esenciales en la periodización en bloques (Koprivica, 2012). No obstante, existe en la literatura controversia en el tiempo que esas adaptaciones pueden permanecer en el tiempo. En revisiones, se ha observado que tras 1-2 semanas de haber terminado un programa de entrenamiento, la actividad enzimática a nivel oxidativo y glucolítico se reduce de forma notable y la resistencia muscular local se reduce (Hargreaves, 1995; Koprivica, 2012; y Wilmore & Costill, 2004).

El objetivo del presente estudio, a la luz de la literatura revisada es poder establecer la eficacia del modelo de periodización en Bloques ATR durante dos temporadas consecutivas en un equipo de fútbol amateur, con el fin de poder establecer la mayor eficacia de cara a la competición en cada uno de los tres mesociclos en los que se estructura: acumulación, transformación y realización.

MÉTODO

Participantes

El presente estudio de caso se llevó a cabo durante dos temporadas consecutivas (2012-2013, 2013-2014) en un equipo de fútbol de 3ª División, en el grupo XVIII. Los datos de la muestra son los que se reflejan en la tabla 1.

Tabla 1. *Datos de la muestra* (fuente: elaboración propia)

Edad	27 ± 0,8 años
Peso	72,14 ± 4,17 kg
Altura	1,74 ± 1,11 m
IMC	20,5 ± 2,18

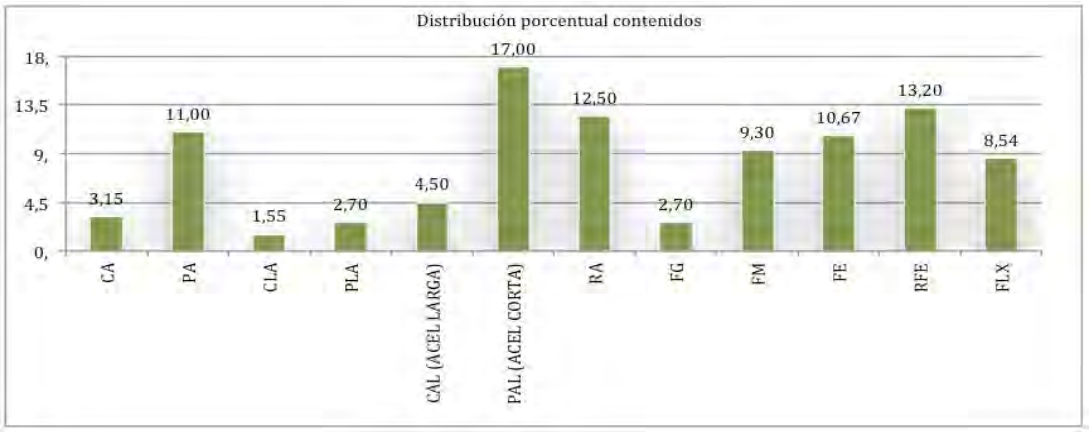
Diseño del estudio y procedimiento

Durante las dos temporadas (2012-13 y 2013-14), se cuantificó el contenido de los 310 entrenamientos y evaluó el rendimiento en 76 partidos de competición

de Liga. En cuanto a la distribución de contenidos, se calculó el porcentaje de contenidos trabajados en cada uno de los niveles de aproximación a la competición (figura 1) y el porcentaje destinado a cada uno de los contenidos del entrenamiento (figura 2). También se calculó el ratio de puntos (posibles/ totales), la media de puntos por partido en cada uno de los mesociclos así como el porcentaje de puntos conseguidos en cada uno de estos.

Figura 1. Porcentaje de trabajo en cada uno de los niveles de aproximación (fuente: elaboración propia)

Figura 2. Porcentaje de cada uno de los contenidos trabajados. (Fuente: elaboración propia)



Nota: CA: capacidad aeróbica. PA: potencia aeróbica. CLA: Capacidad anaeróbica láctica. PLA: potencia anaeróbica láctica. CAL: Capacidad anaeróbica aláctica . PAL: potencia anacrónica aláctica. RA: resistencia a la aceleración. FG: Fuerza general (resistencia). FM: Fuerza máxima. FE: fuerza elástico explosiva. RFE: Resistencia a la fuerza explosiva. FLX: flexibilidad.

Análisis Estadístico

Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó la herramienta Excel (Microsoft Corporation 2013). Para calcular el rendimiento del equipo en competición, se calculó el porcentaje de puntos conseguidos en cada partido (puntos obtenidos/puntos en juego), 3 puntos por la victoria, 1 punto por el empate y 0 puntos por la derrota. Para el cálculo y determinación de diferencias y predicción éxito en periodos con mayor rendimiento, se utilizó la prueba Chi Cuadrado ($\chi 2$) , utilizando la herramienta

Excel (Microsoft Corporation 2013)(Mallo, 2011)

RESULTADOS

En cuanto al ratio de puntos posibles/totales, en el mesociclo de acumulación el ratio fue de 0,435, en el mesociclo de transformación el ratio fue de 0,5 y en el mesociclo de realización, el ratio fue ligeramente superior al mesociclo de acumulación (0,454) (figura 3).

En cuanto a los puntos por partido conseguidos de media (figura 4) , en el mesociclo de acumulación se obtuvieron 1,307 puntos de media a lo largo de las dos temporadas, siendo el valor más bajo en comparación con el resto de mesociclos, siendo el mesociclo de transformación el periodo de mayor rendimiento en competición con 1,5 puntos por partido de media, ligeramente superior al mesociclo de realización (1,363 puntos por partido de media)**.**

El mayor porcentaje de puntos conseguidos por el equipo a lo largo de las dos temporadas de estudio se ubicó en el mesociclo de transformación, con un 50% de los puntos conseguidos por el equipo, siendo el mesociclo de acumulación el periodo de la temporada con menor porcentaje de puntos conseguidos (43,589%). En el mesociclo de realización, el porcentaje de los puntos conseguidos, fue algo inferior al de transformación (45,454% de los puntos en juego) (figura 5).

Haciendo un análisis separado por temporadas, los mesociclos de acumulación fueron los que menor ratio de puntos obtuvieron en cada una de las 2 temporadas (0,464 y 0,05 respectivamente) y menos puntos por partido de media (1,39 y 0,38 puntos por partido respectivamente).

En cuanto a la prueba estadística $\chi 2$ (tabla 2), se observa como en el mesociclo de transformación se obtiene el mayor valor (0,057) en comparación con el mesociclo de acumulación (0,045) y realización (0,029), con un valor crítico p=0,05. Esto indica que el resultado tanto en el mesociclo de acumulación como el de realización (por debajo de 0,05), no hubo variación significativa entre los resultados esperados y los reales, si existiendo variación significativa en el de transformación. La prueba $\chi 2$ nos permite determinar si hay una diferencia importante, estadísticamente, entre el resultado de la muestra (número de puntos reales conseguidos en cada mesociclo) y el resultado de la población esperado (numero de puntos previstos en cada mesociclo).

Tabla 2: *Análisis estadístico para el cálculo del χ2* (Fuente: elaboración propia)

	ACUMULACIÓN	TRANSFORMACIÓN	REALIZACIÓN
Ratio Posibles/Totales	0,4358	0,5000	0,4545
Ptos/Partido	1,3076	1,5000	1,3636
% Puntos obtenidos	43,5897	50,0000	45,4545
Chi (χ2)	0,0454	0,05773	0,0292

Nota: p= 0,05 (para prueba χ2)

Figura 3. Ratio de puntos posibles/totales, puntos por partido y porcentaje de puntos conseguidos (Fuente: elaboración propia)

Nota: La gráfica de la izquierda representa los puntos totales, la gráfica central los puntos por partido y la gráfica de la izquierda corresponde al porcentaje de puntos conseguidos.

DISCUSIÓN

A la luz de los resultados, se puede observar cómo el periodo donde más rendimiento en competición tuvo el equipo es en los mesociclos de transformación en comparación con los mesociclos de acumulación y realización. Otras revisiones, han estudiado este mismo modelo de periodización ATR con resultados ligeramente diferentes, con mayores eficacias en los mesociclos de realización (Mallo, 2011).

La explicación a estas variaciones de rendimiento en cada uno de los mesociclos, a parte de la propia dinámica de competición, puede estar en los contenidos trabajados en cada uno de los mesociclos, ya que se ha demostrado en otras revisiones mejoras en salto vertical, 10m sprint y mayor distancia en YoYo IRL1 al final en comparación con el inicio del periodo competitivo (Mallo, 2012).

En otro meta-análisis sobre la aplicabilidad de los diferentes modelos de periodización del entrenamiento deportivo, los modelos de periodización clásica (entre los que estaban el ATR de Issurin) y los de Campanas Estructurales (Forteza A, 1997), fueron los que mejores resultados mostraron , en comparación con los

modelos de periodización Prioritaria (Bompa, T 2003) y en Bloques (Verhonshansky, 1997).

En relación al índice de aplicabilidad de los diferentes modelos de periodización, el ATR junto con el convencional y campanas estructurales son los que mayor índice presentan, por encima del prioritario y en bloques (Dantas, García-Manso, Godoy, Sposito-Araujo, & Gomes, 2010).

Esto está en relación con otra revisión donde se estudió y analizó los criterios y elección de los modelos de planificación de más del 80% de equipos de las máximas categorías de ligas en España (baloncesto, balonmano, fútbol, fútbol sala, hockey y voleibol), sugiriendo que los modelos clásicos, entre los que está el ATR utilizado en nuestra investigación, era utilizado por más del 50% de los equipos por sus responsables de la preparación física (Moliner et al., 2010).

En otra revisión con 103 referencias sobre periodización de entrenamiento, los modelos de Matveiev y Bompa, son los que poseen una mayor aceptación y relevancia (Sequeiros, Oliveira, Castanhede, & Dantas, 2005).

No obstante, lo que queda claro es que la periodización del entrenamiento (sea el modelo que sea) se postula como una estrategia más eficaz que la no periodización. Así, en una revisión de 15 estudios de mesociclo largo (7-23 semanas), 13 estudios concluyeron que el entrenamiento periodizado provocó estadísticamente mayor rendimiento que aquellos basados en la repetición (Kiely, 2012).

Tal y como se ve reflejado en la figura 2, la variedad en los contenidos estuvo presente en nuestro estudio, siendo esta clave en la obtención de mayores rendimientos, incluso más que el propio modelo de periodización utilizado (Kiely, 2012). Similares resultados, medidas en reducciones en monotonía de entrenamiento, se han observado con remeros de élite (Suzuki, Sato, & Takahasi, 2006) y sprinters (Suzuki, Sato, Maeda, & Takahas, 2006).

CONCLUSIONES

Se puede concluir que el modelo de periodización ATR puede ser eficaz en la planificación de los deportes de equipo, en el caso de este estudio basado en el fútbol, realizando las variaciones en función del calendario de competición. En este sentido, hacer coincidir los mesociclos de acumulación con los enfrentamientos de menor exigencia competitiva y los de transformación y realización con los de mayor, sería una estrategia adecuada.

Además, son muchas las revisiones que han demostrado como las cualidades físicas no son prioritarias para dividir los ciclos de temporada, siendo el calendario de competiciones el condicionamiento más importante (Moliner at al, 2010).

Se hace necesario, por lo tanto, tener en cuenta diferentes variables a la hora de escoger el modelo de periodización (Kiely, 2012) como son: calendario de competición, análisis de las necesidades de rendimiento y objetivos a largo- corto plazo.

BIBLIOGRAFÍA

Acero, R. M., Peñas, C. L., & Lalín, C. (2013). Causas Objetivas de Planificación en DSEQ (II): La Microestructura (Microciclos). *Revista de Entrenamiento Deportivo*, *27*(2).

Bompa T (2003). Periodización Teoría y metodología del entrenamiento Hispano Europea Barcelona.

Bradley-Popovich, G. E. (2001). Nonlinear Versus Linear Periodization Models. Strength & Conditioning Journal, *23*(1), 42.

Brown, L. E., & Greenwood, M. (2005). Periodization Essentials and Innovations in Resistance Training Protocols. *Strength & Conditioning Journal*, *27*(4), 80-85.

Dantas, E. H. M., García-Manso, J. M., de Godoy, E. S., Sposito-Araujo, C. A., & Gomes, A. C. (2010). Aplicabilidad de los modelos de periodización del entrenamiento deportivo. Una revisión sistemática. (Applicability of the periodization models of the sport training. A systematic review). *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte. doi: 10.5232/ricyde*, *6*(20), 231-241.

Forteza, A. (1997). Entrenar para ganar. Metodologia del entrenamiento deportivo,, Ed. Pila Teleña, Madrid.

Freitas, R., Marques, T. A., & Peñas, C. L. (2002). Entrenamiento de la fuerza en el balonmano. Red: revista de entrenamiento deportivo, *16*(3), 19-26.

Hargreaves, M. (1995) Exercise Metabolism. Champaign, IL: Human Kinetics.

Issurin, V. B. (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports medicine*, *40*(3), 189-206.

Issurin, V., & Kaverin, V. (1985). Planning and design of annual preparation cycle in canoe-kayak paddling. Grebnoj sport (rowing, canoeing, kayaking)[in Russian]. Moscow: FiS Publisher, 25-9.

Kellmann, M. (2002). *Enhancing recovery: Preventing underperformance in athletes*. Human Kinetics.

Kiely, J. (2012). Periodization paradigms in the 21st century: evidence-led or tradition-driven?. *International journal of sports physiology and performance*, (7), 242-50.

Koprivica, V. (2012). Block periodization–a breakthrough or a misconception. *Sport Logica*, *8*(2), 93-9.

Mallo, J. (2012). Effect of block periodization on physical fitness during a competitive soccer season. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *12*(1), 64-74.

Mallo, J. (2011). Effect of block periodization on performance in competition in a soccer team during four consecutive seasons: A case study. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *11*(3), 476-485.

Moliner , D. Legaz, A. Munguía, & D. Medina, R. (2010) Características de la

planificación del entrenamiento en los deportes de equipo españoles. *Apunts de Educación Física y Deportes 102* (4) 62-69.

Mujika, I. (2010). Intense training: the key to optimal performance before and during the taper. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *20*(s2), 24-31.

Sequeiros, J. Oliveira, A. Castanhede, D & Dantas, E. (2005). Estudio sobre la fundamentación del modelo de periodización de Tudor Bompa del entrenamiento deportivo. *Fitness & Performance J*, *4*(6), 340-346.

Suzuki, S., Sato, T., & Takahasi, Y. (2003). Diagnosis of training program for a Japanese rower by using the index of monotony. *Can. J. Appl. Physiol*, *28*, 105-106.

Suzuki S, Sato T, Maeda A & Takahasi Y (2006) Program design based on a mathematical model using rating of perceived exertion for an elite Japanese sprinter: a case study. *J Strength Cond Re*s. *20*(1):36–42.

Verkhoshansky, Y.V. (1997). The Path to Scientific Theory and Methodology of Sports Training. Teoriya I Praktika Fizischeskoi.

Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). Hormonal regulation of exercise. Physiology of sport and exercise. Human Kinetics, Champaign, 159-183.

PREVENCION DE LESIONES EN EL FUTBOL PROFESIONAL A TRAVÉS DE TRATAMIENTOS ORTOPODOLOGICOS PERSONALIZADOS.

ESCAMILLA, V.L. [1,2], ALFARO, J.V. [1,3] , ALFARO, J. [1,4]; FERNÁNDEZ, I. [1,2,,6] y GÓMEZ, A. [1,5] .

[1] Departamento de Investigación e Innovación, Podoactiva, Huesca, España.
[2] Laboratorio del análisis de la Actividad Física, Facultad de ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad Politécnica de Madrid.
[3] Departamento Médico, Responsable de Podología, Real Madrid, Madrid, España.
[4] Departamento Médico, Responsable de Podología, Selección Española de Futbol, España.
[5] Departamento Médico, Responsable de Podología, SD. Huesca, España.
[6] School of Health and Sports Science, Cluster for Health Improvement, University of the Sunshine Coast, Australia

RESUMEN:

Las lesiones en el futbol han sido investigadas por su influencia en el rendimiento deportivo y por su repercusión económica. Los futbolistas presentan la mayoría de las lesiones en el miembro inferior, causadas por mecanismos de contacto y de no contacto, esta última modalidad es la mas prevalente entre las causas de lesión. Existe una relación entre la biomecánica articular del pie y las compensaciones de las estructuras que continúan la línea de fuerza desde el pie al complejo lumbo-pélvico. Ante esta relación es importante determinar como la evaluación y el tratamiento para la realización de las plantillas personalizadas pueden servir como método eficaz coadyuvante de otros tratamientos para la prevención y rehabilitación de lesiones en los futbolistas.

PALABRAS CLAVE: plantillas personalizadas; lesiones en futbol; prevención; rehabilitación.

Fecha de recepción: 21/11/2015. Fecha de aceptación: 09/12/2015
Correspondencia: victorescamilla@podoactiva.com

INTRODUCCIÓN.

El fútbol es uno de los deportes más practicados del mundo, como demuestran el numero de federaciones y practicantes de esta modalidad, más de 270 millones en el mundo según la FIFA. Los jugadores de futbol son conocidos por su prevalencia a presentar lesiones comparados con otros deportes y modalidades (Hawkins & Fuller, 1998). Presentan unos valores de incidencia de 8 lesiones por cada 1000 h de exposición a la práctica deportiva (Ekstrand, Hagglund, & Walden, 2011; Kristenson et al., 2015). Para asistir en este proceso de prevención, Fuller y Hawkins (1997) proponen incluir procesos de actuación sanitaria que beneficien a los clubes en las estrategias de prevención y rehabilitación.

Según Ekstrand et al. (2011) las lesiones más comunes en el futbol, ocurren en la musculatura de los miembros inferiores. Desde la perspectiva biomecánica, los vectores de fuerza se distribuyen desde su punto de aplicación, la estructura articular del pie, a los demás componentes que transmiten las fuerza por

los distintos grupos musculares (D.E. Lieberman et al., 2010; Scott & Winter, 1993).

Los tratamientos ortopodológicos personalizados y su metodología pueden constituir una herramienta importante de cara a la prevención de la lesión en el futbol. Por esa razón, el objetivo de este trabajo es el de describir la epidemiologia de las lesiones en pie, pierna y muslo de un futbolista y las características que debe tener un tratamiento ortopodológico para resultar efectivo en la prevención de estas lesiones.

EPIDEMIOLOGIA DE LAS LESIONES DEL PIE EN EL FUTBOL.

Como describe d'Hooghe (2015), el futbol genera problemas asociados con su práctica en este apartado vamos a definir las más comunes.

Fractura del quinto metatarsiano.

En la anatomía del quinto metatarsiano se identifican cinco áreas: cabeza, cuello, diáfisis, base y tuberosidad. En la tuberosidad se insertan el peroneo lateral corto, parte del abductor del quinto dedo y la aponeurosis plantar. Además, el peroneo anterior se inserta en la parte lateral de la diáfisis del 5º metatarsiano.

