

Rojas-Inda, S. (2018) Análisis de carga interna y externa de futbolistas jóvenes en juegos reducidos / Analysis of Internal and External Load in Small Games in Young Football Players. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 18 (71) pp. 463-477 <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista71/artanalisis959.htm>
DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2018.71.004>

ORIGINAL

ANÁLISIS DE CARGA INTERNA Y EXTERNA DE FUTBOLISTAS JÓVENES EN JUEGOS REDUCIDOS

ANALYSIS OF INTERNAL AND EXTERNAL LOAD IN SMALL GAMES IN YOUNG FOOTBALL PLAYERS

Rojas-Inda, S.

Profesor de Educación Física. Licenciado en Educación. Máster en rendimiento deportivo, tecnificación y alto nivel. INEFC. Universitat de Barcelona. Académico Universidad Diego Portales. Facultad de Salud y Odontología. Escuela de Kinesiología (Chile)
sebastian.rojasi@mail.udp.cl

AGRADECIMIENTOS

A las diversas áreas del fútbol formativo de Cruzados SADP por su cooperación y disponibilidad, a sus jugadores y entrenadores. Al Sr. Roberto Urzúa D. por su profesionalismo y participación. Al Dr. Marc Vives U. por su contribución.

Código UNESCO / UNESCO code: 5899 Otras especialidades pedagógicas (Educación Física y Deporte).

Clasificación Consejo de Europa/Council of Europe classification: 4. Educación Física y deporte comparado.

Recibido 29 de octubre de 2016 **Received:** October 29, 2016

Aceptado 9 de marzo de 2017 **Accepted:** March 9, 2017

RESUMEN

Hoy en día, los juegos de espacio reducido (JER) son utilizados como medios de entrenamiento en fútbol. Objetivo: Analizar y comparar la carga interna y externa de jóvenes futbolistas en JER. Método: Descriptivo. Muestra: 36 futbolistas (Edad=16,0 ±0,9 años; peso=64,4 ±8,7 kg; estatura=170,7 ±6,7 cm), pertenecientes al CDUC de Chile. Procedimiento: Se controló la carga interna y externa en juegos de mantenimiento (4vs4 – 5vs5) y juegos polarizados (4vs4 + porteros – 5vs5 + porteros). Material: GPS modelo SPI Pro GPS sports®, banda torácica Polar® T31, ordenador, software AMS Team® R1 2014.10, SPSS®. Conclusiones: El tipo de JER utilizado y la edad condicionan las respuestas de jugadores. JER de mantenimiento y grupo Sub16 presentan mayores valores de carga interna y externa con diferencias significativas ($p < 0,05$) en diferentes variables de estudio. En búsqueda de la optimización del

rendimiento deportivo es fundamental contemplar las particularidades de tareas programadas y características de jóvenes en formación.

PALABRAS CLAVES: Fútbol, juegos de espacio reducido, GPS, carga metabólica, carga mecánica, aceleraciones.

ABSTRACT

Today, small-sided games (JER) are utilized as training football methods. Objective: Analyze and compare internal and external workload in young footballers in JER. Method: Descriptive, transectional. Sample: 36 players (Age: 16,0 ±0,9 years; body mass: 64,4 ±8,7 kg; height: 170,7 ±6,7 cm) belonging to the football CDUC of Chile. Procedure: Measure the workload in possession (4vs4 – 5vs5) and polarized games (4vs4 - 5vs5 + goalkeepers). Materials: GPS Sport®, thoracic band receptor heart rate Polar® T31, laptop computer, software AMS Team® R1 2014.10, SPSS®. Conclusions: The type of small-sided game and the age group affect the results shown by players. Possession games with U16 players showed higher mean values of external and internal workload with significant differences ($p < 0,05$) in different study variables. In the search for optimizing game performance it is crucial to take into account the particular features of scheduled training tasks and also the characteristics of players at different formative ages.

KEYWORDS: Football, small-sided games, GPS, metabolic load, mechanical load, accelerations.

INTRODUCCIÓN

La ciencia entrega un valioso aporte al fútbol, ampliando los conocimientos profesionales del juego en sí y de sus medios de entrenamiento, destacando los juegos reducidos (Casamichana, San Román, Calleja & Castellano, 2015).

Este tipo de actividades “Son formas jugadas, son tareas de entrenamiento con los rasgos de un duelo colectivo” (Casamichana, Castellano, González-Morán, García-Cueto & García-López, 2011). Entregan experiencias a futbolistas, inciden en el entendimiento de juego y en la toma de decisiones (Davids, Arau, Correia & Vilar, 2013) bajo la auto-regulación de las estructuras de rendimiento del individuo. Pueden ser clasificadas como “Situaciones Simuladoras Preferenciales” (Seirul-lo, 2003 citado en Solé, 2006). Los juegos de espacio reducido (JER) son jugados en un espacio común y con participación simultánea (Parlebas, 2001), en los cuales las dimensiones del campo, formato establecido, número de jugadores y reglas que rigen los mismos se modifican con el fin de conseguir objetivos determinados. Estos juegos optimizan el entrenamiento (Little & Williams, 2007), replican una alta demanda de movimientos, intensidad fisiológica y requerimientos técnicos (Hill-Haas, Dawson, Impellizzeri & Coutts, 2011), físicos y tácticos (Campos, 2012; Little,

2009), pudiendo desarrollarse todos de manera conjunta (Flanagan & Merrick, 2002; Gabbet & Mulvey, 2008).

