



ORIGINALES CIENTÍFICOS

DIFERENCIAS EN LA RESPUESTA FISIOLÓGICA EN EL TEST YO-YO INTERMITTENT RECOVERY LEVEL 1 ENTRE FUTBOLISTAS DE CATEGORÍA CADETE Y JUVENIL

Kerman QUINTELA, Javier YANCI, Asier SANTIAGO,
Aitor ITURRICASTILLO y Cristina GRANADOS

*Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte,
Universidad del País Vasco, UPV/EHU, Vitoria-Gasteiz, España*

RESUMEN

Los objetivos del presente estudio fueron analizar las diferencias en las características antropométricas y la respuesta física (distancia) y fisiológica (consumo de oxígeno estimado, frecuencia cardíaca, temperatura timpánica y percepción subjetiva del esfuerzo) en un test de campo de resistencia en futbolistas de distintas categorías (cadete y juvenil), y examinar la relación existente entre las distintas variables analizadas. Para ello 34 jóvenes futbolistas participaron en este estudio, 17 de ellos cadetes ($15,12 \pm 0,69$ años) y 17 juveniles ($16,94 \pm 0,89$ años). A los futbolistas se les midió la talla y la masa corporal, calculándose el índice de masa corporal (IMC). Para determinar su resistencia aeróbica, los jugadores realizaron el test Yo-Yo Intermittent Recovery Level 1, registrándose la distancia total recorrida, la temperatura corporal pre y post-test y la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE). Los futbolistas de categoría juvenil presentaron mayores valores de masa corporal (11,9%) e IMC (6,6%), y obtuvieron mejores valores en el test de resistencia que los cadetes (18,5% y 4,4%, distancia recorrida y consumo máximo de oxígeno, respectivamente). Así mismo, presentaron significativamente mayores valores en la percepción subjetiva del esfuerzo muscular (RPE_{mus}, 42,4%) y en la carga muscular percibida de la tarea (RPE_{mus}-TL, 72,2%) que los cadetes en ambos casos. Por último, se observaron correlaciones significativas entre la distancia recorrida en el test de resistencia y de la carga respiratoria percibida (RPE_{res}-TL, $r=0,62$, $p<0,05$), así como con el RPE_{mus}-TL ($r=0,65$, $p<0,05$) en los juveniles, mientras que en el caso de los cadetes solo correlacionó con el RPE_{res}-TL ($r=0,80$, $p<0,001$). Estas diferencias pueden ser debidas al mayor desarrollo muscular de los juveniles respecto a los cadetes, aunque se necesitan más estudios que confirmen dichos resultados.

PALABRAS CLAVE: Fútbol, antropometría, resistencia, temperatura corporal, RPE.



PHYSIOLOGICAL REPOSSES DIFFERENCES IN YO-YO INTERNITTENT RECOVERY LEVEL 1 TEST BETWEEN U16 AND U18 SOCCER PLAYERS

ABSTRACT

The objectives of this study were analyze differences in anthropometric characteristics and physical (endurance) and physiological (estimated oxygen consumption, heart rate, tympanic temperature and perceived exertion effort) responses during an endurance field test in young soccer player from different ages (U16 and U18), and examine the relationship between those variables. 34 young soccer players participated in this study, 17 of them players of the cadet team (15.12 ± 0.69 years of age) and 17 were players of the junior team (16.94 ± 0.89 years of age). There were measured height and body mass, calculating the body mass index (BMI). For evaluate their endurance ability, players performed the Yo-Yo Intermittent Recovery Level 1 test, registering the total distance covered, pre- and post-test temperature and the perceived exertion effort (RPE). U18 players had higher values in weight (11.9%) and BMI (6.6%), scoring also better results than U16 players in the endurance test (18.5% and 4.4%, recovery distance and maximal oxygen consumption, respectively). There were observed statistically significant differences in the muscular perceived exertion (RPEmus, 42.4%) and in the muscular perceived exertion training load (RPEmus-TL, 72.2%), being higher the result of the U18 players in both cases. Finally, were observed correlations between the results of the endurance test and the respiratory perceived exertion training load RPEres-TL ($r=0.62$, $p<0.05$) and RPEmus-TL ($r=0.65$, $p<0.05$) in U18 players, while there were only correlations between the recovered distance in endurance test and the RPEres-TL ($r=0.80$, $p<0.001$) in the U16 team results. The higher level of muscular maturation of the U18 players may cause those differences, but more studies are needed.

KEYWORDS: Soccer, anthropometry, endurance, body temperature, RPE.

Correspondencia: Cristina Granados Domínguez Email: cristina.granados@ehu.es

Historia del artículo: Recibido el 19 de febrero de 2015. Aceptado el 26 de mayo de 2015

El fútbol es un deporte intermitente (Reilly, Bangsbo & Franks, 2000) que consiste en una combinación de periodos de carrera submáxima y de recuperación (Edwards, Macfadyen & Clark, 2003), intercalados por acciones de máxima intensidad y corta duración (Ferrete, Requena, Suares-Arrones, & Sáez de Villareal, 2014). A pesar de que el fútbol es un deporte predominantemente aeróbico (Chamari et al., 2004; Edwards et al., 2003, Reilly et al., 2000), durante el partido también se realizan de media 150-250 acciones de alta intensidad y corta duración (Bangsbo, Mohr & Krusturp, 2006; Carling, Le Gall & Dupont, 2012), corriendo a alta intensidad ($>19.8\text{km/h}$) cada 72 segundos (Carling et al., 2012) y haciendo un sprint cada 90 segundos (Reilly et al., 2000). Por lo tanto, teniendo en cuenta el elevado número de acciones anaeróbicas, la capacidad de recuperarse y reproducir acciones de alta intensidad también puede ser determinante (Carling et al., 2012).

