

Article

Medios para Cuantificar la Carga Interna de Entrenamiento en Deportes de Equipo. La Frecuencia Cardíaca, el Consumo de Oxígeno, la Concentración de Lactato en Sangre y la Percepción Subjetiva del Esfuerzo: Una Revisión

Jorge Cuadrado Reyes^{1,2} y M Grimaldi³

¹Departamento de Educación Física y Deportiva de la. Universidad de Granada, España.

²Grupo de investigación CTS-642: Investigación y Desarrollo en Actividad Física, Salud y Deporte, España.

³Departamento de Educación Física y Deporte de la . Universidad de Sevilla, España.

RESUMEN

Los deportes de equipo son actividades de cooperación - oposición, donde se realizan esfuerzos intermitentes por parte de los jugadores de los equipos que participan. Para cuantificar estos esfuerzos se debe disponer de instrumentos que permitan una valoración fiable de las diferentes acciones. La literatura científica, remite principalmente a cuatro herramientas para cuantificar la carga interna de entrenamiento para este tipo de actividades; La frecuencia cardíaca (FC), el consumo de oxígeno (VO_2), la concentración de lactato en sangre (CLS) y la percepción subjetiva del esfuerzo (PSE). Estas cuatro formas de cuantificar la carga servirá tanto para valoraciones en tests de laboratorio y campo, como para valoraciones in situ del entrenamiento. Así pues el objetivo del presente trabajo fue revisar los diferentes estudios que usan alguno de estos medios para la cuantificación de la carga interna de entrenamiento en deportes de equipo.

Palabras Clave: Control del entrenamiento, carga interna de entrenamiento, cuantificación de la carga de entrenamiento, deportes colectivos

INTRODUCCIÓN

Siguiendo clasificaciones de Blázquez y Hernández (1994) los deportes de equipo son actividades de cooperación-oposición las cuales conllevan la realización de esfuerzos intermitentes. Igualmente, son actividades competitivas, donde se juega

contra otro equipo y pueden o no interactuar sobre el terreno de juego y la participación puede ser simultánea o alternativa. Una característica de este tipo de deporte es la intermitencia en los esfuerzos, ya que el jugador no participa de una forma continua en el juego. El deportista corre, anda, salta, dribla o golpea, por lo que se produce una discontinuidad en los esfuerzos realizados.

En los deportes colectivos la intermitencia de los esfuerzos provoca una complejidad para el control de los mismos. Los medios más utilizados en los deportes colectivos para valorar la carga interna desarrollada por los jugadores durante las pruebas físicas y durante los entrenamientos son la frecuencia cardiaca (FC), el consumo de oxígeno (VO_2), la concentración de lactato en sangre (CLS) y la percepción subjetiva del esfuerzo (PSE). Cada una de estas cuatro herramientas para cuantificar la carga interna de entrenamiento se puede encontrar en la bibliografía, muchas de las cuales serán expuestas en la revisión que se presenta a continuación. Por lo general si un mismo esfuerzo es controlado con varias de estas herramientas de forma simultánea, permitirá disponer de más información sobre el esfuerzo en concreto que se está valorando, por eso en la bibliografía se encuentran en la mayoría de los casos combinaciones de estas herramientas para medir una misma actividad, tal y como se muestra en estudios desarrollados por Dellal, Hill-Haas, Lago-Penas y Chamari (2011) o Coutts, Rampinini, Marcora, Castagna, Impellizzeri, (2009). El principal objetivo de este artículo es revisar los estudios realizados sobre la cuantificación de la carga interna en deportes colectivos donde se han empleado la FC, el VO_2 , la CLS y la PSE para valorar el esfuerzo realizado en pruebas concretas de esfuerzo y durante entrenamientos en estas disciplinas deportivas.

LA FC COMO MEDIO PARA CUANTIFICAR LA CARGA INTERNA DE ENTRENAMIENTO Y SU USO CONJUNTO CON EL VO_2 , LA PSE Y LA CLS.

Métodos de interpretación de los registros de FC.

La FC ha sido utilizada en múltiples estudios como medio para el control del entrenamiento (Alexiou y Coutts, 2008; Borresen y Lambert, 2008; Coutts, et al., 2009; Owen, Wong, McKenna y Dellal, 2011). Para usar la FC como medio de cuantificación es fundamental disponer de pulsómetros como material para el registro. En la mayoría de los estudios consultados se han empleado pulsómetros con un registro por cada 5 segundos (12 bips x minuto). Para el control y cuantificación de la carga de entrenamiento, la FC es interpretada de diferentes formas, usando los valores medios en términos absolutos o relativos o también usando diferentes índices (TRIMP, EDWARD, WER) como se expone a continuación.

Una de las más utilizadas ha sido el índice TRIMP (Alexiou y Coutts, 2008; Desgorces, et al., 2007; Impellizzeri, et al., 2004; Mallo y Navarro, 2008; Stagno, Thatcher y Van Someren, 2007) propuesto por Bannister (1991). Este índice es el resultado de la multiplicación de la FC con el tiempo de trabajo. El índice TRIMP es usado para cuantificar la carga en actividades intermitentes (Tabla 1).

$$\begin{aligned} \text{Hombre: } & \text{duración (min)} \times (\text{HRe}x - \text{HRrest}) / (\text{HRmax} - \text{HRrest}) \times 0,64e^{1,92x} \\ \text{Mujer: } & \text{duración (min)} \times (\text{HRe}x - \text{HRrest}) / (\text{HRmax} - \text{HRrest}) \times 0,86e^{1,67x} \end{aligned}$$

Tabla 1. $e = 2.712$, $x = (\text{HRe}x - \text{HRrest}) / (\text{HRmax} - \text{HRrest})$, HRrest = Frecuencia cardiaca media durante la recuperación, y $\text{HRe}x$ = Frecuencia cardiaca media durante el ejercicio. (Bannister, 1991)

Muchos investigadores realizan sus estudios con este índice y muestran las ventajas y desventajas de utilizarlo. Según investigaciones (Alexiou y Helen 2008; Borresen y Lambert, 2008; Desgorces, 2007; Green, 2009; Impellizzeri, 2004; Mallo y Navarro, 2008; Mujika, 2006; Stagno, et al. 2007) el índice TRIMP es un índice global de la carga de entrenamiento, ya que integra volumen e intensidad. Es un buen sistema para cuantificar la carga de la actividad intermitente por medio de la FC, ya que para el cálculo de dicho índice, se tienen en cuenta tanto los tiempos de esfuerzos como los tiempos de recuperación típicos de estas disciplinas colectivas. Stagno et al. (2007), proponen adaptaciones de este índice para hacerlo un sistema más preciso en deportes colectivos, donde proponen un factor de ponderación ($0,1225e^{3,9434x}$).