Investigadores (Bangsbo & Krstrup, 2006; Hill-Haas, Rowsell, Coutts & Dawson, 2008; Hoff, Wisløff, Engen, Kemi & Helgerud, 2002; Rampinini, Impellizzeri, Castagna, Abt, Chamari & Sassi, 2007) valoran los JER como un modo alternativo de entrenamiento aeróbico interválico para futbolistas. También garantizan la activación de grupos musculares específicos (Bangsbo, 1998). Se han convertido en un método de entrenamiento muy popular para todas las edades y/o niveles (Hill-Hass et al., 2011) y especialmente ventajoso para jóvenes (Casamichana, et al., 2015).

Por su parte, el uso de herramientas tecnológicas en este tipos de ejercicios es imprescindible para una correcta valoración de carga y optimización condicional de jugadores de fútbol.

Los sistemas tecnológicos de posicionamiento global (GPS) han sido validados y analizados desde su reproductibilidad (Castellano & Casamichana, 2014), ampliamente utilizados para el control de carga de entrenamiento (Casamichana & Castellano, 2014; Gaudino, Alberti & Iaia, 2014; Hill-Haas et al., 2008; Impellizzeri et al., 2005; Jones & Drust, 2007). Al parecer, dispositivos de mejor precisión son aquellos que tienen una mayor frecuencia de muestreo (hercios), según lo reportado por Castellano & Casamichana, (2014), Johnston, Watsford, Kelly, Pine & Spurr. (2014) y también por Varley, Fairweather & Aughey, (2012). Versiones de GPS con alta frecuencia podrían calificarse como instrumentos aceptables para la medición de velocidad constante, aceleración y desaceleración (Castellano et al., 2013). Gracias a la aplicación de GPS con acelerómetros incluidos, es posible obtener información para detectar la fatiga, optimizar las tareas de entrenamiento (Casamichana & Castellano, 2009; Casamichana et al., 2011; Casamichana et al., 2014; Hill-Haas et al., 2008; Jones & Drust, 2007) y prevenir lesiones (Colby, Dawson, Heasman, Rogalski & Gabbett, 2014).

El desarrollo actual de estos aparatos permiten evaluar nuevas variables de rendimiento. Dentro de ellas destacan, la carga mecánica (Lapiente, 2011) la carga y potencia metabólica (Osgnach, Poser, Bernardini, Rinaldo & Di Prampero, 2010). Se contempla para la carga mecánica a aquellas aceleraciones y desaceleraciones que un sujeto realiza para desplazarse en tres ejes de movimiento. Investigaciones han demostrado, en futbolistas semi-profesionales que JER cumplen con una carga proporcionalmente superior en aceleraciones y desaceleraciones a las presentadas en un partido de fútbol (Castellano et al., 2013). Akenhead, Hayes, Thompson & French, señalaron una disminución de cambios de ritmo producidos en partidos de fútbol a medida que transcurrían los minutos (2013). Estos hallazgos permiten estudiar el rendimiento del jugador desde otro punto de vista, apreciando la importancia de la intermitencia acíclica del fútbol y otras variables asociadas como la distancia total y/o máxima velocidad, como acciones menos relevantes (Casamichana, Román-Quintana, Castellano & Calleja-González, 2012).

A partir de la cuantificación de aceleraciones, es factible determinar componentes de carga fundamentales en la prescripción de ejercicios de entrenamientos, y/o utilizar el “*New body load*” como indicador de carga externa y/o acelerometría, propuesto por la marca GPS Sport®, y obtenidos mediante el volumen e intensidad de aceleraciones y algoritmos utilizados. Se manifiesta en unidades arbitrarias (ua).

Por otra parte, según el método de Di Prampero, Fusi, Sepulcri, Morin, Belli & Antonutto (2005) y Osgnach et al., 2010, es posible obtener la potencia metabólica en futbolistas y/o estimar carga interna metabólica.

La estimación de carga interna metabólica absoluta se consigue con variables como velocidad de carrera, aceleraciones y desaceleraciones manifestadas en el eje de movimiento antero – posterior. El gasto energético estimado a través de dispositivos GPS Sport® se expresa en kilo Joul (kJ).

La exigua información reportada de carga metabólica y de carga mecánica podrían llevar a subestimar la cantidad total de actividad e intensidad que realizan los jugadores de fútbol (Varley, Fairweather & Aughey, 2012). A su vez, la expresión de carga interna y externa en juegos de espacio reducido todavía no está del todo clara, generando interrogantes al respecto: ¿Cómo se manifiestan éstas, en distintos JER, y en diferentes edades de jugadores en formación? o, ¿Qué juegos generan más aceleraciones y/o gasto energético? Estas preguntas dejan incógnitas que se intentarán dilucidar en este artículo.

OBJETIVOS

Analizar y comparar la carga interna y externa de jóvenes jugadores de fútbol del CDUC en diferentes juegos de espacio reducido.

MATERIAL Y METODO

Dispositivos de posicionamiento global marca GPS Sport® (Canberra. Australia, 2013) modelo SPI Pro, tamaño= 48 x 20 x 87 mm, peso= 76 gr, proporciona datos para posición, velocidad y distancia de 5 hercios (Hz) que interpola 15 Hz., con acelerómetro tri-axial de sampleo de 100 Hz. integrado. Todos los dispositivos fueron encendidos 15 minutos antes de las pruebas para una correcta conexión satelital (Maddison & Ni Mhurchu, 2009), banda torácica Polar® modelo T31 receptora de frecuencia cardíaca, ordenador portátil MacBook Pro 2012, software AMS team versión R1 2014.10; software IBM® SPSS Statistics, versión 21.0. para OS X Yosemite 10.10.1. Se emplearon pecheras con almohadillada (bolsillo) incorporada a la espalda del jugador (parte superior) para colocar dispositivos GPS, porterías, pecheras de colores para diferenciar equipos y balones Puma® reglamentarios.

