Kronos 2018: 17(1)
ISSN: 1579-5225 - e-ISSN: 2603-9052
Inglés-Bolumar, Pedro., Pino-Ortega, José., Bastida-Castillo, Alejandro., Gómez-Carmona, Carlos D..
Análisis Cinemático de las Exigencias en Futbolistas de Categoría Benjamín Mediante un Dispositivo Inercial (WIMU PROTM).

Sport Performance

Análisis Cinemático de las Exigencias en Futbolistas de Categoría Benjamín Mediante un Dispositivo Inercial (WIMU PROTM)

Kinematical Analysis Of U-10 Football Team Demands Through an Inertial Device (WIMU PROTM)

Inglés-Bolumar, Pedro.[1], Pino-Ortega, José.[2], Bastida-Castillo, Alejandro.[2], Gómez-Carmona, Carlos D..[2,3]

[1]*Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia, San Javier, Murcia*
[2]*Grupo de Investigación BioVetMed & SportSci. Departamento de Actividad Física y Deporte. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia, San Javier, Murcia*
[3]*Grupo en Optimización del Entrenamiento y el Rendimiento Deportivo (GOERD). Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Extremadura, Cáceres, España*

Dirección de contacto: cgomezcu@alumnos.unex.es
Carlos D. Gómez-Carmona
Fecha de recepción: 1 de agosto de 2017
Fecha de aceptación: 25 de junio de 2018<

RESUMEN

Objetivo: Los objetivos de este trabajo fueron examinar (i) las exigencias cinemáticas en entrenamientos y partidos de competición oficial, (ii) diferencias en dichas exigencias entre partidos y entrenamientos y (iii) diferencias entre puestos específicos en jugadores de fútbol de categoría benjamín. Participantes: 11 jugadores benjamines participaron en esta investigación (edad: 9.81 ± 0.62 años; altura: 135.81 ± 5.81 cm y masa corporal: 35.16 ± 6.32 kg). Método: Se registraron ocho sesiones de entrenamiento y cuatro partidos de competición oficial del campeonato Primera Benjamín de la temporada 2016-2017 organizado por la Federación de Fútbol de la Región de Murcia (FFRM). El registro de los datos de los sujetos participantes en la investigación se realizó mediante un dispositivo inercial WIMU PROTM y el análisis de los datos se realizó con el software S PROTM (RealTrack Systems, Almería, España). Resultados: Los principales datos obtenidos no establecieron diferencias significativas entre las variables analizadas durante los entrenamientos y partidos, excepto en las variables aceleraciones/minuto ($p<0.01$; $d=-0.97$) y deceleraciones/minuto ($p<0.01$; $d=-0.86$). También se analizaron estas variables por puestos específicos donde sí se hallaron diferencias significativas en todas las variables analizadas excepto en la variable deceleraciones por minuto ($p=0.25$). Conclusiones: Los jugadores de categoría benjamín deben considerarse como una población especial. Por tanto, se debe adecuar las exigencias físicas de las sesiones de entrenamiento a las exigencias específicas de cada niño en función de su posición en la competición. Los mediocentros y

los delanteros son los que mayores exigencias cinemáticas presentaron.

Palabras Clave: GPS, monitorización, fútbol base, entrenamiento, competición y puestos específicos

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to examine (i) the kinematical demands in training and official matches, (ii) differences between training and matches in kinematical load and (iii) differences between specific role positions in base football players. Participants. 11 players under-10 participated in this research (age: 9.81 ± 0.62 years, height: 135.81 ± 5.81 cm and body mass: 35.16 ± 6.32 kg). Method: Eight training sessions and four official matches of First U-10 championship 2016-2017 season organized by the Region of Murcia Football Federation (FFRM) were registered. The data of the footballers participating in the research were recorded using an inertial device called WIMU PROTM and the data analysis was performed using S PROTM software (RealTrack Systems, Almeria, Spain). Results: The main results obtained did not establish significant differences in the different variables analyzed between training and matches, except in accelerations/minute ($p<0.01$; $d=-0.97$) and decelerations/minute ($p<0.01$; $d=-0.86$). These variables were also analyzed by specific role positions where significant differences were found in all variables except in decelerations/minute ($p=0.25$). Conclusions: U-10 grassroots players should be considered in terms of training and competition as a special population. Therefore, the physical demands of the training sessions must be adapted to the specific requirements of each child according to their position in the field. Midfielders and forwards are the playing positions with the highest kinematic demands.

Keywords: GPS, monitoring, base football, training, competition and playing positions

INTRODUCCIÓN

En el ámbito profesional, desde hace algunas décadas (Reilly, 1997) y hasta la actualidad, sigue existiendo una inquietud por describir la actividad que los jugadores realizan en competición con el objetivo de optimizar el rendimiento a partir del diseño e implementación de entrenamientos cada vez más específicos, similares a las demandas en competición (Casamichana, Castellano, y Castagna, 2012; Castellano y Casamichana, 2013; Di Salvo y Pigozzi, 1998; San Román-Quintana, Casamichana, Castellano, y Calleja-González, 2014).

