

LA CARGA FÍSICA EXTERNA DEL ÁRBITRO CENTRAL EN EL FÚTBOL PROFESIONAL MEXICANO

Prof. Wolfgang Fritzler, Universidad del Fútbol, Pachuca, México

1 INTRODUCCIÓN

La tarea del árbitro central del fútbol es probablemente la más complicada de todos los juegos deportivos, dadas las características del juego mismo. En un terreno de aproximadamente 8000 m², el árbitro tiene que observar las acciones de 22 jugadores para tomar decisiones que influyen, a veces, directamente en el resultado final del juego. Solamente el Hockey sobre pasto presenta condiciones similares, pero aquí, las responsabilidades de los dos árbitros centrales se limitan a una mitad de la cancha. El árbitro central de fútbol, sin embargo, dispone de dos asistentes ubicados fuera de la cancha, es decir, generalmente lejos de las acciones con balón. Esto implica que el árbitro de fútbol tiene que recibir una preparación óptima, tanto técnica como física, para disminuir las probabilidades de que se cometan errores esenciales durante el juego.

Es conocido que las capacidades de percepción, de concentración y de tomar decisiones se ven afectadas negativamente en condiciones de una fatiga física mayor. Por lo tanto, el elevado nivel de las capacidades físicas del árbitro central es un aspecto fundamental para asegurar su rendimiento óptimo en la cancha. La base para una preparación física adecuada del árbitro de fútbol es el análisis de las exigencias físicas durante el juego. Por eso, este estudio tiene la finalidad de describir la carga física del árbitro central durante el juego.

El rendimiento físico del árbitro de fútbol se ha estudiado en varias ocasiones en diferentes países y diferentes niveles de juego. Sin embargo, para México no existen datos referentes a las demandas físicas del árbitro. Considerando que el estilo de juego en México es diferente del estilo en Europa, por ejemplo, no es conveniente basarse solamente en datos de estudios de otros países para describir las exigencias físicas del árbitro mexicano.

El conocimiento de las demandas físicas del árbitro es una base esencial para la planificación del entrenamiento físico. Solamente así es posible diseñar ejercicios con una dosificación adecuada de la carga física. Considerando la característica acíclica del juego de fútbol, para este estudio se han registrado todos los cambios de intensidad de la actividad física del árbitro central en diferentes juegos a nivel profesional.

El estudio se realizó en el ámbito del proyecto de investigación sobre "Control y evaluación del rendimiento del árbitro de fútbol mexicano en su desempeño arbitral". Se buscó el contacto con la Federación Mexicana de Fútbol Asociación (FMF) y con su Comisión de Árbitros que nos concedieron el permiso para filmar los movimientos de los árbitros centrales durante varios juegos oficiales al nivel profesional.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Describir la carga física externa, a la que está sometido el árbitro central de fútbol en juegos oficiales de la Primera y Segunda División Mexicanas, mediante el registro cuantitativo de parámetros observables por video.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar la frecuencia y la duración de las fases de diferentes intensidades, en cuanto a la carga física, del árbitro central a partir de video-grabaciones.
- Comparar los resultados del estudio con los datos de otras investigaciones.

3 OBJETOS DEL ESTUDIO Y METODOLOGÍA

Se analizaron a 8 árbitros en 10 juegos de la Primera División Profesional y a 3 árbitros en 3 juegos de la Segunda División Profesional. Todos los juegos pertenecen al Torneo de Clausura de 2007 de la Federación Mexicana de Fútbol Asociación (FMF), tanto de la fase clasificatoria como de la liguilla (“*play-offs*”). En estos juegos, la cámara siguió al árbitro central para filmar todas sus actividades físicas durante el juego. En detalle, se analizaron 13 juegos que se enlistan en la siguiente tabla 1. Para cada juego se indica el tiempo total analizado.

Tabla 1. Datos de los juegos analizados.

No.	Juego	Tiempo analizado (min)	Árbitro
1	Primera División, fase clasificatoria	92:46	P 1
2	Primera División, fase clasificatoria	67:50	P 13
3	Primera División, fase clasificatoria	22:08	P 14
4	Primera División, liguilla, 1/4 de final, ida	85:29	P 6
5	Primera División, liguilla, 1/4 de final, ida	56:07	P 13
6	Primera División, liguilla, 1/4 de final, vuelta	79:18	P 10
7	Primera División, liguilla, 1/4 de final, vuelta	60:27	P 11
8	Primera División, liguilla, semifinal, ida	79:33	P 9
9	Primera División, liguilla, final ida	92:13	P 10
10	Primera División, liguilla, final vuelta	81:56	P 12
11	Segunda División, fase clasificatoria	92:22	S 1
12	Segunda División, liguilla, final ida	95:40	S 2
13	Segunda División, liguilla, final vuelta	92:41	S 3

En 8 de los juegos, el tiempo total de las acciones evaluadas se redujo debido a problemas técnicos o a la imposibilidad de observar los desplazamientos del árbitro. En la última columna se indica el árbitro de cada juego, asignándole un número precedido de la letra “P” (Primera División) o “S” (Segunda División).

Las actividades físicas se evaluaron a partir del análisis del video, utilizando un pequeño programa de Excel con el cuál se registraron la frecuencia y duración de todas las fases en las cuales el árbitro corrió con una misma velocidad, clasificada en 5 niveles (1 = estar parado, 2 = caminar, 3 = trotar ligeramente, 4 = correr a $\frac{3}{4}$ de

velocidad y 5 = correr a máxima velocidad). En los 3 juegos de la Segunda División que se analizaron como últimos, las categorías “estar parado” (1) y “caminar” (2) se juntaron en una sola categoría “parado/caminar”, porque ya no se consideró necesario diferenciar entre ambas categorías, ya que implican una intensidad mínima de la carga física.

Para la tarea de la evaluación de los vídeos se entrenaron a 6 estudiantes del nivel de licenciatura del Centro Universitario del Fútbol y Ciencias del Deporte. Pruebas de objetividad (comparación de los resultados de dos observadores que analizaron el mismo juego) y confiabilidad (comparación de los resultados de un observador que analizó dos veces el mismo juego) arrojaron coeficientes de correlación entre 0.85 y 0.95, de tal manera que se pueda constatar la veracidad y exactitud suficientes de los datos obtenidos a partir de las filmaciones.

4 MARCO TEÓRICO

La carga física observable directamente (por así llamarlo “desde fuera”) se define como “carga física externa”. Algunos indicadores para la carga externa pueden ser: el número y la duración de diferentes tipos de desplazamientos, las distancias recorridas con ciertas velocidades, el número de pasos realizados con cierto tipo de desplazamientos o el número de cambios de dirección y de velocidad realizados por el árbitro.

Como contraparte de la carga externa, se define la “carga interna” como la respuesta del organismo al realizar las actividades físicas. Sus indicadores principales son la frecuencia cardíaca y la concentración de lactato en la sangre y en la musculatura involucrada en el trabajo físico.

La descripción de la carga física externa del árbitro de fútbol durante el juego se ha investigado en varias ocasiones, principalmente en Europa. He aquí un resumen de los resultados encontrados en estos estudios.

Catterall, Reilly, Atkinson & Coldwells (1993) describen la carga física de árbitros ingleses como submáxima durante casi todo el juego con un cambio de intensidad cada 6 segundos, en promedio. Los árbitros recorren una distancia total de, en promedio, 9.44 km con una disminución significativa durante el segundo tiempo. La variación de los parámetros de la carga externa e interna fue mayor entre los diferentes árbitros que entre los juegos arbitrados por un mismo árbitro.

Johnston & McNaughton (1994) evaluaron a árbitros australianos de la liga profesional y determinaron una distancia total media de 9408 ± 838 m, de los cuales 65.5% se recorrieron con baja intensidad (caminar y trotar), 12.1% corriendo y 6.2% a máxima velocidad.

Hohmann, Kolb & Roth (2005) citan un estudio de Teipel, Kemper y Heinemann del año 1999 sobre 4 árbitros de diferentes categorías. La distancia total recorrida del árbitro de Primera División (profesional) fue de 10381 m, mientras el árbitro de la 5ª División (amateur) recorrió 7802 m, indicando así una mayor carga externa para los juegos de mayor nivel.

