

Trabajo Fin de Grado

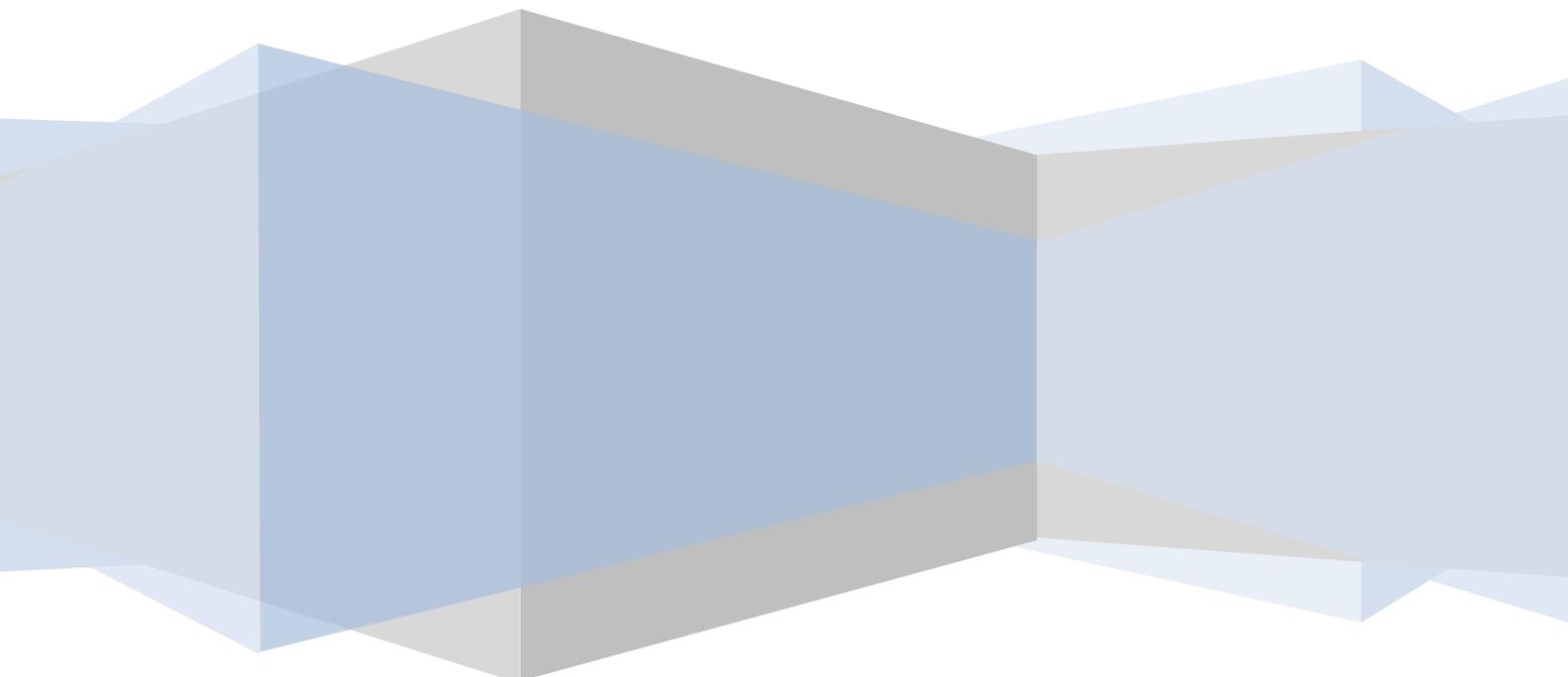
2013-2014

Diferencias fisiológicas entre futbolistas de categoría cadete y juvenil

Kerman Quintela Eguiluz

Tutora: Cristina Granados Domínguez

Primera convocatoria



ÍNDICE

Resumen	4
Introducción	5
Metodología	8
Resultados	12
Discusión	16
Conclusión	19
Agradecimientos	20
Bibliografía	21
Anexo	26