Igualmente, para la cuantificación de la carga de entrenamiento, se ha utilizado el método de sumatorio de zonas de entrenamiento de Edwards (Edwards, 1993). Este es un modelo utilizado en deportes de resistencia y que ha sido utilizado por diferentes investigadores para deportes colectivos (Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi y Marcora, 2004).

El método Edwards distribuye el esfuerzo de la FC en 5 zonas diferentes, donde cada una de las zonas tiene un valor establecido (Tabla 2).

$$\text{Sumatorio de zonas de entrenamiento} = (\text{duración en zona 1} \times 1) + (\text{duración en zona 2} \times 2) + (\text{duración en zona 3} \times 3) + (\text{duración en zona 4} \times 4) + (\text{duración en zona 5} \times 5)$$

Tabla 2. zona 1 = 50 - 60% de la FC máxima, zona 2 = 60 - 70 % de FC máx. zona 3 = 70 - 80 % FC máx. zona 4 = 80 - 90 % FC máx. zona 5 = 90 - 100 % FC máx. (Edwards, 1993)

Borrensen y Lambert (2008) en un estudio comparando métodos objetivos y subjetivos en el que participaron 15 hombres y 18 mujeres muestran la alta correlación ($r = 0,98$) que tiene la forma de cuantificar de TRIMP y el modelo de Edwards. Esta alta correlación, es debida en gran parte, a que ambas formas de cuantificar la carga de entrenamiento se basan en la misma medida fisiológica.

Existe otra forma distinta de cuantificar la carga de entrenamiento en deportes intermitentes utilizando la FC que es el denominado método WER (work endurance recovery) está basado en el tiempo de recuperación en la actividad intermitente. El método WER se muestra como una buena herramienta para valorar las actividades intermitentes de alta intensidad. (Desgorces et al., 2007) (Tabla 3)

$$\text{WER} = \text{CW}/\text{End}_{\text{m}} + \text{Ln}(1 + \text{DCW}/\text{DCR})$$

Tabla 3. CW = Trabajo acumulado, ENDLIM = Límite de la resistencia obtenida en el test. (Desgorces et al., 2007)

Esta forma de cuantificar la carga interna de entrenamiento, guarda una correlación positiva tanto con el índice TRIMP ($r=0,63$, $p=0,05$) como con la distribución de FC en zona de Edwards ($r=0,64$, $p=0,05$) y con la PSE ($r=0,68$, $p=0,05$) (Desgorces et al., 2007). Estas correlaciones, implican que el índice WER, es un buen indicador para valorar ejercicios intermitentes.

Otros autores (Alexiou y Coutts, 2008; Eniseler, 2005) usan la FC estableciendo una relación de equivalencia con CLS. Para ello miden las concentraciones de 2 y 4 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. De esta forma se cuantifica la carga de entrenamiento de una forma personalizada, ya que se valorará a los deportistas en relación a sus umbrales de esfuerzo (aeróbico y anaeróbico). Posteriormente y guardando similitud con la distribución en zonas de entrenamiento de Edwards (1993) distribuyen los porcentajes de FC en zonas. En este caso la distribución se realiza de forma muy similar a la distribución propuesta por Lucia et al. (2003) y también por otros autores como Seiler et al. (2006) los cuales marcan 3 zonas de trabajo, 1.- Por debajo del umbral aeróbico, 2.- En la zona aeróbica - anaeróbica y 3.- Por encima del umbral anaeróbico. Igualmente al método de Edwards, dan un valor a cada zona de entrenamiento, 1 para la zona por debajo del umbral aeróbico, 2 para la zona de transición aeróbica anaeróbica y 3 para la zona por encima del umbral anaeróbico. Posteriormente se suman los valores obtenidos, cuantificando así la carga interna de entrenamiento.

Aplicaciones Prácticas de Cuantificación de la Carga Interna de Entrenamiento Usando la FC y su Aplicación conjunta con el VO_2 , PSE y CLS.

Usando estas formas de cuantificación anteriormente expuestas, se han realizado multitud de investigaciones en deportes colectivos, donde la FC ha sido la forma más común para medir los esfuerzos. De los estudios revisados, son pocos los que no utilizan la FC como medio de cuantificación de la carga de entrenamiento (Bisciotti, et al., 1987; Gorostiaga et al., 2009; Kouidi, et al., 2000; Rannou, et al., 2001; Vargas, et al., 2008; Yamamura, Matsui, y Kitagawa, 2000). En los que no se utilizaba la FC, se utilizó de forma más frecuente el VO_2 y la CLS. También fue utilizada la PSE, pero siempre junto a alguna de las tres formas anteriormente citadas. Sin embargo se puede observar que la FC ha sido la principal forma de

cuantificación en situaciones reducidas de juego en fútbol en multitud de estudios realizados (Jones y Drust, 2007; Kelly y Drust, 2009; Katis, 2009; Mallo y Navarro 2008; Owen et al., 2004; Platt et al., 2001; Sassi, et al., 2004; Williams y Owen, 2007)

García et al. (2007) en un estudio sobre el comportamiento de la FC en futbolistas profesionales en competición, trataron de dar un sentido al comportamiento de la FC a partir del contexto del juego. Para ello utilizaron estudios en deportes intermitentes, teniendo en cuenta la FC de reserva y la FC máxima. Según el estudio planteado, la FC puede tener diferencias de un 5% si se calcula teniendo en cuenta o no la FC de reserva. Esto será importante a la hora de valorar a los jugadores, ya que el uso o no de la FC de reserva variará las medidas a la hora de determinar las zonas de esfuerzo de los deportistas. Foster et al. (1995) correlacionan el porcentaje de FC de reserva con el PSE de una sesión de entrenamiento ($r = 0,65$, $p < 0,05$).