Actualmente, existe gran información acerca de la carga externa en entrenamiento y competición en los deportes de equipo y particularmente en el fútbol debido a que es uno de los deportes más practicados (Vanrenterghem, Nedergaard, Robinson, y Drust, 2017), aunque a nivel profesional los datos siguen no siendo habitualmente públicos (Svensson y Drust, 2007). Gracias a la aparición de tecnología para monitorizar la carga de entrenamiento y/o competición (Borresen y Lambert, 2008), cada vez resulta más fácil medir la actividad observable de los jugadores (carga externa) en el fútbol no profesional (Scott, Lockie, Knight, Clark, y Janse de Jonge, 2013). Desde hace algunos años se empiezan a aplicar los sistemas de seguimiento en el mundo del fútbol (Cummins, Orr, O'Connor, y West, 2013), los cuales aportan numerosa información sobre la carga interna y externa (Impellizzeri, Rampinini, y Marcora, 2005).

La carga externa corresponde al estímulo realizado por el futbolista, lo observable del comportamiento, la demanda física, mientras que la interna representa la respuesta fisiológica que dicho estímulo genera en el individuo y que tendrá probablemente efectos anatómicos, biomecánicos, fisiológicos, psicosociales y funcionales en los jugadores (Casamichana, San Román-Quintana, Calleja-González, y Castellano, 2013). La carga externa es el factor principal que determina la carga interna (Impellizzeri et al., 2005), aunque otros aspectos como los factores genéticos o el nivel del deportista pueden influir (Bouchard y Rankinen, 2001). Por lo tanto, la misma carga externa sometida a dos cuerpos diferentes puede provocar cargas internas diferentes y, por tanto, adaptaciones individuales (Castagna, Impellizzeri, Chaouachi, Bordon, y Manzi, 2011; Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi, y Marcora, 2004; Manzi, Bovenzi, Impellizzeri, Carminati, y Castagna, 2013).

El análisis del movimiento (carga externa) incorpora la cuantificación de los desplazamientos realizados por los jugadores proporcionando información sobre las acciones, velocidades, distancias y duraciones durante el entrenamiento o la competición (Casamichana, 2013; Dobson y Keogh, 2007). La evaluación de los patrones de movimiento posibilita conocer las demandas físicas a las que son sometidos los jugadores (Barbero-Álvarez, Soto, y Granda, 2005; Hughes y Franks,

2004), lo cual proporciona conocimiento a los técnicos para poder intervenir de manera específica en el entrenamiento y evaluar el rendimiento en competición (Barros et al., 2007).

Por otra parte, debido a la capacidad técnica y táctica de los jugadores de categorías inferiores, se modifica la modalidad de juego (fútbol-8) para adaptarse a las características de los niños con diferentes modificaciones en el reglamento incluidas en las reglas de juego publicadas por la Federación Internación de Fútbol Asociado (FIFA) y adscritas por la Real Federación Española de Fútbol (RFEF) (Pacheco, 2007). Estas modificaciones consisten en reducir las dimensiones del terreno de juego, porterías, balón y número de jugadores, con el propósito de incrementar la eficacia de las acciones durante el juego proporcionándoles un juego más accesible (Garganta y Pinto, 1997).

Consecuentemente, debido a la especificidad que se requiere en el entrenamiento para lograr un mayor rendimiento en la competición (San Román-Quintana et al., 2014), varias investigaciones se han realizado en el fútbol-base para la cuantificación de las exigencias cinemáticas y fisiológicas en competición (Barbero-Álvarez, Barbero-Álvarez, Gómez, y Castagna, 2009; Capranica, Tessitore, Guidetti, y Figura, 2001; Castagna, D'Ottavio, y Abt, 2003; Strøyer, Hansen, y Klausen, 2004). Recientemente, una investigación realizada por Bravo-Sánchez, Abián-Vicén, y Abián (2017) encuentra diferencias significativas en las variables cinemáticas analizadas entre la realización de la modalidad fútbol-7 y fútbol-8 durante partidos de competición oficial. Pero, en la fecha, no existe ninguna investigación que compare las exigencias de carga externa de los jugadores de fútbol-8 entre partidos oficiales y sesiones de entrenamiento, además de que tampoco existe una diferenciación en función del puesto específico de cada uno de los futbolistas.

Por lo tanto, los objetivos de este trabajo fueron examinar (i) las exigencias cinemáticas en entrenamientos y partidos de competición oficial, (ii) diferencias en dichas exigencias entre partidos y entrenamientos y (iii) diferencias entre puestos específicos en jugadores de fútbol de categoría benjamín.

MÉTODO

Participantes

11 jugadores de fútbol (edad: 9.81 ± 0.62 años; altura: 135.81 ± 5.81 cm y masa corporal: 35.16 ± 6.32 kg) pertenecientes a un equipo masculino de categoría benjamín participaron voluntariamente en esta investigación y los datos antropométricos de los mismos se muestran en la tabla 1. Los puestos específicos no se intercambiaron durante toda la investigación. Los requisitos que debían cumplir los participantes en el estudio son: (i) una experiencia previa de al menos dos años de práctica deportiva del fútbol; (ii) entrenar dos veces por semana (no de forma regular); y (iii) participar en los partidos de competición semanal más de 30 min.