Se aplicó un método cuantitativo descriptivo, no experimental (Hernández, Fernández & Baptista, 2003). Se seleccionó un muestreo no probabilístico por conveniencia de treinta y seis (n=36) jóvenes futbolistas entrenados; Sub15=Edad:15,0±0,3 años; peso: 64,5±10,2 kg.; estatura: 169,5±7,3 cm.,

Sub16=Edad:15,9±0,2 años; peso: 62,7±9,4 kg.; estatura: 170,0±7,2 cm. y Sub17=Edad:17,0±0,2 años; peso: 66,4 ± 5,1 kg.; estatura: 172,5 ± 5,5 cm., pertenecientes al Club Deportivo Universidad Católica de Chile, Cruzados SADP. Todos los jugadores fueron notificados del diseño de investigación e instruidos en los formatos de JER del estudio. Para participar en la investigación debían presentar consentimiento de padres/apoderados, propio asentimiento firmado y cumplir con criterios de inclusión establecidos. Criterios de inclusión: Sujetos varones; estar inscritos en los registros del club; estar en periodo competitivo; no presentar patología cardiaca, respiratoria o metabólica; no presentar disfunciones o patologías traumatológicas; no estar en período de rehabilitación por lesiones traumáticas; no haber realizado actividad física de alta intensidad durante las 24 horas previas a los controles; no haber consumido café o té al menos 4 horas previas a la evaluación; presentar ayunas de al menos 3 horas.

PROCEDIMIENTO

Durante 12 semanas, en periodo competitivo 2015 del fútbol joven de Chile, se controló la carga interna (metabólica y cardiovascular) y carga externa (física y mecánica) en dos formatos JER = Mantenimiento (4vs4 – 5vs5) y polarizados (4vs4P – 5vs5P) en tres grupos etarios (S15 – S16 – S17); superficie: Césped natural; reglamento: Para todos los formatos la cantidad de toques de balón individual establecida fue de 3 contactos máximos. Al salir el balón de las dimensiones establecidas, se continuó con el pie con el balón más cercano fuera de estas. No se efectuaron tiros de esquina, saques de banda, ni tampoco se consideró la ley fuera de juego. Todos los formatos se iniciaron con un calentamiento estándar de 12 minutos (movilidad articular, trote, toques de balón y ejecución breve del formato JER a estudiar). En cada formato JER se realizaron 4 repeticiones de 4 minutos, con una recuperación pasiva de 2 minutos. Los controles se efectuaron los días jueves en el siguiente orden cronológico: 4vs4 – 4vs4P – 5vs5 – 5vs5P con una frecuencia de 7 a 21 días, en horarios de entrenamiento habitual (17:00 horas. aproximadamente), evitando las variables de ritmos circadianos y día dependiente. Para cada formato JER se establecieron las dimensiones señaladas en la tabla I. El proyecto fue aprobado por el comité de ética de la Universidad Diego Portales de Chile, respetando la Declaración de Helsinki y la de Derechos Humanos.

Tabla I. Dimensiones de espacio de juego de JER incluidas en el estudio.

Formatos	Dimensiones (m)	Área absoluta (m²)	Área relativa jugador (m²)
4vs4 – 4vs4P	25 x 38	950	119
5vs5 – 5vs5P	30 x 40	1200	120

4vs4 - 5vs5=Número de jugadores de un equipo (4, 5) contra jugadores de otros equipo (4, 5);
4vs4P - 5vs5P=Número de jugadores de un equipo (4, 5) y portero contra jugadores de otro
equipo (4, 5) y portero. m=metros; m²=metros cuadrados.

VARIABLES DE ESTUDIO

Las variables dependientes de estudio se clasifican en dos (2) grupos: Carga externa y carga interna, estos se subdividen en dos (2); físicas – mecánicas y metabólicas – cardiovascular.

CARGA EXTERNA

FÍSICAS

Distancia total recorrida (DT): Distancia total media recorrida por sujetos participantes de estudio, determinada en metros (m).

Distancia recorrida a diferentes zonas de velocidades (DZ): Distancia media recorrida por sujetos participantes en cada zona de velocidad (6), determinada en metros por zona (m). Para determinar las zonas de velocidad se utilizó seteo por defecto para fútbol del software AMS team versión R1 2014.10 de la marca GPS Sport®, estas zonas de velocidad son las siguientes:

Distancia zona 1 (DZ1)= 0 – 4 km/h; distancia zona2 (DZ2)= 4,1 – 9 km; distancia zona 3 (DZ3)= 9,1 – 14 km/h; distancia zona 4 (DZ4)= 14,1 – 18 km/h; distancia zona 5 (DZ5)= 18,1 – 21 km/h; distancia zona 6 (DZ6)= 21,1 - 36 km/h.

Velocidad máxima absoluta (MV): Máxima velocidad media registrada por sujetos participantes de estudio, determinada en kilómetros por hora (km/h).

MECÁNICAS

Aceleración (ACZ): Aumento de velocidad de desplazamiento efectuado por sujetos participantes de estudio, determinadas en metros por segundo al cuadrado (m/s^2).

Desaceleración (DCZ): Disminución de velocidad (negativa) de desplazamiento efectuada por sujetos participantes de estudio, determinadas en metros por segundo al cuadrado (m/s^2).

Se clasifican para ambas, tres (3) zonas de velocidad, adaptado de Castellano et al., (2013). Se registra la media de ingresos de sujetos participantes en cada zona de velocidad.

Aceleraciones zona 1 (ACZ1)= 1 – 1,5 m/s^2 ; aceleración zona 2 (ACZ2)= 1,5 – 2 m/s^2 ; aceleración zona 3 (ACZ3)= 2 – 2,5 m/s^2 .

