

Aproximación a las dinámicas de entrenamiento en el fútbol femenino amateur. Relación con la carga y la especificidad.

Practice dynamics approximation at women amateur soccer. Workload and specificity relationships.

Pajuelo-Molina, A.,^{1,2} & Caparrós-Pons, T.,^{1,3}

1. Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC), Universitat de Barcelona (UB), Barcelona, Espanya. 2. Escola de Futbol femení Manuel Lanzarote. 3. SPARG Research Group, Universitat de Vic, Vic, Espanya.

Resumen: Con el objetivo de determinar posibles relaciones entre las dinámicas de entrenamiento y las variables de carga externa, interna y de programación del entrenamiento, se realiza un estudio prospectivo observacional descriptivo con los registros (1095) de los entrenamientos (92) de un equipo de fútbol femenino amateur (n=17). En 7 de los entrenamientos se utilizó acelerometría y GPS. El análisis estadístico muestra diferencias significativas entre las dinámicas de entrenamiento ($p < 0.01$), relaciones significativas y tendencias entre éstas y variables de carga externa DIST/min ($r = 0.72$; $p < 0.01$), DIST AI ($r = 0.69$; $p < 0.01$), Total ACC+DEC ($r = 0.65$; $p < 0.01$) y DIST T ($r = 0.59$; $p < 0.01$) y especificidad ($r = 0.55$; $p < 0.01$). Se obtiene un modelo de regresión lineal múltiple ($R^2 = 0.98$; $p < 0.01$) con Total ACC+DEC, SHRZ y especificidad. La interacción de variables mostrada de carga externa, interna y de programación podrían ser una herramienta útil para gestionar la carga de los microciclos de equipos femeninos de fútbol amateur.

Palabras clave: Carga externa, carga interna, acelerometría, SHZR, especificidad

Abstract: In order to determine possible relationships between training dynamics and the variables of external, internal load and training programming, a descriptive prospective observational study was carried out with the records (1095) of the training sessions (92) of a soccer team. amateur female (n = 17). Accelerometry and GPS were used in 7 of the trainings. Statistical analysis shows significant differences between training dynamics ($p < 0.01$), significant relationships and trends between these and external load variables DIST / min ($r = 0.72$; $p < 0.01$), DIST AI ($r = 0.69$; $p < 0.01$), Total ACC + DEC ($r = 0.65$; $p < 0.01$) and DIST T ($r = 0.59$; $p < 0.01$) and specificity ($r = 0.55$; $p < 0.01$). A multiple linear regression model is obtained ($R^2 = 0.98$; $p < 0.01$) with Total ACC + DEC, SHRZ and specificity. The interaction showed of external, internal and programming variables could be a useful tool to manage the load of the microcycles of female amateur soccer teams.

Key Words: external workload, internal workload, accelerometry, SHRZ, specificity

Introducción

El fútbol es un juego complejo en el que las condiciones fisiológicas contemplan la relación entre grandes periodos de utilización del sistema aeróbico con períodos de ejercicio de alta intensidad (Bangsbo, 2014). La gran cantidad de acciones multidireccionales (Martín-García et al., 2018) durante el juego indican la magnitud de este intercambio de energía (Bangsbo, 2014) y definen la carga de trabajo de este deporte. Esta carga puede ser definida como externa o interna (Impellizzeri et al., 2018): la carga externa (CE) corresponde a los estímulos externos aplicados del deportista durante el entrenamiento o competición, y la carga interna (CI) es la respuesta individual fisiológica y psicológica a estos estímulos (Fox et al., 2018) y que se verá también afectada por otras variables biológicas y ambientales (Soligard et al., 2016). La cuantificación de esta carga en contextos multifactoriales como en los deportes de equipo, así como su periodización, tiene importancia para evaluar y comparar entre los simulacros de planificación y los realizados (Martín-García et al., 2018). Esto permite hacer una prescripción eficiente del proceso de entrenamiento, lo que incluye la evaluación de la parte condicional (Akubat, Barrett, & Abt, 2013) y poder controlar los procesos psicoemocionales y tener en cuenta su influencia en las adaptaciones al entrenamiento (Kiely, 2018).

La carga externa puede derivarse de la cuantificación del movimiento de un jugador durante el ejercicio. Los desarrollos en el sistema de posicionamiento global (GPS) y el acelerómetro han resultado métodos portátiles aplicables para realizar estos análisis valoración (Scott et al., 2013). La distancia total (DIST T), y la DIST AI se consideran como variables válidas para la valoración de la CE (Akubat et al., 2013), aunque la fiabilidad de la distancia medida a través de GPS, podría disminuir a medida que el jugador se acerca a velocidades máximas (Scott et al., 2013), del mismo modo que las carreras a altas velocidades podrían estar limitadas por los cambios energéticos (Barrett et al., 2016). Los acelerómetros triaxiales proponen la cuantificación de la CE con un algoritmo de magnitud vectorial denominado "Player Load", aplicable a los deportes de equipo (Boyd et al., 2013), pero dado que es una variable que utiliza un algoritmo para ser calculado (Torres & Schelling, 2017) y que se han reportado diferencias significativas entre el valor obtenido a partir del programa y la fórmula cartesiana utilizada para calcular su valor (Nicoletta et al., 2018), sólo se considera su utilización con variables primarias: aceleraciones (ACC) y deceleraciones (DEC) (Ballesta et al., 2019; Torres & Schelling, 2017).

En este contexto, la mayor parte de datos obtenidos por estos dispositivos presentan relaciones con la RPE (Rate of Perceived Exertion): la DIST a velocidad máxima, muestran una correlación cada vez más débil a medida que aumenta la velocidad, aunque Scott et al. (2013) explica este fenómeno, debido a la mayor contribución del metabolismo anaeróbico en actividades a alta intensidad. Esta explicación no sería del todo correcta, dado que siguiendo a autores como Noakes & Gibson, (2004), estos nos indican que durante el ejercicio voluntario los músculos esqueléticos no son hipóxicos y por tanto, el factor limitante no puede ser periférico, además siguiendo a Bellmunt et al. (2017) podemos indicar que la estrategia más adecuada para conocer el umbral anaeróbico puede ser a partir de las variaciones de la coordinación cardiorrespiratoria.