Estudios de Mallo y Navarro (2008) determinan como franja idónea que el trabajo de la resistencia en fútbol debe estar por encima del 85% FC máx y demuestran que la mayor parte del tiempo el futbolista trabaja en los entrenamientos en una franja de FC entre el 86 y 95% de la FC máx. Esto sucede entre el 70 y el 90 % del tiempo total de los entrenamientos propuestos por estos autores. Helgerud et al. (2001), proponen protocolos de entrenamiento específico de resistencia durante 8 semanas por medio de interval training, que realizados al 90-95 % de FC máxima conseguirán mejoras en los valores de VO_2 máx (10,8%, $p < 0,05$) y umbrales de lactato (16%, $p < 0,05$) de los jugadores de fútbol. En la misma línea y usando el mismo protocolo de entrenamiento analítico, Impellizzeri et al. (2006) no observaron mejoras significativas de protocolos de entrenamientos realizados sin balón con respecto a otro protocolo realizado con balón, ya que un trabajo de 4 min estructurado con balón realizado al 90 - 95 % de la FC máx con recuperaciones de 3 min al 70 % FC máx, en dos ocasiones a la semana durante diez semanas, mejorará de igual forma los valores de VO_2 máx (aumento del 9%) que un trabajo analítico sin balón. Hoff (2005) propone el mismo protocolo de trabajo para la mejora de la capacidad aeróbica y economía de carrera. Siguiendo la línea del entrenamiento integrado con balón y para la evaluación del VO_2 máx en fútbol con jóvenes, se ha propuesto un test, "test de Hoff", en el que se puede estimar el VO_2 máx de los jugadores realizando esa prueba con balón (Chamari et al., 2005). Siendo un test específico de fútbol, realizado con balón se ha determinado que podemos estimar mejoras ya que existe una correlación ($r=0,68$, $p < 0,01$) con las pruebas analíticas de laboratorio. Para conseguir esas mejoras en VO_2 máx, se cuantifica por medio de la FC teniendo que estar entre 90 - 95 % de la FC máx del jugador durante el ejercicio. Di Michele, et al. (2009) han mostrado la importancia de la realización de test físicos para el control de los deportistas, pero reflejan la necesidad de realizarlos en el medio en el que se compita. Se ha demostrado que jugadores de fútbol que realizan la misma prueba sobre 3 diferentes superficies obtienen diferentes resultados de una forma significativa ($p < 0,05$).

Siguiendo la línea del entrenamiento integrado, Kemi et al. (2001) proponen un test con balón que determina el VO_2 máx. Con la realización de una comparativa con un test realizado en una cinta de laboratorio determinan que según el test propuesto con balón, pueden llegar a conseguir los picos de VO_2 máx de los jugadores que lo realizan ($r=0,84$, $p < 0,01$). Hoff et al. (2002) en otro trabajo, muestra las diferencias entre pruebas realizadas en laboratorio, con ejercicios específicos de fútbol (5 vs 5) y circuitos, donde quiere comprobar, cuantificando por medio de la % de FC y el % VO_2 máx, las diferencias de esfuerzos intermitentes realizados en ambos juegos específicos de fútbol, siendo los circuitos de conducción de balón medios muy válidos para el desarrollo de la capacidad cardiovascular del futbolista ($p < 0,05$), por lo que argumenta el uso de los juegos con balón como medio para el desarrollo del VO_2 máx pudiendo prescindir de medios inespecíficos de entrenamiento en fútbol.

Little y Williams (2007) ponen en práctica diferentes ejercicios cambiando el número de jugadores y las dimensiones del terreno de juego en fútbol, siendo significativo el aumento de la intensidad del ejercicio en los juegos de menor número de jugadores ($p < 0,05$), sin embargo los ejercicios de 2 vs 2 mostraban menor FC media que los que implicaban mayor número de futbolistas ($p < 0,05$). Igualmente Little y Williams, en su trabajo evaluaron a 28 jugadores profesionales de fútbol para estudiar la relación entre FC y PSE, denotándose una relación significativa en un amplio rango, pero siendo menos significativo en rangos de alta intensidad. Siguiendo la línea del entrenamiento integrado en fútbol, Dellal et al. (2008) usaron la FC como medio para comparar ejercicios intermitentes con y sin balón en fútbol, comprobando que actividades estructuradas con balón, podrán llegar a tener igual de beneficios para la mejora del VO_2 máx con grados de significatividad altos en algunos casos ($p < 0,001$). En relación a lo expuesto, el entrenamiento específico teniendo en cuenta las condiciones individuales de los jugadores y los puestos específicos que ocupan en fútbol será importante tenerlos en cuenta para la confección de los entrenamientos. Estudios como los de Bangsbo et al. (2006) y Reilly (2005) lo confirman. Siguiendo la línea de la valoración integrada de la condición física y usando la FC, se han elaborado trabajos donde Antonacci et al., (2007) demuestran que la mejor forma para conseguir el pico de FC máxima es en competición. Se realiza una comparativa con la ecuación $220 - \text{edad}$ y con frecuencias cardiacas máximas conseguidas en test de campo, siendo significativamente ($p < 0,05$) la máxima la conseguida en circunstancias de competición. Siguiendo esta línea de valoración de la condición física, Kundurancioglu et al. (2007) estudiaron la diferencia existente entre el mismo protocolo de test realizado en laboratorio y campo, mostrando diferencias significativas en CLS y FC entre uno y otro ($p < 0,01$).

Interpretando la FC y distribuyéndola en zonas de esfuerzo, Hill et al. (2009) realizaron estudios, comparando ejercicios en espacios reducidos en fútbol, usando protocolos de actividad continua y actividad intermitente. En el estudio se usó una distribución en estos ejercicios con las siguientes franjas <75% FC máx, 75 - 84 % FC máx, 85 - 89 % FC máx y > 90 % FC máx, no viendo diferencias significativas entre un tipo de actividad, siendo los dos métodos buenas fórmulas para la mejora del VO₂máx.