Desaceleraciones zona 1 (DCZ1)= 1 – 1,5 m/s^2 ; desaceleración zona 2 (DCZ2)= 1,5 – 2 m/s^2 ; desaceleración zona 3 (DCZ3)= 2 – 2,5 m/s^2 .

Aceleraciones total (ACtotal) y desaceleraciones total (DCtotal): Cantidad de aceleraciones o desaceleraciones registradas y efectuadas por sujetos participantes de estudio.

New body load (NBL): Carga externa propuesta por la marca GPS Sport®. Los registros son obtenidos a partir de volumen (cantidad) e intensidad (magnitud) de aceleraciones reproducidas en tres ejes de movimiento y efectuados por sujetos participantes de estudio, determinado en la media de unidades arbitrarias (ua) a partir de software AMS Team® R1 2014.10.

CARGA INTERNA

METABÓLICAS

Carga metabólica absoluta (CMA): Gasto energético absoluto medio estimado de sujetos participantes de estudio, determinada en kilo joule (kJ).

Carga metabólica relativa (CMR): Gasto energético relativo medio estimado de sujetos participantes de estudio, determinada por carga absoluta en kilojoule (kJ) dividido por peso corporal (Kg).

CARDIOVASCULAR

Frecuencia cardiaca media (FCM): Frecuencia cardiaca media por minuto de sujetos participantes de estudio, determinada en latidos por minuto (l/min).

Frecuencia cardiaca máxima (FCmáx): Frecuencia cardiaca máxima media registrada en sujetos participantes de estudio, determinada en latidos máximos (l/m).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

De un total de 397 repeticiones (split) correspondiente a 36 jugadores, se extrae un muestreo simple de forma aleatoria de 99 split, eliminando así, variables energéticas (fatiga) y motivacionales. Posteriormente, se aplicó la prueba de normalidad de distribución de *Kolmogorov* y *Smirnov*. Se utilizaron pruebas de muestras independientes, pruebas de *Levene* de igualdad de varianzas y pruebas *t Student* de equivalencia de medias, observando el nivel de significancia estadística bilateral ($p < 0,05$) con un 95% de intervalo de confianza para las diferencias entre variables de estudio.

RESULTADOS

A pesar de la homogeneidad del reglamento de JER y área relativa por jugador similar de este estudio, el número de participantes y la orientación del juego influyen en las respuestas analizadas de carga física (tabla II). Se visualiza un comportamiento dispar en las primeras zonas de distancias medias, mostrando diferencias significativas ($p < 0,05$) en distancia total (DT), distancia zona 1 distancia zona 2 y en distancia zona 4, por lo que formatos de este estudio se diferencian de menor a mayor velocidad, existiendo desigualdad hasta los 18 km/h. Las zonas de muy alta velocidad no presentan desigualdades.

Los juegos de mantenimiento (4vs4 – 5vs5) permiten a jugadores cubrir más distancias a bajas velocidades que los juegos polarizados (4vs4P – 5vs5P), además el juego 4vs4 se distingue en distancias medias recorridas. En la variable velocidad máxima absoluta, no se encontraron diferencias estadísticas entre formatos JER.

El balance de grupos etarios presenta un comportamiento parecido a lo descrito en formatos. Se aprecian desigualdades en la carga física, específicamente en las zonas de distancia media recorrida a menor velocidad excepto DZ2. En aquellas zonas los jóvenes de estudio, también realizan su mayor desempeño. En DT, la media aproximada es de 500 metros, de los cuales aproximadamente 200 metros se recorrieron en DZ2 y cerca de 180 en DZ3, lo que refleja que sujetos se desplazan el 76% de baja a moderada velocidad. Destaca el desempeño del conjunto Sub16 (S16) que manifiesta estadísticas significativas con los otros grupos investigados, principalmente en, DT, DZ1 y DZ3. Entre Sub15 (S15) y Sub17 (S17), no existen estos tipos de diferencias.

Tabla II. Carga física externa de distancias y máxima velocidad expresadas en medias, muestras y desviaciones estándar obtenidas de los formatos de JER y grupos de estudio.

FORMATOS		DT (m)	DZ1 (m)	DZ2 (m)	DZ3 (m)	DZ4 (m)	DZ5 (m)	DZ6 (m)	MV (km/h)
4vs4	Media	531,8 (a) (b)	37,3 (a) (b)	210,0	201,3 (a) (b)	66,65 (a) (b)	13,0	3,6	20,6
	N	24	24	24	24	24	24	24	24
	±	47,6947	9,2893	26,279	48,493	23,549	10,786	6,319	2,0141
4vs4P	Media	475,3 (a) (c)	46,9 (a) (c)	200,0	163,0 (a) (c)	50,33 (a) (c)	11,1	4,0	20,8
	N	24	24	24	24	24	24	24	24
	±	57,5104	10,0726	22,241	47,65	25,184	9,723	5,21	2,5082
5vs5	Media	525,7 (c) (d)	38,8 (c) (d)	198,0	208,0 (c) (d)	66,41 (c) (d)	11,9	2,6	20,5
	N	28	28	28	28	28	28	28	28
	±	52,9329	11,3991	24,317	52,582	27,65	8,939	4,8	2,0603
5vs5P	Media	457,4 (b) (d)	49,4 (b) (d)	205,9	139,0 (b) (d)	46,84 (b) (d)	12,8	3,3	21,2
	N	23	23	23	23	23	23	23	23
	±	45,3805	9,1405	18,263	34,675	23,373	7,452	5,45	2,2403
Total	Media	499,1	42,9	203,2	179,5	58,0	12,2	3,3	20,8
	N	99	99	99	99	99	99	99	99
	±	59,6286	11,1898	23,223	53,998	26,352	9,195	5,387	2,1931
GRUPOS		DT (m)	DZ1 (m)	DZ2 (m)	DZ3 (m)	DZ4 (m)	DZ5 (m)	DZ6 (m)	MV (km/h)
S15	Media	486,6 (a)	45,8 (a)	204,4	168,0 (a)	54,0	10,3	4,1	21,1
	N	33	33	33	33	33	33	33	33
	±	53,9626	12,354	24,871	48,609	24,03	8,002	6,401	2,647
S16	Media	523,6 (a) (b)	38,3 (a) (b)	203,6	199,3 (a) (b)	66,1	13,7	2,6	20,4
	N	35	35	35	35	35	35	35	35
	±	64,0563	10,4006	23,889	59,573	29,664	10,248	4,703	1,875
S17	Media	484,7 (b)	44,9 (b)	201,4	169,3 (b)	53,2	12,6	3,2	20,8
	N	31	31	31	31	31	31	31	31
	±	52,6214	9,2829	21,216	47,686	23,156	9,071	4,971	2,0098
Total	Media	499,1	42,9	203,2	179,5	58,0	12,2	3,3	20,8
	N	99	99	99	99	99	99	99	99
	±	59,6286	11,1898	23,223	53,998	26,352	9,195	5,387	2,1931