El control de la CI puede ser utilizada como medida primaria para monitorear deportistas (Impellizzeri et al., 2018), dado que la CI está condicionada por una CE específica que depende de un contexto concreto. Se definen diferentes variables al respecto: la RPE, es la respuesta subjetiva que tiene un individuo al estímulo realizado durante cada tarea de entrenamiento o toda la sesión. Tiene una perspectiva multifactorial (Borg, 1990) y multidimensional (Casamichana et al., 2012; Tenenbaum & Hutchinson, 2007), y aunque este método surgió como cuantificación de los deportes individuales (Impellizzeri et al., 2004) su aplicación se ha reproducido y aplicado se deportes de equipo como el rugby (Hartwig et al., 2008), el baloncesto (Foster et al., 2001; Sampaio et al., 2009) o de combate como el karate (Milanezi et al., 2011). Destaca su simplicidad, versatilidad (Alexiou & Coutts, 2008), reproducibilidad, baja variabilidad (Casamichana et al., 2012; Hill-Haas et al., 2008; Rampinini et al., 2007) y aplicabilidad al fútbol (Impellizzeri et al., 2004). En relación a un parámetro como la frecuencia cardíaca, el Summatory Heart Rate Zones (SHRZ) de Edwards (1993) utiliza el tiempo acumulado en cinco zonas arbitrarias multiplicado

por un factor del 1 al 5, descrito como aplicable al fútbol femenino (Alexiou & Coutts, 2008) y masculino (Esposito & Impellizzeri, 2004).

Las relaciones existentes entre CE y CI (Soligard et al., 2016) han sido corroborados mediante el uso de acelerómetro y GPS, pero hay que valorar también la respuesta perceptiva del deportista (Scott et al., 2013) en el juego y el entrenamiento. La especificidad es un principio del entrenamiento que se plantea para lograr una adaptación óptima y mejorar el rendimiento (San Román-Quintana et al., 2014) donde hay que valorar las interacciones propias del juego (Casamichana et al., 2012). Se ha identificado como los grados de especificidad influyen tanto en la CI como en la CE, atendiendo a los factores de orientación y jugadores por equipo (Casamichana et al., 2012) así como a los juegos reducidos, posiciones de juego (Casamichana et al., 2011). La especificidad del entrenamiento se clasifica en relación a la mayor o menor similitud del ejercicio con el movimiento deportivo propio (Solé, 2008) pudiendo ser utilizada la presentada por Seirul-lo (1993) clasificando los ejercicios en diferentes niveles. Esta propuesta permite identificar el nivel de semejanza de todos los componentes de las sesiones (Roca, 2008) y controlado su transferencia al juego (López et al., 2011).

Todas las variables mencionadas hasta el momento están relacionadas con la periodización del entrenamiento, dado que tal como indica Pol (2011) hay que valorar el efecto sinérgico a partir de las interacciones de los diferentes estímulos englobados en el entrenamiento en períodos no superiores a una semana, incompatible con las dinámicas de la planificación tradicional con períodos más largos (Pol, 2011). Para realizar un control semanal utilizará la propuesta de ciclos de entrenamiento semanales o microciclos (Martín-García et al., 2018) como estructuras condicionadas a partir del calendario, competiciones, estado de los jugadores, estado de recuperación y requisitos de optimización del rendimiento, a partir de las diferentes dinámicas expuestas por Pol (2011). En ellas, la Dinámica Intensiva de acción (DIA) es donde la carga de trabajo está enfocada a la mejora de la capacidad de acción / interacción del jugador con el entorno, con un bajo nivel de interactividad inter jugadores (Pol, 2011). Este bajo nivel de interactividad provoca acciones a alta intensidad para solucionar las situaciones, priorizando los procesos de acción en la resolución de acciones básicas, por tanto, de una complejidad más baja que en comportamientos colectivos. La Dinámica Extensiva (DE) busca la mejora del rendimiento a partir de los acoplamientos de los deportistas a partir de situaciones de juego, que tengan relaciones temporales y espaciales similares a competición (Pol, 2011). En ella, los espacios serán más grandes y las transiciones de las tareas rápidas, con el objetivo de provocar una mayor fatiga en los procesos de decisión- acción, y por tanto, los requisitos condicionales y bioenergéticas de la sesión serán similares a los de competición.

Finalmente, la Dinámica Intensiva de Interacción (DII) se orienta a la mejora del rendimiento global del equipo con la mejora de los acoplamientos entre los jugadores creando situaciones de superioridad y de gran interactividad. La duración de las tareas es relativamente baja, con acciones breves pero intensas, con una transición de tareas lenta para facilitar la recuperación, lo que se asocia a una percepción subjetiva de esfuerzo media-baja (Pol, 2011). El objetivo de este estudio, por tanto, es el de valorar las posibles relaciones entre variables de CE y CI con la programación del entrenamiento, en concreto atendiendo a la propuesta de dinámicas de entrenamiento propuestas por Pol (2011).

Material y método

Participantes

Se monitorizaron la totalidad de los entrenamientos de la temporada 2018-2019, de las 17 jugadoras de un equipo de fútbol femenino senior amateur. También se monitorizaron las variables cinemáticas con acelerómetro durante 7 de los entrenamientos de los meses de febrero y marzo. Las participantes tenían una edad de 22.87 ± 4.8 años, un peso de 58.08 ± 4.75 kg y una altura de 164.9 ± 3.93 cm. El equipo compite en la división Preferente Femenina catalana, entrenando 3 días con una duración de hora y media y jugando un partido semanal. Todo el equipo (jugadoras, entrenadores y directivos) estuvieron al caso del estudio y dieron su consentimiento

para la realización del mismo. El uso de los datos ha seguido los criterios de la Declaración de Helsinki, revisada en Fortaleza (World Medical Association, 2013).