La distancia recorrida en un partido, aspecto que ha sido ampliamente estudiado en fútbol (Bangsbo et al., 2006; Lago, Casais, Dominguez & Sampaio, 2010), varía desde los 9 hasta los 14 km (Lago et al., 2010). Por este motivo, y dado que la duración de un encuentro es de 90 min, la resistencia aeróbica se suele evaluar mediante el rendimiento en distintos test de campo (Bangsbo, Iaia & Krusturp, 2008). El Yo-Yo Intermittent Recovery test (YYIR) se ha convertido en uno de los test más utilizados en fútbol para evaluar la resistencia aeróbica de los jugadores no solo de alto nivel (Bangsbo et al., 2008) sino también en jugadores jóvenes (Castagna, Manzi, Impellizzeri, Weston, & Barbero-Álvarez, 2010, Wong et al., 2011). Se ha demostrado que los resultados del YYIR y la medición directa del consumo de oxígeno correlacionan significativamente, siendo una buena herramienta para la estimación del VO_2max (Bangsbo et al., 2008). Concretamente en jóvenes futbolistas Castagna et al. (2010) exponen que existe una correlación entre el resultado obtenido en test de resistencia y el rendimiento físico en partidos de fútbol. En la misma línea, Wong et al. (2011) validaron el test YYIR en jóvenes futbolistas. Sin embargo, son necesarios más estudios donde se analice si este test de resistencia discrimina entre jugadores de distintas edades (Markovik & Mikulic, 2011). Dado que las características antropométricas y fisiológicas, el estado madurativo y la fecha de nacimiento de los jugadores, se ha utilizado como indicador de éxito de los jóvenes futbolistas durante los últimos años (Le Gall, Carling, Williams & Reilly, 2008), puede ser interesante conocer si existen diferencias entre jugadores jóvenes de distintas categorías en las variables antropométricas y fisiológicas.

Sin embargo, muchos de los equipos de fútbol de categorías inferiores no disponen de material sofisticado para realizar valoraciones fisiológicas durante la realización del test YYIR. En este sentido, las escalas de Percepción Subjetiva del Esfuerzo (RPE) se basan en la idea de que los deportistas pueden inherentemente monitorizar el estrés fisiológico que experimentan durante el ejercicio, lo que permite ajustar la intensidad del entrenamiento usando su propia percepción del esfuerzo (Casamichana & Castellano, 2013). La escala de RPE se ha aplicado en el deporte por ser un buen indicador de la carga interna del jugador (Los Arcos, Gil-Rey, Izcue & Yanci, 2013).

Además, su sencillez, su validez (Coutts, Rampinini, Marcora, Castagna, & Impellizzeri, 2009), bajo coste, versatilidad, altos valores de reproducibilidad (Casamichana & et al., 2013) y la posibilidad de uso también en competición ha hecho que se extienda su uso en el fútbol (Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi, & Marcora, 2004), tanto en adultos como en adolescentes (Haddad et al., 2013). Curiosamente, no se ha encontrado ningún estudio donde se haya analizado el RPE como herramienta de valoración fisiológica durante el test YYIR en jóvenes futbolistas con el fin de determinar si discrimina entre categorías.

Por lo tanto, los objetivos del presente estudio fueron analizar las diferencias en las características antropométricas y la respuesta física (distancia) y fisiológica (consumo de oxígeno estimado, frecuencia cardiaca, temperatura timpánica y percepción subjetiva del esfuerzo) en un test de campo de resistencia en futbolistas de distintas categorías (cadete y juvenil), y examinar la relación existente entre las distintas variables analizadas. La hipótesis de esta investigación fue que la edad puede ser uno de los factores que influyan en la capacidad cardiovascular de los futbolistas jóvenes.

METODOLOGÍA

Aproximación al problema

Con el objetivo de examinar las diferencias en las características físicas y fisiológicas entre futbolistas de categoría cadete y juvenil se realizaron unas mediciones antropométricas, que fueron llevadas a cabo en el mes de febrero en un equipo de categoría cadete y otro juvenil. El test de resistencia se realizó dos días después de las mediciones antropométricas. Las dos sesiones se realizaron en una semana que coincidió con el parón de liga que hubo entre la jornada 24 (23/02/14) y la 25 (06/03/14). En ese momento, el Romo FC juvenil era el 12º clasificado del grupo 4 de la liga Nacional Juvenil con 23 puntos y el Romo cadete el 8º clasificado de la liga Vasca Cadete con 33 puntos. La razón de realizar el estudio en esas fechas fue de interferir lo menos posible en su rendimiento competitivo, ya que el siguiente fin de semana no se disputaban partidos de liga.