DT=Distancia total, DZ1=(0-4 km/h), DZ2=(4,1-9 km/h), DZ3=(9,1-14 km/h), DZ4=(14,1-18 km/h), DZ5=(18,1-21 km/h), DZ6=(21,1-36 km/h), MV=Máxima velocidad, N=Muestra, ±=Desviación estándar, m=Metros, km/h=Kilómetros por hora.

(a)-(b)-(c)-(d)=Diferencias estadísticamente significativas (p<0,05).

Las respuestas en las zonas de mayor velocidad son semejantes entre grupos. Esto permite reconocer que la carga física externa, no implica diferencias significativas a altas velocidades de desplazamiento (>14 km/h).

La carga interna demuestra al igual que la carga física que, juegos de mantenimiento (4vs4 – 5vs5>4vs4P – 5vs5P) desarrollan una respuesta

metabólica superior. Las diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) se presentan en carga metabólica absoluta (CMA) para la mayoría los formatos, exceptuando el juego 5vs5P. El análisis de carga metabólica relativa estimada demuestra diferencias solamente entre los formatos 4vs4 – 5vs5P ($p = 0,049$) para la media de los conjuntos. La frecuencia cardiaca media (FCM) y máxima (FCM_{máx}) presentan sus valores promedios más altos en el juego de mantenimiento 4vs4, pero sin diferencias significativas entre formatos JER de estudio (tabla III).

A la vez, los grupos de estudio generan una carga metabólica absoluta estimada promedio de 246 kJ en JER. Sobresale el grupo S16 ($p < 0,05$), en la estimación de CMA y también en ambas variables cardiovasculares, demostrando diferencias estadísticas con los otros grupos de estudio. Este grupo presenta la mayor carga en este tipo de entrenamiento, no obstante, al observar la carga metabólica relativa estimada, la relación cambia, ya que los jugadores S15 anulan la diferencia con los S16 y se diferencian con el conjunto S17.

Tabla III. Carga interna metabólica y cardiovascular expresadas en medias, muestras y desviaciones estándar obtenidas de los formatos de JER y grupos de estudio.

FORMATOS		CMA (kJ)	CMR (kJ/kg)	FCM (lpm)	FCM _{máx} (lm)
4vs4	Media	261,2 (a) (b)	4,2 (a)	176	193
	N	24	24	24	24
	±	26,8359	0,876	17,124	10,521
4vs4P	Media	239,1 (a) (c)	3,8	173	189
	N	24	24	24	24
	±	34,0859	1,086	13,74	11,158
5vs5	Media	257,6 (c) (d)	4,1	171	188
	N	28	28	28	28
	±	27,6621	0,9408	14,106	10,934
5vs5P	Media	226,7 (b) (d)	3,7 (a)	175,52	191
	N	23	23	23	23
	±	27,7011	0,9268	8,857	8,393
Total	Media	246,8	4,0	174	190
	N	99	99	99	99
	±	31,9127	0,9672	13,824	10,334
GRUPOS		CMA (kJ)	CMR (kJ/kg)	FCM (lpm)	FCM _{máx} (lm)
S15	Media	237,6 (a)	3,9 (a)	173 (a)	190 (a) (b)
	N	33	33	33	33
	±	24,753	0,6969	14,276	9,3
S16	Media	262,1 (a) (b)	4,3 (b)	180 (a) (b)	195 (a) (c)
	N	35	35	35	35
	±	35,7328	1,2851	11,635	8,917
S17	Media	239,4 (b)	3,5 (a) (b)	167 (b)	184 (b) (c)
	N	31	31	31	31
	±	28,3624	0,5517	12,425	10,023
Total	Media	246,8	4,0	173	190
	N	99	99	99	99
	±	31,9127	0,9672	13,824	10,334

CMA=Carga metabólica absoluta, CMR=Carga metabólica relativa, FCM=Frecuencia cardíaca media, FCM_{máx}=Frecuencia cardíaca máxima, N=Muestra, ±=Desviación estándar, kJ=Kilo Joule, kJ/kg= kilo Joule por peso corporal en kilogramos, m=Metros, lpm=Latidos por minuto.

(a)-(b)-(c)-(d)=Diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

El análisis de carga mecánica presenta valores medios más altos en el total de aceleraciones y desaceleraciones en juegos polarizados (tabla IV), pero no presentan diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, el formato 5vs5P expresa un valor inferior a 4vs4P, 4vs4 y 5vs5 con diferencia estadística en la variable *New body load* (NBL; $p = 0,040$, $p = 0,003$ y $p = 0,035$), respectivamente.