Tabla 1. *Datos antropométricos de los participantes en esta investigación*

Puesto específico		Portero (n=1)	Defensa (n=4)	Centrocampista (n=4)	Delantero (n=2)	Total (n=11)
Edad (años)	M ± DE	10.12	9.80 ± 0.27	9.67 ± 0.34	9.45 ± 0.51	9.65 ± 0.42
	Max		10.21	10.07	10.10	10.12
	Min		9.49	9.22	8.83	9.15
Altura (m)	M ± DE	1.40	1.37 ± 0.02	1.34 ± 0.03	1.35 ± 0.04	1.35 ± 0.05
	Max		1.41	1.38	1.40	1.42
	Min		1.34	1.30	1.29	1.28
Masa corporal (kg)	M ± DE	38.34	36.54 ± 4.23	34.78 ± 4.01	35.02 ± 2.89	35.16 ± 6.32
	Max		42.12	39.04	38.78	42.57
	Min		31.97	30.10	31.72	28.34

Nota. *M: Media; DE: Desviación estándar; Max: Máximo; Min: Mínimo.*

La altura de los sujetos fue medida con un tallímetro de pared (SECA, Hamburgo, Alemania). El peso corporal de los sujetos se obtuvo mediante un monitor de composición corporal modelo BC-601 (TANITA, Tokio, Japón). Tanto el cuerpo técnico como los jugadores, a través de sus tutores legales, fueron informados previamente de los detalles de la investigación y de sus posibles riesgos y beneficios, por lo que para ello se les suministró un consentimiento informado. El estudio se desarrolló en base a las disposiciones éticas de la Declaración de Helsinki (2013), siendo aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad de Murcia.

Diseño y Procedimiento

El estudio se llevó a cabo durante cinco semanas. La primera semana se realizaron dos sesiones de familiarización para que los deportistas se habituaran al uso de la monitorización y comprobar que el registro de los datos era correcto. Las cuatro semanas restantes se analizaron un total de ocho sesiones de entrenamiento y cuatro partidos oficiales del Campeonato de Liga Primera Benjamín fútbol-8, perteneciente al desarrollo de la temporada 2016-2017, organizado por la Federación de Fútbol de la Región de Murcia (FFRM). Cada semana se analizaron dos sesiones de entrenamiento y un partido de competición oficial. Las sesiones de entrenamiento tenían una hora de duración donde se presentaba la siguiente distribución (10 min calentamiento general, 10 min de calentamiento específico, 20 min de ejercicios de acciones técnico-tácticas con balón, 10 min de simulación de juego real y 10 min finales de vuelta a la calma). Los partidos analizados se jugaron en dos terrenos de juego con unas dimensiones de 51.4x31.6 m y 47.2x27.8 m, respectivamente, y con una duración de dos periodos de 25 minutos separados por un intervalo de descanso de 15 minutos. En todos los partidos analizados la disposición táctica del equipo fue un sistema 1-3-3-1. Todas las sesiones de entrenamiento comenzaron a las 18:00 h y los partidos disputados comenzaron a las 10:00 h. Para el análisis comparativo sólo se utilizaron 40 min de los entrenamientos excluyendo los 10 minutos de calentamiento general y los 10 min finales de vuelta a la calma. Finalmente, el tiempo efectivo medio de todos los participantes fue de 39.81 ± 1.72 min en entrenamiento y de 37.72 ± 5.17 min en partidos oficiales.

Variables analizadas

Para cada uno de los jugadores participantes en esta investigación, se analizó la carga externa de partidos oficiales y entrenamientos a partir de las siguientes variables: Distancia(distancia total recorrida expresada en metros); %HIA(porcentaje de distancia recorrida a alta intensidad, por encima de los 13 km/h, sobre el total de distancia recorrida); m/min (distancia relativa recorrida por minuto expresada en metros); Acc/min (número de aceleraciones por minuto); Dec/min (Número de deceleraciones por minuto); Esprint(número de ocasiones en las que un jugador supera la velocidad de 16 km/h por encima de 1 s) y Velocidad máxima (máxima velocidad alcanzada durante cada una de las sesiones analizadas). Las aceleraciones lineales realizadas por los jugadores fueron adquiridas a partir de las variaciones de la velocidad detectadas por el sensor GNSS que incluye el dispositivo inercial utilizado en esta investigación, siendo los incrementos de la velocidad considerados como aceleraciones y los descensos de la velocidad considerados como deceleraciones.

Para la adquisición de los datos relativos a la carga externa de los jugadores en los entrenamientos y partidos oficiales se llevó a cabo empleando un dispositivo inercial (unidad inalámbrica de medición inercial, WIMU) denominado WIMU PROTM (RealTrack Systems, Almería, España) (figura 1) el cual integra diferentes sensores (cuatro acelerómetros, un giróscopo, un magnetómetro, GNSS, UWB, entre otros). El dispositivo registró los datos pertenecientes al acelerómetro, giróscopo y magnetómetro a una frecuencia de muestreo de 100 Hz, mientras que los datos pertenecientes a la localización (GNSS) fueron registrados a 10 Hz. Este dispositivo había sido utilizado previamente en una investigación publicada realizada con árbitros de fútbol de categoría nacional (Gómez-Carmona y Pino-Ortega, 2016), además de haber sido evaluada su fiabilidad y validez para el análisis de las variables de posicionamiento mediante GNSS (Muñoz-López, Granero-Gil, Pino-Ortega, y De Hoyo, 2017) y UWB (Bastida-Castillo, Gómez-Carmona, De la Cruz, y Pino-Ortega, 2018), obteniendo buenos resultados a una frecuencia de muestreo de 5 Hz y 20 Hz respectivamente. Para la realización de este estudio, los datos fueron grabados en una memoria interna de ocho GB que incorpora el dispositivo. Para anexionar el dispositivo a los jugadores, este se introducía en un arnés específico diseñado para incorporarlo a cada jugador (figura 1).