Participantes

El estudio se realizó con 34 futbolistas jóvenes varones del Romo FC de Getxo (Bizkaia). Los participantes eran miembros del equipo cadete (n=17) y del equipo juvenil (n=17) de ese club. Los jugadores de categoría cadete tenían $15,12 \pm 0,69$ años, median $1,71 \pm 0,07$ m, pesaban $63,1 \pm 6,66$ kg y tenían un IMC de $21,48 \pm 1,56$ kg/m². Por su parte, los miembros del equipo juvenil tenían $16,94 \pm 0,89$ años, median $1,76 \pm 0,07$ m, pesaban $70,65 \pm 6,77$ kg y tenían un IMC de $22,9 \pm 1,99$ kg/m². El consentimiento informado se obtuvo de cada uno de los jugadores de fútbol después de una explicación detallada por escrito y oral de los riesgos y beneficios derivados de su participación. Los participantes tenían la posibilidad de retirarse voluntariamente del estudio en cualquier momento. En el caso de los menores de

edad, el consentimiento informado fue firmado por sus padres/madres o tutores. Además, el estudio se realizó con el consentimiento del club al que pertenecían y de acuerdo con la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el comité de ética local.

Procedimientos de los test

El estudio se realizó en el campo de Gobela (Getxo, Bizkaia), de hierba artificial, donde ambos equipos entrenaban 4 días a la semana con una duración media aproximada de la sesión de 1,30 h y competían los fines de semana y con el cual estaban perfectamente familiarizados. Con ambos equipos se llevaron a cabo las mediciones antropométricas y el test de resistencia. Antes de realizar el test YYIR, todos los jugadores realizaron un calentamiento estándar de 5 minutos que consistía en 3 minutos de carrera continua con cambios de direcciones y movilidad articular, y otros 2 minutos de estiramientos estáticos y dinámicos. Junto con la realización del test de resistencia, a los participantes se les realizó una medición de su temperatura corporal antes y después del test YYIR y se les preguntó por su percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) sobre el test realizado. Todos los participantes conocían los test realizados y estaban familiarizados con los mismos, ya que eran los test que habitualmente realizaba el preparador físico del equipo. En el estudio la muestra puede verse reducida en alguna de las mediciones debido a lesiones musculares producidas en los días previos a la realización de alguno de los test.

Antropometría

Se determinó la talla y la masa corporal (Seca® 222, New York, USA), y se calculó el Índice de Masa Corporal (IMC) de todos los sujetos en base a la siguiente fórmula: $IMC = \text{masa corporal (kg)} / \text{talla (m)}^2$.

Resistencia

El test Yo-Yo *Intermittent Recovery Level 1 (YYIR1)* se realizó de acuerdo a los métodos descritos anteriormente (Castagna, Impellizzeri, Rampinini, D'Ottavio, & Manzi, 2008). El test consistió en recorrer 20 m con periodos de 10 s de recuperación activa, mientras la velocidad iba incrementando progresivamente hasta la extenuación (Castagna et al., 2008). El YYIR1 se da por concluido cuando un participante llegaba dos veces tarde a la marca establecida al sonar el “beep” (evaluación objetiva) o era incapaz de completar otro periodo a la velocidad marcada (evaluación subjetiva) (Castagna et al., 2008). Se calculó la distancia total recorrida durante el test (Castagna et al., 2008) y se estimó el consumo de oxígeno ($VO_2\text{max}$). Para ello se empleó la fórmula propuesta por Bangsbo et al., (2008): $VO_2\text{max} = \text{distancia recorrida (m)} \times 0,0084 + 36,4$. Además, se registró la frecuencia cardíaca (FC) cada segundo durante toda la prueba mediante telemetría (Polar Team Sport System®, Polar Electro Oy, Finland), obteniéndose los datos de FC media y FC pico.

Percepción subjetiva del esfuerzo

Inmediatamente después de que concluyeran el test YYIR1 a los deportistas se les pidió que especificaran la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) de la prueba, de forma individual y sin que pudieran ver las respuestas de otros compañeros, mediante una escala de 10 ítems que se les enseñó en un papel (Foster et al., 2001). Se les permitió que marcaran un plus que se interpretaba como 0,5 puntos si así lo deseaban (Algroy, Hetlelid, Seiler, & Stray Pedersen, 2011; Foster et al., 2001). Se les preguntó por el esfuerzo respiratorio percibido (RPE_{resp}) (Aliverti et al., 2011; Borg, Borg, Larsson, Letzter, & Sundblad, 2010) y el esfuerzo muscular percibido (RPE_{emus}) (Aliverti et al., 2011; Borg et al., 2010). Para calcular la carga de trabajo (TL) se multiplicó el valor del RPE por la duración del esfuerzo en minutos (Casamichana & et al., 2013; Foster et al., 2001): RPE-TL respiratorio (RPE_{resp}-TL) y RPE-TL muscular (RPE_{emus}-TL).

Temperatura

Se registró la temperatura auditiva (Hamilton, Marcos & Secic, 2013) de todos los participantes con un termómetro de infrarrojos (Chicco, Comfort Quick, Grandate, Italia) antes (pre-test) y después (post-test) de la realización del test. El responsable de medir la temperatura fue en todos los casos la misma persona, y antes de cada medición se limpiaba el aparato con una gasa y alcohol.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el Statistical Package for Social Sciences (versión 19,0 for Windows, SPSS®, Chicago, IL, USA). Para el cálculo de la media y la desviación estándar se usaron los métodos estadísticos estándares. Se comprobó la normalidad de los datos en cada una de las variables mediante la prueba Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de varianzas mediante el estadístico de Levene. Para establecer las diferencias significativas intergrupo (cadete y juvenil), se utilizó el test T-Student para muestras independientes. Mientras que para establecer las diferencias intragrupo (pre-test y post-test), se utilizó el test T-Student para muestras relacionadas. El tamaño del efecto (TE) se calculó atendiendo al método propuesto por Cohen (1988). Tamaños del efecto menores a 0,2, entre 0,2-0,5, entre 0,5-0,8 o mayores de 0,8 fueron considerados trivial, bajo, moderado o alto, respectivamente. Para determinar la posible asociación entre el rendimiento (distancia total recorrida, duración del test y VO₂max) y la percepción del esfuerzo realizado (RPE_{resp}, RPE_{resp}-TL, RPE_{emus} y RPE_{emus}-TL), se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (r). El límite superior de significación estadística se estableció para todos los casos en $p \leq 0,05$.