En la respuesta grupal, la S16 nuevamente se distingue estadísticamente ($p < 0,05$) en aceleraciones en zonas 1 (ACZ1) con S17 y zona 3 (ACZ3) con S15, y especialmente en volumen de aceleraciones (ACtotal) y NBL con ambos grupos. Así como también, se diferencian con S15 en desaceleraciones (DCZ1; $p = 0,031$), zona 2 (DCZ2; $p = 0,018$), zona 3 (DCZ3; $p = 0,008$) y cantidad total (DCtotal). Por su parte, el grupo S15 presenta menores valores medios en ACtotal y en volumen de desaceleraciones (DCtotal) que los otros conjuntos. Es probable que estas situaciones se deban a factores individuales y/o jugador – dependientes (Casamichana et al. 2015). Ningún grupo de estudio presentó manifestaciones de carga mecánica $> 2,5 \text{ m/s}^2$.

De forma paralela a los objetivos de este estudio, se hace una comparación de carga mecánica entre posiciones tácticas de jugadores participantes. Volantes defensivos (VD) son los que más se diferencian ($p < 0,05$) con jugadores de otras posiciones al presentar valores medios más altos, específicamente en ACZ1, ACtotal con defensas centrales, volantes ofensivos, delanteros externos y delanteros centros, así como también se diferencian estadísticamente en DCZ2 ($p = 0,020$) y DCtotal ($p = 0,08$) con esta última posición. A la vez, exhiben valores inferiores significativos en velocidad máxima absoluta en comparación con los delanteros externos.

Tabla IV. Carga mecánica externa de aceleraciones y desaceleraciones por zonas y totales, new body load expresadas en medias, muestras y desviaciones estándar obtenidas de los grupos de estudio.

GRUPOS		ACZ1 (ct)	ACZ2 (ct)	ACZ3 (ct)	ACtotal (ct)	DCZ1 (ct)	DCZ2 (ct)	DCZ3 (ct)	DCtotal (ct)	NBL (ua)
S15	Media	13 (a)	9	5 (a)	27 (a)	11 (a)	9 (a) (b)	9 (a)	29 (a) (b)	16,0 (a)
	N	33	33	33	33	33	33	33	33	33
	±	3,934	3,709	2,781	5,3996	3,409	3,368	3,392	6,5467	4,42733
S16	Media	15 (a) (b)	10	8 (a)	33 (a) (b)	13 (a)	11 (a)	13 (a) (b)	37 (a) (c)	23,6 (a) (b)
	N	35	35	35	35	35	35	35	35	35
	±	4,307	4,055	3,473	6,9593	3,214	4,42	5,993	9,0107	10,2401
S17	Media	13 (b)	9	5	27 (b)	12	11 (b)	10 (b)	33 (b) (c)	17,4 (b)
	N	31	31	31	31	31	31	31	31	31
	±	4,549	3,79	2,559	6,4852	3,511	2,716	3,85	5,7605	7,45028
Total	Media	14	9	6	29	12	10	11	33	19,2
	N	99	99	99	99	99	99	99	99	99
	±	4,37	3,897	3,033	6,7329	3,42	3,709	4,769	7,8557	8,44386

S15=SUB15, S16=SUB16, S17=SUB17, ACZ1=(1-1,5 m/s^2), ACZ2=(1,5-2 m/s^2), ACZ3=(2,-2,5 m/s^2), ACtotal=Total de aceleraciones, DCZ1=(1-1,5 m/s^2), DCZ2=(1,5-2 m/s^2), DCZ3=(2,-2,5 m/s^2), DCtotal=Total de desaceleraciones, NBL=New body load N=Muestra, ±=Desviación estándar, ct=Cantidad, ua=Unidades arbitrarias.

(a)-(b)-(c)=Diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

DISCUSIÓN

Los juegos de espacio reducido (JER) replican múltiples situaciones del juego real, promueven una transferencia eficaz al entorno competitivo (Williams & Owen, 2007), son una alternativa válida para la optimización de entrenamiento futbolístico (Little & Williams, 2007). Pueden ser considerados como medios para aumentar experiencias influyentes en el proceso de la toma de decisiones (Davids et al., 2013) especialmente ventajoso para jóvenes (Casamichana et al., 2015) en el desarrollo deportivo.

El objetivo de este estudio fue analizar y comparar la carga interna y

externa de futbolistas jóvenes en diferentes juegos de espacio reducido, situaciones evidenciadas en el tratamiento de esta investigación. Esto permite conocer lo determinante que pueden ser estos métodos de entrenamiento en las respuestas condicionales de jugadores en formación. Cada juego de espacio reducido manifiesta una carga interna y externa específica demostrada en este estudio y también reportada en diversas publicaciones por Casamichana et al., 2009; Casamichana et al., 2011; Casamichana & Castellano, 2014b y Hill-Hass et al., 2008. Se distinguen los juegos de mantenimiento por sobre los polarizados por presentar una mayor demanda física y carga metabólica (4vs4 – 5vs5 > 4vs4P – 5vs5P), similares hallazgos a los encontrados por Gaudino et al. (2014), en el gasto energético y su relación con los juegos de posesión de balón.

En consideración, a la respuesta cardiovascular, Casamichana & Castellano, (2014) publicaron diferencias significativas a favor de los juegos de mantenimiento. No obstante, aquel estudio obtuvo sus observaciones en porcentaje de frecuencia cardíaca máxima y frecuencia media, situación no encontrada en esta investigación para esta última variable.