Según Quill Jr. (1995), las fracturas del quinto se pueden clasificar en:

- Avulsión de la tuberosidad: ocurren por una inversión forzada.
- La Fractura de Jones: que ocurren a 3.5cm de la tuberosidad. Es una lesión que es común en atletas que practican deportes con una gran cantidad de cambios de dirección y de desplazamientos laterales (Reed, 2008).
- Fractura de estrés diafisaria.

Figura 1. *Fractura del quinto metatarsiano, según localización*:

Nota: A) Avulsión; B) Fractura de Jones; C) Fractura diafisaria.

Aproximadamente del 45 al 70 % de todas las fracturas metatarsales implican al quinto metatarsiano (Petrisor, Ekrol, & Court-Brown, 2006; Singer, Cichocki, Schalamon, Eberl, & Hollwarth, 2008). El tratamiento conservador es la opción común de tratamiento para todas las

fracturas no desplazadas o en grado mínimo de desplazamiento (J.R. Lieberman & American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2009). Aunque el pronóstico del tratamiento conservador de fracturas por avulsión esté bien considerado, la recuperación puede durar hasta 6 meses (K. Egol, Walsh, Rosenblatt, Capla, & Koval, 2007). Las fracturas de estrés en la diáfisis ocurren principalmente en deportistas, también puedan ocurrir en pacientes con mala calidad de hueso. Estos comúnmente son asociados con fuerzas repetitivas de impacto en supinación (K. A. Egol, Koval, & Zuckerman, 2010). Estos datos confirman que las fracturas son biomecánicamente inestables, tienen un proceso de curación problemático, y necesitan la mayor protección (Brilakis, Kaselouris, Xypnitos, Provatidis, & Efstathopoulos, 2012). Los aterrizajes por encima de los 20º de inversión aumentan la presión sobre la zona del quinto metatarsiano.

Como tratamiento preventivo y paliativo las plantillas han demostrado su utilidad como método no invasivo aportando la misma efectividad que los métodos quirúrgicos. Teniendo como primer objetivo controlar la eversión del pie y el impacto del metatarso en con más de 10º (Konkel, Menger, & Retzlaff, 2005).

Fascitis plantar.

La fascitis plantar es una patología musculo tendinosa caracterizada por un dolor localizado en la inserción de la fascia plantar. Aunque hay muchos factores intrínsecos y extrínsecos relacionados con la aparición de la patología, en el área clínica y científica, los que despiertan más atención son las alteraciones del arco plantar en el plano longitudinal, la pronación desde el talón hasta el primer metatarsiano en la marcha o la carrera y las magnitudes de las cargas plantares (Ribeiro, João, Dinato, Tessutti, & Sacco, 2015). Es una lesión muy común dentro de los deportes que involucran la carrera (Lopes, Hespanhol Jr, Yeung, & Costa, 2012).

Las cargas excesivas sobre el pie promueven el acortamiento de la fascia plantar, que estimulan microrroturas de las fibras cambiando los tejidos conectivos, activando la respuesta inflamatoria haciendo proliferar los fibroblastos. El impacto repetitivo del talón puede dar como resultado un proceso crónico, seguidos de la degeneración y la fragmentación de la fascia plantar y por la formación fibrosa sin respuesta

inflamatoria en la tuberosidad medial del calcáneo (Ribeiro et al., 2015).

Para las fases crónicas de la fascitis los tratamientos ortopodológicos cobran mayor importancia siendo igual de eficaces pero más económicos y menos invasivos que los otros tipos de tratamientos, como las inyecciones de cortico esteroides (que pueden dejar dolor debido a la inyección), las ondas de choque extracorpóreas (que tienen menor ratio de curación) o los antiinflamatorios (que no regeneran ni corrigen) (Healey & Chen, 2010; Stuber & Kristmanson, 2006; Uden, Boesch, & Kumar, 2011; Wang, Wang, Yang, Weng, & Ko, 2006; Yucel et al., 2013).

En la confección del tratamiento personalizado, el uso de un sistema de cálculo de elementos finitos en estructuras 3D ayuda establecer el grosor óptimo de las plantillas en base a variables como el peso, altura y biomecánica, reduciendo un 14% el estrés sobre la fascia plantar (Hsu et al., 2008).

Hallux limitus funcional.

Una de las patologías más investigadas en la biomecánica del pie, es el Hallux Limitus funcional y las compensaciones que aparecen durante la marcha por su presencia. Crea una limitación de la flexión dorsal de la primera articulación metatarsofalángica, durante la segunda mitad de la fase de apoyo unipodal. Los valores de referencia para determinar su diagnóstico, son menos de 12º de flexión en carga. El Hallux Limitus funcional es una condición muy prevalente entre la población (Dananberg, 1986).

Existen cuatro compensaciones básicas: el retraso en elevar el talón en el despegue; la ausencia de elevación del talón durante la fase de apoyo; una inversión por compensación y una abducción por compensación (Dananberg, 2000).

Estas compensaciones van a afectar al patrón de la marcha. Como describe Dananberg (Dananberg, 1993) un bloqueo del plano sagital debido al Hallux Limitus funcional va aumentar el stress en la cadena posterior. Al no activar el mecanismo de Windlass, se tensará la fascia plantar y la cadena posterior, que en un gesto deportivo repetitivo como es el desplazamiento en futbol puede generar acortamientos de toda esa musculatura, aumentando el riesgo de lesión (Croisier, 2004).

Una inversión sumada a una abducción del pie da lugar a una pronación

de la estructura, que si se hace de forma prolongada arrastrará a la rodilla y está ligada a numerosas lesiones por sobreuso que afectan a los miembros inferiores (Chuter & de Jonge, Xanne AK Janse, 2012).

El uso de plantillas personalizadas para la mejora de la mecánica y la reversión de los efectos de este tipo de patología tienen que tener como objetivo devolver la funcionalidad y la movilidad a la primera articulación metatarsofalángica (Dananberg & Guiliano, 1999; Michaud & Nawoczenski, 2006; Rosenbloom, 2011).

EPIDEMIOLOGIA DEL MIEMBRO INFERIOR.

Según Ekstrand et al. (2011) las probabilidades de que ocurra una lesión en cuádriceps es del 19%, mientras que en isquiosurales son un 37% y en los gemelos un 13%, es decir, la probabilidad de que una lesión ocurra en la cadena posterior del cuerpo es del 50%. Por ello vamos a diferenciar según el patrón motor al que nos referimos.

Cadena anterior.

Una de las problemáticas en la cadena anterior es el dolor patelofemoral. Los mecanismos de producción de este dolor se explican por una insuficiencia en el despegue plantar que obliga a los flexores de cadera a actuar antes de tiempo y produce una sobrecarga mecánica del ligamento patelar. Cuando los flexores de cadera son débiles surge esa sobrecarga mecánica y se acentúa en la zona patelofemoral, donde se produce dolor (Powers, 2010; Tyler, Nicholas, Mullaney, & McHugh, 2006).

El uso de las plantillas personalizadas para la prevención y el tratamiento del dolor patelofemoral ha sido demostrado mediante la revisión de Al-Hakim, Jaiswal, Khan, & Johnstone (2012), donde evaluaba el uso de las órtesis plantares frente a otros métodos de tratamiento y prevención.

Muchos de los estudios comparaban este tratamiento con actuaciones de los fisioterapeutas o con los vendajes funcionales de la zona, que resultaban no ser significativamente diferentes en cuanto a las mejoras del dolor y la funcionalidad del movimiento para esta patología.

Otras de las investigaciones pautaba recomendaciones a la hora de escoger los métodos de tratamiento: ayudar al valgo del antepie con una alineación de

más de 2 grados o mejorar la extensión del primer dedo del pie por encima de los 78 grados (Sutlive et al., 2004).

Cadena posterior.

En cadena posterior como ya hemos visto los acortamientos producidos por impactos repetitivos sobre estructuras, que tienden a estar acortadas. Pueden generar problemas a nivel de soportar la cargas excéntricas para frenar la extensión de la rodilla en carreras de alta velocidad (Askling & Heiderscheit, 2015; Schuermans, Van Tiggelen, Danneels, & Witvrouw, 2016). Problemas de roturas de gastrocnemios o isquiosurales se asocian a ese acortamiento, además de la fatiga muscular, el desequilibrio muscular o la debilidad en la fase excéntrica (Askling & Heiderscheit, 2015).

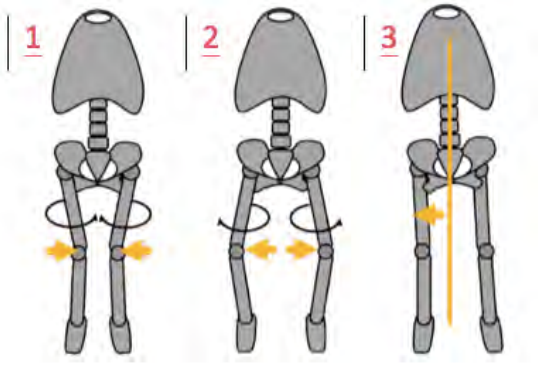
En ese campo las futuras líneas de investigación deben demostrar como el tratamiento con plantillas personalizadas puede mejorar la prevención, algo que se intuye debido a que el alineamiento además de la descarga que supone este tratamiento puede beneficiar en la prevención de las lesiones en el deporte (Fields, Sykes, Walker, & Jackson, 2010; Schiff, Caine, & O'Halloran, 2009)

Estructuras articulares de rodilla y cadera.

Según Chuter y colaboradores (Chuter & de Jonge, Xanne AK Janse, 2012), las contribuciones del pie a la mecánica proximal de las demás estructuras se ven comprometidas y compensadas según unos patrones de actuación.

El pie actúa como base, mientras que la rodilla es la que tiene que compensar para estabilizar esos movimientos que se traducen compensaciones en la cadera. (Figura 2).

Figura 2. *Compensaciones de la rodilla y cadera por tipo de pisada*. (fuente: adaptado de (García Fernandez, 2014)



Nota: 1) Valgo de rodilla; 2) Varo de rodilla; 3) Rodilla alineada.

A nivel muscular todas estas compensaciones afectan de manera distinta según el tipo de desplazamiento de la rodilla. Mientras que el valgo sobrecarga los abductores de cadera (Piriforme, Glúteos, Tensor de la Fascia Lata), el varo

focaliza los problemas en los aductores de cadera (Pectíneo, Aductores, Gracilis).

La tendencia de los futbolistas es tener un genu-varo (Arnold, Brown, Micheli, & Coker, 1980; Junge, Grimm, Feddermann, & Dvorak, 2009). El 23% de las lesiones ocurren en la musculatura aductora (Ekstrand et al., 2011). Parece interesante destacar esas investigaciones para determinar que el control de la pisada por medio del refuerzo muscular y de las plantillas personalizadas podría ser una estrategia para prevenir este tipo de lesiones.

MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA BIOMECÁNICA DEL MIEMBRO INFERIOR.

Para realizar las plantillas personalizadas se necesita un proceso previo de evaluación, donde el principal objetivo, será identificar los patrones anormales presentes en la marcha humana. La metodología debe incluir una inspección de la biomecánica articular de los miembros inferiores, mediante maniobras de manipulación, test específicos para valorar la movilidad del pie, análisis de las compensaciones mediante los sistemas cinemáticos, valoración de las presiones plantares con baropodometría y la formación del profesional para la interpretación de todas esas variables. Obteniendo con todo esto un diagnostico de las compensaciones corporales y pudiendo realizar un diagnóstico del deportista (J. Alfaro Santafé, Alfaro Santafé, & Gomez Bernal, In press).

MÉTODOS DE ELABORACIÓN DE LAS PLANTILLAS PERSONALIZADAS.

Es importante destacar que no todos los métodos de fabricación de plantillas cumplen los estándares para prevenir las posibles patologías en el futbol profesional. Hay que diferenciar el tipo de material de fabricación, sus propiedades, el método de captura de la estructura del pie y el diseño.

Con el avance de las nuevas tecnologías diseños de cálculos finitos con modelado en tres dimensiones y patentes (J. V. Alfaro Santafé & Alfaro Santafé, 2009) para el proceso de modelaje del pie han avanzado los procesos de realización de las plantillas, siendo la forma más eficaz para el tratamiento y prevención de patologías como la fascitis plantar (Hsu et al., 2008).

CONCLUSIÓN.

El uso de plantillas personalizadas es un método eficaz para prevenir y tratar las lesiones que acontecen en el futbol, focaliza la atención en la biomecánica de la marcha equilibrando las compensaciones anatómicas. Es un tratamiento que cubre en su mayoría las patologías lesionales características del futbol y resulta beneficioso como método coadyuvante de estrategias de rehabilitación.

BIBLIOGRAFIA.

Alfaro Santafé, J., Alfaro Santafé, J. V., & Gomez Bernal, A. (In press). In Podoactiva (Ed.), Protocolo de evaluación podoactiva [Protocolo de Evaluación Podoactiva] (4ª ed.). Huesca.

Alfaro Santafé, J. V., & Alfaro Santafé, J. (2009). 3D scan sport podoactiva. España:

Al-Hakim, W., Jaiswal, P. K., Khan, W., & Johnstone, D. (2012). The non-operative treatment of anterior knee pain. The Open Orthopaedics Journal, *6*(1)

Arnold, J. A., Brown, B., Micheli, R. P., & Coker, T. P. (1980). Anatomical and physiologic characteristics to predict football ability. report of study methods and correlations, university of arkansas, 1976. The American Journal of Sports Medicine, *8*(2), 119-122.

Askling, C. M., & Heiderscheit, B. C. (2015). Acute hamstring muscle injury: Types, rehabilitation, and return to sports. Sports Injuries: Prevention, Diagnosis, Treatment and Rehabilitation, 2137-2147.

Brilakis, E., Kaselouris, E., Xypnitos, F., Provatidis, C. G., & Efstathopoulos, N. (2012). Effects of foot posture on fifth metatarsal fracture healing: A finite element study. The Journal of Foot and Ankle Surgery, *51*(6), 720-728.

Chuter, V. H., & de Jonge, Xanne AK Janse. (2012). Proximal and distal contributions to lower extremity injury: A review of the literature. Gait & Posture, *36*(1), 7-15.

Croisier, J. (2004). Factors associated with recurrent hamstring injuries. Sports Medicine, *34*(10), 681-695.

d'Hooghe, P. P. (2015). Foot problems in football. Football traumatology (pp. 359-370) Springer.

Dananberg, H. J. (1986). Functional hallux limitus and its relationship to gait efficiency. Journal of the American Podiatric Medical Association, *76*(11), 648-652.

Dananberg, H. J. (1993). Gait style as an etiology to chronic postural pain. part I. functional hallux limitus. Journal of the American Podiatric Medical Association, *83*(8), 433-441.

Dananberg, H. J. (2000). Sagittal plane biomechanics. american diabetes association. Journal of the American Podiatric Medical Association, *90*(1), 47-50.

Dananberg, H. J., & Guiliano, M. (1999). Chronic low-back pain and its response to custom-made foot orthoses. Journal of the American Podiatric Medical Association, *89*(3), 109-117.

Egol, K. A., Koval, K. J., & Zuckerman, J. D. (2010). Handbook of fractures Lippincott Williams & Wilkins.

Egol, K., Walsh, M., Rosenblatt, K., Capla, E., & Koval, K. J. (2007). Avulsion fractures of the fifth metatarsal base: A prospective outcome study. Foot & Ankle International, *28*(5), 581-583.

Ekstrand, J., Hagglund, M., & Walden, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). The American Journal of Sports Medicine, *39*(6), 1226-1232.

Fields, K. B., Sykes, J. C., Walker, K. M., & Jackson, J. C. (2010). Prevention of running injuries. Current Sports Medicine Reports, *9*(3), 176-182.

Fuller, C. W., & Hawkins, R. D. (1997). Developing a health surveillance strategy for professional footballers in compliance with UK health and safety legislation. British Journal of Sports Medicine, *31*(2), 148-9; discussion 150.

García Fernández, H. (2014). Anatomía funcional. Congreso Actividad Física,

Hawkins, R. D., & Fuller, C. W. (1998). An examination of the frequency and severity of injuries and incidents at three levels of professional football. British Journal of Sports Medicine, *32*(4), 326-332.

Healey, K., & Chen, K. (2010). Plantar fasciitis: Current diagnostic modalities and treatments. Clinics in Podiatric Medicine and Surgery, *27*(3), 369-380.

Hsu, Y., Gung, Y., Shih, S., Feng, C., Wei, S., Yu, C., & Chen, C. (2008). Using an optimization approach to design an insole for lowering plantar fascia stress—a finite element study. Annals of Biomedical Engineering, *36*(8), 1345-1352.

Junge, A., Grimm, K., Feddermann, N., & Dvorak, J. (2009). Precompetition orthopedic assessment of international elite football players. Clinical Journal of Sport Medicine : Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine, *19*(4), 326-328.

Konkel, K. F., Menger, A. G., & Retzlaff, S. A. (2005). Nonoperative treatment of fifth metatarsal fractures in an orthopaedic suburban private multispeciality practice. Foot & Ankle International, *26*(9), 704-707.

Kristenson, K., Bjørneboe, J., Walden, M., Andersen, T., Ekstrand, J., & Hägglund, M. (2015). Injuries in male professional football: A prospective comparison between individual and team-based exposure registration. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports,

Lieberman, D. E., Venkadesan, M., Werbel, W. A., Daoud, A. I., D'Andrea, S., Davis, I. S., Ojiambo, M., & Pitsiladis, Y. (2010). Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. Nature, *463*(7280), 531-535.

Lieberman, J. R., & American Academy of Orthopaedic Surgeons. (2009). AAOS comprehensive orthopaedic review American academy of orthopaedic surgeons.

Lopes, A. D., Hespanhol Jr, M.L.C., Yeung, S. S., & Costa, L. O. P. (2012). What are the main running-related musculoskeletal injuries? Sports Medicine, *42*(10), 891-905.

Michaud, T. C., & Nawoczenski, D. A. (2006). The influence of two different types of foot orthoses on first metatarsophalangeal joint kinematics during gait in a single subject. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, *29*(1), 60-65.

Petrisor, B. A., Ekrol, I., & Court-Brown, C. (2006). The epidemiology of metatarsal fractures. Foot & Ankle International, *27*(3), 172-174.

Powers, C. M. (2010). The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: A biomechanical perspective. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, *40*(2), 42-51.

Quill Jr, G. E. (1995). Fractures of the proximal fifth metatarsal. Orthopedic Clinics of North America, *26*(2), 353-362.

Reed, D. H. (2008). Assessment of fifth metatarsal fracture etiology ProQuest.