Registro de variables

El registro de la acelerometría se realizó con el software Polar Team Pro. Estos dispositivos tienen un sensor de movimiento MEMS, 200 Hz (acelerómetro, giroscopio, brújula digital), y GPS integrado de 10Hz. Los sensores se han editado en el software para registrar 4 niveles diferentes de aceleraciones y desaceleraciones (Boyd et al., 2011; Gabbett, 2015; Varley et al., 2012). A cada jugadora se le asignó siempre el mismo dispositivo, diseñados para la medición y el registro específico de parámetros deportivos. Los datos fueron recogidos durante las sesiones de entrenamiento por el preparador físico del equipo, obteniendo un registro con el conjunto de variables para cada jugadora participante en el entrenamiento.

Variables utilizadas

De la CE se registraron con las variables el Total de ACC y DEC, Distancia recorrida (DIST T), Distancia en zonas de alta intensidad (DIST AI) y metros recorridos por minuto (DIST / min). Utilizando para las variables de velocidad los parámetros propuestos por Casamichana et al., 2013): parado-caminando (0-6.9 km / h), carrera suave (7.0-12.9 km / h), carrera moderada (13.0-17.9 km / h), carrera rápida (18.0-20.9 km / h) y sprint (> 21 km / h) y también siguiendo los mismos autores para la medida de las ACC entre 1.0 y 1.5 m / s², entre 1.5 y 2.0 m / s², 2.0 y 2.5 m / s² y > 2.5 m / s²; y DEC entre -1.0 y -1.5 m / s², entre -1.5 y -2.0 m / s², -2.0 y -2.5 m / s² y > -2.5 m / s² (Aughey, 2010; citado en Casamichana et al., 2013) pues los deportistas semiprofesionales de deportes de equipo presentan valores de aceleración máxima de 2,5 y 2,7 m / s². Para la CI, la variable de RPE, fue obtenida después de cada actividad mediante formulario individual después de 15-20 minutos de la finalización de las sesiones y el SHZR se calculó post sesión a partir de la fórmula propuesta por Edwards (1993). Finalmente, la especificidad se calculó también después de cada sesión a partir de la escala realizada por Solé (2008), haciendo la media de la sesión para la totalidad del equipo (tabla 1).

Tabla 1. Variables utilizadas para el análisis estadístico.

Carga externa	
Aceleraciones (ACC)/ Desaceleraciones (DEC)	Aceleraciones baja intensidad (ACC1): entre 1.0 - 1.5 m/s ²
	Aceleraciones moderada intensidad (ACC 2): entre 1.5 - 2.0 m/s ²
	Aceleraciones alta intensidad (ACC 3): entre 2.0 - 2.5 m/s ²
	Aceleraciones muy alta intensidad (ACC 4): >2.5 m/s ²
	Desaceleraciones baja intensidad (DEC 1): entre -1.0 - -1.5 m/s ²
	Desaceleraciones moderada intensidad (DEC 2): entre -1.5 - -2.0 m/s ²
	Desaceleraciones alta intensidad (DEC 3): entre -2.0 - -2.5 m/s ²
Desaceleraciones muy alta intensidad (DEC 4): >-2.5 m/s ²	
Distancia total recorrida (DIST T)	Km
Distancia en zonas de alta intensidad (DIST AI)	Distancia >18 km/h de velocidad
Distancia por minuto (DIST/min)	Metros/minuto
Volumen	Minutos totales
Carga interna	
Summatory Heart Rate Zones	Edwards' TL = duration in zone 1 * 1 + duration in zone 2 * 2 + duration in zone 3 * 3 + duration in zone 4 * 4 + duration in zone 5 * 5 Edwards' TL = duration in zone 1 * 1 + duration in zone 2 * 2 + duration in zone 3 * 3 + duration in zone 4 * 4 + duration in zone 5 * 5
	SHRZ = (Duración en zona 1 x 1) + (Duración en zona 2 x 2) + (Duración en zona 3 x 3) + (Duración en zona 4 x 4) + (Duración en zona 5 x 5) zona 1 = 50-60% FCmax; zona 2 = 60-70% FCmax; zona 3 = 70-80% FCmax; zona 4 = 80-90% FCmax; zona 5 = 90-100% FCmax.
Percepción Subjetiva de esfuerzo (RPE)	Escala CR-10
Programación del entrenamiento	
Especificidad (Solé, 2008)	Genéricas (Nivel 1-2): Trabajo condicional general.
	Generales (Nivel 3-4): Tareas individuales de fuerza, carrera continua y prevención de lesiones.
	Dirigidas (Nivel 5-6): Tareas sin oposición. Circuitos técnicos, oleadas y acciones combinadas.
	Especiales (Nivel 7-8-9): de 1c1 al 10c10. Situaciones básicas tácticas, oleadas con oposición, juegos de conservación o posición y trabajo de líneas con oposición.
	Competitivas (Nivel 10): Partidos de entrenamiento 11c11 o oficiales.

Análisis estadístico

El software utilizado fue el JASP (The JASP Team, Amsterdam, Holanda) en su versión 0.9.2. para Mac. Después de un análisis descriptivo de tendencia central, se determinó la normalidad de la muestra. Con las variables obtenidas en cada sesión, se determinó independencia de las variables respecto a las dinámicas de entrenamiento mediante el test de Kruskal-Wallis, y respecto a las sesiones de entrenamiento con el test de Friedman. Posteriormente, se valoraron las relaciones entre variables con las variables mediante Rho de Spearman. Finalmente, con los valores medios de las variables estudiadas y atendiendo a su normalidad, se llevó a cabo una

regresión lineal múltiple. El nivel de significación para todos los análisis es de $p < 0.05$. Se indica el nivel de significación exacto para cada coeficiente de correlación.