Krustrup & Bangsbo (2001) encontraron como promedio de la distancia total recorrida 10.07 ± 0.13 km, de los cuales 1.67 ± 0.08 km (= 16.6%) se realizaron con alta velocidad (CAV), para una muestra de 27 árbitros de las dos ligas profesionales de Dinamarca. Esta distancia disminuye significativamente en el segundo tiempo. Después de un entrenamiento físico con 8 de los árbitros, utilizando un método intermitente, el recorrido CAV aumentó en casi 22%, mientras que la frecuencia cardíaca media bajó por un 3%, a pesar de la carga externa mayor. Entonces, un entrenamiento adecuado puede mejorar considerablemente el nivel físico de un árbitro de alto rendimiento.

D'Ottavio & Castagna (2001) estudiaron a 18 árbitros de alto nivel y midieron una distancia total media de 11376 ± 1600 m, con un rango de 7818 – 13063 m. No hubo una diferencia significativa entre ambos tiempos del juego. 41.7% de la distancia total se recorrieron con una velocidad mayor de 13 km/h. Concluyeron que la intensidad

de la carga física resulta ser acíclica o intermitente, aunque los sprints a máxima velocidad no duraron más de 2-4 segundos.

Castagna & Abt (2003) compararon los parámetros de la carga física del mismo árbitro en 3-6 diferentes juegos, nuevamente de la Serie A de Italia. Al dividir los juegos en largos (12303 ± 666 m) y cortos (10949 ± 1095 m), se observó que las distancias parciales recorridas en CAV (> 18 km/h) no varían en ambos grupos. Las distancias totales mayores resultaron, más bien, de un aumento en un 10% de la distancia recorrida con baja velocidad.

Finalmente, Castagna, Abt & D'Ottavio (2007) encontraron distancias totales de 9-13 km en árbitros de la Serie A de Italia. El recorrido CAV se calculó en un rango de 4-18% de la distancia total. Las diferencias entre los juegos, entonces, fueron considerables.

Todos estos estudios muestran una variación considerable en cuanto a las medias de las distancias totales recorridas (aproximadamente 8-13 km). Se puede observar que las distancias totales aumentaron ligeramente con el paso de los años de los estudios. Esto coincide con los datos encontrados sobre la carga física de los jugadores de fútbol. El aumento de las exigencias físicas del fútbol, entonces, se traduce en una mayor carga física de los árbitros. Importantes son las distancias recorridas con alta velocidad (4-18% de la distancia total) que parecen relacionarse mucho más con el rendimiento físico en el juego que la distancia total.

En cuanto a la cuestión sobre la disminución de la carga física en el segundo tiempo del juego, los resultados son muy contradictorios. Aunque se comprobara tal disminución, sería la pregunta principal si eso se debe a la disminución de la capacidad física del árbitro (falta de resistencia), a la disminución del "ritmo" de juego (falta de resistencia de los jugadores) o al aumento de la capacidad de "leer" el juego (anticipación de las acciones del juego) por parte del árbitro, lo que le permitiría realizar menos esfuerzos físicos.

5 RESULTADOS

En cuanto a los indicadores, relacionados con la carga externa, que seleccionamos para nuestro estudio, se encontraron los datos contenidos en las siguientes tablas (no. 2 al 5) y gráficas (no. 1 al 5).

Tabla 2. Porcentajes del tiempo total de juego para cada nivel de intensidad.

Juego y árbitro	Tiempos parciales por nivel de intensidad (en %)				Índice de carga externa
	par./cam.	trote	¾ de vel.	sprint	
1 / P1	18.2 + 39.5 = 57.7	35.9	5.8	0.6	1.49
2 / P13	8.6 + 51.0 = 59.6	31.1	9.4	0.0	1.50
3 / P14	16.7 + 50.5 = 67.2	26.5	6.3	0.0	1.39
4 / P6	12.4 + 43.5 = 55.9	35.2	6.9	2.0	1.55
5 / P13	12.1 + 52.4 = 64.5	23.3	8.4	3.7	1.51
6 / P10	19.2 + 43.5 = 62.7	33.2	3.3	0.8	1.42
7 / P11	5.8 + 58.7 = 64.5	29.3	5.0	1.1	1.43
8 / P9	13.9 + 44.0 = 57.9	32.3	8.9	1.0	1.53
9 / P10	9.5 + 52.5 = 62.0	35.0	3.0	0.0	1.41
10 / P12	20.0 + 52.9 = 72.9	24.4	2.3	0.4	1.30
11 / S1	52.6	39.6	6.8	1.0	1.56
12 / S2	62.3	34.5	3.1	0.1	1.41
13 / S3	59.4	36.7	3.7	0.1	1.44
Prom. 2ª	58.1±4.1	36.9±2.1	4.5±1.6	0.4±0.4	1.47±0.07
Prom. 1ª	13.6±4.6 y 48.8±5.6 suma: 62.5±4.8	30.6±4.3	5.9±2.4	1.0±1.1	1.45±0.07
Prom. total	61.5±5.0	32.1±4.8	5.6±2.3	0.8±1.0	1.46±0.07

La tabla 2 contiene el tiempo parcial de cada nivel de intensidad para cada uno de los 13 juegos analizados. Hay que recordar que el análisis de los juegos de la Primera División se realizó con la diferenciación del primer nivel de intensidad en

“estar parado” y “caminar”, por lo que la primera columna contiene la suma de los porcentajes de estas dos categorías.

Para determinar los porcentajes de los tiempos parciales, se suman los tiempos de todas las fases de la misma intensidad, y se divide esta suma entre el tiempo total del juego.

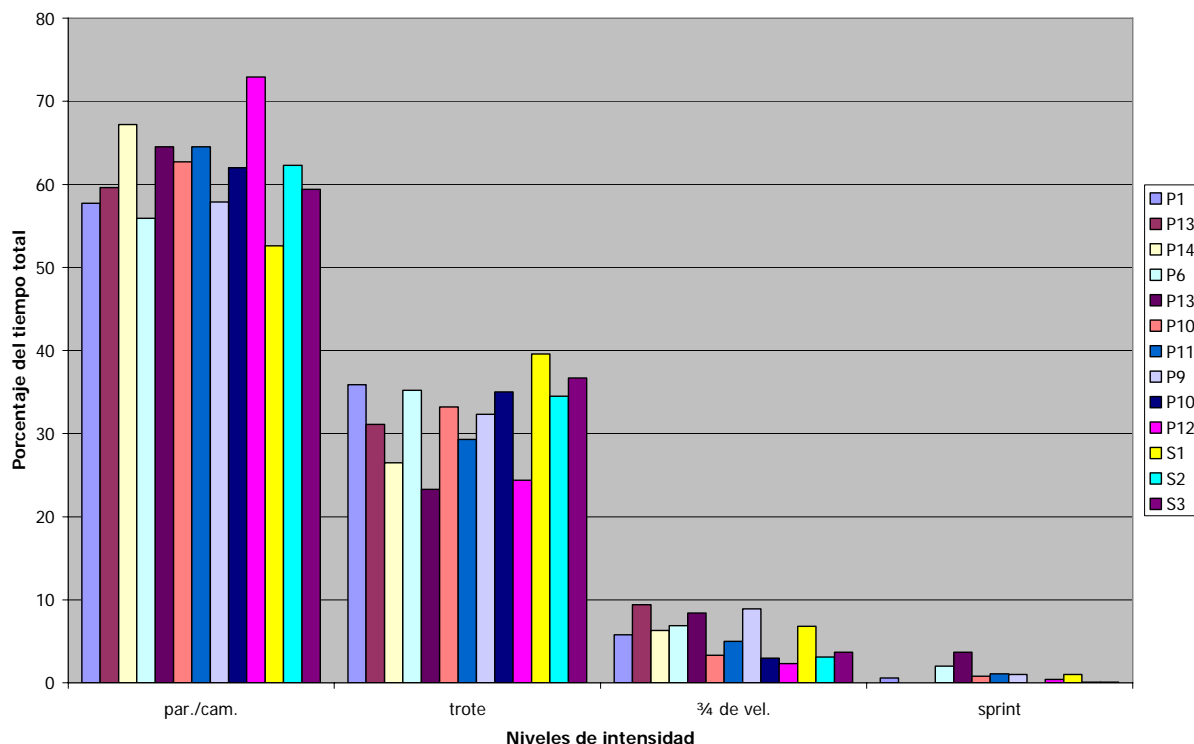
Saltan a la vista los tiempos parciales muy bajos de las categorías de mayor intensidad (“sprint” y “¾ de velocidad”) que presuponen la utilización del metabolismo anaeróbico. El promedio del porcentaje sumado es de 6.9% (Primera División) y 4.9% (Segunda División). Por lo tanto, todo el resto del tiempo del juego el árbitro está trabajando aeróbicamente (trotando, caminando o estando parado). Él está parado o caminando durante aproximadamente 60% del tiempo total, lo que corresponde a un tiempo absoluto de unos 54 minutos. Estos datos dejan suponer que la carga física, en forma objetiva, es relativamente baja a lo largo de un juego porque el tiempo de actividad anaeróbica es mínima (entre 4:30 y 6:15 minutos) y porque hay suficiente tiempo de descanso, aunque sea ligeramente activo.