Diferencias antropométricas

No se observaron diferencias significativas entre la talla de los jugadores cadetes y los juveniles. Por el contrario, se obtuvieron diferencias en la masa corporal ($p<0,01$) y en el IMC ($p<0,05$), siendo los juveniles los que mayores resultados obtuvieron en las dos variables (Tabla 1).

Tabla 1 Valores antropométricos del equipo cadete (n=17) y juvenil (n=17).

Equipo	Talla (m)	Masa corporal (kg)	IMC (kg/m ²)
Cadete	1,71 ± 0,69	63,1 ± 6,66	21,48 ± 1,56
Juvenil	1,76 ± 0,73	70,65 ± 6,77**	22,9 ± 1,99*
TE	0,07	1,13	0,91

IMC= Índice de masa corporal. TE = tamaño del efecto. Los valores son medias ± SD. * $P<0,05$; ** $P<0,01$: diferencias significativas entre ambos equipos.

Resistencia

En el test de resistencia, los juveniles obtuvieron mayores valores ($p\leq 0,05$) en la distancia total recorrida, duración del test y VO₂max del test. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre ambos equipos en la FC media, FC pico ni en el porcentaje de la FC media/ FC pico (Tabla 2).

Tabla 2 Valores del test de resistencia (Yo-Yo Intermittent Recovery Level 1) del equipo cadete (n=17) y juvenil (n=14).

Equipo	FC media (lat/min)	FC pico (lat/min)	FC media/FC pico (%)	Distancia (m)	VO ₂ max (ml/kg/min)
Cadete	178,59 ± 8,94	200,33 ± 7,81	89,20 ± 4,13	1364,71 ± 312,05	47,86 ± 2,62
Juvenil	182,32 ± 4,62	200,58 ± 5,25	90,91 ± 1,51	1617,14 ± 394,33*	49,98 ± 3,31*
TE	0,41	0,03	0,41	0,81	0,81

Los valores son medias ± SD. VO₂max = consumo máximo de oxígeno estimado. FC = frecuencia cardíaca. TE = tamaño del efecto. * $P\leq 0,05$: diferencias significativas entre ambos equipos.

Percepción subjetiva del esfuerzo

No se observaron diferencias significativas entre el RPE_{resp} de los jugadores cadetes y juveniles, mientras que el RPE_{mus} fue significativamente mayor ($p<0,01$) en los juveniles que en los cadetes. De igual manera, tampoco se observaron diferencias en el RPE_{resp}-TL, pero si en el RPE_{mus}-TL, siendo al igual que en el caso anterior, mayor ($p<0,001$) el de los futbolistas juveniles (Tabla 3).

Tabla 3 Diferencias en el RPE respiratorio (RPE_{resp}) y muscular (RPE_{mus}) y en el RPE respiratorio TL (RPE_{resp-TL}) y muscular TL (RPE_{mus-TL}) de los cadetes (n=17) y los juveniles (n=14).

Equipo	RPE _{resp}	RPE _{resp-TL} (UA)	RPE _{mus}	RPE _{mus-TL} (UA)
Cadete	6,56 ± 1,89	76,38 ± 33,36	4,79 ± 1,75	53,06 ± 19,99
Juvenil	6,14 ± 1,93	83,15 ± 37,24	6,82 ± 1,96**	91,35 ± 35,89***
TE	0,22	0,20	1,16	1,91

Los valores son medias ± SD. TE = tamaño del efecto. **P<0,01; ***P<0,001: diferencias significativas entre ambos equipos.

Temperatura

Se observaron diferencias significativas (p<0,05-0,01) entre ambos equipos, tanto en la temperatura pre-test, como en la temperatura post-test (Tabla 4). Además, se observaron diferencias significativas (p<0,001) entre la temperatura pre y post-test de los futbolistas cadetes.

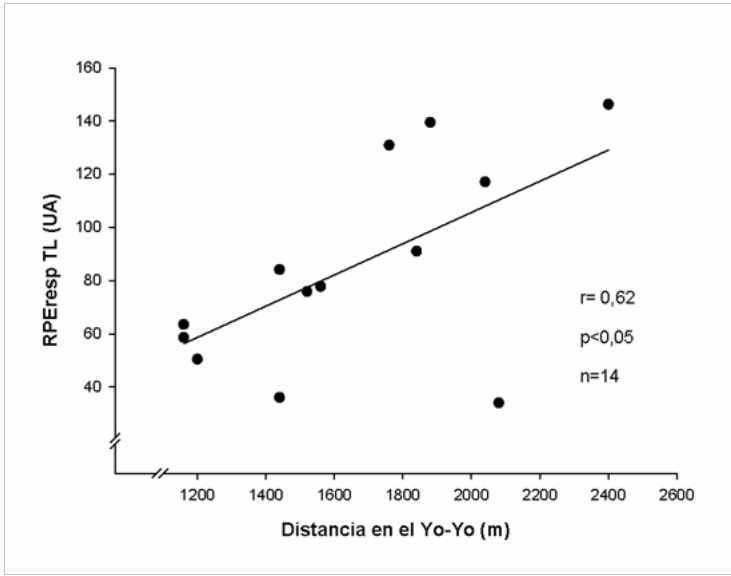
Tabla 4 Diferencias en la temperatura pre y post-test del equipo cadete (n=17) y juvenil (n=14).