Resultados

Análisis descriptivo

Se realiza un total de 1095 registros de jugadoras, correspondientes a 92 entrenamientos (11.9 ± 2.1 registros). De estos, 35 eran entrenamientos DE, 26 DIA y 31 DII. De la totalidad de entrenamientos, 7 se monitorizaron con acelerómetro y GPS (1 DE, 2 de DIA y 4 DII) obteniendo 85 registros (12.14 ± 1.12 registros para entrenamiento). Las variables de carga externa relativas al acelerómetro y el GPS (tabla 2), el total ACC y DEC mostraron los valores medios más altos en la DE (534.7 ± 93.12 y 594.4 ± 102.5 respectivamente) y más bajos en DIA y DII (339.37 ± 70.2 y 388.2 ± 78.31 respectivamente). La DIST/min máxima se dio en la DE con 55.8 ± 7.62 m / min y los mínimos en DII, 34.56 ± 04.36 m / min. En lo relativo a la CI (tabla 3), los valores medios de la RPE más elevados correspondieron a la DE, 6.73 ± 1.36 y los inferiores en DII con 5.31 ± 1.49 . El SHZR mostró también los valores mayores para DE (230 ± 37.72), pero los inferiores para DIA (134.7 ± 31.11). Por último, la especificidad mostró de nuevo valores medios máximos de 7.424 ± 1.31 para la DE y valores mínimos en DIA (5.62 ± 01.36).

Resultados estadísticos

Atendiendo a los valores medios por sesión, se observan diferencias significativas entre los valores de CE, CI y Especificidad del entrenamiento en relación a las dinámicas de entrenamiento (ver figura 1), tanto para DIST T ($K = 64.65$; $p < 0.001$) DIST / min ($K = 26.62$; $p < 0.01$), DIST AI ($K = 19.93$; $p < 0.01$) y Total ACC + DEC ($K = 27.42$; $p < 0.01$), RPE ($K = 387$; $p < 0.01$) y SHZR ($K = 200.7$; $p < 0.01$) y la especificidad ($K = 379.2$; $p < 0.01$). Las variables se muestran también independientes a la sesión realizada, tanto para los valores de CE, CI como Especificidad del entrenamiento: para DIST T ($W=12:37$; $p < 0.001$) DIST / min ($W=12:58$; $p < 0.01$), DIST AI ($W = 12.18$; $p < 0.01$) y Total ACC + DEC ($W=12.18$; $p < 0.01$), RPE ($W=0.44$; $p < 0.01$) y SHZR ($W=12:35$; $p < 0.01$) y la especificidad ($W=12:57$; $p < 0.01$).

Se observan relaciones significativas entre el tipo de dinámicas y la CE en relación a la DIST / min ($r = 0.72$; $p < 0.01$), así como tendencias con la DIST AI ($r = 0.69$; $p < 0.01$), Total ACC + DEC ($r = 0.65$; $p < 0.01$) DIST T ($r = 0.59$; $p < 0.01$). En lo relativo a CI y las dinámicas, no se observan ningún tipo de relaciones. Con la especificidad sí hay una tendencia con las dinámicas ($r = 0.55$; $p < 0.01$) (Tabla 4).

Tabla 2. Resultados promedios de Datos cinemáticos obtenidos de todos los registros

	DIST T (m)				DIST/min (m/min)				DIST AI				Total DEC				Total ACC			
	DE	DIA	DII	DIA	DE	DIA	DII	DIA	DE	DIA	DII	DIA	DE	DIA	DII	DIA	DE	DIA	DII	
n	1	2	4	2	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	
x	437	242	262	3.4	55	3.4	46	61	3.4	29	29	524	388	594	388	534	459	534	459	
SD	9	7	0	56	80	5.6	44	90	4	39	39	4	2	3	2	7	7	7	7	
	603	334	593	4.3	7.6	4.3	6.5	28	5.8	29	29	67	78	102	67	93	79	93	79	
	3	6	6	6	2	6	8	42	6	71	71	48	31	5	31	12	30	30	27	

n: registros; x: Promedio; SD: Desviación Estándar; DIST T: distancia; DIST/min: metros por minuto; DIST AI: distancia alta velocidad (sumatorio de metros a >18km/h); DE: Dinámica n: n: registros; x: Promedio; SD: Desviación Estándar; DIST T: distancia; DIST/min: metros por minuto; DIST AI: distancia alta velocidad (sumatorio de metros a >18km/h); DE: Dinámica Extensiva; DIA: Dinámica Intensiva de acción; DII: Dinámica Intensiva de Interacción; Total ACC: Sumatorio de todas las aceleraciones por sesión; Total DECC: Sumatorio de todas las desaceleraciones por sesión.

Tabla 3. Resultados promedios de Carga Externa, Carga Interna y especificidad obtenidas de todos los registros

	RPE			SHZR			VOLUMEN (min)			Especificidad		
	DE	DIA	DII	DE	DIA	DII	DE	DIA	DII	DE	DIA	DII
n	35	31	26	24	25	22	35	31	22	35	31	26
x	6.73	5.68	5.31	230.3	184.7	209.7	85.11	69.01	69.59	7.42	5.62	5.89
SD	1.36	1.6	1.49	37.72	31.11	31.48	13.10	12.61	12.29	1.31	1.36	1.25

n: registros; x: Promedio; SD: Desviación Estándar; DE: Dinámica Extensiva; DIA: Dinámica Intensiva de acción; DII: Dinámica Intensiva de Interacción; RPE: Percepción Subjetiva de Esfuerzo; SHZR: Summatory Heart Rate Zones; Volumen: minutos por sesión