Es interesante que el valor más alto para el tiempo parcial de baja intensidad (72.9%, lo que corresponde a más de 65 minutos) pertenece al juego de vuelta de la final de la liguilla, lo que permite suponer que la importancia del juego no es un factor determinante para el nivel de la carga exterior.

En la gráfica 1, se puede apreciar la variación de los tiempos parciales a lo largo de los diferentes juegos. La proporción entre las diferentes intensidades no cambia, a pesar de las variaciones dentro de cada nivel de intensidad. En todos los juegos, los tiempos parciales disminuyen con el aumento de la intensidad de los desplazamientos.

El índice de intensidad m es un valor que representa el total de la carga física externa mediante un promedio ponderado de todos los niveles de intensidad, utilizando la siguiente fórmula: $m = p_1 + 2 \cdot p_2 + 3 \cdot p_3 + 4 \cdot p_4$, donde p_i es el porcentaje del tiempo total que corresponde al nivel de intensidad i . El porcentaje p_1 corresponde a la categoría “parado/caminar” en los juegos de la Segunda División o a la suma de las dos primeras categorías (“estar parado” y “caminar”) en los juegos de la Primera División. Entre más alto es el índice, mayor es la carga externa total.

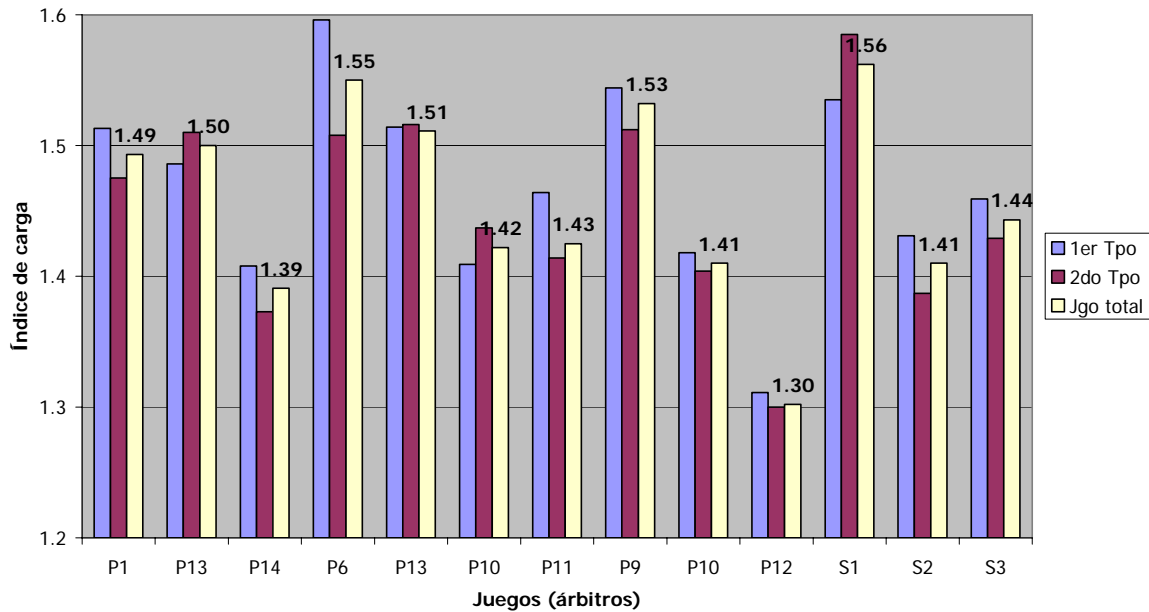
Tiempos parciales por niveles de intensidad



Gráfica 1: Porcentajes del tiempo total para cada nivel de intensidad de los 13 juegos analizados.

La gráfica 2 muestra que la diferencia de la carga externa entre los dos tiempos de los juegos es mucho menor que las diferencias entre los juegos. Es decir, la carga física se mantiene relativamente constante en un mismo juego, mientras la diferencia entre uno y otro juego es mucho mayor y depende, probablemente, de los equipos, de la dinámica del juego y de la experiencia del árbitro. En 9 de los 13 juegos, el índice de carga es menor en el segundo tiempo. Los índices más bajos y el tercer más bajo corresponden a las dos finales de la liguilla, lo que indica nuevamente que la importancia del juego parece ser un factor secundario, si no irrelevante, para el nivel de la carga externa.

Índices de la carga externa



Gráfica 2: Índices de la carga externa para los 13 juegos analizados.

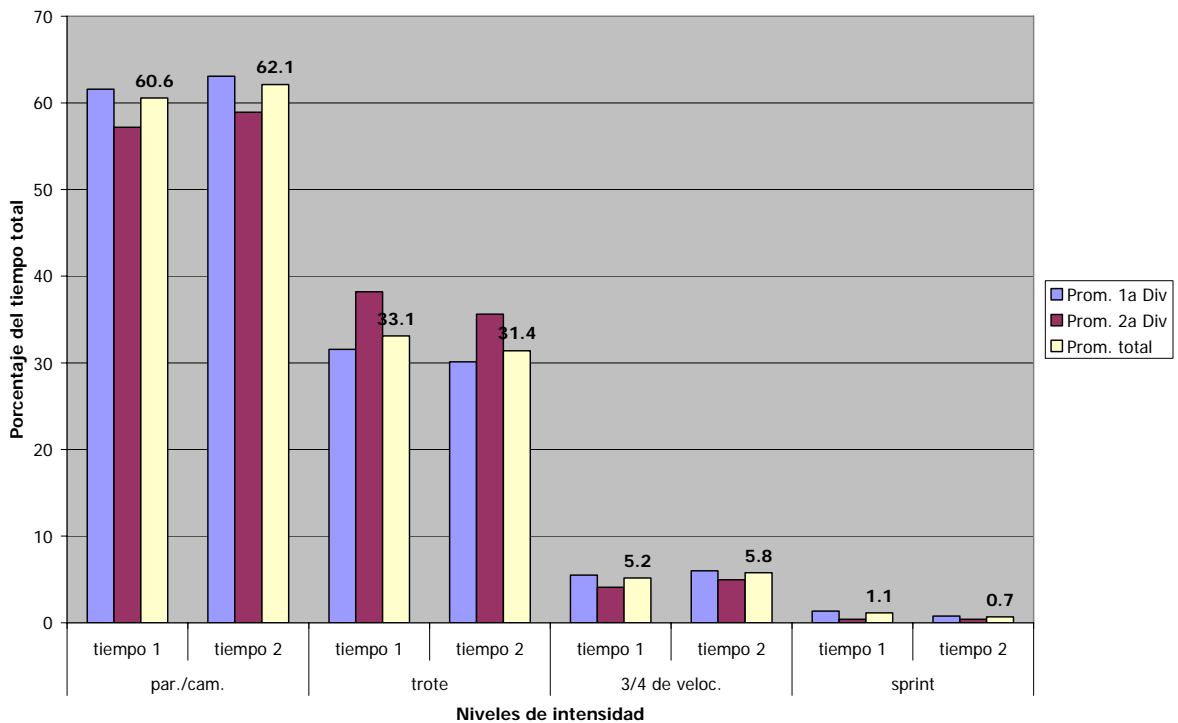
La tabla 3 presenta los mismos datos del tiempo parcial por nivel de intensidad, pero ahora diferenciados por el primer y segundo tiempo de cada juego. Los promedios de estos datos sobre los juegos de la Primera y Segunda División están representados en la gráfica 3 y muestran nuevamente que las diferencias de la carga física entre los dos tiempos del juego no son muy significativas, pero tampoco lo son las mismas diferencias entre los juegos analizados de la Primera División y de la Segunda División.