Demo, et al. (2007) usando como medios de cuantificación la CLS y la FC, dan a conocer las diferencias entre un test realizado a 474 m y 1700 metros de altitud, mostrando diferencias significativas en la CLS siendo las medidas en altitud más altas que las tomadas a 474 m. Igualmente usando la medida de CLS junto con la FC como medio de cuantificación, Guner et al. (2005) comprueban que el perfil de los futbolistas profesionales son muy parejos a lo que la resistencia se refiere, independientemente de la posición que ocupen en el campo con la excepción de los porteros.

Igualmente, en otros deportes como el balonmano, Buchheit, et al. (2009) proponen ejercicios con balón que con su realización se obtendrán mejoras en la capacidad aeróbica de los jugadores. Se proponen trabajos en balonmano donde la intensidad de los esfuerzos deben estar por encima del 80% para el desarrollo de la capacidad aeróbica aproximadamente el 66% del partido el jugador estará en esa franja de esfuerzo, la media de esfuerzo durante el juego se entorna al 85 % de la FC máxima. (Alexander y Boreskie, 1989; Loftin, et al., 1996)

Sin embargo, se han realizado también estudios sobre los perfiles de jugadores de balonmano, donde no se dan diferencias significativas en valores de VO₂máx ni CLS entre jugadores nacionales e internacionales (Rannou et al., 2001). También se ha visto la similitud en perfiles de los jugadores de balonmano con los sprinters, donde los valores de VO₂máx y CLS son muy parecidos (VO₂máx = 58,7 - 60,2 mL·kg⁻¹·min⁻¹, respectivamente y Lactato = 15,3 - 15,9 mmol/l). En estudios sobre el perfil fisiológico de jugadoras de balonmano, se realizan mediciones de VO₂máx y CLS, por medio del Protocolo de Bruce para medir la potencia aeróbica (mL·kg⁻¹·min⁻¹), el test de Wingate para medir la Potencia anaeróbica (w) y tomas de CLS tras esas pruebas. Se determinaron que valores de 45,3±3,0 mL·kg⁻¹·min⁻¹ en VO₂ y 5,2±1,9 mmol·L⁻¹ en CLS, son normales para ese tipo de jugadoras (Vargas et al., 2008).

En rugby, también se han hecho investigaciones donde se han realizado ejercicios con diferente número de jugadores y con modificación de los espacios Foster et al. (2010). Se realizaron ejercicios de 4 vs 4 y 6 vs 6, comprobándose de forma significativa (p<0,05), que las situaciones de 4 vs 4 conllevan un incremento de la FC en relación con las de 6 vs 6.

Barbero-Álvarez et al. (2008) llevaron a cabo estudios con 10 jugadores profesionales de fútbol sala durante 4 partidos, clasificando los esfuerzos realizados en los mismos en 3 franjas de esfuerzo determinadas según estudios Woolford y Angorve (1991) y recomendaciones de la ACSM en >85% FC máx, 65 - 85 % FC máx y < 65% FC máx, siendo estos esfuerzos denominados como "por encima de umbral o actividad muy vigorosa", "zona aeróbica o de moderada intensidad" y "zona sub aeróbica o de baja actividad" respectivamente. Estos determinan que los jugadores de fútbol sala pasan cerca del 83% del tiempo de juego en valores de actividad muy vigorosa, disminuyendo el tiempo en esta franja en la segunda parte del encuentro con respecto a la primera (p<0,01). La profesionalidad de los equipos lleva consigo una mejor preparación de los jugadores. Barbero-Álvarez et al. (2009) muestran que los valores de VO₂máx son mayores en profesionales que en amateurs del fútbol sala (p = 0,003). Castagna et al. (2009) muestran en estudios realizados en fútbol sala, resultados donde se dan datos sobre los porcentajes de FC en el juego, los jugadores pasan entre el 46 y 52% del partido en valores por encima del 80 - 90% de su FC máx.

En el ámbito de la salud se pueden resaltar estudios realizados Krustup et al. (2009) donde se compararon actividades continuas e intermitentes de carrera y futbol respectivamente para valorar las mejoras sobre parámetros de salud (peso, composición corporal, masa grasa, masa magra y masa ósea) en deportistas desentrenados, sirviendo la FC como forma de cuantificación y control de la carga. Hubo mejoras con significatividad de p < 0.05 en muchos de los casos. En esta línea de actividad saludable, también se han realizado investigaciones en baloncesto, donde jugadores mayores pueden desarrollar sus capacidades cardiovasculares por medio de un entrenamiento en el que predominan los esfuerzos por encima del 70% de la FC máx (Tessitore et al., 2006). También se han llevado a cabo estudios realizados con jóvenes púberes y pre - púberes, donde Stroyer et al. (2004), usan la FC y el VO₂ para valorar las diferencias existentes entre jugadores pre-púberes, post-púberes entrenados y otros no entrenados (pre-púberes), mostrando diferencias significativas (p < 0,05) en valores de VO₂ o FC máximas.

Según las referencias consultadas, la FC es una de las formas más comunes para cuantificar la carga interna de los deportistas en deportes de equipo. El uso de los diferentes métodos de cuantificación ayudará a dar una valoración objetiva de lo que ocurre en cada actividad.

Como se ha podido comprobar, existen diferentes formas de interpretar los registros usando la FC. Tanto en el método TRIMP, cómo en el sumatorio de zonas de Edwards, el método de Lucía o el método WER, son formas válidas para interpretar los datos de FC en deportes colectivos. En la gran mayoría de los estudios consultados, el material empleado

han sido pulsómetros de 12 bips x minuto (Akubat y Abt, 2011; Ben Abdelkrim, Castagna, El Fazaa y El Ati, 2010; Casamichana y Castellano, 2010; Castagna, Impellizzeri, Chaouachi, Bordon, y Manzi 2011). Es cierto que estos dispositivos tan solo están al alcance de un determinado grupo de clubes que disponen de poder adquisitivo para invertir en este instrumental. Es importante conocer cuáles son las posibilidades máximas de los deportistas para poder individualizar los entrenamientos y poder adaptar estos índices referenciados a las características individuales de cada uno de ellos.

Por otro lado, la cuantificación de la carga interna de entrenamiento según el VO_2 puede hacerse cuantificando la carga en un test de laboratorio con un analizador de gases y asociándole una FC determinada a los umbrales tanto aeróbico como anaeróbico. Igualmente también se puede realizar un test de campo y usar analizadores de gases portátiles. Otra opción es calcular el VO_2 por estimación. Se puede estimar el $VO_{2\text{máx}}$ en un test de potencia aeróbica máxima en campo y posteriormente estimar el % $VO_{2\text{máx}}$ en un ejercicio concreto basándonos en la FC.