Equipo	Temperatura pre-test	Temperatura post-test (°C)	TE pre-post
Cadete	34,88 ± 0,46	35,77 ± 0,56###	1,93
Juvenil	35,46 ± 0,56**	35,24 ± 0,73*	0,39
TE	1,26	0,94	

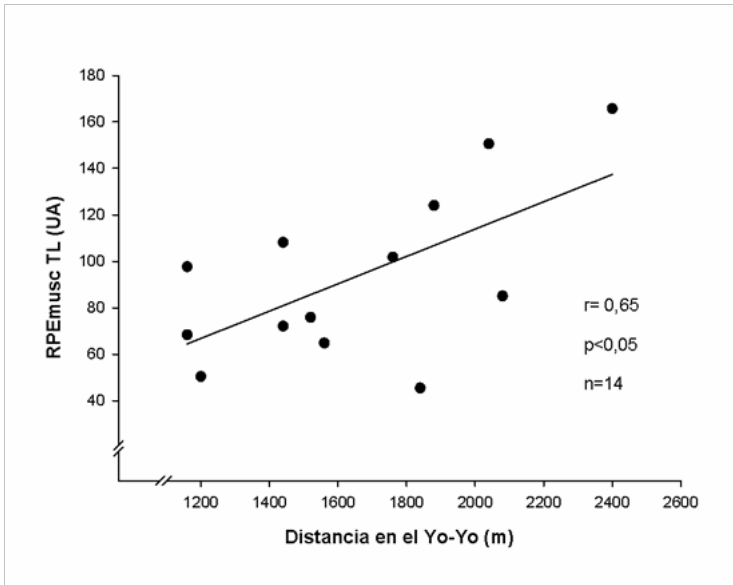
Los valores son medias ± SD. TE = tamaño del efecto. *P<0,05; **P<0,01: diferencias significativas entre ambos equipos. ###P<0,001: diferencia significativa entre el pre y post-test.

Correlaciones entre las variables

En el equipo juvenil (Figura 1A y 1B), los valores individuales de la distancia del YYIR1 correlacionaron significativamente con los valores de RPE_{resp-TL} (r=0,62, p<0,05), así como con los valores de RPE_{mus-TL} (r=0,65, p<0,05). Sin embargo, en el equipo cadete, solo se observó una correlación significativa y positiva (r=0,80, p<0,001) entre la distancia del YYIR1 y el RPE_{resp-TL} (Figura 2).



(A)



(B)

Figura 1. Correlaciones positivas entre los valores individuales de la distancia y la carga de trabajo RPE respiratorio (RPEresp-TL) (A) y la carga de trabajo RPE muscular (RPEmusc-TL) (B) en el test del Yo-Yo en el equipo juvenil.

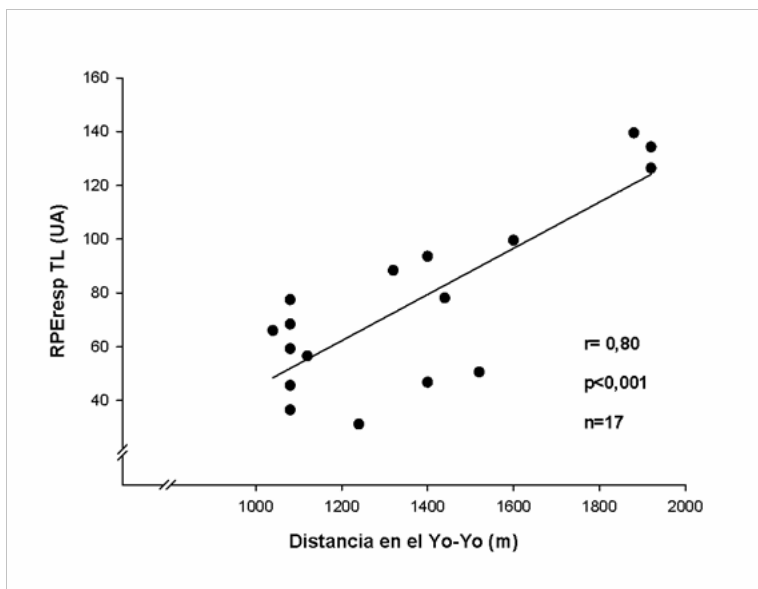


Figura 2. Correlación positiva entre los valores individuales de la distancia y la carga de trabajo RPE respiratorio (RPEresp-TL) en el test del Yo-Yo en el equipo cadete.