Ribeiro, A. P., João, S. M. A., Dinato, R. C., Tessutti, V. D., & Sacco, I. C. N. (2015). Dynamic Patterns of Forces and Loading Rate in Runners with Unilateral Plantar Fasciitis: A Cross-Sectional Study. *PloS one*, *10*(9), e0136971.

Rosenbloom, K. B. (2011). Pathology-designed custom molded foot orthoses. Clinics in Podiatric Medicine and Surgery, *28*(1), 171-187.

Schiff, M. A., Caine, D. J., & O'Halloran, R. (2009). Injury prevention in sports. American Journal of Lifestyle Medicine,

Schuermans, J., Van Tiggelen, D., Danneels, L., & Witvrouw, E. (2016). Susceptibility to hamstring injuries in soccer: A prospective study using muscle functional magnetic resonance imaging. The American Journal of Sports Medicine.

Scott, S. H., & Winter, D. A. (1993). Biomechanical model of the human foot: Kinematics and kinetics during the stance phase of walking. Journal of Biomechanics, *26*(9), 1091-1104.

Singer, G., Cichocki, M., Schalamon, J., Eberl, R., & Hollwarth, M. E. (2008). A study of metatarsal fractures in children. The Journal of Bone and Joint Surgery.American Volume, *90*(4), 772-776.

Stuber, K., & Kristmanson, K. (2006). Conservative therapy for plantar fasciitis: A narrative review of randomized controlled trials. The Journal of the Canadian Chiropractic Association, *50*(2), 118.

Sutlive, T. G., Mitchell, S. D., Maxfield, S. N., McLean, C. L., Neumann, J. C., Swiecki, C. R., Hall, R.C., Bare, A.C., & Flynn, T. W. (2004). Identification of individuals with patellofemoral pain whose symptoms improved after a combined program of foot orthosis use and modified activity: A preliminary investigation. Physical Therapy, *84*(1), 49-61.

Tyler, T. F., Nicholas, S. J., Mullaney, M. J., & McHugh, M. P. (2006). The role of hip muscle function in the treatment of patellofemoral pain syndrome. The American Journal of Sports Medicine, *34*(4), 630-636.

Uden, H., Boesch, E., & Kumar, S. (2011). Plantar fasciitis - to jab or to support? A systematic review of the current best evidence. Journal of Multidisciplinary Healthcare, *4*, 155-164.

Wang, C. J., Wang, F. S., Yang, K. D., Weng, L. H., & Ko, J. Y. (2006). Long-term results of extracorporeal shockwave treatment for plantar fasciitis. The American Journal of Sports Medicine, *34*(4), 592-596.

Yucel, U., Kucuksen, S., Cingoz, H. T., Anliacik, E., Ozbek, O., Salli, A., & Ugurlu, H. (2013). Full-length silicone insoles versus ultrasound-guided corticosteroid injection in the management of plantar fasciitis: A randomized clinical trial. Prosthetics and Orthotics International, *37*(6), 471-476.

PROPUESTA DE PROTOCOLO PREVENTIVO: ENFATIZANDO EN EL TRABAJO DE FUERZA DE LA MUSCULATURA GLÚTEA.

ESTÉVEZ, J. L. [(1)] Y DE LA TORRE, P. [(2)]

[(1)] Readaptador del C.F. Fuenlabrada (Segunda División B)
[(2)] Coordinador de los servicios de Fisioterapia y Readaptación del F.C. Banants (Primera División Armenia)

RESUMEN:

El fútbol es un deporte dónde existe un predominio de actividad del miembro inferior, lo cual hace presuponer que ésta será la zona más afectada por las lesiones. Una simple afirmación que necesita de un análisis de los estudios epidemiológicos que la refute. Se observa que el mayor número de lesiones se dan en el miembro inferior, siendo en su mayor parte lesiones musculares y predominando la zona del muslo donde los glúteos juegan un papel esencial. El objetivo del siguiente artículo, trata de dar a conocer la importancia que tienen los glúteos en la reducción de lesiones musculares del miembro inferior. Se presentará una propuesta práctica basada en la experiencia en campo y justificada a través de la literatura científica, con el fin de que pueda ser integrada en protocolos preventivos, reduciendo así la incidencia lesional y sus consecuencias negativas para jugadores y clubs.

PALABRAS CLAVES: Prevención, lesiones, glúteos, fútbol

Fecha de recepción: 21/11/2015. Fecha de aceptación: 09/12/2015
Correspondencia: Joselu.estevez@gmail.com

Pablodelatorreserrano@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El fútbol es un deporte intermitente (Di Salvo et al., 2007), de naturaleza competitiva, dónde los futbolistas requieren un adecuado soporte condicional que les permita la realización de las acciones requeridas por el juego con la máxima eficiencia (Campos & Toscano, 2014; Iaia, Rampinini, & Bangsbo, 2009). La evolución del fútbol es una hecho irreversible, estudios como los de Barnes, Archer, Bush, and Bradley (2014) han permitido conocer cómo han evolucionado los parámetros técnicos y condicionales en los últimos años, por ejemplo en la Premier League inglesa, los esfuerzos realizados a alta intensidad aumentaron en un 25% y el número de pases se incrementaron en un 40%. Parece ser que los esfuerzos realizados a alta intensidad serán cada vez más determinantes y el nivel técnico de los jugadores será cada vez más alto (Lago, 2015).

El aumento de la intensidad y densidad competitiva ha derivado en un incremento de la incidencia lesional. En un estudio de Ekstrand, Hägglund, and Waldén (2011) se analizó el índice lesional en fútbol profesional durante varias temporadas (2908 lesiones en 2999 jugadores), con una afectación del miembro inferior del 92%. Las principales conclusiones de este estudio fueron que casi un tercio de todas las lesiones en

fútbol profesional son lesiones musculares y afectan en un 37% a los isquiosurales, aductores 23%, cuádriceps 19% y a los gemelos en un 13%. Los mismos autores (Hägglund, Waldén, & Ekstrand, 2013) temporadas posteriores, advirtieron que las lesiones musculares apenas habían evolucionado de modo que la musculatura isquiosural representó un 42%, aductores en un 24 %, cuádriceps 18% y gemelos en un 15 %. La propia actividad deportiva conlleva implícito el riesgo de lesión, por lo que las lesiones constituyen contratiempos adversos de difícil evasión (Casáis, 2008; Paredes et al., 2012). Se observa que con el paso de las temporadas, los datos sobre lesiones musculares en tren inferior siguen manteniéndose iguales, sin cambios aparentes, exceptuando la lesión que afecta a los isquiosurales, donde se observa un aumento de un 5% en solo dos temporadas (2011-2013). Desde 2001, ha existido un aumento de un 4% por año en la lesión de isquiosurales durante el periodo de entrenamiento y de un 2,3% en el índice lesional anual, en el periodo de 13 temporadas (Ekstrand, Waldén, & Hägglund, in press).

Los trabajos científicos que atienden al objetico de reducir las lesiones de isquiosurales se han basado en el entrenamiento de fuerza excéntrica (Arnason, Andersen, Holme, Engesbretsen, & Bahr, 2008; Malliaropoulos et al., 2012; Petersen, Thorborg, & Nielsen, 2011) en el entrenamiento Neuromuscular (pliometría, fuerza excéntrica y tareas de aceleración) (Mendiguchia, et al., 2014), trabajo de Core Training (Sherry & Best, 2004; Silder et al., 2013), flexibilidad (Askling, Tengvar, & Thorstensson, 2013) y propiocepción (Kraemer & Knobloch, 2009). Todos ellos con resultados muy positivos en la reducción de la lesión de isquiosurales, pero a pesar de ello, la incidencia sigue aumentado año a año, en concreto un 4 % en los últimos 15 años (Ekstrand et al., en prensa).

Anatomía y Función de la musculatura Glútea.

Una vez conocida la amplitud del problema y antes de pasar a identificar factores de riesgo, mecanismo lesional e introducir las medidas preventivas adecuadas, se añade un breve recuerdo y funcional de la musculara glútea para tener clara su intervención e influencia en la estabilidad y equilibrio artromuscular del miembro superior e inferior (tablas 1, 2 y 3 e imagen 1).

Tabla 1: *Anatomía y función del glúteo mayor* (fuente: elaboración propia)

Origen	Se localiza en los dos tercios superiores de la fosa iliaca externa, parte posterior del sacro, cóccix y la fascia lumbar. En la actualidad se ampliado el abanico de posibilidades añadiendo como posibles orígenes: la fascia del glúteo medio, ilion, fascia tóraco lumbar, aponeurosis de los erectores espinales, ligamentos sacroilíacos, y los citados anteriormente sacro y cóccix.	(Barker, 2014; D. Neumann, 2010)
Inserción	Trocánter mayor del fémur, línea de trifurcación externa de la línea áspera y la cintilla iliotibial-TFL.	(D. Neumann, 2010; Stecco, Gilliar, Hill, Fullerton, & Stecco, 2013)
Inervación	El glúteo mayor al igual que el glúteo medio es inervado por el nervio glúteo inferior cuya rama parte de la región espinal comprendida en la charnela lumbo-sacra, vértebras L5 y S1.	(Zhu, Lin, & Chen, 2015)
Función	Gran estabilizador de la pelvis, especialmente en contracciones bilaterales. Retroversor de la pelvis, buenos niveles de fuerza disminuirán la tendencia a la hiperlordosis lumbar. **Fibras Superiores**: Abductoras **Fibras Inferiores**: Aductoras **Todas las fibras**: Extensoras y rotadoras externas de cadera. Su máxima eficacia se alcanza con 90º de flexión. Extensoras de tronco	(Kapandji., 2010; Schünke, Schulte, Schumacher, Voll, & Wesker, 2011)

Tabla 2: *Anatomía y función del glúteo medio* (fuente: elaboración propia)

Origen	En el hueso iliaco, específicamente en la zona media de la fosa iliaca externa, es decir, entre las líneas glúteas media y posterior.	(Kapandji., 2010; Schünke et al., 2011)
Inserción	En la cara externa del trocánter mayor. En concreto en la superficie lateral del trocánter mayor del fémur.	(Presswood, Cronin, Keogh, & Whatman, 2008)
Inervación	El glúteo medio es inervado por el nervio glúteo inferior cuya rama parte de la región espinal comprendida entre las vértebras L5 y S1	(Zhu et al., 2015)
Función	Es uno de los principales abductores de cadera y estabilizador de la pelvis en el plano frontal durante la carrera, salto, aterrizaje…etc. **Fibras anteriores**: Flexión y rotación interna de cadera **Fibras posteriores**: Extensión y rotación externa de cadera. Es el responsable de estabilizar el lado contralateral durante la marcha previniendo el descenso de la pelvis y por tanto una marcha en Trendelenburg.	(Heller, 2003; Presswood et al., 2008)

Imagen 1: *Musculatura de la cadera* (fuente: Martini, Timmons & Tallitsch, 2009)

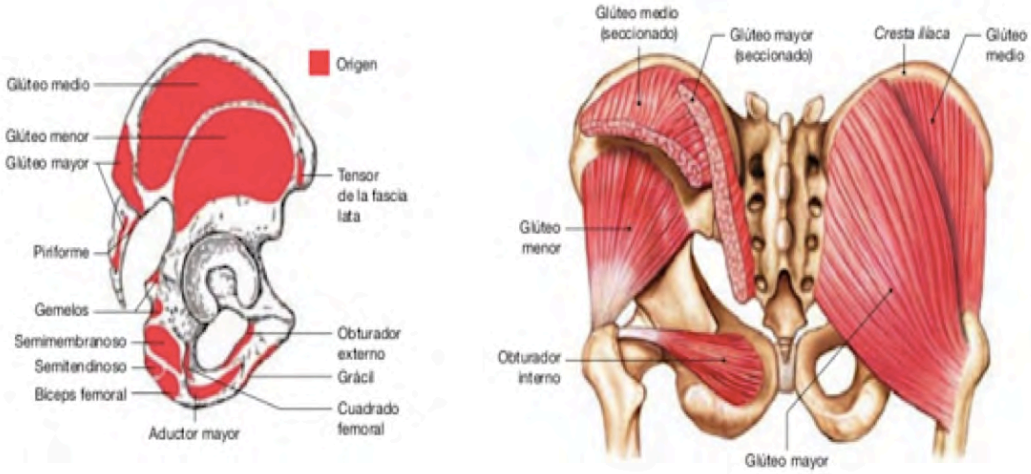


Tabla 3: *Anatomía y función del glúteo menor* (fuente: elaboración propia)

Origen	En la parte anterior de la fosa iliaca externa del ilion, entre las líneas glúteas anterior e inferior.	(Kapandji., 2010; Schünke et al., 2011)
Inserción	Superficie anterior del trocánter mayor.	(Kapandji., 2010; Schünke et al., 2011)
Inervación	Nervio glúteo superior (L5, S1)	(Kapandji., 2010; Schünke et al., 2011)
Función	Aduce y rota medialmente el muso. Estabiliza la pelvis, especialmente durante la fase de oscilación. **Fibras superiores**: Flexoras y rotadoras internas de cadera **Fibras inferiores**: Extensión y rotación externa Es el rotador interno mas importante de toda la musculatura glútea.	(Kapandji., 2010; Schünke et al., 2011)

Justificación teórica

En el entrenamiento y re-entrenamiento de la lesión de isquiosurales, nos encontramos con dos grandes problemas:

- El primero, está relacionado con la función que este desempeña.
- El segundo, está relacionado con la dominancia sinergista que este tiene sobre el glúteo.

Para solucionar el primero de los problemas, se debe entender la función principal de los isquiosurales, la cual se basa en actuar como extensor secundario de la cadera y como estabilizador de rodilla. Muchas recidivas son el producto de una mala interpretación de la función de los isquiosurales, al tratarlos como flexores de rodilla. En cualquier actividad motriz, la función de los isquiosurales será la extensión de la cadera y no la flexión de rodilla, en todo caso, estos actuaran evitando la extensión de la rodilla (Boyle, 2010).

Otro de los grandes problemas que se dan durante la lesión de los isquiosurales, es la dominancia en la función de extensión de cadera sobre los glúteos. En concreto, Sahrmann en 2006 describió este problema como el síndrome de la extensión de cadera con extensión de rodilla, el cual, se caracteriza por una debilidad del glúteo mayor en la extensión de cadera y del cuádriceps durante la extensión de rodilla. Cuando este patrón de movimiento predomina los músculos de la cadena posterior se harán dominantes aumentando su solicitación y por tanto su activación promoviendo una previa aparición de la fatiga por la tensión que deben ser capaces de soportar por su función biomecánica bi-articular (rodilla & cadera).

La musculatura abdominal no pasa inadvertida ante esta descompensación artro-muscular con alteraciones posturales. Si el glúteo mayor tiende a la inhibición o no goza de los niveles de fuerza óptimos para satisfacer las demandas del deporte van a provocarse alteraciones en la pelvis. Serán los abdominales los que tendrán que tener un papel importantísimo en evitar la anteversión de la pelvis.

La musculatura abdominal debe ser sinergista de los extensores para provocar una inclinación posterior de la pelvis. Pueden darse dos circunstancias, que trabajen correctamente ambos sinergistas, donde los abdominales provocarán un ascenso de la zona anterior de la pelvis y la musculatura glútea juntos a los isquiosurales descenderán la pelvis garantizándose una buena estabilidad lumbo-pelvica al mantenerse un buen par de fuerzas entre la cadena anterior y posterior. Desde hace bastantes años se viene valorando la influencia de la debilidad muscular o el desequilibrio agonistas-antagonistas como factor causante de lesiones musculares, fundamentalmente en los músculos isquiosurales (Petersen & Holmich, 2005).

El glúteo mayor es un músculo con gran importancia para mantener un buen equilibrio artro-muscular entre el miembro superior y el miembro inferior. Esto es debido a su relación con el dorsal ancho contralateral conectando ambos a través de la fascia toraco-lumbar (Barker, 2014).

El principal extensor de cadera, es el glúteo y no los isquiosurales. Muchas lesiones de isquiosurales son el resultado de una pobre activación de la musculatura glútea, por lo tanto en los procesos de entrenamiento/re-entrenamiento, no deberemos centrarnos únicamente en fortalecer a los isquiosurales, sino en activar al primero extensor de cadera, los glúteos (Boyle, 2010). El patrón de activación, control y fortalecimiento en este caso debe llevar una dirección medial-distal. Partiendo la musculatura del CORE, avanzando a los glúteos y progresando hacia isquiosurales, triceps sural…etc...De no ser así, se producirá una disinergia en la transmisión de fuerzas de toda la cadena miofascial sobrecargando el trabajo del resto de la musculatura y convirtiéndolo en un factor predisponente a sufrir lesiones en las zonas sobresolicitadas (Krause, Wilke, Vogt, & Banzer, 2016).

Una debilidad en la activación de la musculatura relativa al glúteo, puede ser la causante de diferentes lesiones (Boyle, 2010):

- Dolores de espalda a nivel lumbar, causados por una pobre activación del glúteo mayor que hace que exista una compensación lumbar en los movimientos de extensión de cadera.
- Inestabilidad espinal para mantener las curvaturas anatómicas, especialmente la postura erguida del tronco.
- Lesiones de isquiosurales, como ya hemos mencionado, debido a una falta de activación y provocada por una dominancia sinergista, provocando por tanto una sobresolicitación y una mayor fatiga, factor de riesgo que puede ser determinante al producirse la mayor parte de las lesiones en los minutos finales de cada parte (Woods et al., 2004)
- Dolores relativos a la parte anterior de la cadera, producido por una pobre biomecánica en los isquiosurales como extensores de cadera y falta de activación de los glúteos.
- Tendencia a la debilidad y estiramiento de los flexores de cadera, acentuándose el problema en el psoas mayor.
- Lesiones de rodilla, pueden tener su origen en una falta de activación del glúteo medio.

Conocer los factores de riesgo lesionales, el análisis del mecanismo lesional y su temporalización se antojan clave para poder intervenir exitosamente. Estudiar estos aspectos nos ayudan a diseñar protocolos preventivos cercanos a la competición-entrenamiento y aportan una valiosa información para el diseño de protocolos de readaptación que incidan sobre los mecanismos lesionales (Aceña, 2014).

OBJETIVOS

- Conocer la importancia de la activación de la musculatura glútea en la prevención de lesiones referidas al miembro inferior.
- Establecer un protocolo preventivo, enfatizando en el trabajo de fuerza de la musculatura glútea, con el fin de prevenir lesiones y mejorar el rendimiento del deportista.

PROTOCOLO PREVENTIVO ENFATIZANDO EN EL TRABAJO DE FUERZA DEL GLÚTEO

- **Ejercicios en Cuadrupedia**

Esta es la posición elegida para comenzar a concienciar a nuestros deportistas de la activación del glúteo. Con ella se busca evitar la hiperextensión lumbar y reducir la acción extensora de los isquiosurales durante la realización del ejercicio, focalizando toda la atención en la activación del glúteo. Destacar que en la realización de esta tarea, el suelo pélvico será activado junto a los multífidos, que entraran en juego durante la extensión de la cadera, con el fin de mantener el torso estable (Boyle, 2010) (tabla 4).