El análisis de grupos etarios arroja diferencias del grupo S16 por sobre otros conjuntos de estudio, A la vez, también se diferenció en la carga física representada por distancia total, distancia por zonas de velocidades, carga metabólica absoluta y relativa, y carga mecánica manifestada como volumen e intensidad de aceleraciones (S16>S15>S17) y desaceleraciones (S16>S17>S15). Respuestas heterogéneas similares fueron encontradas por Harley, Barnes & Portas, 2010, para sujetos sub 16 al comparar con otros grupos etarios. Por lo que la variabilidad de manifestaciones de jóvenes deportistas son factores claves del entrenamiento con adolescentes en formación.

Destaca la comparación posicional de los jugadores participantes, que expresa cargas mecánicas (aceleraciones) superiores de los volantes defensivos (VD) en relación a las otras posiciones tácticas. Resulta interesante apreciar este fenómeno al considerar la carga de trabajo, pues VD a pesar de emitir valores superiores en aceleraciones, su respuesta en la variable velocidad máxima absoluta fue inferior a la de delanteros externos ($p < 0,05$). En un estudio de Suárez Arrones, L. Torreño, N., Requena B., Sáez de Villarreal E., Casamichana D., Barbero-Álvarez J. & Munguía-Izquierdo, D. (2014), volantes también manifestaron una respuesta distinta en comparación con otras posiciones, al presentar valores superiores en carga interna y externa en partidos oficiales.

CONCLUSIÓN

El análisis de carga de entrenamiento manifestada en juegos de espacio reducido de este estudio, presento distintas respuestas de acuerdo a los formatos y grupos etarios, tanto en carga externa como interna. Destacan las diferencias de carga entre los distintos formatos utilizados (4vs4 – 5vs5 – 4vs4P – 5vs5P), por lo que las particularidades y grado de especificidad de tareas programadas no puede ser pasado por alto.

Al utilizar estos medios de entrenamiento en la etapa formativa,

específicamente en el trabajo con diversos grupos etarios, es preciso contemplar componentes de carga, número de participantes y orientación del juego en el diseño de la sesión de entrenamiento, ya que las respuestas, a pesar de la homogeneidad de reglamentación de formato JER pueden ser muy distintas entre jóvenes.

La comparación de jugadores de este estudio, demostró valores más altos en la mayoría de las cargas de entrenamiento de grupos S16>S15>S17, principalmente en los juegos de mantenimiento de balón, es probable que respondan a partir de una mayor contribución de su estructura condicional. A su vez, se cree que jugadores S17 tienen más experiencia en JER y en situaciones de estas características, con un amplio entendimiento de los roles tácticos plasmados en su estrategia de juego, por lo que la auto – regulación individual se presentaría mayoritariamente, a través de su estructura cognitiva, y por factores de demanda jugador – dependientes. Situaciones que podrían ser analizadas en futuras investigaciones.

Esta investigación, invita a la reflexión de entrenadores y preparadores físicos del fútbol, específicamente al valorar la carga física de JER a partir sólo de distancias recorridas, o analizar la intensidad exclusivamente de acuerdo, a máxima velocidad en km/h, ya que, JER no permiten replicar altas velocidades de desplazamiento. Estas situaciones en particular, podrían subestimar la carga mecánica e intensidad de aceleraciones y desaceleraciones determinadas en m/s^2 . Por otra parte, basarse prioritariamente en respuestas cardíacas medias o máximas como indicadores absolutos de carga interna, puede limitar la valoración y no considerar la trascendencia de la estimación de carga metabólica en este tipo de entrenamientos.

En la búsqueda de la optimización del rendimiento de futbolistas en diferentes edades formativas, es fundamental una correcta valoración de variables de rendimiento manifestadas en el entrenamiento, respetando las particularidades y especificidad de tareas programadas, considerando tipos de formatos JER.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Akenhead, R., Hayes, P. R., Thompson, K. G., & French, D. (2013). Diminutions of acceleration and deceleration output during professional football match play. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 556–561. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.12.005>
2. Bangsbo, J. (1998). Optimal preparation for the World Cup in soccer. *Clin Sports Medicine*, 17, 697 – 709. [https://doi.org/10.1016/S0278-5919\(05\)70112-5](https://doi.org/10.1016/S0278-5919(05)70112-5)
3. Bangsbo, J., & Krstrup, P. (2006). Demandas físicas y energéticas del entrenamiento y de la competencia en el jugador de fútbol de élite. *Sports Sciences*, 24, 665–674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
4. Campos, M. A. (2012). Consideraciones para la mejora de la resistencia en el fútbol. *Apunts Educación Física y Deportes*, (110), 45-51.