DISCUSIÓN

Los objetivos del presente estudio fueron analizar las diferencias en las características antropométricas y la respuesta física (distancia) y fisiológica (consumo de oxígeno estimado, frecuencia cardíaca, temperatura timpánica y percepción subjetiva del esfuerzo) en un test de campo de resistencia en futbolistas de distintas categorías (cadete y juvenil), y examinar la relación existente entre las distintas variables analizadas. Los resultados del estudio muestran que los jugadores del equipo juvenil tuvieron un mayor IMC que los cadetes, así como mejores resultados en el test de resistencia. Se observaron correlaciones significativas entre el RPEmus-TL y RPEresp-TL y los resultados del test de resistencia en los futbolistas juveniles. Sin embargo, en los cadetes solo se observó una alta correlación con el RPEresp-TL.

En relación a los parámetros antropométricos, no se observaron diferencias significativas en la talla entre los juveniles y cadetes, pero si en el IMC. El proceso de maduración es altamente complejo y ha sido objeto de estudio durante años, intentando aclarar la relación entre la maduración, el desarrollo físico y el entrenamiento en jóvenes deportistas (Sttaton, Reily, Williams & Richardson, 2004). Los procesos que envuelven el crecimiento y maduración están estrechamente interrelacionados entre sí, pero registran grandes diferencias en el tiempo y la intensidad de

los mismos (Stratton et al., 2004). La pubertad representa el momento de máximo desarrollo de los tejidos corporales, ocurriendo el mayor aumento de masa corporal entre los 12 y los 16 años, pudiéndose llegar a ganar entre 20 y 25 kg (Stratton et al., 2004). Aún así, muchos estudios han demostrado que el pico de alta velocidad madurativa (PHV) puede variar en función del sujeto (Stratton et al., 2004), aunque normalmente se suele registrar entre los 14 y los 15 años (Gil, Gil, Ruiz, Irazusta & Irazusta, 2007). Por ese motivo, las pequeñas diferencias en la edad biológica implicarán diferencias significativas en la talla y masa corporal (Gil et al., 2007), siendo especialmente durante la primera fase de la adolescencia (11-15 años) cuando esas diferencias de crecimiento, maduración, altura y dimensiones corporales serán mayores (Buchheit et al., 2014). En este sentido, hay pocos estudios longitudinales que analicen los cambios corporales de jóvenes jugadores de fútbol (Stratton et al., 2004). Por lo que sería interesante realizar más investigaciones sobre la evolución de los deportistas y su influencia en el rendimiento.

En nuestro estudio, los jugadores juveniles obtuvieron mejores valores de resistencia aeróbica en el test YYIR que los de categoría cadete. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Markovic y Mikulic (2011), donde se obtuvieron diferencias significativas en el rendimiento en el YYIR en función de la edad en jugadores de fútbol jóvenes (U13-U19). Dicha diferencia, puede deberse en parte a las diferencias en la maduración, ya que el desarrollo de la potencia aeróbica está relacionado con la maduración y el desarrollo puberal (Gil et al., 2007). Como se ha demostrado, los valores de VO₂max mejoran con la edad, en su mayoría por el aumento del tamaño corporal, siendo los valores de futbolistas adolescentes (relativizados con a la masa corporal) muy similares a los de los jóvenes adultos (Reilly et al., 2000). Además, el VO₂max es más fácil de entrenar una vez se ha alcanzado el PHV, siendo menor el efecto del entrenamiento en niños que en adolescentes (Reilly et al., 2000). La menor respuesta al entrenamiento aeróbico en edad prepupal se relaciona con las bajas concentraciones de hormonas androgénicas para la hipertrofia del músculo cardíaco, estimulación de los glóbulos rojos y síntesis de enzimas metabólicas (Reilly et al., 2000).

Por otra parte, en cuanto a la temperatura, se ha descrito que hay una relación directa entre la temperatura e intensidad relativa del trabajo (Bangsbo et al., 2006). Además, se ha observado que en el trabajo relativo al 60% del VO₂max, la temperatura del core es 0,3°C mayor en el ejercicio intermitente que en el continuo (Bangsbo et al., 2006). Hay estudios que han demostrado que lo más fiable para medir la temperatura del core es evaluar la temperatura rectal (Casa et al., 2007), aunque también hay quien considera la temperatura del esófago como el método “gold estándar” (Teunissen, de Haan, de Koning, Clairbois, & Daanen, 2011). Aun así, dada la dificultad de ese tipo de mediciones, se optó por el registro de la temperatura auricular mediante un termómetro de infrarrojos, ya que son más seguros, confortables y tienen mayor fiabilidad en la medición que los termómetros auriculares tradicionales (Teunissen et al., 2011). En nuestro estudio, los jugadores cadetes experimentaron un aumento significativo de la temperatura timpánica tras realizar el test de resistencia YYIR. Sin embargo, en los futbolistas juveniles la temperatura no sufrió modificación significativa al finalizar la prueba.

Este aspecto puede sugerir que los jugadores cadetes presentan una peor capacidad termorreguladora. Diferentes estudios han demostrado que los jóvenes ganan y pierden más fácilmente calor que los adultos, observándose una clara tendencia en la temperatura corporal de los jóvenes a ser mayor que la de los adultos (Stratton et al., 2004). Asimismo, la tasa de sudoración, que es el principal mecanismo de enfriamiento del cuerpo durante el ejercicio (Gavin, 2003), es menor en los jóvenes que en los adultos (Stratton et al., 2004). A pesar de los datos obtenidos, el valor en las mediciones auriculares puede verse alterado por la influencia de la temperatura ambiente, ya que es difícil aislar por completo el conducto auditivo durante la medición (Teunissen et al., 2011) pudiendo afectar la temperatura ambiental al valor de la medición.