Tabla 4: *Propuesta para la progresión de ejercicios en cuadrupedia* (fuente: elaboración propia)

Quadruped Hip Extension over Bench	Quadruped Hip Extension

- **Ejercicios en posición Supina**

Los ejercicios realizados en la posición supina (Bridge, Leg Curl y Hip Thrust) posiblemente sean los más interesantes de cara al entrenamiento de Core Training, ya que busca la activación de la cadena posterior (glúteos e isquiosurales) junto al Core (Boyle, 2010).

Bridge

Uno de los objetivos más importantes que se dan en los ejercicios en posición supina con extensión de cadera, consiste en ser capaces de distinguir la

movilidad de cadera con la movilidad de la región lumbar, al igual que se debe distinguir entre la función estabilizadora que debe desarrollar los isquiosurales, mientras que el glúteo debe actuar como principal extensor de cadera. Boyle, en 2010, propone una progresión para los ejercicios en posición supina (tabla 5), comenzando por el Cook Hip Lift, con el que busca que el deportista se ha capaz de distinguir dicho rango de movilidad y ganar flexibilidad en el psoas. Tras este ejercicio, propone una progresión que van desde superficies estables a superficies inestables y desde dos apoyos a un solo apoyo (Boyle, 2010).

Tabla 5: *propuesta de progresión para Bridge, Hip Thrust y Leg Curl* (fuente: elaboración propia)

Cook Hip Lift	Bridge	Single Leg Bridge
Hip Thrust	Hip Thrust + Abd (TheraBand)	
Slideboard Leg Curl	TRX Leg Curl	Stability-Ball Leg Curl

Nota: Los ejercicios de la fila superior corresponde a la progresión para el Bridge, la fila intermedia para el Hip Thrust y la fila inferior a la progresión para el Leg Curl.

Hip Thrust

Se puede afirmar que es uno de los ejercicios que ha irrumpido con más fuerza en los últimos años en los programas de entrenamiento. Esto se debe a que en estudios como el de Contreras et al, 2015, donde se analiza la EMG de la musculatura glútea y bíceps femoral versus la EMG en sentadilla, donde se aprecia una mayor activación electromiográfica en todos ellos, sin duda un hallazgo que hace que crezca exponencialmente su valor como ejercicio y se convierta en una elección esencial. Siguiendo los criterios de EMG se observa como el glúteo mayor logra una activación mucho mayor durante la extensión de cadera que en la flexión (Robertson, Wilson, & St Pierre, 2008; Worrel et al., 2001) (tabla 5).

Leg Curl

Los deslizamientos de *Leg Curl* trabajan de forma similar a los ejercicios de extensión de cadera en posición supina. La clave de este ejercicio se basa en mantener los glúteos activados, con el fin de mantener la cadera extendida, mientras los isquiosurales actúan de forma excéntrica resistiendo la extensión de las piernas (su principal función) para después actuar de forma concéntrica durante la flexión de rodilla. La progresión para este ejercicio (tabla 5) será dirigirnos desde apoyos bipodales en situaciones estables hacia apoyos monopodales en situaciones inestables, donde la actuación de los erectores de columna será fundamental para la estabilización del complejo lumbo-pelvico, mientras los isquiosurales actúan en cadena cinética cerrada (Boyle, 2010).

- **Deadlift**

El peso muerto o *Deadlift* es sin lugar a dudas un ejercicio estrellas para cualquier de programa de entrenamiento de fuerza, y más teniendo en cuenta que nuestro objetivo prioritario son los glúteos. Las variaciones de este ejercicio han sido revisadas en multitud de ocasiones en la última década, desde Farley en 1995 a Hales en 2010 (Bird & Barrington-Higgs, 2010; Farley, 1995; Frounfelter, 2000; Gardner & Cole, 1999; Graham, 2001; Hales, 2010; Piper & Waller, 2001). Las dos principales formas de ejecución son: peso muerto rumano, convencional sumo, y con piernas extendidas, también se clasifican por el tipo de barra utilizada. Una de las principales diferencias entre el peso muerto convencional en comparación con el peso muerto tipo sumo es la anchura a la que se realiza, 32-33 y 65-70 cm respectivamente (Escamilla et al., 2000; Escamilla, Lowry, Osbahr, & Speer, 2001).

En los estudios que analizan la actividad electromiográfica (EMG) o máxima contracción voluntaria isométrica (MVIC) observaron que el pico de actividad isocinética durante el levantamiento se produjo al 83% del levantamiento, mientras que el pico de fuerza sobre el 63% de la subida (Noe, Mostardi, Jackson, Porterfield, & Askew, 1992). En cuanto a la técnica de ejecución, no se encontraron diferencias significativas entre el peso muerto convencional y el sumo (Escamilla et al., 2001).

Tampoco se alteró la actividad del glúteo mayor entre personas que realizaron este ejercicio con un cinturón en la zona lumbar y los que no lo usaron (Escamilla et al., 2000).

Una propuesta en la progresión de este ejercicio (tabla 6), seria pasar de apoyo bipodal a apoyo monopodal, lo que supondría una mayor activación de los estabilizadores de cadera (glúteo medio y aductores), además tiene una mayor transferencia al gesto real, ya que cuando corremos lo hacemos sobre un solo apoyo y no sobre dos. Cabe añadir que el peso muerto monopodal con kettlebell/dumbbell supone una disminución de carga sobre la zona lumbar con respecto al peso muerto bipodal realizado con barra.

Tabla 6: *Propuesta para la progresión en el Peso Muerto* (fuente: elaboración propia)

Deadlift	Single Leg Deadlift	Single Leg Deadlift on Bosu

- **Ejercicios para la activación de Glúteo Medio**

El glúteo medio es un condicionante de la salud y estabilidad del complejo lumbo-pélvico. Tiene una gran implicación en la marcha y carrera actuando como estabilizador durante el apoyo del apoyo monopodal.

La debilidad de glúteo medio se hará manifiesta en la falta de control sobre la aducción de cadera, la cual, condicionará la caída contralateral de la pelvis.

Es esencial activar y fortalecer el glúteo medio, ya que su debilidad (especialmente de las fibras posteriores) favorecerá el acortamiento y sobreactivación de cadena lateral y por tanto la rotación medial del fémur durante la extensión de cadera.

Esta compensación o descompensación artro-muscular puede tener graves consecuencias a nivel distal, especialmente a nivel de la rodilla. El principal patrón de movimiento que se verá alterado es el cambio de dirección, donde los rotadores externos no gozarán de la fuerza necesaria para realizarlo correctamente, condicionados en demasía por la rigidez y acortamiento a la que tienden los rotadores internos y la falta de control sobre la abducción de cadera, siendo esto un factor de riesgo predisponente a sufrir lesiones en la articulación de la rodilla, especialmente del ligamento cruzado anterior (LCA) al comprometer el valgo (Neumann, 2012).

Una vez vista la tremenda importancia de esta musculatura se propone una propuesta para prevenir o solventar los problemas asociados a su debilidad o inhibición, comenzando en posiciones horizontales y dirigiéndonos hacia posiciones verticales, dinámicas y monopodales para una mayor activación (tabla 7).

Para finalizar, se añadirá una propuesta compuesta por ejercicios que ayudaran a la activación del glúteo mayor y glúteo medio (tabla 7).

Tabla 7: *Propuesta de ejercicios dirigidos hacia la activación y fortalecimiento de glúteo mayor/medio*. (Fuente: elaboración propia)

Plank Lateral + ABD	Bridge + Abd	Hip Clamshell
Double Leg Squat hold with Knee Drive out	Monster Walk/Sumo Walk	Single Leg Squat (Pistol Squat)
Modified Reverse Hyper		Prone "Running Man" Hip Extensions
Single leg elevated hip Thrust	Monster Walk/Sumo Walk	Single Leg Squat (Pistol Squat)

Nota: Los ejercicios de las dos primeras filas corresponden a la progresión propuesta para la activación de glúteo medio, mientras que los correspondientes a las dos filas inferiores se tratan de tareas propuestas para activar tanto glúteo mayor como glúteo medio.

BIBLIOGRAFÍA

Aceña, A. (2014). Lesiones musculares en fútbol: Revisón y diseño de protcolos preventivos en la lesión de Bíceps femoral. *Futbolpf, 11*, 31-45.

Arnason, A., Andersen, T., Holme, I., Engesbretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandianavian journal of medicine and science in sports, 18*, 40-48.

Askling, C., Tengvar, M., & Thorstensson, A. (2013). Acute hamstring injuries in Swedish elite football: a prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *Br J Sports Med, 47*(13), 953-959.

Barker, P. (2014). Anatomy and biomechanics of gluteus maximus and the thoracolumbar fascia at the sacroiliac joint. *Clinical Anatomy, 27*(2), 234-240.

Barnes, C., Archer, D., Bush, M., & Bradley, P. (2014). The evolution of physical and technical perfomance parameters in the English Premier League. *Int J Sports Med, 35*(13), 1095-1100.

Bird, S., & Barrington-Higgs, B. (2010). Exploring the deadlift. *Strength and Conditioning Journal, 32*(2), 46-51.

Boyle, M. (2010). *Advances in Functional Training*. U.S.A.: OTP (On Target Publications).

Campos, M. A., & Toscano, J. F. (2014). Monitorización de la carga de entrenamiento, la condición física, la fatiga y el rendimiento durante el microciclo competitivo en fútbol. *Futbolpf, 12*, 23-36.

Casáis, L. (2008). Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. *Apunts: Medicina de L´esport, 157*, 30-40.

Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Perfomance characteristics according to playing position in elite soccer. *International SportMed Journal, 28*(3), 222-227

Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med, 39*(6), 1226-1232.

Ekstrand, J., Waldén, M., & Hägglund, M. (en prensa). Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med*.

Escamilla, R., Francisco, A., Fleisig, G., Barretine, S., Welch, C., Kayes, A., & Andrews, J. (2000). A three-dimensional biomechanical analysis of sumo and convetional style deadlifts. *Med Sci Sports Exerc, 32*(7), 1265-1275.

Escamilla, R., Lowry, T., Osbahr, D., & Speer, K. (2001). Biomechanical analysis of deadlift during the 1999 Special Olympics World Games. *Med Sci Sports Exerc, 33*(8), 1345-1353.

Farley, K. (1995). Analysis of the Conventional Deadlift. *Strength and Conditioning Journal, 17*(6), 55-57.

Frounfelter, G. (2000). Teaching the Romanian Deadlift. *Strength and Conditioning Journal, 22*(2), 55.

Gardner, P., & Cole, D. (1999). The Stiff-Legged Deadlift. . *Strength and Conditioning Journal, 21*(5), 7.

Graham, J. (2001). Exercise: Stiff-Leg Deadlift. *Strength and Conditioning Journal, 23*(4), 70.

Hägglund, M., Waldén, M., & Ekstrand, J. (2013). Risk Factors for Lower Extremity Muscle Injury in Professional Soccer: The UEFA Injury

Study. *American Journal of Sports Medicine, 41*(2), 327-335.

Hales, M. (2010). Improving the deadlift: Understanding biomechanical constraints and physiological adaptations to resistance exercise. . *Strength and Conditioning Journal, 32*(4), 44-51.

Heller, M. (2003). Ilio-sacral diagnosis and treatment part three. Gluteus medius, piriformis and pubic symphysis postural release and rehabilitation. *Dyna Chiro, 21*, 44-46.

Iaia, F., Rampinini, E., & Bangsbo, J. (2009). High-intensity training in football. *Int J Sports Physiol Perform, 4*(3), 291-306.

Kapandji., A. I. (2010). *Fisiología Articular*. Madrid: Panamericana.

Kraemer, R., & Knobloch, K. (2009). A soccer-specific balance training program for hamstring muscle and patellar and achilles tendon injuries: an intervention study in premier league female soccer. *Am J Sports Med, 37*(7), 1384-1393.

Krause, F., Wilke, J., Vogt, L., & Banzer, W. (2016). Intermuscular force transmission along myofascial chains: a systematic review. *Journal of Anatomy*. doi: 10.1111/joa.12464

Lago, C. (2015). ¿Cómo será el fútbol en 2026? Un análisis de la evolución del juego desde 1966. *Futbolpf: Revista de Preparación física en el Fútbol, 16*, 4-11.

Malliaropoulos, N., Mendiguchia, J., Pehlivanidis, H., Papadopoulou, S., Valle, X., Malliaras, P., & Maffulli, N. (2012). Hamstring exercises for track and fi eld athletes: injury and exercise biomechanics, and possible implications for exercise selection and primary prevention. *Br J Sports Med, 46*, 846-851.

Martini, F., Timmons, M., & Tallitsch, R. (2009). *Anatomía humana* (6ª ed.). Madrid: Pearson Educación S.A. .

Mendiguchia, J., Martinez-Ruiz, E., Morin, J.B., Samozino, P., Edouard, P., Alcaraz, P.E., Esparza-Ros, E., & Méndez-Villanueva, A. (2014). Effects of hamstring-emphasized neuromuscular training on strength and sprinting mechanics in football players. *Scand J Med Sci Sports.*

Neumann, D. (2010). Kinesiology of the hip: a focus on muscular actions. . *Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 40*(2), 82-94.

Neumann, D. (2012). *Kinesiology of the musculoskeletal system: Fundations for rehabilitation* (2º ed.). St. Louis: Mosby Elsevier.

Noe, D., Mostardi, R., Jackson, M., Porterfield, J., & Askew, M. (1992). Myoelectric activity and sequencing of selected trunk muscles during isokinetic lifting. . *Spine, 17*(2), 225.

Paredes, V., Gallardo, J., Porcel, D., Vega, R. D. L., Olmedilla, A., & Lalín, C. (2012). *La readaptación físico-deportiva de lesiones: Aplicación práctica metodológica*. Madrid: Onxsport.

Petersen, J., & Holmich, P. (2005). Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *Br J Sports Med, 39*(6), 319–323.

Petersen, J., Thorborg, K., & Nielsen, M. (2011). Preventive effect of eccentric training on acute hmastring injuries in men´s soccer: a cluster-randomized controlled trial. *Am J Sports Med, 39*, 2996-2303.

Piper, T., & Waller, M. (2001). Variations of the Deadlift. *Strength and Conditioning Journal, 23*(3), 66-73.

Presswood, L., Cronin, J., Keogh, J., & Whatman, C. (2008). Gluteus Medius: Applied Anatomy, Dysfunction, Assessment, and Progressive Strengthening. . *Strength and Conditioning Journal, 30*(5), 41-53.

Robertson, G., Wilson, J., & St Pierre, T. (2008). Lower extremity muscle functions during full squats. *J Appl Biomech, 24*(4), 333-339.

Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U., Voll, M., & Wesker, K. (2011). *Prometheus: texto y atlas de anatomía* (2º ed. Vol. 1). Madrid: Médica Panamericana.

Sherry, M., & Best, T. (2004). A comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains. *J Orthop Sports Phys Ther., 34*(3), 116-125.

Silder, A., Sherry, M., Sanfilippo, J., Tuite, M., Hetzel, S., & Heiderscheit, B. (2013). Clinical and morphological changes following 2 rehabilitation programs for acute hamstring strain injuries: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther., 43*(5), 284-299.

Stecco, A., Gilliar, W., Hill, R., Fullerton, B., & Stecco, C. (2013). The anatomical and functional relation between gluteus maximus and fascia lata. *Journal of bodywork and movement therapies, 17*(4), 512.

Worrel, T., Karst, G., Adamczyk, D., Moore, R., Stanley, C., Steimel, B., & Steimel, S. (2001). Influence of joint position on electromyographic and torque generation during maximal voluntary isometric contractions of the hamstrings and gluteus maximus muscles. *J Orthop Sports Phys Ther., 31*(12), 730-740.

Zhu, L., Lin, H., & Chen, A. (2015). Accurate segmental motor innervation of human lower-extremity skeletal muscles. *Acta neurochirurgica, 157*(1), 123-128.

PROPUESTA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE CARGAS EN EL ENTRENAMIENTO CONTEXTUALIZADO

CHENA, M.[1]

[1] RC. Recreativo de Huelva SAD.

RESUMEN

Con este trabajo se pretende presentar una herramienta práctica profesional para controlar la carga del entrenamiento contextualizado en el fútbol, con el fin de determinar la intensidad de las tareas, desde un punto de vista global, con los recursos materiales de los que se disponía. Para ello se analizaron los ejercicios propuestos durante una temporada completa con un equipo de fútbol semiprofesional y su equipo filial, estableciendo unos parámetros a observar y un método para cuantificar los mismos. Considerando que la metodología del entrenamiento en fútbol cada vez es más específica y adaptada a las necesidades contextuales del juego, surge la necesidad de dar valor objetivo a aquellos ejercicios que buscan estimular globalmente al deportista, haciéndole protagonista de la resolución de situaciones complejas y favoreciendo así la neuroplasticidad para el aprendizaje de este deporte. Así pues, se considera que la carga de la tarea contextualizada viene determinada por el compromiso motor (volumen de la tarea) y por la interacción racional entre los resultados obtenidos de la percepción subjetiva del esfuerzo, el estrés cardiaco y la complejidad técnico-táctica de la tarea (intensidad de la tarea), entre otros parámetros. El desarrollo de este trabajo se adapta a la especificidad del contexto en el que se lleva a cabo, lo que hace que los resultados mostrados puedan ser diferentes si se analizan en otros entornos. Sin embargo, se considera un método útil para valorar la repercusión que puede tener una tarea contextualizada sobre los futbolistas.

PALABRAS CLAVE: Fútbol, entrenamiento, metodología, cuantificación, carga.

Fecha de recepción: 20/10/2015. Fecha de aceptación: 11/11/2015
Correspondencia: marcoschenapf@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Las características propias del fútbol han provocado la necesidad de abordar el entrenamiento de manera diferente a como se venía haciendo en décadas anteriores desde el pensamiento simplista y reduccionista. Tomando como punto de partida el juego, el pensamiento sistémico y las teorías de la complejidad parecen adaptarse con mayor acierto al modelo variable y aleatorio que exige dicho deporte (Arjol, 2012).