Figura 1. *(a) Dispositivo WIMU PROTM, arnés específico y software S PROTM y (b) introducción del dispositivo WIMU en el peto específico y colocación del mismo en uno de los jugadores participantes en la investigación.*

Para ubicarles a los jugadores los dispositivos de seguimiento, estos eran citados 15 minutos antes del comienzo de cada sesión de entrenamiento y en los partidos se les colocaba antes de iniciar los ejercicios de calentamiento. Previamente a su colocación, los dispositivos fueron calibrados y sincronizados. La calibración de los mismos se realizó mediante un sistema de autocalibrado que incorpora cada dispositivo en la configuración interna del arranque. Para el autocalibrado se tuvo en cuenta tres aspectos: (i) dejar el dispositivo inmóvil durante 30 s, (ii) situarlo en una zona plana y (iii) sin dispositivos magnéticos alrededor (Bastida-Castillo, Gómez-Carmona, y Pino-Ortega, 2016). Para la sincronización entre los dispositivos de seguimiento, estos se colocaban en una caja estanco y posteriormente se giraban 360º, para que de esta forma posteriormente en el análisis de los datos se pudieran vincular los tiempos de los mismos de forma automática. Los datos obtenidos por los dispositivos fueron sincronizados y extraídos para su posterior análisis mediante el software S PROTM (RealTrack Systems, Almería, España).

Análisis estadístico

En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo donde los datos se muestran como media y desviación estándar (media ± DE) para describir todas las exigencias en partidos y sesiones de entrenamiento, tanto de forma global como por puestos específicos. Para su cálculo se realizó la media de todas las variables de cada uno de los jugadores en los ocho entrenamientos y en los cuatro partidos registrados, para finalmente hacer la media de los jugadores que participaban en cada puesto específico. Para calcular la media de exigencias global en entrenamientos y competición se tuvieron en cuenta a los defensas, centrocampistas y delanteros, excluyendo a los porteros por presentar diferentes requerimientos físico-técnico-tácticos tanto en entrenamiento como en competición. Para determinar la normalidad de las variables se realizó la prueba Shapiro-Wilk reportando todas ellas una distribución normal. Para comparar las diferencias en las variables analizadas entre entrenamientos y partidos se utilizó la prueba t de Student para muestras relacionadas. Para la comparativa de las variables en función de los puestos específicos se utilizó la prueba ANOVA y para la comparación por pares se utilizó el post-hoc Bonferroni. El nivel de significación se estableció con el valor de $p<0.05$. Para calcular la magnitud de las diferencias entre entrenamientos y partidos se calculó el tamaño del efecto mediante la *d* de Cohen. Éste fue clasificado como efecto bajo (0-0.2), efecto pequeño (0.2-0.6), efecto moderado (0.6-1.2), efecto grande (1.2-2.0) y efecto muy grande (>2.0) (Hopkins, Marshall, Batterham, y Hanin, 2009). Para el análisis estadístico se utilizó el software *Statistical Package of Social Science* (versión 24.0*;* SPSS Inc., Chicago IL, EEUU)y para el diseño de los gráficos se utilizó el software *GraphPad Prism* (versión 7; GraphPad Software, La Jolla CA, EEUU).

RESULTADOS

Tipo de actividad

En la tabla 2 se muestra el análisis descriptivo e inferencial de las variables analizadas en esta investigación en función del tipo de actividad realizada por los participantes.

Tabla 2. *Análisis descriptivo, diferencias significativas y tamaño del efecto en las variables analizadas en función del tipo de actividad.*

Variables	Entrenamiento		Partido oficial		*p*	*t*	*d*
	M	*DE*	*M*	*DE*			
Distancia (m)	4277.72	658.40	4335.49	988.61	0.92	0.09	0.07
% HIA	18.61	4.96	19.15	4.96	0.89	0.14	0.11
m/min	53.55	6.74	56.98	10.43	0.28	-1.08	0.39
Acc/min	14.72	3.18	11.58	3.29	0.00	6.84	-0.97
Dec/min	13.89	5.66	10.05	2.87	0.01	3.78	-0.86
Esprints (n)	10.77	6.30	10.85	7.42	0.49	-0.69	0.01
Velocidad máxima (km/h)	19.56	1.99	20.12	3.07	0.36	-0.92	0.22

Nota. *M: Media; DE: Desviación estándar; p: Valor p; t: Valor t-student; d: Tamaño del efecto mediante la d de Cohen; %HIA: Porcentaje de distancia recorrida a alta intensidad (>16 km/h); m/min: Distancia relativa en el tiempo; Acc/min: Aceleraciones por minuto; Dec/min: Deceleraciones por minuto.*

Se encuentran valores más elevados en entrenamiento en las variables acc/min ($p<0.01$; $d=-0.97$) y dec/min ($p<0.01$; $d=-0.86$), reportando diferencias estadísticamente significativas con un tamaño del efecto moderado. En cambio, se encontraron valores más elevados en los partidos en el resto de variables analizadas, pero sin mostrarse diferencias significativas entre ellos.

Puestos específicos

En la figura 2 se muestra el análisis descriptivo e inferencial de las variables analizadas en función del puesto específico de los participantes en esta investigación en los 4 partidos oficiales disputados. Se encuentran que los centrocampistas son los jugadores que más distancia total, m/min, acc/min y dec/min reportan en los partidos. En cambio, los delanteros reportan mayor %HIA, esprints y velocidad máxima. Se encuentran diferencias significativas en todas las variables analizadas excepto en la variable deceleraciones por minuto ($p<0.05$).