Tabla 3. Porcentajes del tiempo total de los dos tiempos del juego para cada nivel de intensidad. Nota: La primera columna de cada nivel corresponde al primer tiempo, la segunda al segundo tiempo.

Juego y árbitro	Tiempos parciales por nivel de intensidad (en %)								Índice de carga externa	
	par./cam.		trote		¾ de vel.		sprint			
1 / P1	55.4	59.9	39.1	32.8	4.3	7.2	1.2	0.1	1.51	1.48
2 / P13	59.1	60.1	32.9	28.8	7.9	11.1	0.0	0.0	1.49	1.51
3 / P14	66.1	68.2	27.0	26.0	6.9	5.7	0.0	0.0	1.41	1.37
4 / P6	53.2	58.6	36.8	33.6	7.6	6.2	2.5	1.6	1.60	1.51
5 / P13	64.7	64.5	24.7	23.1	5.1	9.1	5.5	3.4	1.51	1.52

6 / P10	63.8	61.5	32.3	34.2	3.1	3.4	0.8	0.9	1.41	1.44
7 / P11	59.9	66.2	35.5	27.2	3.3	5.6	1.4	1.0	1.46	1.41
8 / P9	59.6	56.2	27.7	36.7	11.0	6.8	1.6	0.3	1.54	1.51
9 / P10	62.1	62.0	34.0	35.9	3.9	2.2	0.0	0.0	1.42	1.40
10 / P12	72.0	73.7	25.7	23.0	1.9	2.9	0.5	0.4	1.31	1.30
11 / S1	54.3	50.9	38.6	40.4	6.0	7.6	1.0	1.0	1.54	1.59
12 / S2	60.5	63.9	35.7	33.3	3.6	2.6	0.1	0.1	1.43	1.39
13 / S3	56.8	62.0	40.3	33.2	2.7	4.7	0.1	0.1	1.46	1.43
Prom. Segunda	57.2 ±2.5	58.9 ±5.7	38.2 ±1.2	35.6 ±3.4	4.1 ±1.4	5.0 ±2.0	0.4 ±0.4	0.4 ±0.4	1.48 ±.08	1.47 ±.07
Prom. Primera	61.6 ±5.2	63.1 ±4.9	31.6 ±4.7	30.1 ±4.9	5.5 ±2.6	6.0 ±2.6	1.4 ±1.6	0.8 ±1.0	1.47 ±.04	1.44 ±.09
Prom. total	60.6 ±5.0	62.1 ±5.4	33.1 ±5.1	31.4 ±5.1	5.2 ±2.5	5.8 ±2.5	1.1 ±1.5	0.7 ±0.9	1.47 ±.07	1.45 ±.07

Promedio de tiempos parciales por nivel de intensidad



Gráfica 3: Porcentajes del tiempo total para cada nivel de intensidad, promediados sobre los 13 juegos analizados.

La tabla 4 contiene las frecuencias absolutas de las diferentes fases de intensidad. Como los tiempos analizados de los juegos son diferentes, se calcula la frecuencia encontrada en relación a los 90 min de juego. De esta manera, las frecuencias entre los diferentes juegos son comparables.

La gráfica 4 ilustra los datos visualmente. Así, se aprecia fácilmente las fuertes variaciones en un mismo nivel de intensidad entre los juegos. En la categoría “trote”, las frecuencias por juego se encuentran entre 211 y 348, en “3/4 de velocidad” entre 22 y 106 y en “sprint” entre 0 y 32. A pesar de estas variaciones grandes, la proporción de los tiempos parciales, como ya se observó en la gráfica 1, no presenta la misma variación. Esto significa que si aumenta la frecuencia de las fases, disminuye su duración promedio.

También resalta a la vista que los juegos de las dos divisiones profesionales no presentan diferencias en cuanto al promedio de las frecuencias en las categorías “trote” y “3/4 de velocidad”. Para la categoría “sprint”, la Primera División presenta una mayor frecuencia media por juego que la Segunda División.

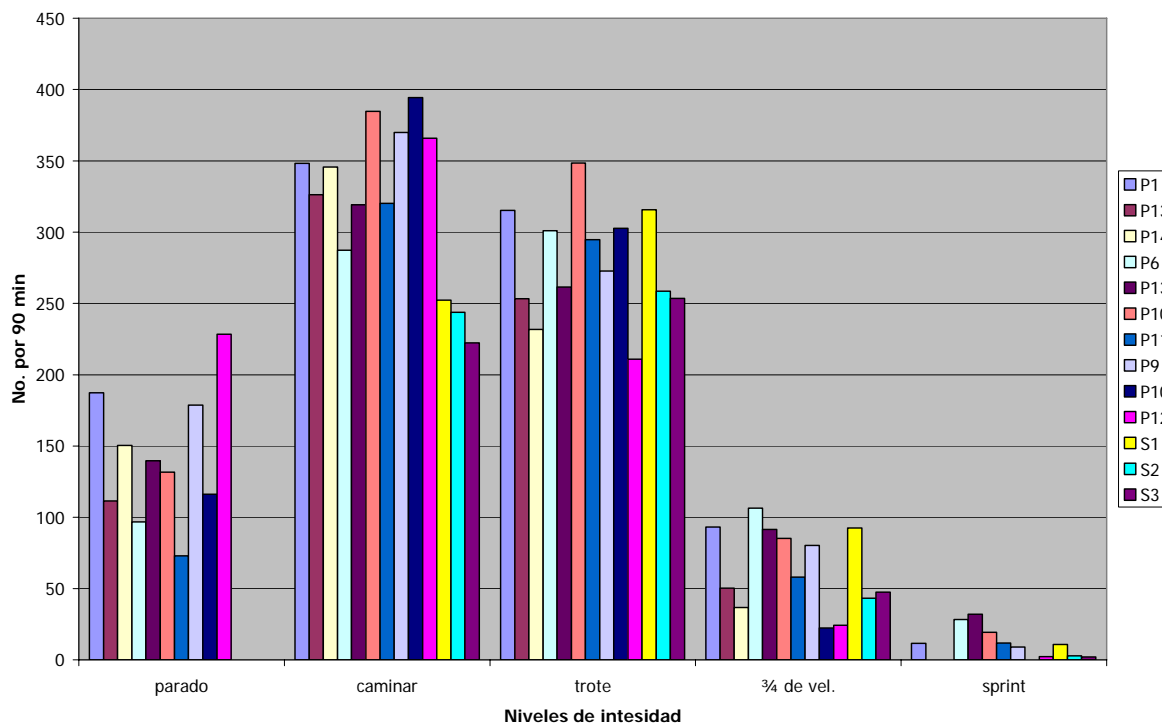
Hay que recordar que en los 3 juegos de la Segunda División se unieron las categorías de menor nivel de intensidad (“estar parado” y “caminado”). Considerando que hay fases donde el árbitro alterna entre estar parado y estar caminando, éstas se cuentan por separado en los juegos de la Primera División, mientras en los juegos de la Segunda se cuenta como una sola fase. Por lo tanto, no son comparables las

frecuencias correspondientes a los dos niveles bajos de intensidad de las dos divisiones.