Siendo el fútbol un deporte predominantemente táctico (Silva, 2008; y Tamarit, 2007), los modelos de procesamiento la información (percepción, decisión y ejecución) (Ruiz y Arruza, 2005) cobran especial importancia en el objetivo de resolver conflictos complejos generados por los intereses antagónicos entre dos equipos. Así pues, resulta confuso pensar que las metodologías de entrenamiento cerradas deban ser las protagonistas en el proceso de aprendizaje de los jugadores de fútbol. Las tendencias metodológicas actuales priorizan la

estimulación integral del deportista, dotando de importancia a la funcionalidad del cerebro durante la proceso de preparación, buscando de esta manera, algo más que entrenar sólo con el objetivo de generar cambios a nivel periférico (músculo estriado esquelético). La correcta capacidad de anticipación e interpretación perceptiva de los estímulos son características diferenciadoras entre un sujeto que resuelve las situaciones de juego de la mejor forma y en el menor tiempo posible (Bañuelos, 1984).

Las metodologías de entrenamiento abiertas no sólo reportan beneficios neuroplásticos (Logatt Grabner, 2013) a través del entrenamiento específico sino que además, provoca mejoras a nivel fisiológico, probablemente debido a aspectos relacionados con la motivación y la transferencia hacia la práctica real (Little, 2009). Así pues, las metodologías de entrenamiento funcionales tienen como objetivo hacer interaccionar al juego, al jugador y al entrono en los entrenamientos (enfoque sistémico), sabiendo que existen ciertas estructuras (espacio, tiempo, comunicación motriz y estrategia motriz) que condicionan la organización y el desarrollo del juego, limitando la acción motriz (Hernández Moreno, 1987).

No obstante, las exigencias de este deporte no sólo reclaman un nivel de acondicionamiento físico-condicional y técnico-coordinativo importante para satisfacer las necesidades del juego (Lago-Peñas, Casáis, Domínguez, Lago-Ballesteros, & Rey, 2009), sino que además, dichas exigencias repercuten de manera específica sobre la salud de los jugadores en forma de lesiones (Chena, 2015; Ekstrand, Hägglund y Waldén, 2011; Ekstrand, Timpka y Hägglund, 2006; Hägglund, 2007; y Noya y Sillero, 2012). Así pues, a través del entrenamiento se deben manipular los factores de riesgo (Chena, 2015) y estimular condicionalmente al deportista para dar soporte a sus capacidades técnico-tácticas.

El interés académico y profesional por el análisis de los patrones de movimiento y de las acciones técnico-tácticas que surgen en el fútbol (Bradley, Di Mascio, Peart, Olsen y Sheldon, 2010; Bradley et al., 2011; Di Salvo et al., 2007; Lago, 2009), ha dado lugar a la incorporación de nuevas técnicas e instrumentos de análisis para controlar la carga interna y externa del entrenamiento y

de la competición, con el objetivo de dar respuesta a las fluctuaciones del rendimiento específico del futbolista a lo largo de la temporada. Un adecuado control y manejo de la carga del entrenamiento se ha mostrado crucial para optimizar el rendimiento en futbolistas de alto nivel (Gómez-Díaz, Pallarés, Díaz, Bradley y Paul, 2013), sin embargo, dicha cuantificación vendrá determinada por la cantidad de parámetros que se analicen y por el nivel de relevancia que se le dé a cada parámetro.

La cuantificación de la carga interna del jugador por medio de parámetros fisiológicos, no sólo requiere de recursos que no siempre están a la alcance de las entidades deportivas, sino que además parece limitar demasiado la información como para sacar conclusiones definitivas. Por lo tanto, parece aconsejable desarrollar alternativas que permitan estimar la respuesta interna del futbolista ante los diferentes estímulos, cuyos indicadores sean aceptables y respeten un nivel de validez adecuado (Gómez-Díaz et al., 2013). Tras la investigación pertinente, parece ser que la percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) (Borg, 1998), en su forma original o posteriores modificaciones, es el método más utilizado para describir índices de validez relacionados con la carga de los jugadores. Son varios los estudios que han verificado la validez de dicha herramienta, entendida como la integración indisoluble de una doble dimensión: física y psicológica (Laurent et al., 2011) y muchos los que ha observado altos niveles de correlación entre los valores reportados de PSE y otras metodologías para cuantificar la carga externa a través de marcadores internos (Casamichana, Castellano, Calleja-González, San Román y Castagna, 2013, Gómez, Gómez-López, Lago y Sampaio, 2012).

Siendo necesario profundizar en el estudio de las diferentes áreas del fútbol y de acuerdo con las metodologías de entrenamiento contextualizadas actuales, el objetivo de este estudio fue describir el método de cuantificación de la carga llevado a cabo con un equipo español semiprofesional (Segunda B) que cumplió con los objetivos deportivos establecidos al inicio de la temporada.

MATERIAL Y MÉTODO

Participantes

Este estudio se llevó a cabo durante la temporada 2012/2013 con un total de 45 jugadores de fútbol varones y una edad media de 25 años. Estos deportistas formaban parte de un equipo semiprofesional de fútbol que compitió en Segunda División B (Grupo 2) (22 jugadores) y del equipo filial que compitió en categoría Preferente de Madrid (23 jugadores). Todos los participantes tenían un mínimo de 7 años de experiencia en el entrenamiento en fútbol de manera estructurada y organizada por una entidad deportiva. En el momento en el que se realizó el estudio, los participantes entrenaban 4-5 veces por semana durante al menos 80-90 minutos por sesión, realizando un partido de competición durante el fin de semana.

Procedimiento

La metodología de entrenamiento utilizada para la preparación integral del equipo, consistió principalmente en el descubrimiento y la resolución de situaciones contextualizadas. Para ello, se optó por diseñar tareas abiertas donde los futbolistas fueran los protagonistas de la acción, respetando la importancia de las actividades cognoscitivas (del Pino, Gómez, Moreno-Ríos, Gálvez y Mula, 2009) para el desarrollo de las secuencias motrices pertinentes.

Partiendo de un modelo de juego estructurado con el que lograr los objetivos planteados, todas las tareas diseñadas se clasificaron bajo la siguiente estructura de niveles:

- **NIVEL 1: Tareas de técnica colectiva (TC) y estrategia (ET).** Secuencias de técnica colectiva con finalización (TCCF) o sin ella (TCSF) a través de acciones combinadas o ruedas de pases sin oposición, teniendo en cuenta los principios de juego, el timing (tiempo óptimo de ejecución) y los aspectos técnicos necesarios para lograr con eficacia el objetivo.

- **NIVEL 2: Tareas de iniciación y asimilación del modelo de juego (IA).** Buscan mejorar de forma específica uno o varios principios del modelo de juego con o sin porterías, sin organización táctico-posicional igual o parecida a la de los partidos de competición. (Ejemplo: Ejercicios de conservación y recuperación de balón).

- **NIVEL 3: Tareas de desarrollo y profundización del modelo de juego (DP).** Tareas con direccionalidad y

orientadas al perfeccionamiento del juego táctico-posicional del equipo (demarcación de los jugadores). Desarrolla principios del modelo de juego con oposición y sin tener en cuenta las características del equipo rival. El único objetivo será profundizar en el modelo de juego propio. Se diseñan estructuras muy similares a la competición, variando el número de jugadores. (Ejemplo: Juegos de posición o ejercicios de enfrentamiento competitivo entre sectores).

- **NIVEL 4: Tareas de especialización del modelo de juego para la competición (EC).** Similares a las anteriores (DP) pero teniendo en cuenta las debilidades y fortalezas del adversario. Intentan reproducir situaciones a contrarrestar, con el fin de crear hábitos colectivos competitivos. Son tareas que simulan situaciones especiales del partido sin ser un partido reglado. (Ejemplo: Tarea de transición contra la línea defensiva).

- **NIVEL 5: Partidos condicionados para el asentamiento del modelo (PC).** A través de jugar con las diferentes variables y siempre con estructuras que se asemejen o que respeten la organización táctico-posicional en la competición. Buscan optimizar los principios trabajados previamente en el entrenamiento o en entrenamientos anteriores y contrarrestar, colectivamente, las exigencias del rival. Deben reproducir situaciones competitivas que estimulen comportamientos de anticipación a posibles circunstancias generadas por el adversario.

De acuerdo con los recursos materiales disponibles y considerando que las tareas son la principal herramienta para manipular y regular la dinámica del equipo en busca de las adaptaciones óptimas para la competición, se decidió observar una serie de parámetros con los que determinar la intensidad de cada una de las tareas realizadas en el entrenamiento (complejidad, frecuencia cardíaca –FC- y percepción subjetiva del esfuerzo – PSE). Dichas variables fueron registradas con el objetivo de determinar la carga global de la tarea tras complementar esta información con el compromiso motor de la misma (volumen útil del ejercicio), teniendo en cuenta la individualización del jugador y el

contexto planteado. Para ello, la atención fue dirigida hacia:

- **La complejidad técnico-táctica de la tarea**: Como se ha detallado anteriormente, las tareas diseñadas para el entrenamiento fueron clasificadas según la especificidad de las mismas, considerándose que el rendimiento en la competición adquiere el máximo nivel de complejidad de acuerdo con la finalidad última del entrenamiento. La complejidad de las tareas de cada categoría se manipuló a través de las variantes utilizadas para alcanzar con los objetivos previstos.
- **La frecuencia cardiaca (FC):** Tras la realización de cada tarea, se recogió la información procedente de los pulsómetros con el fin de observar el estrés cardiaco como consecuencia del ejercicio planteado. Se registró la FCmáxima alcanzada y el promedio durante el compromiso motor del jugador.
- **La percepción subjetiva del esfuerzo (PSE):** Inmediatamente después de realizar la tarea, esta fue valorada de acuerdo con la PSE, buscando complementar la información recogida por los pulsómetros. Para ello, los jugadores fueron educados durante toda la pretemporada en base a los criterios pertinentes, con el fin de dar una respuesta lo más próxima posible a las sensaciones individuales.

Con el fin de facilitar la cuantificación de los diferentes parámetros, cada uno se clasificó en 5 niveles de exigencia (bajo, bajo-medio, medio, medio-alto y alto) respetando el contexto específico donde se llevó a cabo (tabla 1).

Tabla 1. *Parámetros analizados para determinar la intensidad de la tarea.* (fuente: elaboración propia)

NIVEL DE EXIGENCIA		COMPLEJIDAD TÉC-TÁC	PSE	FRECUENCIA CARDIACA	
1	Bajo	TCSF, TCCF y ET	Muy liviano	Regenerativo	<135 ppm
2	Bajo-Medio	IA	Liviano	Capacidad Aeróbica	135-150 ppm
3	Medio	DP	Algo intenso	Potencia Aeróbica	150-165 ppm
4	Medio-Alto	EC	Intenso	Resistencia Mixta	165-175 ppm
5	Alto	PC	Muy Intenso	Resistencia Anaeróbica	>175 ppm

La clasificación utilizada para categorizar las tareas técnico-tácticas, dio sentido a una progresión del entrenamiento en cuanto a la especificidad del juego, incidiendo sobre los aspectos cualitativos del mismo. Sin embargo, se utilizaron diferentes variantes en los ejercicios para poder lograr con eficacia los objetivos planteados. Dichas variantes se tuvieron en cuenta para cuantificar la complejidad técnico-táctica de las tareas, ya que estas podían repercutir sobre las actividades cognoscitivas. Así pues, dentro del nivel de cada categoría, se consideró que una tarea podía aumentar su nivel de exigencia de acuerdo con el grupo de variantes utilizadas (tabla 2):

- Dimensiones del espacio.
- Densidad de jugadores.
- Reglamento del juego.

Tabla 2. *Grupo de variantes para aplicar sobre las diferentes tareas de entrenamiento.* (fuente: elaboración propia)

NIVEL	DIMENSIONES DEL ESPACIO		DENSIDAD DE JUGADORES	REGLAMENTO DEL JUEGO
	Ancho	Largo		
+	Nº Jugadores de un equipo x 6 o más pasos	Igual que el ancho + 10 pasos	Superioridad numérica	Propio del juego
++	Nº Jugadores de un equipo x 5 pasos		Igualdad numérica	Variabilidad en el número de contactos
+++	Nº Jugadores de un equipo x 4 o menos pasos		Inferioridad numérica	Obligatoriedades y homogeneidad en la percepción visual

+: Es la tarea en esencia, utilizando normativas o variantes de mínima complejidad.
++: Se le añade 0,5 al nivel de exigencia inicial. La complejidad de la tarea aumenta como consecuencia de la aplicación de variantes que dificultan la dinámica normal del ejercicio.
+++: Se le añade 1 al nivel de exigencia inicial. El nivel de complejidad de esa categoría de tareas se lleva al límite combinando las variantes más exigentes de los diferentes grupos.

Bajo la propuesta metodológica que se plantea, se considera que la aplicación de las variantes altera la complejidad de la tarea, pudiendo aumentar su nivel de exigencia hasta el determinado para los ejercicios de la categoría superior. Es decir, si a una tarea de iniciación y asimilación del modelo de juego (IA) que tiene un nivel 2 de complejidad, se le aplicaran variantes de los tres grupos anteriormente mencionados, dicho nivel de complejidad podría aumentar a 2,5 o 3.

De acuerdo con esta metodología de cuantificación, la intensidad de la tarea

contextualizada vino determinada por la relación matemática de los índices obtenidos de los parámetros anteriormente mencionados, los cuales fueron registrados inmediatamente después de realizar el ejercicio. Según el nivel de importancia que el cuerpo técnico le dio a cada parámetro [1] (fisiológico –FC-, técnico-táctico o PSE del jugador), así se ponderó el índice de cada uno de ellos, con el fin de ajustar las variables a la sensibilidad del cuerpo técnico. Es decir, si a los tres parámetros se les da el mismo nivel de importancia sobre la intensidad de la tarea, el índice resultante de cada uno de ellos tendrá el mismo valor (33,33%). Sin embargo, si se considera que uno de ellos es más importante que los otros dos, a este se le dará el 50% del valor de la intensidad de la tarea y a los otros dos el 25% a cada uno.

La FC fue registrada con pulsómetros *Polar FT2*, siendo sus datos medios y máximos registrados de acuerdo con la demarcación de los jugadores (central, lateral, mediocentro, interior y delantero). Cada tarea fue registrada un mínimo de 3 veces para poder sacar valores promedio con mayor precisión de cada tarea realizada.

En la tabla 3 se presenta un ejemplo de cuantificación de una tarea contextualizada, cuyo índice es de 2,33 sobre 5 y por lo tanto, la tarea se considera de intensidad baja-media, suponiendo que cada parámetros repercuten con la misma importancia (promedio) sobre el futbolista (la atención del cuerpo técnico no polariza sobre ningún parámetro en especial). Sin embargo, como se observa en la parte de la mitad inferior de la tabla, el índice de la intensidad de la tarea cambia en función de a qué parámetro se le da prioridad, observándose que aunque el índice de la tarea cambia, esta sigue estando valorada como baja-media, ya que no supera el nivel 3. Atendiendo al tipo de esfuerzo, la frecuencia cardiaca desvela que se trata de una tarea de carácter aeróbico (139,8 pulsaciones por minutos).

[1] Cada cuerpo técnico, puede otorgar mayor importancia a diferentes parámetros dentro de su entendimiento o metodología de trabajo. Así pues, una misma tarea puede valorarse desde tres parámetros (FC, PSE o complejidad), y la herramienta que se presenta para la cuantificación de la carga trata de ser sensible a la tendencia que el cuerpo técnico tenga.

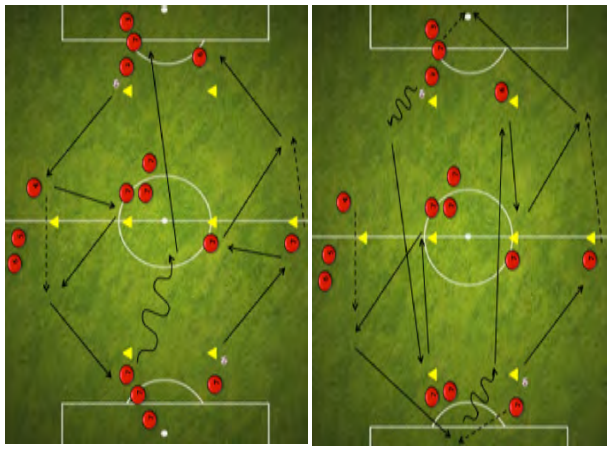
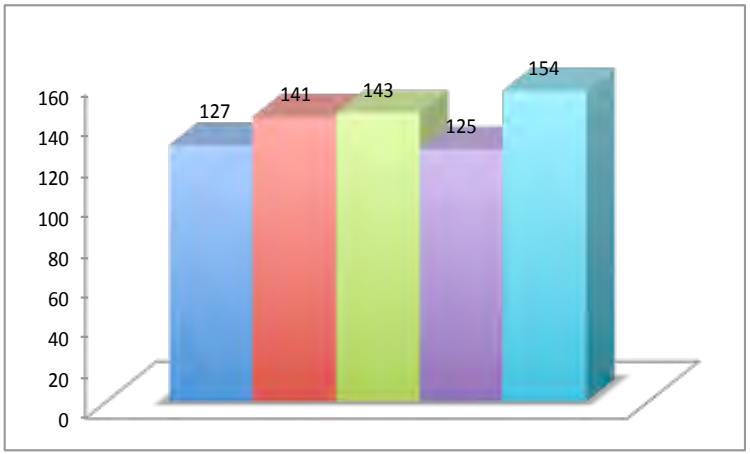
Tabla 3. *Cuantificación de la intensidad de una tarea contextualizada de acuerdo con el nivel de importancia que se le da a cada parámetro.* (fuente: elaboración propia)

FRECUENCIA CARDIACA				PARÁMETROS			Índice	Valoración de la intensidad
Media	Máxima	Media		PSE	FC	Complejidad Tec-Tac		
133	178	139,8	182,6	2	1	AI+	2,33	TAREA BAJA-MEDIA
152	184			4	3			
135	196			3	2	2		CAP. AERÓBICA
146	176			4	2			
133	179			3	1			
NIVELES DE IMPORTANCIA				$\bar{X}$ PSE	$\bar{X}$ FC	$\bar{X}$ C.T-T	Índice	TAREA BAJA-MEDIA
Mismo nivel de importancia (33%)				3,2	1,8	2	2,33	
Mayor importancia a la PSE (50%)							2,55	
Mayor importancia a la FC (50%)							2,2	CAP. AERÓBICA
Mayor importancia a la C.T-T (50%)							2,25	

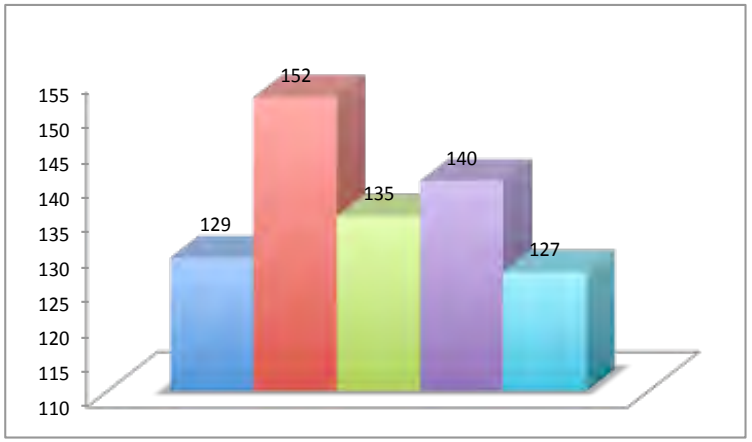
RESULTADOS

Más de un centenar de tareas contextualizadas fueron registradas y cuantificadas bajo la metodología descrita, con el objetivo de dar una respuesta objetiva a la repercusión de dichas tareas sobre el futbolista.