Aunque algunos estudios realizados por Krstrup et al. (2006) muestran bajas correlaciones entre el lactato muscular y el lactato sanguíneo en fútbol, el uso de la CLS en pruebas de esfuerzo y su posterior asociación con la FC, podrá ser una forma objetiva de conocer posteriormente en el terreno de juego la zona de esfuerzo en la que trabajan los jugadores.

La PSE como medio subjetivo del control del entrenamiento en deportes colectivos

Considerando a la FC, el VO_2 y la CLS métodos objetivos de control de la carga interna que soporta el deportista, se referencian a continuación trabajos sobre estudios que han usado métodos subjetivos para valorar igualmente la carga interna. El método más utilizado para cuantificar la carga interna del deportista de una forma subjetiva ha sido por medio de la escala de Borg con sus diferentes variantes, las cuales se muestran a continuación. La cuantificación de la carga interna de entrenamiento por medio de la PSE es una forma de medida que ha sido muy utilizada por muchos autores tanto en deportes colectivos como en deportes individuales (Chen et al., 2002). Existen dos tipos de escalas creadas por Borg, en algunos estudios (Alexiou y Coutts, 2008; Borresen y Lambert, 2008; Buchheit et al., 2009; Coutts et al., 2009; Green et al., 2009; Impellizzeri et al., 2004; Manzi, et al., 2010) usan la escala que oscila de 1 a 10 puntos (Borg, 1982), mientras que en otros muchos estudios (Coutts, Rowsell, y Dawson, 2008; Cuadrado-Reyes, 2011; Cuadrado-Reyes et al., 2011; Hill-Haas, Hill-Haas, Rowsell, Dawson, y Coutts, 2009; Little y Williams, 2007; Loftin et al., 1996) la escala utilizada está compuesta por 15 puntos los cuales oscilan del 6 al 20 (Borg, 1962). Ambas escalas se usan indistintamente y son igualmente válidas para las tomas de la PSE. La tabla de 15 puntos, creada por Borg, parte de 6 hasta 20, porque si multiplicamos el número resultante x 10, tendremos un valor aproximado a la FC del sujeto durante el ejercicio concreto. Existen relaciones entre ambas aunque no contrastadas Borg (1998). Ambas escalas se usan indistintamente y son igualmente válidas para las tomas de la PSE (Tablas 4 y 5)

0	
1	Extremadamente ligero
2	Ligero
3	Moderado
4	
5	Duro
6	
7	Muy Duro
8	
9	
10	Extremadamente Duro

Tabla 4. Escala de PSE, de 0 a 10 puntos (Borg, 1982).

6		14	
7	muy muy ligero	15	duro
8		16	
9	muy ligero	17	muy duro
10		18	
11	bastante ligero	19	muy muy duro
12		20	
13	algo ligero		

Tabla 5. Escala de PSE, de 6 a 20 puntos (Borg 1962).

Borresen y Lambert, (2008), siguiendo a Foster (1995) utilizan la escala de 0 a 10 puntos multiplicando el valor obtenido por la duración total de la sesión de entrenamiento para cuantificar así la carga total de la actividad (Tabla 6).

20		10	
19	2 minutos	9	1 hora
18		8	
17	4 minutos	7	2 horas
16		6	
15	8 minutos	5	4 horas
14		4	
13	15 minutos	3	8 horas
12		2	
11	30 minutos	1	6 horas

Tabla 6. Ecuación de PSE. Foster et al. (1995)

En los estudios consultados en esta revisión, la PSE ha sido empleada junto a otras formas de cuantificación. Se han observado correlaciones fuertes entre PSE y las otras formas de cuantificación de la carga interna, esto da mayor fiabilidad a esta herramienta subjetiva como medio para la cuantificación del entrenamiento (Alexiou y Coutts, 2008; Borresen y Lambert, 2008; Coutts et al., 2009; Cuadrado-Reyes, 2011). Chen et al. (2002), discuten la fiabilidad de la PSE, ya que en la revisión publicada sobre la PSE, muestran diferentes perspectivas sobre la validez de esta forma de cuantificar la carga de entrenamiento. Impellizzeri et al. (2004) exponen que aunque no sea del todo una herramienta precisa, se puede usar para estimar de una forma aproximada la carga de entrenamiento sufrida por el deportista. Esta herramienta es de muy fácil uso y su bajo coste hace posible que sea una herramienta útil para equipos de base con escasos recursos económicos. No solo en deportes colectivos si no que también en deportes individuales la PSE da una buena información para cuantificar la carga de las actividades.

Garcin et al. (2003) utilizan otra variante de la escala de Borg, una escala subjetiva del esfuerzo en relación al tiempo que pueden mantener una actividad concreta a una intensidad determinada. Ambas escalas (de esfuerzo y tiempo) pueden ir enlazadas la una con la otra (Tabla 7).

Tabla 7. Escala de percepción subjetiva del esfuerzo en relación al tiempo de que se desarrolla la actividad (Garcin et al, 2003).

Borresen y Lambert (2008), muestran correlaciones altas de la PSE con el uso del índice TRIMP ($r = 0,76$), igualmente también denotaron correlación alta con el método sumatorio de zonas de Edwards ($r = 0,84$), por lo que da fuerza al uso de la PSE como medio de cuantificación de la carga de entrenamiento y además valoraron la relación existente entre las zonas delimitadas por el lactato y la PSE ($r = 0,83$). Igualmente otras investigaciones realizadas por Green et al. (2009) correlacionan los índices de Banister (TRIMP), Edward (TL) y Lucía de forma positiva con la PSE en fútbol ($r = 0,50 - 0,77$; $r = 0,54 - 0,78$; $r = 0,61 - 0,85$) respectivamente, corroborando así el uso de la PSE como buen indicativo de la carga de entrenamiento en fútbol. En la misma línea, Impellizzeri et al. (2004) han demostrado la utilidad y validez de la PSE tomada en 15 puntos para fútbol, Little y Williams (2007), muestran las posibilidades del uso conjunto de la PSE de 15 puntos con FC, para el control de los ejercicios en fútbol, mostrando que el uso conjunto con la FC es un buen indicativo de la carga de entrenamiento Little y Williams exponen también que la escala de la percepción subjetiva del esfuerzo puede no tener una buena correlación en ejercicios a intensidades altas de trabajo (2 vs 2 jugadores en 30 x 20 metros).