Tabla 4: Frecuencia absoluta de las fases de intensidad (recalculada para un total de 90 min) en los 13 juegos analizados. Nota: Se recuerda que las categorías de más baja intensidad entre Primera y Segunda División no son comparables.

Juego y árbitro	parado	caminando	trote	$\frac{3}{4}$ de veloc.	sprint
1 / P1	187	348	315	93	12
2 / P13	111	326	253	50	0
3 / P14	150	346	232	37	0
4 / P6	97	287	301	106	28
5 / P13	140	319	261	91	32
6 / P10	132	385	348	85	19
7 / P11	73	320	295	58	12
8 / P9	179	370	273	80	9
9 / P10	116	394	303	22	0
10 / P12	228	366	211	24	2
11 / S1	-	252*	316	93	11
12 / S2	-	244*	259	43	3
13 / S3	-	222*	253	48	2
Prom. Segunda	-	239±13	276±28	61±22	5±4
Prom. Primera	141±44	346±32	279±39	65±29	11±11
Prom. total	-	-	278±37	64±28	10±10

Frecuencia de las fases de intensidad



Gráfica 4: Frecuencia absoluta de las fases de intensidad de los 13 juegos analizados (recalculado para un tiempo de 90 min).

Finalmente, las tablas 5 y 6 contienen los datos sobre la duración media de cada fase de intensidad, diferenciados por juego y por primer y segundo tiempo, respectivamente. En ambas tablas, hay que recordar que para los juegos de la Segunda División se unieron las dos categorías de “estando parado” y “caminando” en una sola categoría (indicado por un asterisco), por lo que estos datos no son comparables para ambas divisiones.

Las gráficas 5 y 6 muestran que los tiempos promedio por fase de intensidad en el juego oscilan entre 2 y 10 segundos. Esto refuerza la visión que el juego de fútbol es altamente acíclico con constantes cambios de intensidad. En gráfica 6 se puede observar que las diferencias de las duraciones medias entre ambos tiempos del juego son mínimas, aunque las diferencias entre los diferentes juegos son mucho mayores (gráfica 5). Este resultado corresponde a la alta variación de las frecuencias absolutas de las fases de intensidad.

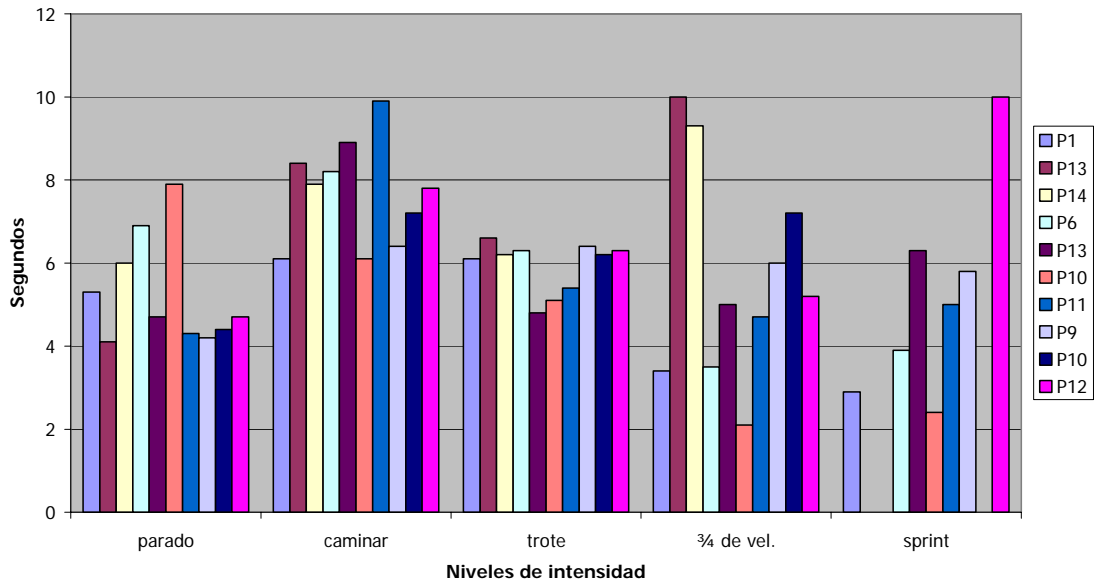
En la Primera División, una fase de mayor intensidad ($\frac{3}{4}$ y sprint) dura solamente un segundo más que en la Segunda División, mientras aquí la duración de las fases de trote duran 1.4 segundos más. Estos datos coinciden con los resultados de los tiempos parciales por nivel de intensidad que muestran también una carga ligeramente mayor en las categorías de las intensidades altas para la Primera División.

La duración de las fases en los juegos de la Primera División son todas alrededor de 5-6 segundos; solamente las fases de caminar duran, en promedio, 2 segundos más.

Tabla 5. Duración media de cada fase de intensidad en el juego completo. Nota: * = En los juegos de la Segunda División, los niveles “parado” y “caminar” se juntaron.

Juego y árbitro	parado	caminar	trote	¾ de vel.	sprint
1 / P1	5.3	6.1	6.1	3.4	2.9
2 / P13	4.1	8.4	6.6	10.0	-
3 / P14	6.0	7.9	6.2	9.3	-
4 / P6	6.9	8.2	6.3	3.5	3.9
5 / P13	4.7	8.9	4.8	5.0	6.3
6 / P10	7.9	6.1	5.1	2.1	2.4
7 / P11	4.3	9.9	5.4	4.7	5.0
8 / P9	4.2	6.4	6.4	6.0	5.8
9 / P10	4.4	7.2	6.2	7.2	-
10 / P12	4.7	7.8	6.3	5.2	10.0
11 / S1	-	11.3*	6.8	4.0	5.1
12 / S2	-	13.8*	7.2	3.9	2.7
13 / S3	-	14.4*	7.8	4.2	3.5
Prom. 2 ^a	-	13.2±1.7*	7.3±0.5	4.0±0.2	3.8±1.2
Prom. 1 ^a	5.3±1.2	7.7±1.2	5.9±0.6	5.6±2.4	5.2±2.4
Prom. total	-	-	6.3±0.8	5.3±2.2	4.7±2.2

Duración media de las fases de intensidad



Gráfica 5: Duración media de las fases de intensidad de los 13 juegos analizados.

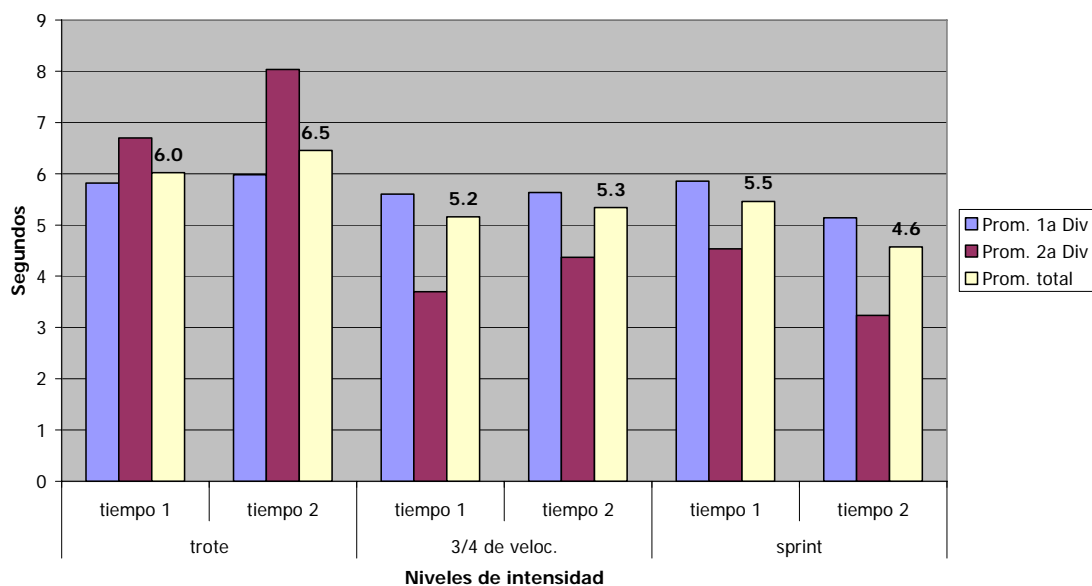
Tabla 6. Duración promedio de cada fase de intensidad en los dos tiempos del juego.