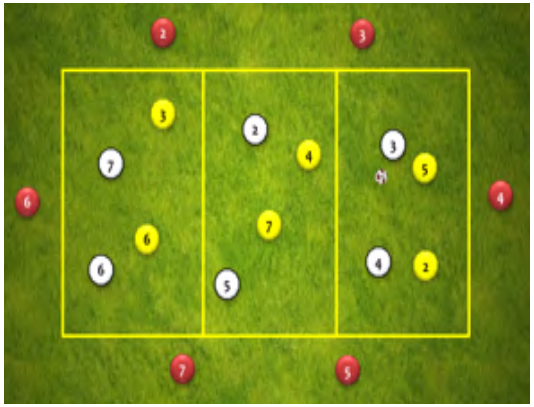
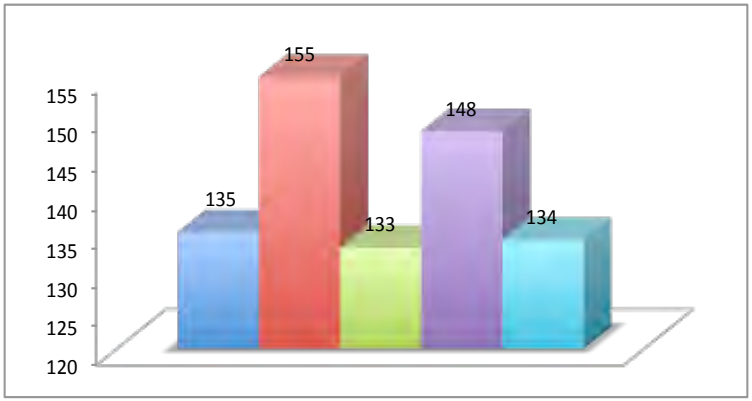
A continuación se presentan 10 tareas cuantificadas bajo la metodología presentada donde los resultados descritos de cada tarea son el promedio del registro llevado a cabo con todos los jugadores, repitiéndose cada ejercicio un mínimo de tres veces. El valor del índice de cada tarea se obtiene de relacionar con el mismo nivel de importancia los parámetros tenidos en cuenta (33,33%).

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	GRÁFICO	DISTRIBUCIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA
Tarea de técnica colectiva sin finalización en base a los movientos patrones que se pretenden automatizar para el ataque organizado. Los jugadores son situados en 8 postas, sin respetarse la demarcación específica. Una vez que el jugador participa, rota en el sentido prefijado para darle continuidad a la rueda de pases. El objetivo de la tarea es dominar ciertos gestos técnicos y manejar los tiempos de actuación de los movimientos, dándole sentido a la velocidad óptima del ejercicio. Se van introduciendo variantes en función de los intereses pertinentes.		

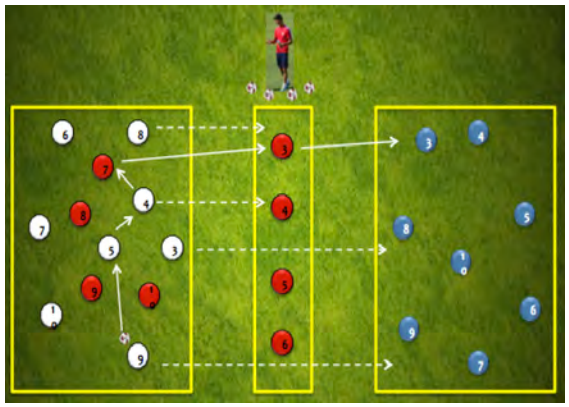
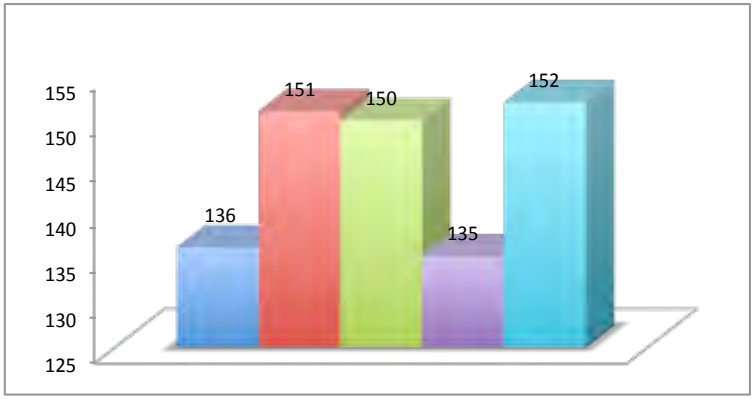
COMPROMISO MOTOR	FRECUENCIA CARDIACA				PARÁMETROS			Índice	Valoración de la intensidad
	Media	Máxima	Media		PSE	FC	Complejidad Tec-Tac		
3 Series de 6 minutos con 30-45 segundos de recuperación	127	149	138	167,4	2	1	TCCF	1,60	TAREA BAJA
	141	177			2	2			
	143	173			1	2	1		CAP. AERÓBICA
	125	149			3	1			
	154	189			2	3			

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	GRÁFICO	DISTRIBUCIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA
Tarea de técnica colectiva con finalización en base a los movientos patrones que se pretenden automatizar para el ataque organizado. Se colocan unos muñecos en el campo para simular la presencia de contrarios en determinadas zonas donde enfatizar ciertos contenidos del juego (pases o movimientos de separación). Se colocan dos jugadores por demarcación y se una vez que termine un equipo, empieza el siguiente. Tras finalizar, los jugadores regresan a sus posiciones a la carrera por el campo, con el fin de que los compañeros eviten tambien la presencia de ellos.		

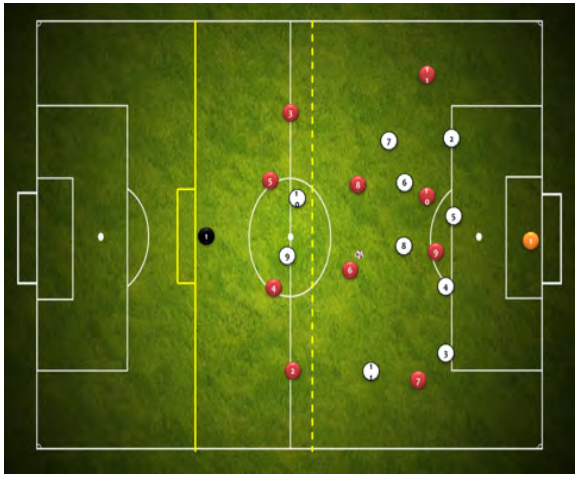
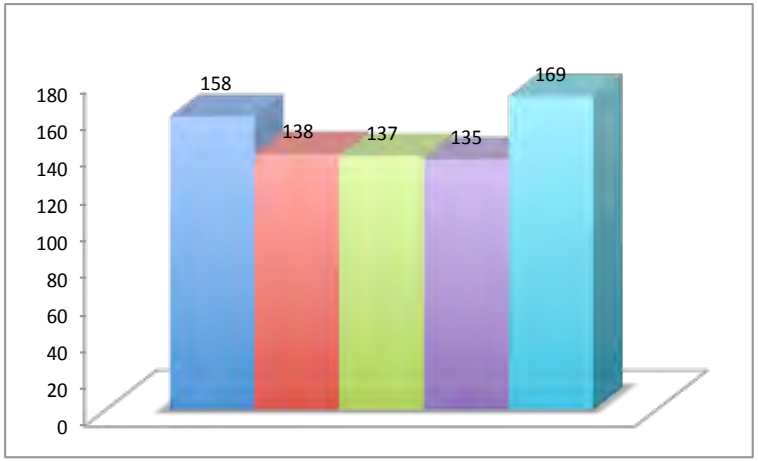
COMPROMISO MOTOR	FRECUENCIA CARDIACA				PARÁMETROS			Índice	Valoración de la intensidad
	Media	Máxima	Media		PSE	FC	Complejidad Tec-Tac		
2 Series de 8 minutos con 45 segundos de recuperación	129	147	136,6	162,8	2	1	TCCF++	1,77	TAREA BAJA
	152	185			2	3			
	135	160			1	2	1,5		CAP. AERÓBICA
	140	173			3	2			
	127	149			2	1			

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	GRÁFICO	DISTRIBUCIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA
Tarea de iniciación y asimilación del modelo de juego en un espacio delimitado de 45x30 pasos. El espacio está divido en tres zonas (15x30 pasos). Compiten 6 vs 6 con 6 comodines por fuera que dan apoyos laterales y profundos. La tarea consiste en conservar la posesión del balón sin pasar de una zona a otra. Se puntúa cada vez que se haga un cambio de orientación sin que el equipo defensor interrumpa este concepto táctico. Tras la pérdida de balón, se realiza una presión intensa de los jugadores de esa zona, mientras que los jugadores que lo recuperan tiene como objetivo sacar el balón de la zona de robo (prioridad a las transiciones)		

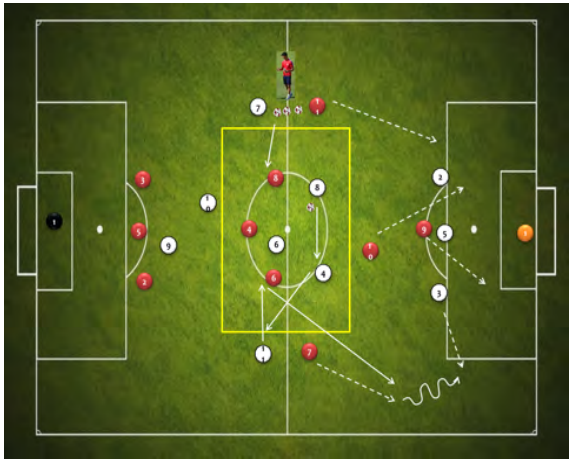
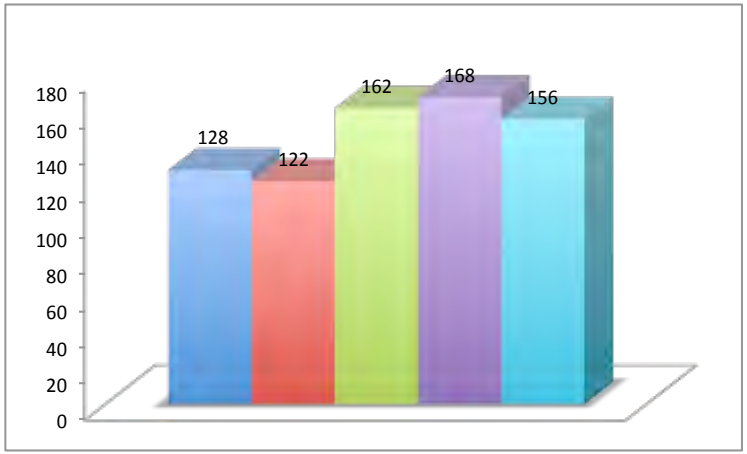
COMPROMISO MOTOR	FRECUENCIA CARDIACA				PARÁMETROS			Índice	Valoración de la intensidad
	Media	Máxima	Media		PSE	FC	Complejidad Tec-Tac		
3 Series de 5 minutos con 45-60 segundos de recuperación	135	175	141	179,8	2	2	AI++	2,5	TAREA BAJA-MEDIA
	155	185			4	3			
	133	186			3	1	2,5		CAP. AERÓBICA
	148	181			4	2			
	134	172			3	1			

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	GRÁFICO	DISTRIBUCIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA
Tarea de iniciación y asimilación del modelo de juego con tres equipos de 8 jugadores y 3 zonas diferenciadas. Se observan 2 esapcios grandes de 30x40 pasos y un espacio intermedio de 40x5 pasos. Se realiza una posesión de balón en superioridad numérica (8 vs 4) con un máximo de 2 toques por jugador, con el objetivo de llegar a 6 pases sin que sea interrumpido el juego para realizar un cambio de orientación al equipo que espera en el lado contrario e iniciar la conservación allí contra los defensores que están situados en la zona central para interceptar el posible pase. Si el equipo en inferioridad recupera el balón, obliga al equipo que lo ha perdido a robar en el espacio contrario. Las transiciones se realizan a la máxima velocidad.		

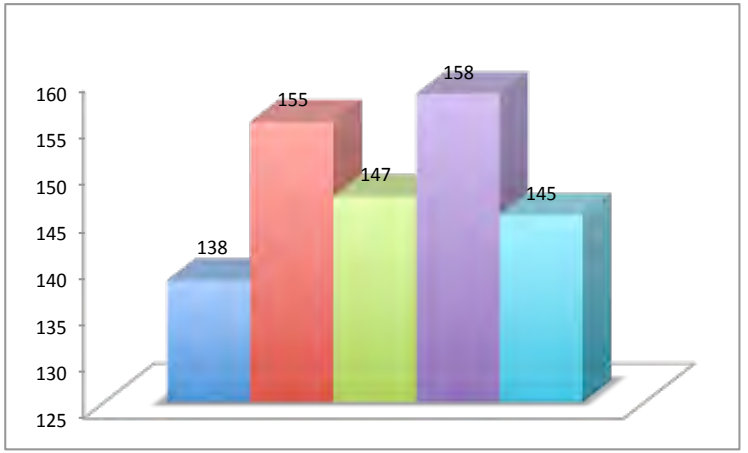
COMPROMISO MOTOR	FRECUENCIA CARDIACA				PARÁMETROS			Índice	Valoración de la intensidad
	Media	Máxima	Media		PSE	FC	Complejidad Tec-Tac		
2 Series de 6 minutos con 60 segundos de recuperación	136	174	144,8	177,4	3	2	AI+++	3,00	TAREA MEDIA
	151	181			3	3			
	150	178			4	3	3		CAP. AERÓBICA
	135	164			3	2			
	152	190			4	3			

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	GRÁFICO	DISTRIBUCIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA
Tarea de desarrollo y profundización del modelo de juego en 3/4 de campo. Se compite 11 vs 11 con un sistema posicional específico (1-4-4-2), estableciendo una línea para señalar el último tercio. Se realiza un ataque organizado en inferioridad de 6 vs 8, mientras que en el último tercio, esperan los dos puntas del equipo defensor y la línea de cuatro defensas del equipo atacante. El juego consiste en buscar la progresión del balón a los puntas tras el robo (facilitado por la superioridad numérica) con el fin de que estos descarguen y hagan un cambio de la velocidad de juego en el último tercio con el objetivo de resolver una situación de 6 vs 4 en el menor tiempo posibe. Si el equipo defensor recupera, realizaría la transición defensa-ataque a la máxima velocidad aprovechando el desajuste del equipo contrario.		

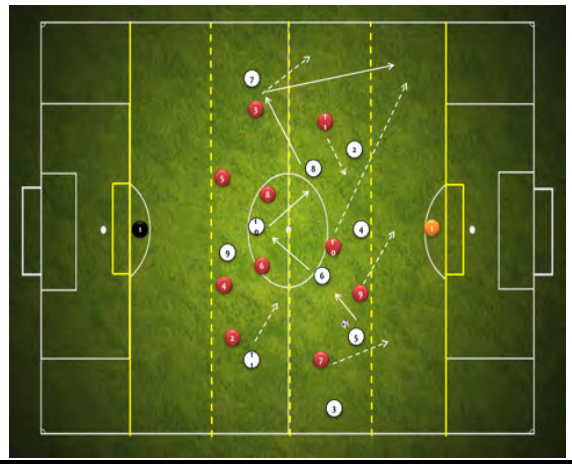
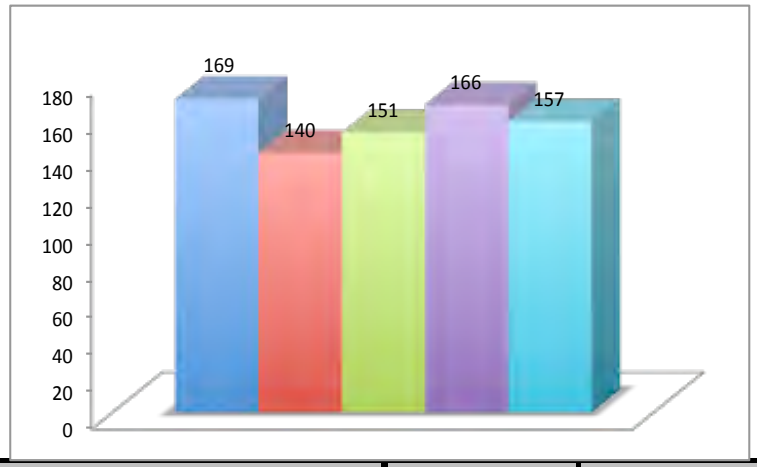
COMPROMISO MOTOR	FRECUENCIA CARDIACA				PARÁMETROS			Índice	Valoración de la intensidad
	Media	Máxima	Media		PSE	FC	Complejidad Tec-Tac		
2 Series de 8 minutos con 60 segundos de recuperación	158	183	147,4	173,6	4	3	DP++	3,03	TAREA MEDIA
	138	182			3	2			
	137	167			2	2	3,5		CAP. AERÓBICA
	135	149			2	2			
	169	187			4	4			

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	GRÁFICO	DISTRIBUCIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA
Tarea de desarrollo y profundización del modelo de juego destinada a mejorar las transiciones defensa-ataque. Se delimita un espacio de 20x35 pasos para jugar una posesión de balón con tres comodines ofensivos por fuera, los cuales participan con un número de toques delimitado. Cuando el equipo defensor recupera la posesión, su objetivo es sacar el balón de la zona de robo ante una fuerte presión tras pérdida, para iniciar un ataque a máxima velocidad de 4 vs 3 en la portería correspondiente, incorporándose los jugadores de banda y los dos puntas contra la defensa de tres jugadores. Mientras, se le da continuidad a la posesión lanzando un segundo balón a la zona delimitada con el fin de que los futbolistas que se ubican en el centro del campo no interrumpan su actividad.		