Uno de los resultados más interesantes de este estudio ha sido observar que el RPE puede ser un buen indicador de la intensidad del ejercicio. Los jugadores juveniles tuvieron un RPE_{mus} así como un RPE_{mus}-TL significativamente mayor que los cadetes. Sin embargo, el RPE_{res} y el RPE_{res}-TL no fueron significativamente diferentes entre los jugadores cadetes y juveniles. Durante la pubertad, hay un aumento significativo de masa muscular, el cual tiene un efecto positivo en la fuerza (Stratton et al., 2004). Ese aumento en la fuerza se atribuye al incremento de la masa corporal, la masa magra y al desarrollo en los sistemas neuromuscular y neuroendocrino (Stratton et al., 2004). Como consecuencia de los cambios madurativos, es durante el desarrollo adolescente cuando mejoran la velocidad, la resistencia y la fuerza de los jugadores (Gil et al, 2007; Gravina, Gil, Ruiz, Zubero, Gil & Irazusta, 2008). Además, en la pubertad, parámetros relacionados con la madurez física, como la talla y la dimensión corporal son importantes para determinar el rendimiento de un jugador de fútbol (Gil et al., 2010), habiéndose demostrado que los jugadores más mayores, maduros, altos y pesados tienen mejor rendimiento físico en los partidos y en los test físicos que los jugadores más jóvenes, de menor madurez, estatura y masa (Buchheit & Mendez-Villanueva, 2014). El hecho de que los jugadores juveniles de nuestro estudio puedan presentar una mayor capacidad de producir fuerza por su mayor maduración muscular, ha podido provocar que sean capaces de obtener un mejor resultado en el test YYIR (distancia recorrida) expresando una percepción subjetiva muscular mayor. Este aspecto puede estar apoyado por la correlación que se observa entre el RPE_{mus}-TL, RPE_{res}-TL y la distancia total recorrida del test de resistencia del equipo juvenil, mientras que sólo el RPE_{res}-TL y la distancia total recorrida correlacionan en el caso de los cadetes. Esas correlaciones podrían sugerir la idea de que los jugadores juveniles del presente estudio, por su mayor madurez y desarrollo, han sido capaces de realizar más trabajo a nivel muscular que los cadetes.

CONCLUSIONES

Este estudio ha observado diferencias significativas en la masa corporal, el IMC, la distancia recorrida y el VO₂max estimado en el test YYIR entre los jugadores de categoría juvenil y cadete. A pesar de que los datos de frecuencia cardiaca, RPE_{res} y RPE_{res}-TL en la realización del test de resistencia no son distintos entre catego-

rias, el RPemus y el RPemus-TL fue significativamente mayor en los jugadores de categoría juvenil. Asimismo, se observaron correlaciones altas entre el RPemus-TL, el RPeresp-TL y la distancia recorrida en el test de resistencia en los juveniles. Sin embargo, sólo se observó una alta correlación entre el RPeresp-TL y la distancia recorrida en el test de resistencia en los cadetes. Dichas correlaciones y las diferencias observadas entre ambos equipos podrían sugerir que los jugadores juveniles analizados son capaces de realizar un mayor trabajo a nivel muscular que los cadetes. Estos hallazgos deberían ser tomados con cautela, ya que no es un estudio longitudinal. Se necesitan más estudios que puedan aportar nuevos datos sobre las diferencias entre futbolistas cadetes y juveniles.

AGRADECIMIENTOS

A los autores les gustaría agradecer al Romo FC de Getxo (Bizkaia), a sus entrenadores y jugadores por la oportunidad que nos han ofrecido para llevar a cabo este trabajo, así como al Departamento de Educación Física y Deportiva de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (UPV/EHU).