Notas: 1. La primera columna de cada nivel corresponde al primer tiempo, la segunda al segundo tiempo. 2. * = En los juegos de la Segunda División, los niveles “parado” y “caminar” se juntaron.

No. juego	parado		caminar		trote		3/4 de vel.		sprint	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1/P1	4.5	6.1	6.0	6.3	6.5	5.7	2.6	4.1	3.0	2.0
2/P13	4.1	4.2	7.9	9.1	6.5	4.7	10.4	9.8	-	-
3/P14	5.2	7.1	7.2	8.6	5.8	6.6	9.2	9.5	-	-
4/P6	4.2	11.0	7.0	9.7	5.6	7.3	3.3	3.7	3.6	4.2
5/P13	3.3	5.2	8.8	8.9	5.5	4.7	5.0	5.0	10.7	5.5
6/P10	9.2	6.7	6.2	6.0	4.8	5.6	1.7	2.6	2.0	2.9
7/P11	2.7	4.7	8.4	10.5	5.6	5.3	3.9	4.9	4.3	5.4
8/P9	4.4	4.0	6.5	6.4	5.9	6.8	6.3	5.5	5.4	8.0
9/P10	3.8	5.1	6.9	7.5	5.8	6.7	8.0	6.2	-	-

10/P12	4.9	4.6	8.1	7.5	6.2	6.4	5.6	5.0	12.0	8.0
11/S1	-	-	11.0*	11.6*	6.4	7.2	3.8	4.1	5.6	4.7
12/S2	-	-	11.4*	17.0*	6.0	8.9	3.4	4.6	4.0	2.0
13/S3	-	-	12.1*	17.4*	7.7	8.0	3.9	4.4	4.0	3.0
Prom. 2ª	-	-	11.5* ±0.5	15.3* ±2.7	6.7 ±0.7	8.0 ±0.7	3.7 ±0.2	4.4 ±0.2	4.5 ±0.8	3.2 ±1.1
Prom. 1ª	4.6 ±1.7	5.9 ±2.0	7.3 ±0.9	8.1 ±1.5	5.8 ±0.5	6.2 ±0.8	5.6 ±2.7	5.6 ±2.2	5.9 ±3.6	5.1 ±2.2
Prom. total	-	-	-	-	5.9 ±2.0	6.6 ±1.1	5.9 ±2.0	5.3 ±2.0	5.9 ±2.0	4.6 ±2.1

Duración media de cada fase de intensidad



Gráfica 6: Duración media de las fases de intensidad, promediada sobre los 13 juegos analizados.

6 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1 Comparación de los datos de los juegos analizados

En la tabla 7 se presentan las diferencias mayores en cuanto a la frecuencia por minuto de las fases del mismo nivel de intensidad; los valores son tomados solamente de los 10 juegos de la Primera División. Para cada uno de los diferentes niveles de intensidad, estas diferencias son mayores entre los diferentes juegos que entre los dos tiempos del mismo juego. Esto significa que la característica de aciclicidad de la carga física para el árbitro es más constante en un mismo juego que a lo largo de los diferentes juegos del mismo nivel de rendimiento (Primera División). Con otras palabras, es probable que el árbitro adapte su actividad física a las características del juego, lo que significa, a la vez, que tiene que ser preparado para las diferentes exigencias físicas que puede demandar cada juego. Los dos equipos que se enfrentan en un juego mantienen un cierto “estilo de juego” (características de dinámica) dependiendo del contrario, mientras pueden cambiar su estilo contra equipos con otras características físicas y/o técnico-tácticas.

Tabla 7: Diferencias máximas en cuanto a la frecuencia por minuto de los diferentes niveles de intensidad entre el primer y el segundo tiempo de un juego y entre los valores totales por juego.

Nivel de intensidad	Diferencia máx. de la frec./min entre el 1er y 2do tiempo de un juego	Diferencia máx. de la frec./min entre dos juegos
estar parado	Juego 7: 1.09 (2.47-1.36)	Juegos 2 y 6: 1.73 (2.54-0.81)
caminando	Juego 3: 1.10 (3.76-2.66)	Juegos 1 y 3: 1.19 (4.38-3.19)
trote	Juego 3: 1.18 (3.95-2.77)	Juegos 2 y 4: 1.53 (3.87-2.34)
$\frac{3}{4}$ de velocidad	Juego 7: 0.48 (1.10-0.62)	Juegos 1 y 3: 0.93 (1.18-0.25)
sprint	Juego 9: 0.22 (0.24-0.02)	Juegos 2 y 6: 0.36 (0.36-0.00)

Analizando el número total de cambios de intensidad entre una y otra fase de los 5 niveles (véase la tabla 4 y la gráfica 4), así como de la duración media de cada una de las fases (véase las tablas 5 y 6 y las gráficas 5 y 6), se puede comprobar claramente el carácter acíclico de las exigencias físicas del árbitro. El árbitro tiene que cambiar de intensidad, en promedio, cada 4-7 segundos. Solamente al juntar los

niveles de intensidad más bajas (juegos de la Segunda División), este tiempo puede prolongarse hasta unos 15 segundos.

Sin embargo, el tiempo máximo de una fase de mayor intensidad, en promedio, no supera los 10 segundos. Es decir, el tiempo de actividad física del árbitro indica que la provisión energética se establece mediante el metabolismo aeróbico y la vía anaeróbico-aláctica. Pero, los tiempos de recuperación (tanto activa, como pasiva) son muy cortas lo que permite inferir que el problema fundamental de la carga física del árbitro es la acumulación de la fatiga que se puede contrarrestar principalmente por medio de un mejoramiento de la capacidad de recuperación en intervalos de corta duración. Esta acumulación de fatiga significa que el árbitro recurre, poco a poco, a la vía energética anaeróbico-láctica mientras los tiempos de recuperación son demasiado cortas para rellenar los depósitos de energía (ATP, adenosintrifosfato y CP, creatinfosfato) en sus músculos.

Los datos obtenidos sobre frecuencia y duración de las diferentes fases de intensidad permiten comparar, además, las cargas externas entre el primer y segundo tiempo del juego. La tabla 8 hace referencia a los datos contenidos en las gráficas 1, 2, 5 y 6.

Tabla 8: Comparación de los parámetros de la carga externa entre el primer y el segundo tiempo de los juegos. Nota: (*) = diferencia significativa.

	Diferencia entre primer y segundo tiempo			
	Primera División (n = 10 juegos)		Segunda División (n = 3 juegos)	
	Tiempos parciales	Duración promedia	Tiempos parciales	Duración promedia
Parado	p < 0.68	p < 0.17	-	-
Caminar	p < 0.84	p < 0.21	-	-
Par./cam.	-	-	p < 0.72	p < 0.12
Trote	p < 0.53	p < 0.26	p < 0.40	p < 0.14
¾ de vel.	p < 0.68	p < 0.98	p < 0.64	p < 0.03 (*)
Sprint	p < 0.36	p < 0.72	p < 0.95	p < 0.23

En general, no se puede constatar ninguna diferencia entre los parámetros del primer y segundo tiempo. Solamente el nivel de ¾ de velocidad de carrera presenta una diferencia significativa al nivel de 5% en cuanto a la duración promedia de esta fase de intensidad. Como la frecuencia absoluta de esta fase es muy baja, esta diferencia no permite una interpretación en cuanto a una característica general de las actividades físicas del árbitro central.

Los índices de la carga total como indicador de la carga física total (véase la tabla 2) presentan para los 10 juegos de la Primera División una ligera disminución en el segundo tiempo. Esta diferencia, sin embargo, no es estadísticamente significativa ($p \leq 0.10$) para ser considerada como un resultado interpretable.