- [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2012/4\).110.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2012/4).110.05)
[https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.cat.\(2012/4\).110.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.cat.(2012/4).110.05)
5. Casamichana, D., & Castellano, J. (2009). Análisis de los diferentes espacios individuales de interacción y los efectos en las conductas motrices de los jugadores: Aplicaciones al entrenamiento en fútbol. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 23, 143–167.
 6. Casamichana, D., Castellano, J., González-Morán, A., García-Cueto, H., & García-López, J. (2011). Demanda fisiológica en juegos reducidos de fútbol con diferente orientación del espacio. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, 7(23), 141–154. <https://doi.org/10.5232/ricyde2011.02306>
 7. Casamichana, D., Román-Quintana, J., Castellano J., & Calleja-González, J. (2012). Demandas físicas y fisiológicas en jugadores absolutos no profesionales durante partidos de fútbol 7: un estudio de caso. *Ciencia y Deporte* 7(29), 115–124.
 8. Casamichana, D., & Castellano J. (2014). La Teoría de la Generalizabilidad aplicada al estudio del perfil físico durante juegos reducidos con diferente orientación del espacio en fútbol. *Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, X, 194–20. <https://doi.org/10.5232/ricyde2014.03702>
 9. Casamichana, D., San Román, J., Calleja, J., Castellano, J. (2015). Los juegos reducidos en el entrenamiento del fútbol. España. Fútbol de Libro. Colección Fútbol Profesional.
 10. Castellano, J. & Casamichana, D. (2013). Differences in the number of accelerations between small-sided games and friendly matches in soccer. *Sports Sciences and Medicine*, 2 (February), 209–210.
 11. Castellano, J., Casamichana, D., & Dellal, A. (2013). Influence of game format and number of players on heart rate responses and physical demands in small sided soccer games. *Journal of Strength and Conditioning Research. National Strength and Conditioning Association*, 27(5), 1295–1303. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318267a5d1>
 12. Castellano, J., & Casamichana, D. (2014). Deporte con dispositivos de posicionamiento global (GPS): Aplicaciones y limitaciones. *Revista de Psicología del Deporte*. Vol. 23, núm. 2, pp. 355-364
 13. Colby, M.J., Dawson, B., Heasman, J., Rogalski, B., & Gabbett, T.J. (2014). Accelerometer and GPS-derived running loads and injury risk in elite Australian footballers. *Journal of Strength and Conditioning Researc*. Aug;28(8):2244-52.
 14. Davids, K., Arau, D., Correia, V., & Vilar, L. (2013). How Small-Sided and conditioned games enhance acquisition of movement and decision-making skills. *Exerc Sport Sci Rev*. Jul;41(3):154-61.
 15. Di Prampero, P. E., Fusi, S., Sepulcri, L., Morin, J. B., Belli, A., & Antonutto, G. (2005). Sprint running: A new energetic approach. *The Journal of Experimental Biology*, 208, 2809–2816. <https://doi.org/10.1242/jeb.01700>
 16. Flanagan, T., & Merrick, E. (2002). Quantifying the workload of soccer players. En W. Spinks, T. Reilly, T. y A. Murphy (Eds.). In *Science and Football IV*. 341–349.
 17. Gabbet, T., y Mulvey, M. (2008). Time-Motion analysis of small sided training games and competition in elite women soccer players. *Strength and*

- Conditioning Research, 22, 543–552.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181635597>
18. Gaudino, P., Alberti, G., & Iaia, F. M. (2014). Estimated metabolic and mechanical demands during different small-sided games in elite soccer players. *Human Movement Science*, 36, 123–133. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.05.006> PMID:24968370
 19. Harley J, Barnes C, Portas M. (2010). Motion analysis of match play in elite U12 to U16 age-group soccer players. *J Sports Sci.*;28(13):1391–7.
 20. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2003). Metodología de la investigación (Segunda). Ciudad de México. México. McGraw- Hill.
 21. Hill-Haas, S., Dawson, B., Impellizzeri, & Coutts. F. (2011). Physiology of small-sided games training in football: a systematic review. *Sports Med. Sports Medicine*, 41, 199–220. <https://doi.org/10.2165/11539740-000000000-00000>
 22. Hill-Haas, S., Rowsell, G., Coutts, A., & B., D. (2008). The reproducibility of physiological responses and performance profiles of youth soccer players in small-sided games. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3, 393–396. <https://doi.org/10.1123/ijsp.3.3.393>
 23. Hoff, J., Wisløff, U., Engen, L., Kemi, O., & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 26, 218–222. <https://doi.org/10.1136/bjbm.36.3.218> PMID:1724499
 24. Impellizzeri, F., Rampinini, E., & Marcora, S. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 583–92. <https://doi.org/10.1080/02640410400021278>
 25. Johnston, R; Watsford, M; Kelly, S; Pine, M; Spurr, R. (2014). Validity and interunit reliability of 10 Hz and 15 Hz GPS units for assessing athlete movement demands. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Jun;28(6):1649-55.
 26. Jones, S., & Drust, B. (2007). Physiological and technical demands of 4 v 4 and 8 v 8 games in elite youth soccer players. *Kinesiology*, 39, 150–156.
 27. Lapuente, M. (2011). Control de la carga semanal de entrenamiento en futbolistas mediante tecnología GPS. *Revista de preparación física en el fútbol*. N° 2, 37-43.
 28. Little, T. (2009). Optimizing the use of soccer drills for physiological development. *Strength and Conditioning*, 31, 67–74. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181a5910d>
 29. Little, T., & Williams, G. (2007). Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players. *Strength and Conditioning Research*, 21(2), 367–371. <https://doi.org/10.1519/00124278-200705000-00013> <https://doi.org/10.1519/R-19445.1>
 30. Maddison, R., & Ni Mhurchu, C. (2009). Global positioning system: A new opportunity in physical activity measurement. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 6, 73. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-6-73>
 31. Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., & Di Prampero, P. E. (2010). Energy cost and metabolic power in elite soccer: A new match analysis approach. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(1), 170–178. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181ae5cfd>
 32. Parlebas, P. (2001). Juegos, deporte y sociedad. Léxico de praxiología motriz. Barcelona. España. Paidotribo.

33. Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 25, 659–666. <https://doi.org/10.1080/02640410600811858>
34. Solé, J. (2006) Planificación del entrenamiento deportivo. SicropatSport. Barcelona. España.
35. Suárez Arrones, L. Torre-o, N., Requena B., Sáez de Villarreal E., Casamichana D., Barbero-Alvarez J. & Munguía-Izquierdo, D. (2014) Match-play activity profile in professional soccer players during official games and the relationship between external and internal load. *Journal of sports medicine and physical fitness*. Epub 2014. Oct. 7
36. Varley, M. C., Fairweather, I. & Aughey, R. J. (2012). Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion, 30 (January), 121–127.
37. Williams, K., & Owen, A. (2007). The impact of players numbers on the physiological responses to small sided games. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6 (Suppl.1, 100.)

Número de citas totales / Total references: 37 (100%)

Número de citas propias de la revista / Journal's own references: 0 (0%)