REFERENCIAS

- Algrøy, E.A., Hetlelid, K.J., Seiler, S. & Stray Pedersen J.I. (2011) Quantifying training intensity distribution in a group of Norwegian professional soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(1), 70-81.
- Aliverti, A., Kayser, B., Mauro, A.L., Quaranta, M., Pompilio, P., Dellacà, R.L., Ora, J., Biasco, L., Cavalleri, L., Pomidori, L., Cogo, A., Pellegrino, R. & Miserocchi, G. (2011). Respiratory and leg muscles perceived exertion during exercise at altitude. *Respiratory Physiology and Neurobiology*, 31(2), 162-168.
- Bangsbo, J., Iaia, F.M. & Krstrup, P. (2008). The YoYo Intermittent Recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Journal of Sports Medicine*, 38 (1), 37-51.
- 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.
- Borg, E., Borg, G., Larsson, K., Letzter, M. & Sundblad, B.M. (2010). An index for breathlessness and leg fatigue. *Scandinavian Journal of Medical Sciences and Sports*, 20, 644-650.
- Buchheit, M. & Mendez-Villanueva, A. (2014). Effects of age, maturity and body dimensions on match running performance in highly trained under-15 soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 1, 1-8.
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Mayer, N., Jullien, H., Marles, A., Bosquet, L., Maille, P., Morin, J.B., Cazorla, G. & Lambert, P. (2014). Locomotor performance in highly-trained young soccer players: does body size always matter? *International Journal of Sport Medicine*, 35 (6), 494-504.
- Carling, C., le Gall, F. & Dupont, G. (2012). Analysis of repeated high-intensity running performance in professional soccer. *Journal of Sports Sciences*, 30(4), 325-336.
- Casa, D. J., Becker, S.M., Ganlo, M.S., Brown, C.M., Yeargin, S.W., Roti, M.W., Slegler, J., Blowers, J.A., Glaviano, N.R., Huggings, R.A., Armstrong, L.E. & Maresh, C.M. (2007). Validity of devices that assess body temperature during outdoor exercise in the heat. *Journal of Athletic Training*, 42(3), 333-342.
- Casamichana, D. & Castellano, J. (2013). Utilidad de la escala de percepción subjetiva del esfuerzo para cuantificar la carga de entrenamiento en fútbol. *Revista de Preparación Física en el Fútbol*, 8, 53-70.
- Castagna, C., Impellizzeri, F.M., Rampinini, E., D'Ottavio, S. & Manzi, V. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test in basketball players. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 11(2), 202-208.
- Castagna, C., Manzi, V., Impellizzeri, F., Weston, M. & Barbero Alvarez, J. C. (2010). Relationship between endurance field tests and match performance in young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3227-3233.
- Quintela, K., Yanci, J., Santiago, A., Iturricastillo, A. y Granados, C. (2015). Diferencias en la respuesta fisiológica en el test Yo-Yo Intermittent Recovery Level 1 entre futbolistas de categoría cadete y juvenil. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 410, 27-40

- Chamari, K., Hachana, Y., Ahmed, Y.B., Galy, O., Sghaier, F., Chatard, J.C., Hue, O. & Wisloff, U. (2004). Field and laboratory testing in young elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 191-196.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioural sciences*. New York: Academic Press.
- Coutts, A., Rampinini, E., Marcora, S., Castagna, C. & Impellizzeri, F. (2009). Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 12, 79-84.
- Edwards, A., Macfadyen, M. & Clark, N. (2003). Test performance indicators from a single soccer specific fitness test differentiate between highly trained and recreationally active soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43, 14-20.
- Ferrete, C., Requena, B., Suarez-Arrones, L. & Sáez de Villareal, E. (2014). Effect of strength and high-intensity training on jumping, sprinting and intermittent endurance performance in prepubertal soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(2), 413-422.
- Foster, C., Florhaug, J.A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L.A., Parker, S., Doleshal, P. & Dodge C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
- Gavin, T. (2003). Clothing and thermoregulation during exercise. *Journal of Sports Medicine*, 33(13), 941-947.
- Gil, S.M., Ruiz, F., Irazusta, A., Gil, J. & Irazusta, J. (2007). Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47, 25-32.
- Gil, S.M., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A. & Irazusta, J. (2010). Anthropometrical characteristics and somatotype of young soccer players and their comparison with general population. *Biology of Sport*, 27, 17-24.
- Gravina, L., Gil, S.M., Ruiz, F., Zubero, J., Gil, J. & Irazusta, J. (2008). Anthropometric and physiological differences between first team and reserve soccer players aged 10-14 years at the beginning and end of the season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(4), 1308-1314.
- Haddad, M., Chaouachi, A., Wong, D.P., Castagna, C., Hambli, M., Hue, O. & Chamari, K. (2013). Influence of fatigue, stress, muscle soreness and sleep on perceived exertion during submaximal effort. *Physiology & Behavior*, 119, 185-189.
- Hamilton, P.A., Marcos, L.S. & Secic, M. (2013). Performance of infrared ear and forehead thermometers: a comparative study in 205 febrile and afebrile children. *Journal of Clinical Nursing*, 22, 2509-2518.
- Impellizzeri, F., Rampinini, E., Coutts, A., Sassi, A. & Marcora, S. (2004). Use of RPE-based Training Load in Soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 6, 1042-1047.
- Lago, C., Casais, L., Dominguez, E. & Sampaio, J. (2010). The effects of situational variables on distance covered at various speeds in elite soccer. *European Journal of Sports Science*, 10 (2), 103-109.
- Le Gall, F., Carling, C., Williams, M. & Reilly, T. (2008). Anthropometric and fitness characteristics of international, professional and amateur male graduate soccer players from an elite youth academy. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 90-95.
- Los Arcos, A., Gil-Rey, E., Izcue, I., & Yanci, J. (2013). Monitoring Training load in young professional soccer players. *AGON International Journal of Sport Sciences*, 3(1), 13-21.
- Markovic, G. & Mikulic, P. (2011). Discriminative ability of the Yo-Yo intermittent recovery test (level 1) in prospective young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10), 2931-2934.
- Reilly, T., Bangsbo, J. & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18, 669-683.
- Stratton, G., Reilly, T., Williams, A.M. & Richardson, D. (2004). *Youth Soccer: from science to performance*. London: Routledge.
- Teunissen, L.P.J., de Haan A., De Koning, J.J., Clairbois, H.E. & Daanen, H.A.M. (2011). Limitations of temperature measurements in the aural canal with an ear mould integrated sensor. *Physiological Measurement*, 32, 1403-1416.
- Wong, P.L., Chaouachi, A., Castagna, C., Lau, P. W. C., Chamari, K. & Wisloff, U. (2011). Validity of the Yo-Yo intermittent endurance test in young soccer players. *European Journal of Sport Science*, 11(5), 309-315.