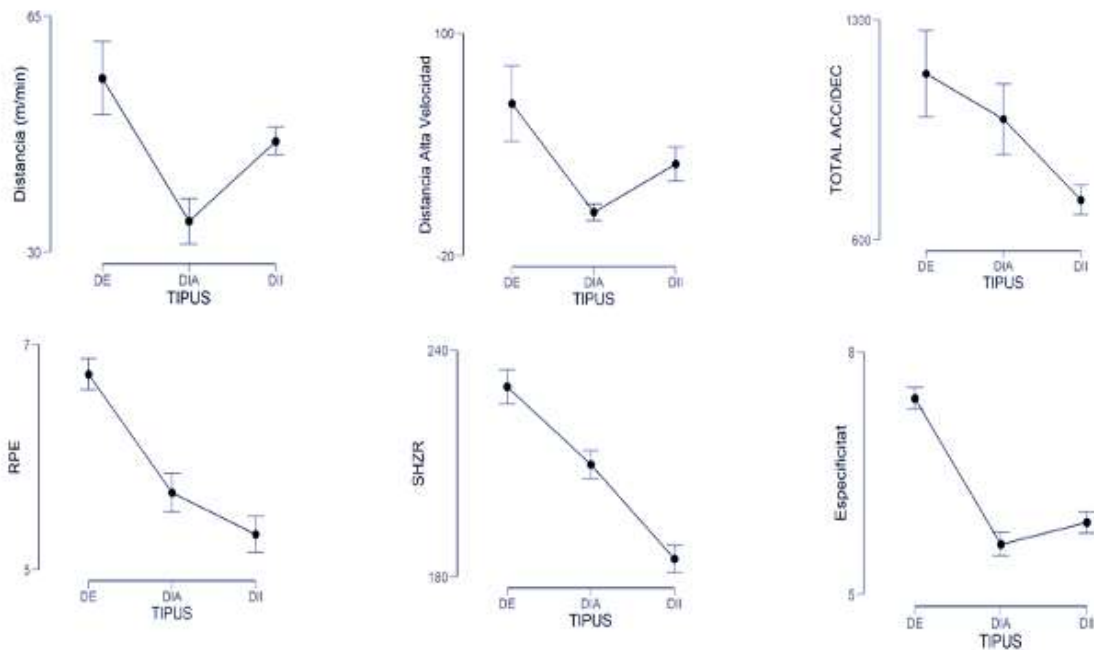


Figura 1. Independencia de las variables de Carga externa, carga interna y especificidad en relación a las dinámicas de entrenamiento.

Finalmente se procedió a realizar una regresión lineal múltiple con la intención de valorar una posible causalidad entre el comportamiento del conjunto de variables independientes que definen la carga del entrenamiento, respecto a las dinámicas de entrenamiento, como variable dependiente. Se obtienen 3 variables predictoras, el total ACC + DEC relativa CE, el SHZR relativa a la CI y la especificidad de la tarea, presentando un valor $R^2 = 0.98$ (tabla 5 y 6). Se obtuvo un modelo de regresión lineal múltiple ($p < 0.01$) que permitiría determinar una posible causalidad entre las variables de CE, Ci y especificidad y las dinámicas de entrenamiento (tabla 7).

Tabla 4. Correlaciones entre las variables de CE, CI, Especificidad y las dinámicas de entrenamiento

		SHZR	Especificidad	DIST T	DIST/min	DIST AI	RPE	Dinámica
1.SHZR	Spearman's rho	—						
	p-value	—						
2.Especificidad	Spearman's rho	0.55**	—					
	p-value	< .001	—					
3.Distancia (m)	Spearman's rho	0.81*	0.89**	—				
	p-value	.006	< .001	—				
4.Distancia (m/min)	Spearman's rho	0.68**	0.85*	0.87**	—			
	p-value	< .001	.001	< .001	—			
5.Distancia Alta Velocidad	Spearman's rho	0.79**	0.84**	0.87**	0.89**	—		
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	—		
6.RPE	Spearman's rho	0.38	0.55**	0.53**	0.50**	0.50**	—	
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—	
7.Dinámica	Spearman's rho	0.18	0.55**	0.59**	0.73**	0.69**	0.26	—
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—
8.Total ACC+DECC	Spearman's rho	0.50**	0.29*	0.72**	0.2	0.29*	0.20*	0.65**
	p-value	< .001	.001	< .001	.06	.02	< .03	< .001

*p<0.05; **p<.001; SHZR: Summatory Heart Rate Zones; DIST T: distancia en metros; DIST/min: metros recorridos por minuto; DIST AI: Distancia alta velocidad, Metros recorridos a >18km/h; RPE: Percepción Subjetiva de esfuerzo; Total ACC+DEC: Sumatorio de las aceleraciones y desaceleraciones totales

Tabla 5. Estadístico de la regresión lineal múltiple y análisis de la varianza

Model	R	R ²	Adjusted R ²	RMSE
0	0.990	0.980	0.979	0.124

Variables predictoras: TOTAL ACC+DEC, Especificidad, SHZR. Variable dependiente: Dinámicas de entrenamiento

Tabla 6. Análisis de varianza para la variable dependiente “dinámicas de entrenamiento”

Modelo	Suma de los cuadrados	df	Promedio de los cuadrados	F	p
0 Regresión	27.152	3	9.051	586.2	< .001
Residual	0.540	35	0.015		
Total	27.692	38			

Modelo nulo incluye TOTAL ACC+DEC, Especificidad, SHZR

Tabla 7. Modelo de regresión lineal múltiple para las variables predictoras de las dinámicas de entrenamiento

Variables	RNE	SE	RE	t	p-value
(Intercept)	1.48	0.14		9.96	< .001
Total ACC+DEC	-8.95e -4	1.03e -4	-0.19	-6.85	< .001
Especificidad	0.68	0.21	0.87	32.63	< .001
SHZR	-0.01	7.8e -4	-0.38	-13.8	< .001

Variables predictoras: SHZR, Summatory Heart Rate Zones; Total ACC/DEC, Sumatorio de todas las aceleraciones y desaceleraciones; Especificidad. Variable dependiente: dinámicas de entrenamiento. RNE: residuo no estandarizado; SE: error estándar; RE: residuo estandarizado

Discusión

El hallazgo más importante de este estudio son las diferencias observadas entre las dinámicas de entrenamiento de los microciclos en el fútbol femenino amateur, donde la DE es la que presenta valores más elevados de CE y CI. Las dinámicas de entrenamiento podrían ser definidas por estas variables, así como por la especificidad de las tareas. El objetivo de la propuesta de las diferentes dinámicas de entrenamiento (Pol, 2011) es aportar a la futbolista un tipo de interacción concreta con un tipo de contexto de juego deseado, y de esta manera favorecer las diferentes formas de solicitud muscular en función de la motricidad requerida por la situación presentada. Atendiendo a los resultados, cada una de las dinámicas presenta diferencias en las variables de CE (DIST T, DIST AI y Total ACC + DEC), CI (RPE y SHRZ) y Especificidad, lo que podría justificar la idoneidad de estos planteamientos. Es necesario contextualizar, sin embargo, que, aunque tanto CE y CI pueden presentar comportamientos similares dentro de cada una de las dinámicas, estos son independientes en todas las variables analizadas ($p < 0.01$). Es decir, CE y CI son usufructos diferentes y deben ser considerados por separado (Impellizzeri et al., 2018; Soligard et al., 2016).