Igualmente que con otras formas de cuantificar la carga, el uso de la PSE se ha empleado en el estudio de la carga de entrenamiento en diferentes circunstancias de entrenamiento con variantes de espacios y reglas de juego en fútbol; número de jugadores, número de jugadores “comodines”, dimensiones del terreno de juego, número de toques posibles al balón por jugador, (Hill-Haas et al., 2008; Hill-Haas, et al. 2009; Little y Williams, 2007). Variantes como la realización de un ejercicio con balón en lugar de realizarlo sin balón, puede ser una razón para el aumento de la PSE (Reilly y Ball, 1984). La bibliografía muestra el uso conjunto de la FC y PSE para cuantificar la carga de trabajo desarrollada por los jugadores en situaciones reducidas de juego en fútbol (Aroso, et al., 2004; Hill-Haas, 2009; Hill-Haas, et al., 2010; Little y Williams 2007; Rampinini et al., 2007; Sampaio, et al., 2007). El uso conjunto de ambas formas de medida ayudará al cuerpo técnico a valorar el esfuerzo realizado por los jugadores en este tipo de situaciones de entrenamiento.

Es difícil entonces obtener datos objetivos de la carga interna diaria que soportan los deportistas, ya que tendrían que estar siempre monitorizados y no todos los clubes pueden permitirse ese material. Es aquí donde aun siendo una herramienta subjetiva, el buen uso de la PSE puede ser una herramienta fiable para cuantificar la carga. Según los estudios consultados, el cuerpo técnico podrá tener una idea fiel de cuál es la carga que le está aplicando a los jugadores de forma diaria.

CONCLUSIONES

La FC ha sido la forma más comúnmente empleada para cuantificar la carga interna desarrollada por los jugadores en deportes de equipo. Su procesamiento por medio de los métodos TRIMP, WER o distribución en zonas de Edwards y otras modificaciones, son buenas formas de interpretar los datos de FC. Otros medios de valoración como la CLS y el VO_2 darán una información útil sobre la carga interna desarrollada en pruebas de laboratorios y tests físicos de campo, siendo poco práctico y costoso el uso diario en los entrenamientos. La PSE será una forma útil y válida para controlar los esfuerzos de los deportistas de forma diaria. Una buena forma de control de la carga interna de entrenamiento se podrá realizar con combinaciones de FC y PSE.

Aplicaciones Prácticas

Las distintas formas y posibilidades expuestas para cuantificar la carga interna de entrenamiento pueden ser aplicadas en clubs con diferentes posibilidades. Cada técnico tendrá que amoldar una forma concreta de cuantificar en relación al equipo que tenga y a las posibilidades económicas del club. La cuantificación de la carga por medio de la PSE podrá ser empleada en cualquier equipo sea cual sea su edad y posibilidades económicas.

Lineamientos para Futuras Investigaciones

Sería interesante continuar indagando sobre el uso de la PSE como herramienta de valoración para una temporada completa en un deporte colectivo ya que esta forma de cuantificar está al alcance de todos, por lo que podría ser de utilidad a la hora de planificar las cargas de entrenamiento para muchos técnicos deportivos.