En el análisis por pares, se encontraron diferencias significativas entre el portero y los demás puestos específicos (defensas, centrocampistas y delanteros) en las variables distancia total, porcentaje de distancia recorrida a alta intensidad, metros recorridos por minuto, esprints y velocidad máxima, excepto en las variables acc/min y dec/min ($p=1.00$). En cuanto a los defensas, se encontraron diferencias significativas en las variables m/min y acc/min en relación a los centrocampistas, y en las variables %HIA y esprints con respecto a los delanteros ($p<0.01$). Finalmente, los centrocampistas presentan diferencias significativas con respecto a los delanteros en las variables %HIA, acc/min y esprints ($p<0.01$).

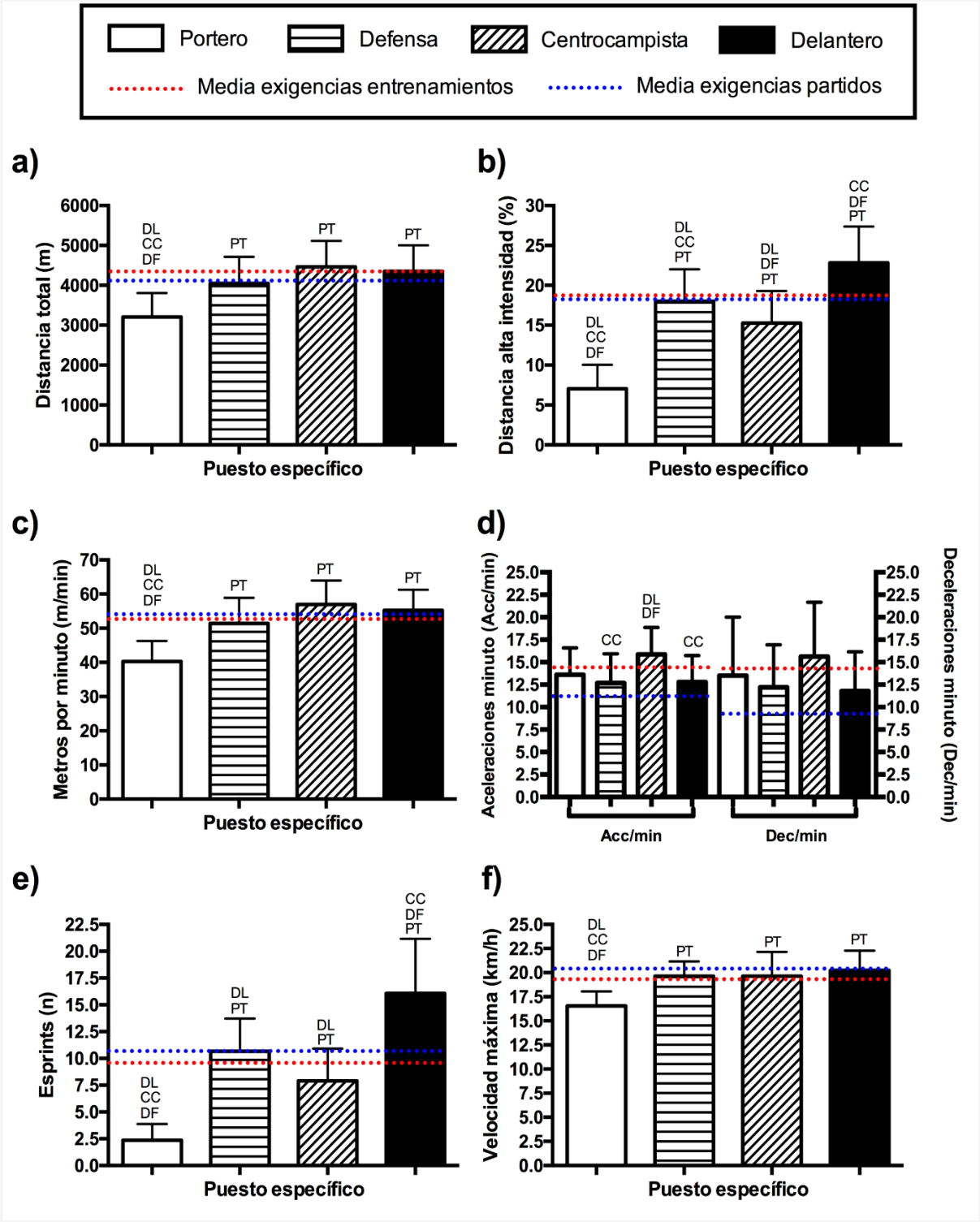


Figura 2. *Análisis descriptivo y diferencia de medias en función de los puestos específicos de los participantes en esta investigación en los 4 partidos oficiales disputados en las variables analizadas: (a) distancia total, (b) distancia recorrida a alta intensidad, (c) metros por minuto, (d) aceleraciones y deceleraciones por minuto, (e) esprints y (f) velocidad máxima. PTDiferencias significativas con los porteros (p<0.05), DFDiferencias significativas con los defensas (p<0.05), CCDiferencias significativas con los centrocampistas (p<0.05), DLDiferencias significativas con los delanteros (p<0.05).*

DISCUSIÓN

Desde nuestro conocimiento, este es el primer estudio que ha realizado una comparativa de la carga externa entre entrenamientos y partidos oficiales con una muestra de benjamines (niños de 10 años) y realiza una comparativa entre las exigencias de los diferentes puestos específicos. Al primer aspecto hemos querido darle importancia porque, aunque la metodología utilizada en este trabajo se relaciona con la optimización del rendimiento que ocurre a partir de los 16 años en categoría juvenil (Romero-Granados, 2001), la monitorización durante el entrenamiento y la competición nos puede dar información útil sobre cuáles son las exigencias en el fútbol en categorías inferiores. Todo ello, con el objetivo de adecuar los ejercicios dentro de cada entrenamiento, no por el simple hecho de competir, para que los niños evolucionen a través de unos entrenamientos específicos acordes a sus características.