COMPROMISO MOTOR	FRECUENCIA CARDIACA				PARÁMETROS			Índice	Valoración de la intensidad
	Media	Máxima	Media		PSE	FC	Complejidad Tec-Tac		
3 Series de 5 minutos con 90 segundos de recuperación	128	202	147,2	188,2	3	1	DP+++	3,20	TAREA MEDIA
	122	179			3	1			
	162	185			3	3	4		CAP. AERÓBICA
	168	188			4	4			
	156	187			3	3			

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	GRÁFICO	DISTRIBUCIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA
Partido condicionado de 11 vs 11 delimitando el campo de área a área. El terreno de juego estará seccionado en dos mitades y se colorán 4 puertas de 12 pasos (dos en cada lado para cada equipo). El objetivo de la tarea es condicionar el partido para favorecer los cambios de orientación y estimular la finalización en el lado contrario tras el desajuste del equipo contrario. Para ello, es necesario buscar un cambio de orientación tras la recuperación del balón en campo propio para obligar a pasar por la puerta pertinente y poder finalizar la jugada. Únicamente en el caso de robar el balón en el campo contrario se puede hacer un ataque directo a la máxima velocidad.		

COMPROMISO MOTOR	FRECUENCIA CARDIACA				PARÁMETROS			Índice	Valoración de la intensidad
	Media	Máxima	Media		PSE	FC	Complejidad Tec-Tac		
2 Series de 8 minutos con 90 segundos de recuperación	138	178	148,6	184,8	4	2	PC	3,33	TAREA MEDIA
	155	182			4	3			
	147	195			3	2	4		CAP. AERÓBICA
	158	187			4	3			
	145	182			3	2			

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA	GRÁFICO	DISTRIBUCIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA
Partido condicionado de 11 vs 11 delimitando de área a área. El terreno de juego se divide en 4 cuartos con el objetivo de que el los equipos juegen en dos espacios contiguos para favorecer el principio de las distancias verticales entre líneas. Una vez que se supere un sector del campo, los jugadores del equipo pertinente deben reducir la distancia con los compañeros con el objetivo de estar en disposición de ofrecer ayudas tanto ofensivas como defensivas cuando se pierde la posesión del balón. Si no se respeta este principio, el entrenador dará posesión al equipo contrario por infringir la norma.		

COMPROMISO MOTOR	FRECUENCIA CARDIACA				PARÁMETROS			Índice	Valoración de la intensidad
	Media	Máxima	Media		PSE	FC	Complejidad Tec-Tac		
3 Series de 6 minutos con 90 segundos de recuperación	169	180	156,6	183,4	4	4	PC+++	4,00	TAREA MEDIA-ALTA
	140	164			3	2			
	151	177			4	3	5		POT. AERÓBICA
	166	189			4	4			
	157	207			4	3			

CONCLUSIONES

La metodología utilizada para el entrenamiento exige la necesidad de dominar aquellos aspectos que pueden ser considerados como importantes para conseguir los objetivos planteados, sabiendo que dicha propuesta debe ser flexible con el contexto donde se pretende llevar a cabo y que existen ciertas variables no controlables que influyen en la dinámica normal de los resultados. El desarrollo de la metodología conlleva profundizar en la selección y secuenciación de los métodos y contenidos utilizados, así como en la manera de llevarlos a cabo, procurando que los aprendizajes generados sean lo más sólidos posibles para satisfacer las necesidades pertinentes. Sabiendo que no siempre se puede optar a determinados recursos materiales para controlar aquellas variables que nos pudieran resultar interesantes de ser analizadas con detalle para cuantificar su repercusión sobre el futbolista o sobre el equipo, es necesario crear herramientas prácticas que nos orienten para poder tomar decisiones en base a un criterio. Así pues, evolucionar en un determinado aspecto exige controlar el nivel en el que se encuentra, sabiendo que en el fútbol no existe la relación causal.

La metodología de entrenamiento utilizada nace de la necesidad de construir un plan de acción para cumplir con los objetivos establecidos por la entidad. Para conocer la repercusión de la misma sobre el equipo, se decide diseñar un modelo de cuantificación de la carga, registrando aquellos parámetros que se consideran importantes a través de los recursos disponibles. Con dicha herramienta se trata de dar un sentido coherente a lo que se estuvo desarrollando, valorando aquellos parámetros que se consideraron interesantes para el análisis del deportista expuesto al juego.

El modelo de cuantificación de la carga que aquí se presenta, tiene como objetivo determinar la intensidad de cada tarea en base a tres criterios, la cual puede ser manipulada de acuerdo con el nivel de importancia y consideración que se le otorgue a los parámetros analizados. Sin embargo, es necesario saber que este artículo respeta una propuesta personal que se ha sometido a estudio durante una temporada completa, con dos equipos de fútbol concretos y bajo un contexto específico. Así pues, se debe tener presente

que los resultados pueden verse alterados o comprometidos si las características contextuales son modificadas.

BIBLIOGRAFÍA

Arjol, J. L. (2012). La planificación actual del entrenamiento en fútbol: análisis comparado del enfoque estructurado y la periodización táctica. *Acción Motriz,* 8, 27-37.

Bañuelos, F. (1984). *Didáctica de la Educación Física y el Deporte.* Madrid: Gymnos.

Borg, G. (1998). *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Bradley, P. S., Carling, C., Archer, D., Roberts, J., Dodds, A., Di Mascio, M., Paul, D., Gomez, A. D. y Krustrup, P. (2011). The Effect of Playing Formation on High-Intensity Running and Technical Profiles in English FA Premier League Soccer Matches. *Journal of Sports Sciences*, *29*(8),821-830.

Bradley, P. S., Di Mascio, M., Peart, D., Olsen, P. y Sheldon, B. (2010). High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. *Journal of Strength & Conditioning Research*, *24,* 2343-2351.

Logatt Grabner, C.A. (2013). Neuroplasticidad y redes Hebbianas. *Asociación Educar. Ciencias y Neurociencias Aplicadas al Desarrollo Humano* http://asociacioneducar.blogspot.com.es/2013_11_01_archive.html.

Casamichana, D., Castellano, J., Calleja-Gonzalez, J., San Román, J., & Castagna, C. (2013). Relationship between indicators of training load in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 27*(2), 369-374.

Chena, M. (2015). Las lesiones de isquiotibiales en el fútbol: Incidencia lesional, factores de riesgo y propuesta preventiva. *FútbolPF, 15*, 41-51.

del Pino Medina, J. M., Milán, E. G., Ríos, S. M., García, G. G., & Pérez, F. J. M. (2009). Inteligencias múltiples y deporte. *Apunts. Educación física y deportes, 1*(95), 5-13.

Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J, Bachl, N. y Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sport Medicine*, *28*(3), 222-227.

Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2011). Injury incidence and injury patterns in professional football: The UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine, 45*(7), 553-558.

Ekstrand, J., Timpka, T., & Hägglund, M. (2006). Risk of injury in elite football played on artificial turf versus natural grass: A prospective two-cohort study. *British Journal of Sports Medicine, 40*(1), 975-980.

Gómez, M. A., Gómez-Lopez, M., Lago, C., & Sampaio, J. (2012). Effects of game location and final outcome on game-related statistics in each zone of the pitch in professional football. *European Journal of Sport Science*, *12*(5), 393-398.

Gómez-Díaz, A. J., Pallarés, J., Díaz, A., Bradley, Paul. S. (2013). Cuantificación de la carga física y psicológica en fútbol profesional: diferencias según el nivel competitivo y efectos sobre el resultado en competición oficial. *Revista de psicología del deporte, 22*(2), 463-469.

Hägglund, M. (2007). *Epidemiology and prevention of football injuries.* (Unpublished Linkping University. Faculty of Health Science, Sweden.

Hernández Moreno. J. (1987). Análisis de la acción de juego en los deportes de equipo: su aplicación al baloncesto. Tesis Doctoral (inédita). Barcelona: Universidad de Barcelona.

Lago, C. (2009). The influence of match location, quality of opposition, and match status on possession strategies in professional relation football. *Journal of Sports Sciences*, *27*(13), 1463-1469.

Lago, C., Casais, L., Domínguez, E., Lago, J. y Rey, E. (2009). Influencia de las variables contextuales en el rendimiento físico en el fútbol de alto rendimiento. *Motricidad. European Journal of Human Movement, 23*(1), 107-121.

Laurent, C. M., Green, J. M., Bishop, P. A., Sjökvist, J., Schumacker, R.E., Richardson, M. T. y Curtner-Smith, M. (2011). A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. *Journal of Strength & Conditioning Research*, *25*(3), 620-628.

Little, T. (2009). Optimizing the Use of Soccer Drills for Physiological Development. *Strength and conditioning journal, 31*(3), 67 – 74.

Noya, J., & Sillero, M. (2012). Incidencia lesional en el fútbol profesional español a lo largo de una temporada: Días de baja por lesión. *Apunts Medicina L'Esport, 47*(176), 115-123.

Ruiz, L.M. & Arruza, J. (2005). *El proceso de toma de decisiones en el deporte. clave de la eficiencia y el rendimiento óptimo.* Barcelona: Paidos.

Sánchez Bañuelos, F. (1984). *Didáctica de la Educación Física y el Deporte.* Madrid: Gymnos

Silva, M. (2008). *O desenvolvimento do jogar, segundo a Periodização Táctica*. Pontevedra: Ed. Mcsports.

Tamarit, X. (2007). *¿Qué es la "Periodización Táctica?. Vivenciar el juego para condicionar el Juego*. Pontevedra: Ed. Mcsports.

REVISIÓN: ¿ES LA COMPOSICIÓN CORPORAL UN BUEN PREDICTOR DE RENDIMIENTO Y SALUD EN FÚTBOL?

FALCES, M. [(1)], REVILLA, R. [(1)], COCA, A. [(2)] y MARTÍN, A. [(1)].

[(1)] Fundación Marcet. Programa Profesional de Alto Rendimiento en Fútbol. (Barcelona).
[(2)] Readaptador Físico del Europa F.C (1 División de Gibraltar)

Los autores del presente artículo dejan constancia de que con la presente revisión no existe ningún tipo de interés económico, académico ni laboral.

RESUMEN:

Objetivos: Los objetivos de la presente revisión son: analizar de qué manera el control y la evaluación de la composición corporal (CC) puede llegar a influir sobre el rendimiento deportivo y el estado de salud y proponer nuevas líneas de investigación. **Metodología**: Las bases de datos utilizadas fueron Dialnet Medline, PubMEd, Scopus y SportsDiscuss. Los artículos seleccionados para esta revisión se publicaron entre 2006 y 2016 y está fundamentada en dos apartados: *Fútbol Base y Profesional y Salud*. **Evidencias**: Pocos estudios se centran en la variable de CC para la evaluación directa del rendimiento en fútbol y sí más como un valor añadido a otra serie de variables que intervienen en la mejora del rendimiento. A través de la valoración de la CC, se pueden adaptar programas de entrenamiento en función de los jugadores, identificar diferencias entre los puestos específicos o las categorías y tener un control más exhaustivo del estado de forma y de salud de los jugadores, ya que un estado óptimo de salud podría considerarse como un factor directo del rendimiento en fútbol. **Conclusión**: La CC se convierte en un componente útil para definir el estado de salud y la optimización del rendimiento específico individual, con lo cual, esto ayudará a entenderla como un elemento facilitador para diagnosticar el estado de salud de un jugador de fútbol y posibilitar un mejor rendimiento deportivo.

PALABRAS CLAVE: Fútbol, composición corporal, rendimiento, antropometría, salud

Fecha de recepción: 21/10/2015. Fecha de aceptación: 12/12/2015
Correspondencia: mfalpri@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El fútbol y todos los parámetros que afectan al rendimiento (condicionales, técnicos, tácticos, edad, sexo, etc.) han evolucionado a lo largo de estos años hacia un trabajo más específico e individual desde el área de rendimiento profesional y áreas de formación y detección de talentos. Actualmente muchos de los indicadores de rendimiento en fútbol que se pueden encontrar en la literatura son: el uso de sistemas GPS, valoración de la frecuencia cardíaca, indicadores de lactato, escalas de percepción subjetiva del esfuerzo, test de saltos y test de resistencia, entre otros. Pocos estudios se centran en la variable de composición corporal (CC) para la evaluación directa del rendimiento en fútbol, aunque no ocurre lo mismo en otros deportes de equipo como balonmano, baloncesto y rugby 7, dónde sí existe una mayor relación entre antropometría y perfil fisiológico de los jugadores profesionales (Brocherie et al. 2014). Aunque se trata de un método de valoración relativamente reciente, existen estudios que intentan

definir en términos de CC, somatotipo y proporcionalidad morfológica, las características individuales de los jugadores.

Según Brocherie et al. (2014) la amplia aplicación del análisis de la CC y perfil antropométrico en investigaciones de ciencias del deporte se ha llevado a cabo para facilitar la comprensión de la relación entre las variables morfológicas clave y el rendimiento deportivo. Como se indica en el estudio de Zúñiga & De León (2007), la determinación del físico a partir de variables antropométricas también es una parte importante en la evaluación integral de un deportista, ya que puede ser empleado tanto para la detección y selección de jugadores, como para determinar la ubicación en una disciplina deportiva o posición específica. En la actualidad, la CC y las características antropométricas de los sujetos son poco consideradas en la selección de los jóvenes deportistas, ya que muchas veces se pone la atención en las habilidades que cada individuo tiene en su respectiva especialidad (Jorquera, Rodríguez, Torrealba, y Barraza, 2012), aún sabiendo que actualmente existen diferencias atendiendo a las demandas fisiológicas según la posición del jugador y con respecto a su peso, talla e índice de masa corporal (Wong, Chamari, Dellal, y Wisløff, 2009). Por ello, los deportistas profesionales deben mantener una CC óptima durante toda la temporada, sobre todo en un deporte como el fútbol, donde el exceso de masa grasa y una insuficiente masa libre de grasa podrían tener una implicación negativa para el rendimiento (Bunc, Hrásky & Skalská, 2015).

Esta realidad ha derivado en la publicación de estudios centrados en el uso de la CC como método para optimizar el entrenamiento y obtener marcos comparativos de jugadores a nivel de fútbol base y profesional, lo que ayuda a los entrenadores y preparadores físicos a obtener nuevas herramientas de evaluación en la cuantificación del rendimiento deportivo de sus jugadores.

También se deberá tener en cuenta que la CC es un buen indicador de salud, por lo que todo deportista de alto nivel ha de tener un control constante de la misma, ya que según García, Cancela, Olveira & Mariño (2009), es lógico pensar que un deportista con un estado de salud óptimo obtendrá un rendimiento mayor y por supuesto más estable.

A través de la valoración de la CC, se pueden adaptar programas de entrenamiento en función de los jugadores, identificar diferencias entre los puestos

específicos o las categorías y tener un control más exhaustivo del estado de forma y de salud de los jugadores, sin embargo, esto no justifica el éxito en la práctica deportiva, ya que según Wong et al. (2009), el proceso de desarrollo de los jugadores es siempre a largo plazo y esta variable de rendimiento es una más dentro de las muchas existentes en el campo de la evaluación e investigación deportiva.

Los objetivos de la presente revisión son: 1) Analizar de qué manera el control y la evaluación de la composición corporal (CC) puede llegar a influir sobre el rendimiento deportivo y el estado de salud y 2) proponer nuevas líneas de investigación

MÉTODO

Para la presente revisión se han utilizado las siguientes bases de datos: Dialnet Medline, PubMEd, Scopus y SportsDiscuss. Los artículos seleccionados para esta revisión se publicaron entre 2006 y 2016 y las palabras utilizadas en los distintos buscadores han sido: *Composición Corporal, Antropometría, Fútbol, Rendimiento, Salud, Fútbol base y Fútbol Profesional*. Una vez repasada la literatura, dicha revisión está fundamentada en dos apartados: Fútbol Base y Profesional y Salud.

EVIDENCIAS

Fútbol Base y Profesional

En la base, la CC es un elemento más a tener en cuenta durante el desarrollo del jugador, por lo que ha sido estudiada a lo largo de las diferentes categorías de fútbol. Este elemento y su vinculación con el rendimiento deportivo son de gran valor para la detección de talentos, ya que según Zúñiga & De León (2007), ayudaría a que el proceso de selección y ubicación de los deportistas en posiciones ideales, adecuadas a su físico, sería más objetiva, económica y eficaz.

Si se atiende a la tabla 1 de Calahorro, Zagalaz, Lara & Torres-Luque (2012), se pueden observar las diferencias en cuanto a masa, talla, índice de masa corporal (IMC), porcentaje de masa grasa (%MG) y porcentaje de masa muscular (%MM), en un grupo de infantiles, cadetes y juveniles de un equipo de primera división española.

Se ha detectado que el paso de categoría sub-13 a sub-15, es dónde más cambios en referencia a la CC se manifiestan (Calahorro et al, 2012; y Perroni, Vetrano, Camolese, Guidetti & Baldari, 2015), ya que coinciden con el periodo de inicio y fin de la adolescencia (Sinovas et al, 2015), es por ello que adquieren importancia los estudios existentes sobre los cambios en la CC a lo

largo de una misma temporada (Silvestre et al. 2006) y su relación con el rendimiento.