Ahora bien, cada uno de estos parámetros de carga, tanto CE como CI, sus variables siguen perfiles tanto cuantitativos como cualitativos y relaciones que podrían ser útiles para definir las diferentes dinámicas de entrenamiento (figura 1). Centrándonos en la CE, la DE es aquella que presenta el resultado cuantitativo más elevado para todas las variables analizadas, y se podría interpretar como un planteamiento adecuado a sus objetivos, de carácter extensivo, intensivo y en el contexto específico del juego e interacciones más cercanas a la competición. Para la DIA sus objetivos también se ven representados, pues ofrece valores más bajos en las variables vinculadas al volumen de CE (DIST / min y DIST AI), pero aquellas que pueden reflejar la intensidad de éste, como es el Total ACC + DEC (Ballesta et al., 2019) tienen el valor medio entre las propuestas, propio de la predominancia de la utilización de espacios reducidos y la fomentación de la intensidad en las acciones, no en el juego (Pol, 2011). Para DII, los resultados reportan un predominio de la DIST AI, lo que podría asociarse a por la necesidad de actuación de los jugadores de forma rápida fomentada por situaciones del juego de alta intensidad. Estas dinámicas durante el microciclo, la podemos observar también a través de la CI. La RPE, en DE es la más elevada de la semana; en DIA, mostraría unos valores medios y por último la DII unos valores inferiores según sus objetivos iniciales. Y así lo muestran los resultados. En este sentido, la CI en las dinámicas más intensivas muestra valores inferiores, modulado por la gestión de los tiempos de pausa y recuperación.

Este aspecto podría estar justificado debido a la contribución de la frecuencia cardíaca para explicar la participación del metabolismo aeróbico, pero la dificultad de ésta para asociarse al anaeróbico (Esposito & Impellizzeri, 2004) debido a que la respuesta cardiovascular en ocasiones no tiene consistencia a la respuesta del RPE (Lorente et al., 2016), como es el caso aquí observado. Estas diferencias pueden ser provocadas por el aumento de la contribución anaeróbica en los entrenamientos de fútbol (Impellizzeri et al., 2004). En el caso del RPE (Bartlett et al., 2016) indicando que el número de aceleraciones eran importantes para conocer la RPE de un jugador. En relación a la especificidad, en todas las dinámicas también los resultados sugieren que en la modificación de ciertos parámetros que definen la especificidad del ejercicio, como pueden ser la orientación del espacio, número de jugadores o espacios de interacción afectan a la carga sufrida por la jugadora (Casamichana et al., 2011).

De acuerdo a los resultados descriptivos, las dinámicas de entrenamiento valoradas en este estudio presentan algunas relaciones significativas y tendencias con las variables de carga. Las dinámicas de entrenamiento se relacionan con la CE tanto con la DIST T ($r = 0.73$) como la DIST / min ($r = 0.73$), observándose también una tendencia con la DIST AI ($r = 0.69$) y con el Total ACCEL + DEC ($r = 0.65$). Esta relación se da con más intensidad entre dos variables de CE como son DIST y Total ACC + DEC ($r = 0.72$). Podemos establecer por tanto relaciones entre las variables de CE y las dinámicas, lo que nos permitiría definir a las segundas en función del diseño de la carga. El diseño de los registros puede ofrecer información sobre la cantidad de acciones discretas del entrenamiento (Dalen et al., 2016), y para entornos específicos, ayudar a completar

el análisis de las jugadoras en relación a su lesionabilidad (Malone et al., 2017) o rendimiento (Akubat et al., 2013).

Las posibles relaciones de la CI y las dinámicas de entrenamiento no coinciden con otras propuestas (Alexiou & Coutts, 2008; Casamichana et al., 2013). Aunque los estudios anteriores no sean bajo esta propuesta de entrenamiento para microciclos, el reducido número de entrenamientos registrados con acelerómetro (7) y 6 de ellos de carácter intensivo (donde precisamente uno de los objetivos es la recuperación entre tareas y la RPE prevista es media-baja) pueden ofrecer una visión parcial de esta variable. Aun así, en la variable SHRZ sí se relaciona de manera significativa tal como indica Scanlan et al., (2014) con otras variables de CE (DIST T, $r = 0.81$; DIST AI, $r = 0.79$). Contextualizando su relación e independencia (Soligard et al., 2016), la gestión de estas variables de CE, por lo tanto, nos puede ofrecer también una herramienta para la gestión de la CI. La CE nos ayudaría a definir el tipo de contexto que el entrenador / a prescribe a los deportistas y la CI a valorar respuesta fisiológica de estos / as respecto al contexto presentado (Malone et al., 2015).

Es el mismo caso que la especificidad, dado que esta muestra relaciones fuertes de carácter significativo con las variables de CE como DIST T ($r = 0.89$), DIST / min ($r = 0.85$) y DIST AI ($r = 0.84$). A su vez, los resultados significativos del Test de Friedman permiten valorar la carga de cada una de las tareas (tanto CE como CI) como independientes de la propia sesión. Cada tarea tendría un efecto concreto a la jugadora, lo que nos permitiría poder diseñar los entrenamientos en función de objetivos individualizados también mediante la especificidad de las tareas a realizar. Estas determinan tanto los espacios, densidad como el número de jugadores a medida que su complejidad aumenta (Casamichana et al., 2012), interpretando los diferentes tipos de tareas y prisas de decisión en relación a la competición (Scanlan et al., 2014) y evitando así la monotonía del entrenamiento (Morales et al., 2019) y de sus estímulos cognitivos.