Los principales hallazgos, desde los resultados obtenidos, indicaban que las variables analizadas para la comparación de datos entre entrenamientos y partidos mostraron que tanto en la distancia total y porcentaje de distancia total a alta intensidad que era superior en los entrenamientos como los metros recorridos por minuto, esprints realizados y la velocidad máxima adquirida que fue mayor en los partidos, no se hallaron diferencias significativas de un tipo a otro de ejercicio. Únicamente, se reportaron diferencias significativas (p<0.01) en las variables acc/min (entrenamiento: 14.72 ± 3.18 acc/min; partido: 11.58 ± 3.29 acc/min) y dec/min (entrenamiento: 13.89 ± 5.66 dec/min; partido: 10.05 ± 2.87 dec/min). Por lo cual, se concluye que las exigencias de carga externa de los entrenamientos estaban acorde a las exigencias de competición, excepto en las aceleraciones y deceleraciones por minuto, las cuales debían reducirse en los entrenamientos para adecuarse a las exigencias de competición y de esta forma evitar una sobrecarga de dichas acciones que son las que provocan el mayor número de lesiones sin contacto en el fútbol (Ekstrand, Hagglund, y Walden, 2011).

En cuanto a la comparativa de nuestros resultados con otras investigaciones encontramos que la distancia recorrida y la velocidad máxima alcanzada es inferior a la analizada por (Barbero-Álvarez et al., 2009) en un estudio realizado con jugadoras infantiles (4335.49 ± 988.61 vs 5228.10 ± 383.30 m) y (20.12 ± 3.07 vs 22.7 ± 1.7 km/h) lo cual puede ser debido a la diferencia de características físicas en el desarrollo de los jugadores. En cambio, otro estudio que analiza las variables distancia recorrida y m/min encuentra unos datos inferiores en la primera variable (3986.6 ± 170.5 m) pero bastante superiores en la segunda (56.98 ± 10.43 m/min vs 99.7 ± 4.3 m/min). Otra investigación realizada por Pascual-Verdú (2012) en categoría alevín encuentra mayor distancia relativa en el tiempo (56.98 ± 10.43 m/min vs 88.93 ± 5.94 m/min), pero menor número de esprints medios por partido (10.85 ± 7.42 vs 9.19 ± 4.79). Más recientemente, una investigación realizada por Bravo-Sánchez et al. (2017) en categoría alevín encuentra valores más elevados en la variable m/min (79.74 ± 14.22 m/min vs 56.98 ± 10.43 m/min) pero menores en el número de acc/min (3.17 ± 1.73 acc/min vs 11.58 ± 3.29 acc/min), los cuales pueden ser debido a la diferencia de umbral de velocidad utilizado en cada dispositivo para la detección de esta variable.

En cuanto a los datos obtenidos con respecto a los puestos específicos, haciendo referencia a las variables analizadas, nos encontramos con que existen diferencias significativas en cuanto a la distancia total recorrida, %HIA, m/min, acc/min, esprints y velocidad máxima adquirida, no encontrando únicamente diferencias significativas en la variable dec/min (p=0.25). Todas las diferencias encontradas se deben a que el portero obtuvo unos datos inferiores con respecto a los defensas, centrocampistas y delanteros, con lo cual coinciden con otros estudios realizados a jugadores adultos (Di Salvo et al., 2010; Osgnach, Poser, Bernardini, Rinaldo, & Di Prampero, 2010; Varley & Aughey, 2012). Los jugadores en posiciones amplias (defensas, centrocampistas y delanteros) recorren distancias más largas y realizan un mayor número de esprints en comparación a jugadores con un juego más central y reducido en cuanto a espacio como los porteros (Varley y Aughey, 2012). Únicamente en la comparación específica por puestos específicos el portero no obtuvo diferencias significativas en las variables aceleraciones y deceleraciones por minuto.

En cuanto al resto de puestos específicos, los defensas son los jugadores de campo que presentan menos volumen de exigencias cinemáticas obteniendo diferencias significativas con centrocampistas y delanteros en las variables distancia recorrida, metros/minuto, aceleraciones/minuto y deceleraciones minuto (p<0.01). Los centrocampistas son el puesto específico que menos intensidad en las exigencias cinemáticas presenta teniendo diferencias significativas con defensas y delanteros en las variables distancia recorrida a alta intensidad, esprints y velocidad máxima alcanzada (p<0.05). Todo ello es debido a las características y funciones en las distintas posiciones al igual que sucede en otros estudios (Pascual-Verdú, 2012). Finalmente, mencionar que en la comparación de datos obtenidos entre los centrocampistas con respecto a delanteros y defensas se encontraron diferencias significativas en las variables distancia recorrida, metros/minuto, aceleraciones por minuto y deceleraciones minuto (p<0.01) debido a que su función en el terreno de juego es ser el enlace entre los delanteros y los defensas en ataque y la cobertura de los defensas en el repliegue cuando el equipo rival se encuentra en fase de ataque.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación y en relación a los objetivos planteados en la misma obtenemos las siguientes conclusiones:

1. Los parámetros de referencia de carga externa en jugadores de categoría benjamín son: distancia recorrida (4335.49 ± 988.61 m); HIA (19.15 ± 4.96 %); metros/minuto (56.98 ± 10.43 m/min); aceleraciones/minuto (11.58 ± 3.29 acc/min); deceleraciones/minuto (10.05 ± 2.87 dec/min); esprints (10.85 ± 7.42) y velocidad máxima (20.12 ± 3.07 km/h).
2. Existen diferencias significativas en las exigencias físicas de un jugador con respecto a otro dependiendo de la posición táctica que ocupa en terreno de juego debido a sus funciones, siendo el centrocampista el que mayores exigencias de volumen de carga presenta y el delantero el puesto que a mayor intensidad realiza las acciones.
3. La metodología empleada de entrenamiento en este equipo está acorde a las exigencias de competición debido al uso del terreno que se realiza y las tareas diseñadas para ello en las variables distancia total recorrida, porcentaje de distancia recorrida a alta intensidad, metros recorridos por minuto, esprints y velocidad máxima, encontrándose únicamente diferencias en las variables aceleraciones y deceleraciones por minuto.

En lo que respecta a la aplicación práctica, un conocimiento más amplio sobre la cuantificación de la carga externa nos va a permitir determinar el estrés físico del jugador y a partir del mismo planificar de forma específica la carga de entrenamiento para poder mejorar en función de cada una de las posiciones específicas.

Los resultados de este trabajo de investigación ayudan a apoyar la idea de que a estas edades la utilización de terrenos de juego con una dimensión más reducida y la modificación de las reglas de juego permitiendo cambios ilimitados, serían más adecuados a las características de los niños/as en estas edades para distribuir tanto el descanso como las diferentes exigencias en función del puesto específico en competición.

Aunque la investigación realizada recoge un mesociclo completo de un equipo federado benjamín de categoría regional, este trabajo presenta diferentes limitaciones entre las que se destacan tener como muestra a un solo equipo de once jugadores, el cual utilizó un único sistema de juego y una metodología propia de entrenamiento. Por lo tanto, investigaciones futuras deberían profundizar en los objetivos de esta investigación realizando la misma con un mayor número de jugadores de categorías de fútbol base comprendidas entre benjamines, alevines e infantiles, desde los 8 a los 14 años, realizando un análisis cinemático y fisiológico con un mayor número de entrenamientos y partidos oficiales, con diferentes sistemas de juego y con diferentes metodologías de entrenamiento para de esta forma poder generalizar los resultados y conseguir mejorar las actividades en los entrenamientos para que se adecuen a las características de la competición.

REFERENCIAS

Barbero-Álvarez, J. C., Barbero-Álvarez, V., Gómez, M., y Castagna, C. (2009). Análisis cinemático del perfil de actividad en jugadoras infantiles de fútbol mediante tecnología GPS. *Kronos, 8(14), 35-42*.

Barbero-Álvarez, J. C., Soto, V. M., y Granda, J. (2005). Diseño, desarrollo y validación de un sistema fotogramétrico para la valoración cinemática de la competición en deportes de equipo. *Motricidad. European Journal of Human Movement, 13, 145-160*.

Barros, R. M., Misuta, M. S., Menezes, R. P., Figueroa, P. J., Moura, F. A., Cunha, S. A., ... Leite, N. J. (2007). Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science & Medicine, 6(2), 233*.

Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C. D., y Pino-Ortega, J. (2016). Efectos del Tipo de Recuperación Sobre la Oxigenación Muscular Durante el Ejercicio de Sentadilla. *Kronos, 15(2)*.

Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C. D., De la Cruz Sánchez, E., & Pino-Ortega, J. (2018). Accuracy, intra-and inter-unit reliability, and comparison between GPS and UWB-based position-tracking systems used for time–motion analyses in soccer. *European Journal of Sport Science, Epub: Ahead of print, 1-8*.

Borresen, J., y Lambert, M. I. (2008). Quantifying training load: a comparison of subjective and objective methods. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 3(1), 16–30*.

Bouchard, C., y Rankinen, T. (2001). Individual differences in response to regular physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 33(Supplement), S446-S451. https://* doi.org/10.1097/00005768-200106001-00013

Bravo-Sánchez, A., Abián-Vicén, J., y Abián, P. (2017). Analysis of the physical and technical differences between 7-a-side and 8-a-side game modalities in official under 12 soccer matches. *International Journal of Performance Analysis in Sport, 17(4), 545-554. https://* doi.org/10.1080/24748668.2017.1366760

Capranica, L., Tessitore, A., Guidetti, L., y Figura, F. (2001). Heart rate and match analysis in pre-pubescent soccer players. *Journal of Sports Sciences, 19(6), 379-384. https://* doi.org/10.1080/026404101300149339

Casamichana, D. (2013). La tecnología GPS aplicada a la evaluación del entrenamiento y la competición en fútbol (Tesis Doctoral). *Universidad del País Vasco, Vitoria.*

Casamichana, D., Castellano, J., y Castagna, C. (2012). Comparing the physical demands of friendly matches and small-sided games in semiprofessional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 26(3), 837–843.*

Casamichana, D., San Román-Quintana, J., Calleja-González, J., y Castellano, J. (2013). Utilización de la limitación de contactos en el entrenamiento en fútbol: ¿afecta a las demandas físicas y fisiológicas? RICYDE. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte, 9(33), 208-221. https://* doi.org/10.5232/ricyde2013.03301

Castagna, C., D'Ottavio, S., y Abt, G. (2003). Activity Profile of Young Soccer Players During Actual Match Play. *The Journal of Strength and Conditioning Research, 17(4), 775. https://* doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0775:APOYSP>2.0.CO;2

Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Chaouachi, A., Bordon, C., y Manzi, V. (2011). Effect of training intensity distribution on aerobic fitness variables in elite soccer players: a case study. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 25(1), 66–71.*

Castellano, J., y Casamichana, D. (2013). Differences in the number of accelerations between small-sided games and friendly matches in soccer. *Journal of Sports Science & Medicine, 12(1), 209.*

Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., y West, C. (2013). Global Positioning Systems (GPS) and Microtechnology Sensors in Team Sports: A Systematic Review. *Sports Medicine, 43(10), 1025-1042. https://* doi.org/10.1007/s40279-013-0069-2

Di Salvo, V., Baron, R., González-Haro, C., Gormasz, C., Pigozzi, F., y Bachl, N. (2010). Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *Journal of Sports Sciences, 28(14), 1489-1494. https://* doi.org/10.1080/02640414.2010.521166

Di Salvo, V., y Pigozzi, F. (1998). Physical training of football players based on their positional roles in the team. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 38(4), 294–297.*

Dobson, B. P., y Keogh, J. W. (2007). Methodological issues for the application of time-motion analysis research. *Strength and Conditioning Journal, 29(2), 48.*

Ekstrand, J., Hagglund, M., y Walden, M. (2011). Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (Soccer). *The American Journal of Sports Medicine, 39(6), 1226-1232. https://* doi.org/10.1177/0363546510395879

Garganta, J., y Pinto, J. (1997). La enseñanza del fútbol. *En La enseñanza de los juegos deportivos (Graça, A., pp. 97–138). Barcelona: Paidotribo.*

Gomez-Carmona, C. D., y Pino-Ortega, J. (2016). Kinematic and physiological analysis of the performance of the referee football and its relationship with decision making. *Journal of Human Sport and Exercise, 11(4). https://* doi.org/10.14198/jhse.2016.114.01

Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., y Hanin, J. (2009). Progressive Statistics for Studies in Sports Medicine and Exercise Science: Medicine & Science in Sports & Exercise, 41(1), 3-13. *https://* doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278

Hughes, M., y Franks, I. M. (2004). Notational analysis of sport: Systems for better coaching and performance in sport. *Psychology Press. Londres: Routledge.*

Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., y Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-Based Training Load in Soccer: Medicine & Science in Sports & Exercise, 36(6), 1042-1047. *https://* doi.org/10.1249/01.MSS.0000128199.23901.2F

Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., y Marcora, S. M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Sciences, 23(6), 583-592. https://* doi.org/10.1080/02640410400021278

Manzi, V., Bovenzi, A., Impellizzeri, M. F., Carminati, I., y Castagna, C. (2013). Individual training-load and aerobic-fitness variables in premiership soccer players during the precompetitive season. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 27(3), 631–636.*

Muñoz-López, A., Granero-Gil, P., Pino-Ortega, J., y De Hoyo, M. (2017). The validity and reliability of a 5-hz GPS device for quantifying athletes' sprints and movement demands specific to team sports. *Journal of Human Sport and Exercise, 12(1). https://* doi.org/10.14198/jhse.2017.121.13

Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., y Di Prampero, P. E. (2010). Energy Cost and Metabolic Power in Elite Soccer: A New Match Analysis Approach. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 42(1), 170-178. https://* doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181ae5cfd

Pacheco, R. (2007). La enseñanza y entrenamiento del fútbol 7. *Un juego de iniciación al fútbol 11. Barcelona: Editorial Paidotribo.*

Pascual-Verdú, N. (2012). Análisis comparativo de los sistemas de juego en el fútbol siete alevín. *Tesis Doctoral. Alicante: Universidad de Alicante.*

Reilly, T. (1997). Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *Journal of Sports Sciences, 15(3), 257-263. https://* doi.org/10.1080/026404197367263

Romero-Granados, S. (2001). Formación deportiva: nuevos retos en educación (Vol. *16). Sevilla: Universidad de Sevilla.*

San Román-Quintana, J., Casamichana, D., Castellano, J., y Calleja-González, J. (2014). Comparativa del perfil físico y fisiológico de los juegos reducidos vs partidos de competición en fútbol. *Journal of Sport and Health Research, 6(1), 19–28.*

Scott, B. R., Lockie, R. G., Knight, T. J., Clark, A. C., y Janse de Jonge, X. A. (2013). A comparison of methods to quantify the in-season training load of professional soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 8(2), 195–202.*

Strøyer, J., Hansen, L., y Klausen, K. (2004). Physiological Profile and Activity Pattern of Young Soccer Players during Match Play: Medicine & Science in Sports & Exercise, 36(1), 168-174. *https://* doi.org/10.1249/01.MSS.0000106187.05259.96

Svensson, M., y Drust, B. (2007). Testing soccer players. *Journal of Sports Sciences, 23(5), 601-618. https://* doi.org/10.1080/02640410400021294

Vanrenterghem, J., Nedergaard, N. J., Robinson, M. A., y Drust, B. (2017). Training Load Monitoring in Team Sports: A Novel Framework Separating Physiological and Biomechanical Load-Adaptation Pathways. *Sports Medicine, 47(11), 2135-2142. https://* doi.org/10.1007/s40279-017-0714-2

Varley, M., y Aughey, R. (2012). Acceleration Profiles in Elite Australian Soccer. *International Journal of Sports Medicine, 34(01),*

34-39. https:// doi.org/10.1055/s-0032-1316315