Agradecimientos

REFERENCIAS

1. Akubat, I., Abt, G (2011). Intermittent exercise alters the heart rate-blood lactate relationship used for calculating the training impulse (TRIMP) in team sport players. *Journal of Science & Medicine in Sport*, 14(3), 249-53
2. Alexander, M. J., Boreskie, S. L (1989). An analysis of fitness and time-motion characteristics of handball. *The American Journal of Sports Medicine*, 17(1), 76-82
3. Alexiou, H. y Coutts, A. J (2008). A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 3(3), 320-330
4. Antonacci, L., Mortimer, L. F., Rodrigues, V. M., Coelho, D. B., Soares, D. D., Silami-Garcia, E (2007). Competition, estimated, and test maximum heart rate. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(4), 418-421
5. Aroso, J., Rebelo, A., Gomes-Pereira J (2004). Physiological impact of selected game-related exercises [abstract]. *Journal Sports Science*, 22(6), 522
6. Bangsbo, J., Mohr, M., Krstrup, P (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665-674
7. Bannister, E. W (1991). Modelling athletic performance. In H. J. Green, J. D. McDougal, & H. Wenger (Eds.), *Physiological testing of elite athletes* (pp. 403 - 424). Champaign, IL: Human Kinetics
8. Barbero-Álvarez, J.C., D'Ottavio, S., Vera, J., Castagna, C (2009). Aerobic fitness in futsal players of different competitive level. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 2163-2166
9. Barbero-Álvarez, J.C., Soto, V. M., Barbero-Álvarez, V., Granda-Vera, J (2008). Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 63-73
10. Ben Abdelkrim, N., Castagna, C., El Fazaa, S., El Ati, J (2010). The effect of players' standard and tactical strategy on game demands in men's basketball. *Journal of Strength & Conditioning Research* 24(10):2652-62
11. Billat, V (2002). Fisiología y metodología del entrenamiento. De la teoría a la práctica. Ed. Paidotribo
12. Bisciotti, G. N (2004). La incidencia fisiológica de los parámetros de duración, intensidad y recuperación en el ámbito del entrenamiento intermitente. *Revista Sds*, 60(61), 90-96
13. Blázquez, D. y Hernández, J (1984). Clasificación o taxonomías deportivas. *Barcelona: Monografía. Inef*
14. Borg G (1982). A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparison. In: Geissler H-G, Petzold P, eds. *Psychophysical judgment and the process of perception*. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 25-34
15. Borg, G (1962). A simple rating scale for use in physical work test.. *Fysiografiska Sällskapet y Lund Förhandlingar*, 32, 7-15
16. Borg, G (1998). Borg's perceived exertion and pain scales. *Champaign, IL. Human Kinetics*
17. Borresen, J., Lambert, M. I (2008). Quantifying training load: A comparison of subjective and objective methods. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 3(1), 16-30
18. Buchheit, M., Lepretre, P. M., Behaegel, A. L., Millet, G. P., Cuvelier, G., Ahmaidi, S (2009). Cardiorespiratory responses during running and sport-specific exercises in handball players. *Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia*, 12(3), 399-405
19. Casamichana, D., Castellano, J (2010). Time-motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: effects of pitch size. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1615-23
20. Castagna, C., D'Ottavio, S., Vera, J., Álvarez, J., Barbero-Álvarez, J.C (2009). Match demands of professional futsal: A case study. *Journal of Science & Medicine in Sport*, 12(4), 490-494
21. Castagna, C., Impellizzeri, F.M., Chaouachi, A., Bordon, C. y Manzi, V (2011). Effect of training intensity distribution on aerobic fitness variables in elite soccer players: a case study. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(1):66-71
22. Chamari, K., Hachana, Y., Kaouech, F., Jeddi, R., Moussa-Chamari, I., Wisloff, U (2005). Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 39(1), 24-28
23. Chen, M. J., Fan, X., Moe, S. T (2002). Criterion-related validity of the borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: A meta-analysis. / meta-analyse de la fiabilité des critères de l' échelle de valeur de borg sur la perception de l' effort chez des personnes en bonne santé. *Journal of Sports Sciences*, 20(11), 873-899
24. Coutts, J., Rampinini, E., Marcora, S. M., Castagna, C., Impellizzeri, F. M (2009). Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *Journal of Science & Medicine in Sport*, 12(1), 79-84
25. Cuadrado-Reyes, J (2011). Control de la carga de entrenamiento en deportes colectivos. Cuantificación de la carga interna de entrenamiento. Ed. *Académica Española*
26. Cuadrado-Reyes, J., Chirrosa, L.J., Chirrosa, I.J., Martín-Tamayo, I., Aguilar-Martínez, D (2011). Estimación de la frecuencia cardiaca máxima individual en situaciones integradas de juego en deportes colectivos: Una propuesta práctica. *E-Balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 7(2), 91-99
27. Dellal A, Chamari K, Pintus A (2008). Heart rate responses during small-sided games and short intermittent running training in elite soccer players: a comparative study. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1449-57
28. Delamarche, P., Gratas, A., Beillot, J., Dassonville, J., Rochcongar, P., Lessard, Y (1987). Extent of lactic anaerobic metabolism in handballers. *International Journal of Sports Medicine*, 8(1), 55-59
29. Dellal, A., Chamari, K., Pintus, A., Girard, O., Cotte, T., Keller, D (2008). Heart rate responses during small-sided games and short

- intermittent running training in elite soccer players: A comparative study. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 22(5), 1449-1457
30. Dellal, A., Hill-Haas, S., Lago-Penas, C., Chamari, K (2011). Small-sided games in soccer: Amateurs vs Professional player's physiological responses, physical and technical activities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9):2371-81
 31. Demo, R., Senestrari, D., Ferreyra, J. E (2007). Young football players aerobic performance in sub-maximum exercise with exhaustion at a moderate altitude without acclimation: Experience in el condor. *Revista De La Facultad De Ciencias Medicas (Cordoba, Argentina)*, 64(1), 8-17
 32. Desgorces, F., S negas, X., Garcia, J., Decker, L., Noirez, P (2007). Methods to quantify intermittent exercises. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 32(4), 762-769
 33. Di Michele, R., Di Renzo, A. M., Ammazalorso, S., Merni, F (2009). Comparison of physiological responses to an incremental running test on treadmill, natural grass, and synthetic turf in young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 23(3), 939-945
 34. Edwards, S (1993). *The Heart Rate Monitor Book*. Sacramento, CA: Fleet Feet Press
 35. Eniseler, N (2005). Heart rate and blood lactate concentrations as predictors of physiological load on elite soccer players during various soccer training activities. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(4), 799-804
 36. Foster, C., Hector, L.L., Welsh, R., Schrager, M., Green, M.A., Snyder, A.C (1995). Effects of specific versus cross-training on running performance. *European Journal Applied Physiology*, 70, 367-372
 37. Foster, C.D., Twist, C., Lamb, K.L., Nicholas, C.W (2010). Heart rate responses to small-sided games among elite junior rugby league players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 906-911
 38. García, O., Ard , T., Rial A., Domínguez, E (2007). El comportamiento de la Frecuencia Cardiac del futbolista profesional en competición.  Es posible explicarlo a partir del contexto de las situaciones del juego? . *European Journal of Human Movement*, 19, 37
 39. Garcin, M., Mille-Hamard, L., Devillers, S., Delattre, E., Dufour, S., Billat, V (2003). Influence of the type of training sport practised on psychological and physiological parameters during exhausting endurance exercises. *Perceptual and Motor Skills*, 97(3), 1150-1162
 40. Gorostiaga, E. M., Llodio, I., Ibanez, J., Granados, C., Navarro, I., Ruesta, M (2009). Differences in physical fitness among indoor and outdoor elite male soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 106(4), 483-491
 41. Green, J. M., McIntosh, J. R., Hornsby, J., Timme, L., Gover, L., Mayes, J. L (2009). Effect of exercise duration on session RPE at an individualized constant workload. *European Journal of Applied Physiology*, 107(5), 501-507
 42. Guner, R., Kunduracioglu, B., Ulkar, B., Ergen, E (2005). Running velocities and heart rates at fixed blood lactate concentrations in elite soccer players. *Advances in Therapy*, 22(6), 613-620
 43. Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., Hoff, J (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1925-1931
 44. 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 / Sports Medicine Australia*, 11(5), 487-490
 45. Hill-Haas, S., Coutts, A.J., Dawson, B., Rowsell, G (2010). Time-motion characteristics and physiological responses of small-sided games in elite youth players: the influence of player number and rule changes. *Journal Strength Conditioning Research*, 24(8), 2149-2156
 46. Hill-Haas, S. V., Rowsell, G. J., Dawson, B. T., Coutts, A. J (2009). Acute physiological responses and time-motion characteristics of two small-sided training regimes in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 23(1), 111-115
 47. Hoff, J (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 573-582
 48. Hoff, J., Wisloff, U., Engen, L. C., Kemi, O. J., Helgerud, J (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36(3), 218-221
 49. Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F. M., Rampinini, E (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27(6), 483-492
 50. Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., Marcora, S. M (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(6), 1042-1047
 51. 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(2), 150-6
 52. Katis A, Kellis E (2009). Effects of small-sided games on physical conditioning and performance in young soccer players. *Journal Sports Medicine*, 8, 374-80
 53. Kelly D, Drust B (2009). The effect of pitch dimensions on heart rate responses and technical demands of small-sided soccer games in elite players. *Journal Science Medicine Sport*, 12(4), 475-9
 54. Kemi, O. J., Hoff, J., Engen, L. C., Helgerud, J., Wisloff, U (2003). Soccer specific testing of maximal oxygen uptake. / test de mesure de la puissance maximaleaerobie, specifique au football. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 43(2), 139-144
 55. Kouidi, E., Kotzamanidis, C., Kellis, S., Kouitidou, C., Deligiannis, A (2000). The effects of a year training on cardiorespiratory efficiency of soccer and handball greek(sic) players. *Exercise & Society Journal of Sport Science*, 24, 30-35
 56. Krstrup, P., Mohr, M., Steensberg A, Bencke J, Kjaer M, Bangsbo J (2005). Muscle and Blood Metabolites during a Soccer Game: Implications for Sprint Performance. *Medicine Science Sports Exercise*, 38(6), 1165-1174
 57. Krstrup, P., Nielsen, J. J., Krstrup, B. R., Christensen, J. F., Pedersen, H., Randers, M. B., Aagaard, P., Petersen, A.M., Nybo, L., Bangsbo, J (2009). Recreational soccer is an effective health-promoting activity for untrained men. *British Journal of Sports Medicine*, 43(11), 825-831