Considerando al deportista como un sistema complejo dinámico y no lineal, el cual su comportamiento surge de la interacción con el contexto (Balagué & Torrents, 2011) se puede sugerir que, aunque los resultados no reporten correlaciones ni tendencias entre algunas de las variables estudiadas, no se debería obviar que la interacción del deportista con todas ellas, presentará coordinaciones únicas y por lo tanto un proceso de auto-organización específico. Teniendo en cuenta variables que pueden definir parte del contexto específico del entrenamiento de este equipo, su interacción permite obtener un modelo estadístico ($p < 0.01$) (tabla 7) que podría ayudar a interpretar interacciones entre CE (contexto presentado) y CI (respuesta del individuo) conjuntamente con una variable de la programación del entrenamiento (especificidad). Esta interacción mostrada (Impellizzeri et al. 2016), aplicada de forma correcta, puede ayudar a entrenadores a optimizar y mejorar el proceso de entrenamiento para grupos concretos (Caparrós et al., 2018) con información específica (Scanlan et al., 2014).

Ahora bien, a pesar de las interacciones presentadas anteriormente, la falta de métodos que nos pueden ayudar a entender y comprender el entrenamiento nos limitará en su conocimiento total, a pesar de utilizar variables que pretendan definirlo y ayudar a facilitar el proceso de toma de decisiones (Gabbett, 2016). A pesar de su posible aplicabilidad, la implementación de esta información, sin embargo, no se debería asumir como una dosis-respuesta lineal entre la carga de entrenamiento y la respuesta de los jugadores (Balagué & Torrents, 2011; Scanlan et al., 2014), sino que habría que englobarlo dentro del contexto propio de interacción deportista-entorno.

Como conclusión, los resultados nos sugieren que las dinámicas de entrenamiento se relacionan con las variables de CE y la especificidad de las tareas, pero no lo hacen con la CI. Sin embargo, la interacción de variables de CE, CI y la especificidad del entrenamiento podrían ser una herramienta útil para la gestión de la carga de trabajo durante el microciclo para equipos femeninos de fútbol amateur, así como para definir el diseño de los entrenamientos según la propuesta de Pol (2011).

La principal limitación de este estudio es el tamaño de la muestra en relación a las variables cinemáticas obtenidas con acelerómetro y GPS. Como si han podido registrarse el resto de variables, un mayor número de estas en concreto podría ofrecer un perfil más preciso de alguno

de los valores de CE. Estas limitaciones, sin embargo, son propias del deporte amateur, donde los recursos económicos no permiten la libre disposición de tecnología. Es por ello que estudios longitudinales de este tipo, así como su aplicabilidad son necesarios en este contexto deportivo. Por último, y con respecto a las aplicaciones prácticas, para entornos específicos, la gestión de carga puede ayudar a completar el análisis cibernético de las jugadoras en relación con su posible riesgo de lesión o mejorar el rendimiento. Esta tarea debe ser integrada dentro del proceso de entrenamiento, y plantea la necesidad de un perfil técnico y laboral con competencias para el análisis de datos y su aplicación a las ciencias del deporte.

Bibliografía

- Akubat, I., Barrett, S., & Abt, G. (2013). Integrating the internal and external Training Load in Soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 457-62.
- Alexiou, H., & Coutts, A. J. (2008). A Comparison of Methods Used for Quantifying Internal Training Load in Women Soccer Players, 320–330. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(3), 320-30.
- Balagué, N., & Torrents, C. (2011). Complejidad y deporte (Inde). Barcelona.
- Sánchez-Ballesta, A., Abruñedo, J., & Caparrós, T. (2019). Accelerometry in Basketball. Study of External Load during Training. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 135, 100-117.
- Bangsbo, J. (1994). Energy demands in competitive soccer. *Journal of Sports Sciences*, 12, 5-12.
- Bangsbo, J. (2014). Physiological Demands of Football. *Sports Science Exchange*, 27(125), 1–6.
- Barrett, S., Midgley, A. W., Towlson, C., Garrett, A., Portas, M., & Lovell, R. (2016). Within-match PlayerLoad™ patterns during a simulated soccer match: potential implications for unit positioning and fatigue management. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(1), 135-140.
- Bartlett, J., O'Connor, F., Pitchford, N., Torres-Ronda, L., & Robertson, S. (2016). Relationships between internal and external training load in team sport athletes: evidence for an individualised approach. *International Journal of Sport Physiology and Performance*, 12(2), 230-234.
- Bellmunt, S., García-Retortillo, S., Javierre, C., Ventura, J.L., Hristovski, R. & , Balagué, N. (2017). Anaerobic Threshold or Cardiorespiratory Reconfigurations with Workload Accumulation? *International Congress of Complex Systems in Sport*, Barcelona, Spain.
- Borg, G. (1990). Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 16(1), 55–58.
- Boyd, L. J., Ball, K., & Aughey, R. J. (2013). Quantifying External Load in Australian Football Matches and Training Using Accelerometers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(1), 44-51.
- Casamichana, D., Castellano, J., Blanco-Villaseñor, Á., & Usabiaga, O. (2012). Estudio de la Percepción Subjetiva del Esfuerzo en Tareas de Entrenamiento en Fútbol a través de la Teoría de la Generalizabilidad. *Revista de Psicología del Deporte*, 21(1), 35-40.