Tabla 1. *Variables Antropométricas*. (Calahorro et al. 2012)

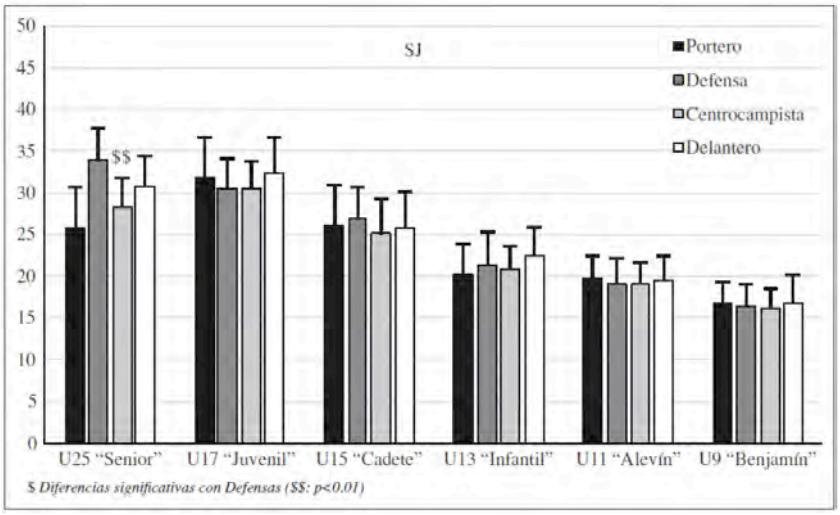
Grupo	Puesto (cod)	N	Masa (kg)		Talla (cm)		IMC (kg · m⁻²)		% Graso (%)		% musc. (%)	
			X± SD	Diferencia	X±SD	Diferencia	X± SD	Diferencia	X±SD	Diferencia	X±SD	Diferencia
Grupo A Infantiles	Porteros (1)	2	61,44±8,54		164,00±7,07		22,77±1,21		18,27±6,50		37,28±3,20	
	Defensas (2)	6	50,59±3,44		163,33±4,03		18,95±0,90		10,91±1,29		37,54±1,89	
	Mediocampistas (3)	6	45,69±2,76		158,00±4,32		18,31±1,19		14,27±5,05		40,12±2,14	
	Delanteros (4)	5	56,44±4,64		167,25±4,35		20,17±1,40		10,47±1,14		35,80±1,91	
	Total (a)	19	53,54±4,85		163,14±9,94		20,05±1,18		13,48±3,49		37,69±2,90	
Grupo B Cadetes	Porteros (5)	2	71,66±0,00		177,00±0,00		22,87±0,00		7,81±0,00		52,03±0,00	
	Defensas (6)	7	65,85±5,80	ab***; ac***; 2-6***; 2-10***; 3-7***; 3-11***	173,60±5,55	ab***; ac***; 2-10***; 3-7**; 3-11***	21,91±0,90	ab***; ac***; 2-10***; 3-7**; 3-11**	10,61±3,50		50,47±2,25	
	Mediocampistas (7)	9	66,39±5,03		171,75±8,33		22,56±1,78		12,66±4,68		49,48±3,01	
	Delanteros (8)	3	63,72±2,69		166,67±6,66		23,04±2,63		11,88±7,56		50,02±4,48	
	Total (b)	21	66,90±3,38		172,25±5,135		22,59±1,32		10,74±3,94		50,51±2,44	
Grupo C Juveniles	Porteros (9)	3	70,61±3,86		179,00±3,61		22,04±1,30		10,94±3,67		31,23±1,24	
	Defensas (10)	8	74,19±6,10		180,40±1,14		22,79±1,75		10,69±3,32		30,73±0,38	
	Mediocampistas (11)	12	68,29±5,30		175,50±4,14		22,17±1,56		12,21±2,93		32,51±1,55	
	Delanteros (12)	6	68,74±5,85		181,33±6,11		20,90±1,42		7,99±0,75		30,47±2,01	
	Total (c)	29	70,46±5,28		179,06±3,75		21,98±1,51		10,46±2,67		31,24±1,30	
	Total	69	63,49±9,49		171,48±6,27		21,48±2,04		11,59±3,91		39,71±8,27	

cod (código); IMC: Índice de masa corporal; % graso: porcentaje graso; % musc: porcentaje muscular; *: $p<0,05$; **: $p<0,01$; ***: $p<0,001$.

Algunos estudios relacionan la CC y rendimiento, atendiendo a la edad y puesto específico. Así pues, en el estudio de Sinovas et al. (2015), se examinó la relación entre la CC evaluada a través del método antropométrico y el rendimiento de salto vertical en todas las etapas de formación del fútbol base en España, desde los 7 a los 25 años, en función de la demarcación específica ocupada por los jugadores sobre el terreno de juego. Los resultados obtenidos se observan en la tabla 2.

Estas diferencias, indican que el paso de fútbol base a profesional puede ser muy complicado, ya que existen diferencias en la estructura corporal y cómo se indica en el estudio de Jorquera et al. (2012), los jóvenes futbolistas demuestran una falta de desarrollo madurativo y deportivo, que según la evidencia los hace menos aptos físicamente para enfrentarse a las exigencias físicas típicas del fútbol profesional.

Tabla 2. *Altura de salto en SJ según la demarcación en cada una de las categorías*. (Sinovas et al, 2015).



Según el estudio de Iga, Scott, George & Drust (2014), las evaluaciones de la CC son comúnmente realizadas por los clubes de fútbol profesionales como parte de sus procedimientos de control rutinarios. Atendiendo al rendimiento de los jugadores profesionales, entre los estudios realizados a lo largo de una temporada, Milanese, Cavedon, Corradini, De Vita, & Zancanaro (2012), indicaron que existen diferencias significativas en los patrones de CC entre extremidades superiores e inferiores y tronco. En cuanto a rendimiento deportivo, el estudio de Kalapotharakos, Strimpakos, Vithoulka & Karvounidis (2006), demostraron que los equipos con mejor posición en la tabla de clasificación, presentaron bajos %MG en comparación con los equipos de media y baja posición de la misma división (tabla 3).

Tabla 3. *Variables según clasificación de los equipos*. (Kalapotharakos et al, 2006)

	Best team	Middle team	Last team
Age (y)	26±4	24±4	23±3
Height (cm)	180±5	178±4	179±7
Body mass (kg)	78±4.5	74.8±4.2	75.3±6.4
Body fat (%)	9±1.8*#	10.6±2	11±1.7
V-4 mM (km/h)	14±0.8*#	13.2±0.7	13.3±0.8
CMJ (cm)	47.2±4.3*#	42.4±4.2	41.9±4.3
RKE (Nm)	276±33*#	231±41	239±45
LKE (Nm)	269±27*#	223±42	232±34

V-4 mM indicates running velocity at the lactate threshold (4 mmol/L); CMJ: countermovement jump; RKE: right knee extensors; LKE: left knee extensors. *P<0.05 significant difference between B and M teams; #P<0.05 significant difference between B and L teams.

También se evidencia, que la masa libre de grasa (MLG) contribuye a la producción de energía durante las actividades de alta intensidad y proporciona mayores valores de fuerza absoluta en tareas de resistencia con altas cargas dinámicas y estáticas (Mala et al. 2015). Por lo tanto, Milsom et al. (2015) sugieren que el entrenamiento y las

intervenciones nutricionales en los jugadores de fútbol profesional, deben estar más enfocadas a la ganancia de masa muscular y no a la reducción de la masa grasa.

Salud

Los deportistas están expuestos a numerosos factores que pueden afectar a su rendimiento, sobre todo el índice lesional, por lo que se ha estudiado en qué forma puede afectar la CC a las lesiones que puedan ocurrir en la práctica deportiva, ya que la CC es un factor que influye directamente en la salud del conjunto de la población (Kenney, Wilmore & Costill, 2008) y especialmente en la de los deportistas.

Comúnmente se hace referencia al IMC en lugar del %MG, sin embargo se ha determinado que la grasa y la circunferencia abdominal, así como el sobrepeso indicado en %MG son mejores discriminadores de riesgo de lesión y estado de salud que el IMC (Medina, Lizarraga, & Drobnick, 2014; y Nye et. al., 2014).

(Bunc, Hrásky, & Skalská, 2015; Medina et al, 2014; y Osorio, Clavijo, Arango, Patiño, & Gallego, 2007) han relacionado un peso corporal elevado y el aumento del %MG con un mayor impacto en acciones locomotoras propias del fútbol como son la carrera o el salto, creando un estrés mecánico en el sistema articular y el esqueleto axial, aumentando el riesgo de sufrir lesiones

En fútbol femenino, Hägglund (2007) valoró que futbolistas con mayor peso corporal tienen más riesgo de lesión. Nilstad, Andersen, Bahr, Holme, & Steffen (2015) demostraron cómo jugadoras con lesión en las extremidades inferiores a lo largo de una temporada, además de presentar un mayor IMC y mayor peso corporal, tenían mayor incidencia lesional, así como que las jugadoras con un IMC más elevado tenían un 50% más de riesgo de padecer lesiones en el área del cuádriceps. González-Neira, San Mauro-Martín, García-Angulo, Fajardo & Garicano-Villar (2014) señalaron en su estudio sobre nutrición y CC en fútbol femenino, que un bajo %MG está asociado con un deterioro de la salud del deportista y, en consecuencia, de su rendimiento.

Otros autores que han relacionado la CC con las lesiones sufridas por los futbolistas, demostraron que el ratio masa grasa/masa ósea de un segmento corporal se correlacionaba de manera inversa con el riesgo de lesión (Medina et al., 2014). Campos et al. (2014) indicaron que bajos valores de MLG están asociados a bajos niveles de fuerza, lo que conlleva a

lesiones deportivas. Del mismo modo, Kemper et al. (2015) relacionaron el aumento del IMC y valores bajos de %MG con un mayor riesgo de lesión para jóvenes futbolistas. Por último, Perroni et al. (2015) evidenciaron que a mayor masa muscular y menos masa grasa, permiten al jugador evitar lesiones traumáticas derivadas del contacto.

También existen referencias en la bibliografía en las cuales se ponen de manifiesto que no hay relación directa entre la CC y las lesiones sufridas por los deportistas de élite, como es el caso de Osorio et al. (2007), el cual indicaba que los factores de riesgo intrínsecos -como es la CC- son necesarios pero no suficientes para ocasionar una lesión. Frecketon (2011) y van Beijsterveldt (2012), no encontraron como causa significativa de lesión de isquiotibiales al IMC, masa magra y el peso corporal. Hägglund (2013) tampoco encontró evidencias en su revisión que indicaran que ni la altura ni la masa corporal sean factores que aumenten el riesgo de lesión. Por tanto, hay que tener en cuenta que la prevención de lesiones es un indicador importante del estado de salud del deportista de alto rendimiento (García et al. 2009)

CONCLUSIÓN

Presentar la valoración de la CC como único indicador de rendimiento directo en fútbol podría considerarse un error, ya que se trata de un deporte de cooperación-oposición en la que influyen multitud de elementos intrínsecos y extrínsecos que ayudan o impiden la posibilidad de desarrollar las capacidades del jugador durante el desarrollo del juego.

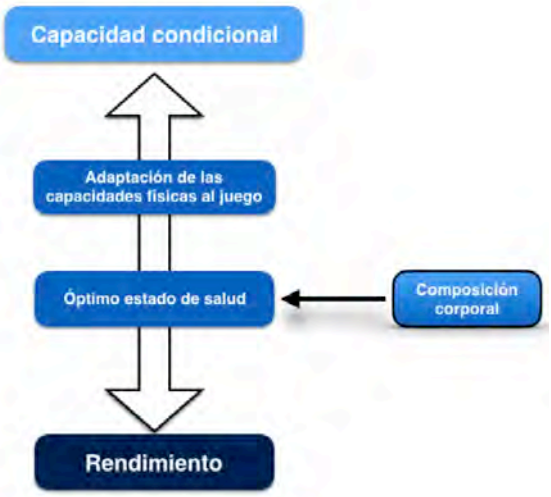
Hay que ser consecuente con las relaciones que se establecen entre ciertas variables y el concepto de rendimiento en el fútbol. Considerar que ciertos valores obtenidos por métodos de evaluación como los citados en la introducción de este artículo (*GPS, valoración de la frecuencia cardíaca, indicadores de lactato, escalas de percepción subjetiva del esfuerzo, test de saltos, test de resistencia, etc…)* son predictores directos del rendimiento puede ser algo arriesgado. Si se atiende al estudio de Iga et al. (2015), indica que es evidente que a pesar del uso generalizado de la antropometría para controlar la CC de los jugadores de fútbol, no es una medida fiable para detectar cambios de rendimiento a lo largo de una temporada.

A partir de estas conclusiones se puede considerar que la CC no está directamente relacionada con el rendimiento y si presenta un enfoque más orientado al estado de salud del jugador.

Haciendo mención a la relación de García et al. (2009) y la relación del estado de salud con en el rendimiento en fútbol, se podrá concluir que un jugador que disponga de un estado saludable y no presente limitantes desorbitados en cuanto a indicadores de CC, se acerca a un mayor rendimiento. Enfocado desde esta perspectiva, el estudio de Jorquera et al. (2012), indica que la masa muscular de los jugadores jóvenes es menor que la de futbolistas profesionales, por lo que no están aptos para ser incluidos en partidos de máxima exigencia, ya que aumentaría el riesgo de sufrir lesiones, por lo que su estado de salud no sería óptimo si sufren una lesión.

Consecuentemente con lo propuesto, un estado óptimo de salud podría considerarse como un factor directo del rendimiento en fútbol, teniendo en cuenta que cualquier organismo indispuesto confluye en la no participación en la actividad deportiva por lesión provocadas bien directamente por un tipo de golpe o acción directa en la competición o entrenamiento e indirectamente por un posible aumento del %MG que genere en dificultades para la ejecución de acciones motrices durante cualquier tipo de actuación deportiva, en este caso las propias del fútbol.

Figura 1. *Incidencia indirecta de la Composición Corporal sobre el Rendimiento.* (Fuente: Elaboración propia)



Por lo tanto, la CC se convierte en un componente útil para definir el estado de salud y la optimización del rendimiento específico individual, con lo cual, esto ayudará a entenderla como un elemento facilitador para diagnosticar el estado de salud de un jugador de fútbol y posibilitar un mejor rendimiento deportivo. Esto es importante tenerlo en cuenta para poder detectar anomalías que puedan causar ciertas patologías o situaciones lesiónales inesperadas e indeseadas, pero no mantiene ninguna relación directa con el rendimiento en fútbol. Desde esta revisión se manifiesta la necesidad de seguir creando nuevas líneas de investigación relacionadas con el estado óptimo de salud del deportista que ayuden a definir estados no saludables y

que eviten por lo tanto rendimientos no deseados.

REFERENCIAS

Beijsterveldt, A. M. C., Port, I. G. L., Vereijken, A. J., & Backx, F. J. G. (2013). Risk factors for hamstring injuries in male soccer players: a systematic review of prospective studies. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *23*(3), 253-262.

Brocherie, F., Girard, O., Forchino, F., Al Haddad, H., Dos Santos, G. A., & Millet, G. P. (2014). Relationships between anthropometric measures and athletic performance, with special reference to repeated-sprint ability, in the Qatar national soccer team. *Journal of sports sciences*, 32(13), 1243-1254.

Bunc, V., Hráský, P., & Skalská, M. (2015). Changes in Body Composition, During the Season, in Highly Trained Soccer Players. *The Open Sports Sciences Journal*, *8*(1).

Calahorro, F., Zagalaz, M. L., Lara, A. J., & Torres-Luque, G. (2012). Análisis de la condición física en jóvenes jugadores de fútbol en función de la categoría de formación y del puesto específico. *Apunts. Educación Física y Deportes*, *109*(3), 54-62.

Campos, R. A. G., Bolaños, M. A. C., Hespanhol, J. E., Germano, Y., Maria, T. S., Gamero, D., & Arruda, M. (2014). Composición corporal de futbolistas profesionales en función de la edad cronológica. *Conexões*, *12*(2), 70-81.

Freckleton, G., & Pizzari, T. (2013). Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, *47*(6), 351-358.

García García, O., Cancela Carral, J. M., Olveira Núñez, E., & Mariño Torrado, R. (2009). Is compatible the maximum sports performance of the athlete with the attainment and maintenance of a healthy condition?. *RICYDE: Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, *5*(14), 19-31.

González-Neira, M., Martín, I. S. M., de Angulo, B. G., Fajardo, D., & Vilar, E. G. (2015). Valoración nutricional, evaluación de la composición corporal y su relación con el rendimiento deportivo en un equipo de fútbol femenino. *Revista española de nutrición humana y dietética*, *19*(1), 36-48.

Hägglund, M. (2007). Epidemiology and prevention of football injuries. *Division of Social Medicine and Public Health Science Department of Health and Society Linköpings Universitet*. Linköping, (Sweden).

Hägglund, M., Waldén, M., & Ekstrand, J. (2013). Risk factors for lower extremity muscle injury in professional soccer the UEFA injury study. *The American journal of sports medicine*, *41*(2), 327-335.

Iga, J., Scott, M., George, K., & Drust, B. (2014). Seasonal changes in multiple indices of body composition in professional football players. *International journal of sports medicine*, *35*(12), 994-998.

Jorquera Aguilera, C., Rodríguez Rodríguez, F., Torrealba Vieira, M. I., & Barraza Gómez, F. (2012). Composición corporal y somatotipo de futbolistas chilenos juveniles sub 16 y sub 17. *International Journal of Morphology*, *30*(1), 247-252.

Kalapotharakos, V. I., Strimpakos, N., Vithoulka, I., & Karvounidis, C. (2006). Physiological characteristics of elite professional

soccer teams of different ranking. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *46*(4), 515.

Kemper, G. L. J., van der Sluis, A., Brink, M. S., Visscher, C., Frencken, W. G. P., & Elferink-Gemser, M. T. (2015). Anthropometric injury risk factors in elite-standard youth soccer. *International journal of sports medicine*, *36*(13), 1112-1117.

Mala, L., Maly, T., Zahalka, F., Bunc, V., Kaplan, A., Jebavy, R., & Tuma, M. (2015). Body composition of elite female players in five different sports games. *Journal of human kinetics*, *45*(1), 207-215.

Medina, D., Lizarraga, A., & Drobnick, F. (2014). Injury prevention and nutrition in football. *Sports Science Exchange*, *27*(132), 1-5.

Milanese, C., Cavedon, V., Corradini, G., De Vita, F., & Zancanaro, C. (2015). Seasonal DXA-measured body composition changes in professional male soccer players. *Journal of sports sciences*, *33*(12), 1219-1228.

Milsom, J., Naughton, R., O'Boyle, A., Iqbal, Z., Morgans, R., Drust, B., & Morton, J. P. (2015). Body composition assessment of English Premier League soccer players: a comparative DXA analysis of first team, U21 and U18 squads. *Journal of sports sciences*, *33*(17), 1799-1806.

Nilstad, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Holme, I., & Steffen, K. (2014). Risk factors for lower extremity injuries in elite female soccer players. *The American journal of sports medicine*, *42*(4), 940–948.

Nye, N. S., Carnahan, D. H., Jackson, J. C., Covey, C. J., Zarzabal, L. A., Chao, S. Y., & Crawford, P. F. (2014). Abdominal Circumference Is Superior to Body Mass Index in Estimating Musculoskeletal Injury Risk. *Medicine and science in sports and exercise*, *46*(10), 1951-1959.

Osorio, J.A., Clavijo, M.P., Arango, E., Patiño, S., & Gallego, I.C. (2007). Lesiones deportivas. *Iatreia*, *20*(2), 167-177.

Perroni, F., Vetrano, M., Camolese, G., Guidetti, L., & Baldari, C. (2015). Anthropometric and Somatotype Characteristics of Young Soccer Players: Differences Among Categories, Subcategories, and Playing Position. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *29*(8), 2097-2104.

Silvestre, R., Kraemer, W. J., West, C., Judelson, D. A., Spiering, B. A., Vingren, J. L., & Maresh, C. M. (2006). Body composition and physical performance during a national collegiate athletic association division imen's soccer season. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *20*(4), 962-970.

Sinovas, M. C., Pérez-López, A., Valverde, I. Á., Cerezal, A. B., Ramos-Campo, D. J., Rubio-Arias, J. Á., & Cerrato, D. V. (2015). Influencia de la composición corporal sobre el rendimiento en salto vertical dependiendo de la categoría de la formación y la demarcación en futbolistas. *Nutrición Hospitalaria*, *32*(n01), 299-307.

Wong, P. L., Chamari, K., Dellal, A., & Wisløff, U. (2009). Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *23*(4), 1204-1210.

Zúñiga, U., & De León, L. (2007). Somatotype of semiprofessional soccer players classified by their position in the game. *Int. J. Sport Sci*, *3*(9), 29-36.