58. Kunduracioglu, B., Guner, R., Ulkar, B., Erdogan, A (2007). Can heart rate values obtained from laboratory and field lactate tests be used interchangeably to prescribe exercise intensity for soccer players? . *Advances in Therapy*, 24(4), 890-902
59. Little T, Williams A (2006). Suitability of soccer training drills for endurance training. *Journal of Strength Conditioning Research*, 20(2), 316-9
60. Little, T., Williams, A. G (2007). Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 21(2), 367-371
61. Loftin, M., Anderson, P., Lytton, L., Pittman, P., Warren, B (1996). Heart rate response during handball singles match-play and selected physical fitness components of experienced male handball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 36(2), 95-99
62. Lucia, A., Hoyos, J., Santalla, A., Earnest, C., Chicharro, J.L (2003). Tour de France versus Vuelta a España: which is harder?. *Medicine Science Sports Exercise*. 35(5), 872-878
63. Mallo, J., Navarro, E (2008). Physical load imposed on soccer players during small-sided training games. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(2), 166-171
64. Manzi, V., D'Ottavio, S., Impellizzeri, F.M., Chaouachi, A., Chamari, K., Castagna, C (2010). Profile of weekly training load in elite male professional basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1399-1406
65. Marion, A., Kenny, G., Thoden J (1994). Heart Rate response as a means of quantifying training loads: Practical considerations for coaches. *Sports*. 14,2
66. Mujika, I (2006). Métodos de cuantificación de las cargas de entrenamiento y competición. *Kronos, rendimiento en el deporte*, 5, 1 - 10
67. Owen A, Twist C, Ford P (2004). Small-sided games: the physiological and technical effect of altering pitch size and player numbers. . *Insight*, 7(2), 50-3
68. Owen, A., Wong, P., McKenna, M., Dellal, A (2011). Heart rate responses and technical comparison between small-vs large sided games in elite professional soccer. *Journal of Strength Conditioning Research*, 25(8):2104-10
69. Platt, D., Maxwell, A., Horn, R., Williams, M., Reilly, T (2001). Physiological and technical analysis of 3 v 3 and 5 v 5 youth football matches. *Insight*, 4(4), 23-5
70. 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 Science*, 25(6), 659-66
71. Rannou, F., Prioux, J., Zouhal, H., Gratas-Delamarche, A., Delamarche, P (2001). Physiological profile of handball players. / profil physiologique de joueurs de handball. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 41(3), 349-353
72. Reilly, T., Ball, D (1984). The net physiological cost of dribbling a soccer ball. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 55(3), 267-271
73. Reilly, T (2005). Training specificity for soccer. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 17(2), 17-25
74. Sassi, R., Reilly, T., Impellizzeri, F.M (2004). A comparison of smallsided games and interval training in elite professional soccer players [abstract]. *Journal Sports Science*, 22, 562
75. Sampaio, J., Garcia, G., Macas, V (2007). Heart rate and perceptual responses to 2 • 2 and 3 • 3 small-sided youth soccer games. *Journal Sports Science Medicine*, 6 (10), 121-2
76. Seiler, K.S., Kjerland, G.O (2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an "optimal" distribution? . *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport*, 16: 49-56
77. Stagno, K. M., Thatcher, R., Van Someren, K. A (2007). A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 629-634
78. Stroyer, J., Hansen, L., Klausen, K (2004). Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(1), 168-174
79. Tessitore, A., Tiberi, M., Cortis, C., Rapisarda, E., Meeusen, R., Capranica, L (2006). Aerobic-anaerobic profiles, heart rate and match analysis in old basketball players. *Gerontology*, 52(4), 214
80. Vargas, R. P., Dick, D. D., De Santi, H., Duarte, M., Da Cunha, A.T (2008). Evaluation of physiological characteristics of female handball athletes. *Fitness & Performance Journal (Online Edition)*, 7(2), 93-98
81. Williams K., Owen A (2007). The impact of player numbers on the physiological responses to small sided games [abstract]. *Journal Sports Science Medicine*, 6(10), 100
82. Woolford, S., Angove, M (1991). A comparison of training techniques and game intensities for national level netball players. *Sports Coach*, 14, 18 - 21
83. Yamamura, C., Matsui, N., Kitagawa, K (2000). Physiological loads in the team technical and free routines of synchronized swimmers. / charge physiologique chez les nageuses lors du programme technique et du programme libre par équipe en natation synchronisée. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(6), 1171-1174