- Caparrós, T., Casals, M., Solana, Á., & Peña, J. (2018). Low External Workloads Are Related to Higher Injury Risk in Professional Male Basketball Games. *Journal of Sports Science & Medicine*, 17(2), 289–297.
- Casamichana, D., Castellano, J., Calleja-González, J., Román, S., & Castagna, C. (2013). Relationship between indicators of Training Load in Soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 369-74.
- Casamichana, D., Castellano, J., & Dellal, A. (2013). Kinematic Profile in Friendly Matches of Semiprofessional Soccer Players. *Journal of Sport and Health Research*, 5(3), 283–294.
- 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.
- Dalen, T., Jorgen, I., Gertjan, E., Geir Havard, H., & Ulrik, W. (2016). Player Load, Acceleration and deceleration during forty-five competitive matches of elite soccer. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(2), 351-9.
- Esposito, F., & Impellizzeri, Æ. F. M. (2004). Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 93(1-2), 167-72.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
- Fox, J. L., Stanton, R., Sargent, C., Anne, S., & Aaron, W. (2018). The Association Between Training Load and Performance in Team Sports : A Systematic Review. *Sports Medicine*, 48(12), 2743-2774.
- Gabbett, T. J. (2015). Relationship between accelerometer load, collisions, and repeated highintensity effort activity in rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(12), 3424-3431.
- Gabbett, T. J. (2016). The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273-280.
- Hartwig, T. B., Naughton, G., & Searl, J. (2008). Defining the volume and intensity of sport participation in adolescent rugby union players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(1), 94-106.
- Hill-Haas, S., Coutts, A., Rowsell, G., & Dawson, B. (2008). Variability of acute physiological responses and performance profiles of youth soccer players in small-sided games. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(5), 487-490.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A. L. D. O., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(6), 1042-1047.
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2018). Internal and External Training Load : 15 Years On Training Load : Internal and External Load Theoretical Framework : The Training Process. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 270-273.

- Kiely, J. (2018) Periodization Theory : Confronting an Inconvenient Truth. *Sports Medicine*, 48(4), 753-764.
- López, D. F. A., Vélez, D. D. C., Da, D., Teresa, M., & León, M. (2011). Una propuesta de clasificación de tareas para los deportes de equipo. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 392 (18), 85-98.
- Murillo Lorente, V., Álvarez Medina, J., & Manomelles Marqueta, P. (2016). Control of training loads through perceived exertion. Prediction of heart rate. *Retos*, 30, 82-86.
- Malone, J., Di Michele, R., Morgans, R., Burgess, D., Morton, J. ., & Drust, B. (2015). Seasonal Training Load Quantification in Elite English Premier League Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 489-97.
- Malone, S., Owen, A., Newton, M., Mendes, B., Collins, K. D., & Gabbett, T. J. (2017). The acute: chronic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(6), 561-565.
- Martín-García, A., Gómez Díaz, A., Bradley, P. S., Morera, F., & Casamichana, D. (2018). Quantification of a Professional Football Team's External Load Using a Microcycle Structure. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(12), 3511–3518.
- Milanez, V., Lima, M., Perandini, L., Gonçalves, C., & Franchini, E. (2011). Avaliação e comparação das respostas da percepção subjetiva de esforço e concentração de lactato em uma competição oficial de karate. *Journal of Physical Education*, 22(1), 57-64.
- Morales Aznar, J., Roman, V., Yáñez, A., Solana-Tramunt, M., Álamo, J. M., & Fíguls, A. (2019). Physiological and psychological changes at the end of the soccer season in elite female athletes. *Journal of Human Kinetics*, 66, 99-109.
- Nicolella, D. P., Torres-Ronda, L., Saylor, K. J., & Schelling, X. (2018). Validity and reliability of an accelerometer-based player tracking device. *PLoS ONE*, 13(2), e0191823.
- Noakes, T.D., & Gibson A.S.C. (2004) Logical limitations to the ‘‘catastrophe’’ models of fatigue during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, 38(5), 648-9.
- Pol, R. (2011). La preparación ¿física? en el fútbol (MCSports). Barcelona.
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 659-666.
- Roca, A. (2008). El proceso de entrenamiento en el fútbol. (MCSports). Barcelona.
- Scanlan, A., Wen, N., Tucker, P., & Dalbo, V. (2014). The relationships between internal and external training load models during basketball training. *Journal of Strenght & Conditioning research*, 28(9), 2397–2405.
- Sampaio, J., Abrantes, C., & Leite, N. (2009). Power, heart rate and perceived exertion responses to 3x3 and 4x4 basketball small-sided games. *Revista de Psicología del Deporte*, 18(3), 463-467.
- San Román-Quintana, J., Casamichana, D., Castellano, J., & 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., & Jonge, X. A. (2013). A Comparison of Methods to Quantify the In-Season Training Load of Professional Soccer Players. *International Journal of Physiology & Performance*, 8(2), 195-202.
- Seirul-lo, F. (1993): Preparación física aplicada a los deportes de equipo, Colección Cuadernos Técnico-Pedagógicos do INEF de Galicia, A Coruña: Centro Galego de Documentación e Edicións Deportivas.
- Solé, J. (2008). Teoría del entrenamiento deportivo. Libro de ejercicios (Sincropat). Barcelona.
- Soligard, T., Schwelnus, M., Alonso, J.M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H.P., Gabbett, T., Gleeson, M., Hägglund, M., Hutchinson, M.R., Janse van Rensburg, C., Khan, K.M., Meeusen, R., Orchard, J.W., Pluim, B.M., Raftery, M., Budgett, R., Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1030-1041.
- Tenenbaum, G., & Hutchinson, J. C. (2007). A social-cognitive perspective of perceived and sustained effort. *Handbook of Sport Psychology*, 560-577.
- Torres-Ronda, L., & Schelling, X. (2017). Critical process for the implementation of technology in sport organizations. *Strength and Conditioning Journal*, 39(6), 54–59.
- Varley, M. C., Fairweather, I. H., & Aughey, R. J. (2012). Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion. *Journal of Sports Sciences*, 30(2), 121-127.
- Vázquez-Guerrero, J., Suárez-Arrones, L., Casamichana Gómez, D., & Rodas, G. (2018). Comparing external total load, acceleration and deceleration outputs in elite basketball players across positions during match play. *Kinesiology: International Journal of Fundamental and Applied Kinesiology*, 50(2), 1-7.
- World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki. *JAMA*, 310(20), 2191.