En la tabla 9, se comparan los parámetros de la carga externa en cuanto a los juegos de la Primera y de la Segunda División.

Tabla 9: Comparación de los parámetros de la carga externa entre los juegos de la Primera y de la Segunda División.

Niveles de intensidad	Diferencia entre Primera (n = 10 juegos) y Segunda División (n = 3 juegos)	
	Tiempos parciales	Duración promedia
Par./cam.	$p < 0.22$	$p < 0.82$
Trote	$p < 0.05$ (*)	$p < 0.01$ (**)
$\frac{3}{4}$ de veloc.	$p < 0.41$	$p < 0.32$
Sprint	$p < 0.45$	$p < 0.31$

Entre la Primera (62.4%, correspondiente a aproximadamente 56:15 min) y Segunda División (58.1%, 52:20 min) se observa una diferencia de casi 4 minutos a favor de la Primera en cuanto al tiempo que los árbitros están parados o caminando. Sin embargo, esta diferencia no es significativa en el sentido estadístico. Los árbitros de la Segunda División trotan significativamente más tiempo (36.9%, 33:15 min vs. 30.6%, 27:35 min; $p < 0.05$), mientras los de la Primera corren más tiempo a alta velocidad (6.9%, 6:15 min vs. 5%, 4:30 min), aunque esta diferencia no es significativa. Así, el árbitro central de la Segunda División trota más tiempo, lo que es compensado por un mayor tiempo parcial del árbitro de la Primera División en las categorías de “parado/caminar” y de “ $\frac{3}{4}$ de velocidad”.

En cuanto a los índices de carga (véase la tabla 3), la diferencia entre la Primera y Segunda División (1.47 y 1.45, respectivamente) es muy pequeña y no significativa desde el punto de vista estadístico ($p \leq 0.74$).

6.2 Comparación de los datos con otras investigaciones

Como para nuestra investigación no contamos con un dispositivo para determinar las distancias recorridas del árbitro, proponemos una conversión de los tiempos en distancias suponiendo una velocidad promedia que corresponda a nuestra definición de los diferentes niveles de intensidad, con la finalidad de comparar nuestros datos con los de las otras investigaciones referidas en el marco teórico de este artículo.

Si se asigna una velocidad promedia a cada nivel de intensidad, la suma de los productos entre esta velocidad v_i y el tiempo t_i correspondiente da como resultado la distancia d total recorrida: $d = v_1t_1 + v_2t_2 + v_3t_3 + v_4t_4$, donde los índices corresponden a los 4 niveles de intensidad: caminar, trote, $\frac{3}{4}$ de velocidad y sprint (al estar parado,

el árbitro no recorre por definición ninguna distancia). Para determinar el tiempo que el árbitro se mantiene en un mismo nivel de intensidad, se utilizan los porcentajes de los tiempos parciales por nivel (véase tabla 2), considerando los 90 minutos del juego como el 100%.

Para el cálculo de distancias recorridas se pueden utilizar solamente los 10 juegos de la Primera División, ya que en los juegos de la Segunda División se unieron las categorías de “estar parado” y “caminar”. En este caso, es imposible diferenciar entre el tiempo que el árbitro esté parado (velocidad = 0 km/h) o caminando (velocidad > 0 km/h) y, por ende, no se puede asignar una velocidad promedio para estas fases.

Como velocidades promedias se consideran las siguientes: caminando 4.5 km/h (75 m/min), trote 9 km/h (150 m/min), $\frac{3}{4}$ de velocidad 15 km/h (250 m/min) y sprint 24 km/h (400 m/min).

La tabla 10 retoma los datos de la tabla 3, pero convertidos en distancias recorridas, sin considerar el tiempo de estar parado.

Tabla 10. Conversión de tiempos parciales por nivel de intensidad en distancias recorridas (en m).

Juego no.	CAMINAR		TROTE		$\frac{3}{4}$ VELOC.		SPRINT		TOTAL		
	1er	2do	1er	2do	1er	2do	1er	2do	1er	2do	total
1/P1	1316	1347	2639	2214	484	810	216	18	4655	4389	9044
2/P13	1677	1775	2221	1944	889	1249	0	0	4787	4968	9755
3/P14	1650	1755	1823	1755	776	641	0	0	4249	4151	8400
4/P6	1482	1458	2484	2268	855	698	450	288	5271	4712	9982
5/P13	1725	1779	1667	1559	574	1024	990	612	4956	4974	9929
6/P10	1482	1455	2180	2309	349	383	144	162	4155	4308	8462
7/P11	1924	2001	2396	1836	371	630	252	180	4943	4647	9591
8/P9	1546	1424	1870	2477	1238	765	288	54	4941	4721	9662
9/P10	1802	1745	2295	2423	439	248	0	0	4536	4416	8952
10/P12	1765	1806	1735	1553	214	326	90	72	3804	3756	7560
Prom.	1637	1654	2131	2034	619	677	243	139	4630	4504	9134
D. E.	181	215	338	348	314	311	301	192	447	379	798

Al evaluar las diferencias de las distancias medias recorridas entre los dos tiempos con la prueba “t de Student” para muestras dependientes, se encuentra solamente una diferencia significativa en la categoría de los sprints ($p \leq 0.04$) a favor del primer tiempo. Si se suman las distancias de las dos categorías de alta intensidad (promedio del primer tiempo: 862 ± 453 m; y del segundo tiempo: 816 ± 407 m), la diferencia se vuelve insignificativa ($p \leq 0.64$). Como la distancia recorrida con $\frac{3}{4}$ de velocidad aumenta ligeramente en el segundo tiempo, mientras la de los sprints disminuye, se puede constatar que el árbitro sustituye en el segundo tiempo algunos sprints a máxima intensidad por carreras a submáxima velocidad. Si esto se debe a la fatiga acumulada o a la capacidad de “leer” mejor el juego (anticipar mejor la necesidad de acercarse a la posición del balón), no se puede decidir y requeriría de una investigación más profunda.

Las demás categorías presentan diferencias lejos de ser significativas desde el punto de vista estadístico: caminar $p \leq 0.47$, trote $p \leq 0.37$, $\frac{3}{4}$ de velocidad $p \leq 0.55$. Sin embargo, la diferencia entre las distancias totales por tiempo presenta un valor de $p \leq 0.11$, lo que no se considera suficiente para que sea significativa. Sin embargo, la tendencia de la disminución de la distancia recorrida en el segundo tiempo es clara, ya que en 7 de los 10 juegos se presenta una disminución considerable hasta un máximo de 559 m en el juego número 4.

Naturalmente hay que ser cuidadoso a la hora de interpretar los datos acerca de las distancias recorridas, ya que se obtuvieron a base de la estimación de distancias medias para cada nivel de intensidad. Por la falta de una medición exacta de las distancias, los valores obtenidos en cada uno de los juegos pueden variar, sobre todo en cuanto a las carreras de alta velocidad. Sin embargo, es valioso comparar nuestros datos con los de otras investigaciones que se mencionan en el marco teórico.

El promedio de las distancias totales recorridas por los árbitros de la Primera División se encuentran en concordancia con los valores medidos en los años 90 en Europa. Catteral et al. (1993) y Johnston & McNaughton (1994) obtuvieron promedios ligeramente superiores a nuestros (9.44 km y 9.41 km, respectivamente). En el caso del segundo estudio, se reporta un 18.3% de la distancia total que se recorre con alta velocidad. Nuestros datos revelan el mismo porcentaje: $(1296 + 382) / 9134 = 1678 / 9134 = 18.4\%$. El porcentaje de la distancia recorrida con trote y caminando no se pueden comparar, ya que no incluyen, al contrario de nosotros, desplazamientos de espaldas. En el caso del primer estudio mencionado, se menciona que cada 6 segundos ocurre un cambio de intensidad y que la distancia recorrida en el segundo tiempo disminuye en comparación con el primer tiempo. Ambas conclusiones podemos sostener con nuestros datos.

En los estudios de los años del nuevo siglo se reportan distancias totales recorridas significativamente mayores que nosotros (10.07 hasta 11.38 km en promedio). ¿Esto significaría que el fútbol mexicano de Primera División todavía no llega a las exigencias físicas del fútbol de élite actual en Europa? Valdría la pena realizar estudios sobre los rendimientos físicos de los jugadores mexicanos para compararlos con datos de otros países. Krustup & Bangsbo (2001) indican que los árbitros recorren un 16.6% de la distancia total con alta velocidad, lo que corresponde

nuevamente a nuestros datos. También constatan la disminución significativa en el segundo tiempo.

D'Ottavio & Castagna (2001) no encuentran diferencias entre las distancias recorridas en los dos tiempos, mencionan una duración de los sprints de 2-4 segundos y calculan un 41.7% de la distancia total recorrida con más de 13 km/h. Este último dato no puede compararse con nuestros resultados por la falta de una medición exacta de las velocidades. La duración promedio de los sprints nos parece ligeramente mayor en la Primera División de México, ya que encontramos promedios de 5-6 segundos (véase la gráfica 6).

Castagna et al. (2007) constatan una gran variación entre las cargas físicas de diferentes juegos, tanto en cuanto a la distancia total recorrida (rango de 9-13 km), como en cuanto al porcentaje recorrido con alta velocidad (> 18 km/h; rango de 4-18%). Nosotros encontramos también grandes variaciones. En cuanto a la distancia total recorrida, el rango es menor (7.56 – 9.98 km), mientras los porcentajes de las distancias recorridas con alta velocidad son más variados (rango de 7.7% – 32.2%). Sin embargo, los porcentajes no pueden compararse directamente, ya que se refieren a carreras mayores de aproximadamente 12 km/h.

7 CONCLUSIONES

Se registraron los siguientes dos parámetros de la carga física externa de los árbitros centrales en 10 juegos de la Primera División y 3 juegos de la Segunda División de México: número y duración de las fases de una misma intensidad, divididas en 5 niveles (estar parado, caminar, trotar, correr con $\frac{3}{4}$ de velocidad y con máxima velocidad). A partir de estos datos se pudieron analizar y comparar, en cuanto a las fases registradas, su frecuencia absoluta y relativa, su tiempo total y relativo y su duración promedio. La comparación se efectuó en cuanto a las diferencias entre los juegos, entre los dos tiempos de cada juego y entre la Primera y Segunda División.

Al considerar una velocidad de desplazamiento promedio para cada nivel de intensidad, se pudieron calcular las distancias recorridas por el árbitro en su totalidad y por nivel de intensidad, permitiendo así, de la misma manera, la comparación entre los diferentes juegos y entre los dos tiempos de cada juego.

Como conclusiones principales podemos mencionar los siguientes aspectos:

- En cuanto a los diferentes parámetros de la carga física externa (frecuencia, tiempos y duraciones de las fases de diferentes niveles de intensidad) se encuentra una mayor variación entre los juegos que entre los dos tiempos de un mismo juego.
- No se constatan diferencias significativas entre los parámetros de la carga física externa en cuanto a los dos tiempos, con la excepción del tiempo total de las fases de sprint en los 3 juegos de la Segunda División. Además, se encuentra una disminución considerable, pero no estadísticamente significativa, de la distancia total recorrida en el segundo tiempo en los 10 juegos de la Primera División. La misma disminución no significativa se presenta al comparar los índices de la carga total (suma ponderada de las cargas de los diferentes niveles de intensidad).
- Al comparar la Primera y Segunda División, se encuentra un valor significativamente mayor en el tiempo total de trote de los árbitros de la Segunda División, mientras el tiempo que el árbitro está corriendo con alta velocidad es mayor en la Primera División, aunque esta diferencia no es significativa desde el punto de vista estadístico. Este resultado coincide con la suposición que los juegos de la Primera División son más dinámicos y, por eso, físicamente más exigentes que los de la Segunda División.
- La característica principal de la carga externa es la gran variabilidad de la intensidad. Las fases de mayor intensidad ($\frac{3}{4}$ de velocidad y sprints) no superan los 10 segundos y la mayoría de las fases de menor intensidad (recuperación activa) se encuentran en un rango de 10-15 segundos. Entonces, el árbitro tiene que ser capaz de aprovechar las pausas cortas para una recuperación rápida.
- El tiempo total de las fases de mayor intensidad oscilan entre 4:30 y 6:15 min durante todo el juego. Por la corta duración de estas fases se presume que el árbitro obtenga su energía por vía anaeróbico-aláctica, mientras el resto del juego utiliza principalmente el metabolismo aeróbico. Por eso, el metabolismo

anaeróbico-láctico no tiene importancia para el árbitro y, por consecuencia, la acumulación de lactato no debe preocupar en su preparación física.

- Cada 5-6 segundos, en promedio, ocurre un cambio de intensidad, lo que determina la especificidad de la resistencia del árbitro. Este hecho tiene que ser considerado en la preparación física del árbitro e indica una elevada exigencia para la resistencia de la fuerza específica (muchos frenos, arranques y cambios de dirección). Por la misma razón, hay que dar énfasis en ejercicios coordinativos que consideran los cambios entre los diferentes tipos de desplazamientos y de las velocidades.
- Para el árbitro de la Primera División Mexicana, la distancia total recorrida en el juego es relativamente baja en comparación con las exigencias físicas actuales en las ligas de élite en Europa.
- Al comparar las distancias recorridas con cada nivel de intensidad entre ambos tiempos, se encuentra una disminución significativa solamente en cuanto a los sprints, mientras las distancias recorridas con submáxima velocidad son mayores en el segundo tiempo. El árbitro, entonces, tiende a evitar en el segundo tiempo las carreras de máxima velocidad y trata de llegar a “la altura del balón” con velocidades menores.

Considerando que se analizaron pocos juegos sería importante extender la investigación a más juegos oficiales, incluyendo la Primera División “A”. Así, se puede verificar si la carga externa del árbitro mexicano es, como aparentan nuestros resultados, relativamente baja. Además, hay que analizar más juegos de las divisiones inferiores para identificar aquellos parámetros que caracterizan las diferencias de las demandas físicas en diferentes niveles de competencia.

Además, sería interesante analizar las diferencias de la carga externa entre diferentes juegos del mismo árbitro. Esto ayudaría a responder la pregunta si el árbitro, a través de su experiencia, regula su actividad física de manera relativamente constante (obviamente, de acuerdo con su nivel físico) o si es más importante para él adaptarse al estilo de juego de los equipos contrincantes.

Finalmente, hay que realizar mediciones de los parámetros de la carga externa en los árbitros asistentes que, probablemente, tienen una carga física total menor (están involucrados sólo en las acciones de una mitad de la cancha), pero con más fases de muy alta intensidad (por la exigencia de estar siempre a la altura del último defensivo). Al verificar esta diferencia se comprobaría que la preparación física específica del árbitro asistente debe tener otros métodos y contenidos que del árbitro central.

8 BIBLIOGRAFÍA

Castagna, C. & Abt, G. (2003). Intermatch variation of match activity in elite Italian soccer referees. *Journal of Strength and Condition Research*, 17, 388-392.

Castagna, C., Abt, G. & D'Ottavio, S. (2007). Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. *Sports Medicine*, 37, 625-646.

Catterall, C., Reilly, T., Atkinson, G. & Coldwells, A. (1993). Analysis of the work rates and heart rates of association football referees. *British Journal of Sports Medicine*, 27, 93-96.

D'Ottavio, S. & Castagna, C. (2001). Physiological load imposed on elite soccer referees during actual match play. *Journal for Sports Medicine and Physical Fitness*, 41, 27-32.

Hohmann, A., Kolb, M. & Roth, K. (Ed.). (2005). *Handbuch Sportspiel* (Manual de los Juegos Deportivos). Schorndorf (Alemania): Karl Hofmann.

Johnston, L. & McNaughton, L. (1994). The physiological requirements of Soccer refereeing. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 26, 67-72.

Krustrup, P. & Bangsbo, J. (2001). Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. *Journal of Sport Sciences*, 19, 881-891.