RESUMEN

En el fútbol son frecuentes los estudios que comparan jóvenes futbolistas élite y no-élite, pero son menos los que comparan jóvenes futbolistas de distintas edades. Los objetivos de este estudio fueron analizar las diferencias en las características antropométricas, resistencia aeróbica, temperatura corporal y percepción subjetiva del esfuerzo en futbolistas de distintas categorías (cadete y juvenil), y examinar la relación existente entre las distintas variables analizadas. Para ello participaron 37 jóvenes futbolistas, 20 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). A su vez, para determinar su resistencia aeróbica, los jugadores realizaron el *Yo-Yo Intermittent Recovery Level 1*, registrándose la distancia total recorrida, la temperatura pre y post-test y la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE). Los futbolistas de categoría juvenil obtuvieron mayores valores de masa corporal e IMC, obteniendo además mejores valores en el test de resistencia que los cadetes. Asimismo, se registraron diferencias en el RPE_{mus} y RPE_{mus}-TL, siendo mayor el de los juveniles en ambos casos. Para acabar, se observaron correlaciones altas entre los resultados del test de resistencia y el RPE_{res}-TL, así como con el RPE_{mus}-TL en los juveniles, mientras que en el caso de los cadetes solo correlacionó con el RPE_{res}-TL. Se cree que dichas diferencias pueden ser debidas al mayor desarrollo muscular de los juveniles respecto a los cadetes, aunque se necesitan más estudios.

Palabras clave: fútbol, jóvenes, antropometría, resistencia, temperatura corporal, RPE.

INTRODUCCIÓN

El fútbol es un deporte intermitente (Reilly, Bangsbo & Franks, 2000) que consiste en periodos de carrera submáxima y recuperación (Edwards, Macfadyen & Clark, 2003), intercalados por acciones de máxima intensidad y corta duración (Ferrete, Requena, Suares-Arrones, & Sáez de Villareal, 2014). Es un deporte en su mayoría aeróbico, (Reilly et al., 2000) determinado por la capacidad aeróbica de los jugadores (Edwards et al., 2003; Chamari et al., 2004). Sin embargo, se realizan de media 150-250 acciones de alta intensidad y corta duración durante el partido (Bangsbo, Mohr & Krustup, 2006; Carling, le Gall & Dupont, 2012), corriendo a alta intensidad (>19.8km/h) cada 72 segundos (Carling et al., 2012) y haciendo un sprint cada 90 (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 es determinante (Carling et al., 2012).

La distancia recorrida en un partido de élite, que ha sido ampliamente estudiada (Lago, Casais, Dominguez & Sampaio, 2010; Bangsbo, Mohr & Krustup, 2006), varía desde los 9 hasta los 14km (Lago et al., 2010). Pero la intensidad con la que se cubre esa distancia no es la misma en todas las acciones (Bangsbo et al., 2006), cubriendo el 8,2-69,4% de la distancia andando o a baja intensidad (0-11km/h), el 13,4-16,3% a media intensidad (11,1-14km/h), el 3,9-6,1% a alta intensidad (14,1-19km/h) y el 2,1-3,7% sprintando (>23km/h) (Di Salvo, Baron, Tschan, Calderon Montero, Bachl & Pigozzi, 2007). Además, sólo el 1,2-2,4% de la distancia total recorrida se hace conduciendo el balón (Di Salvo et al., 2007).

Se han encontrado diferencias significativas en la distancia total recorrida en función de la posición que ocupan los jugadores (Bangsbo et al., 2006), siendo los medios los que más distancia cubren (Di Salvo et al., 2007; Bangsbo et al., 2006), los delanteros quienes realizan más sprints (Bangsbo et al., 2006) y los defensas centrales quienes recorren menos distancia y a menor intensidad (Bangsbo et al., 2006; Reilly et al., 2000; Di Salvo et al., 2007).

Por otra parte, hay un descenso significativo en la distancia recorrida durante la segunda parte en relación con la de la primera (Lago et al., 2010), como

consecuencia del efecto de la fatiga sobre el rendimiento del jugador (Mohr, Krstrup & Bangsbo, 2003; Bangsbo et al., 2006).

La frecuencia cardíaca (FC) media de un partido de fútbol de élite se encuentra alrededor del 85% de la FC máxima (Bangsbo, Iaia & Krstrup, 2007), encontrándose en pocas ocasiones en valores inferiores al 65% durante el partido (Reilly et al., 2000). La intensidad media registrada durante un partido de élite varía según los autores desde el 70% (Bangsbo et al, 2007; Bangsbo et al., 2006; Reilly et al., 2000), hasta el 75% del consumo máximo de oxígeno (Lago et al., 2010; Sliwoski et al., 2013). Asimismo, los valores máximo de consumo de oxígeno ($VO_2\text{max}$) en un partido de fútbol de élite son entre 56 y 69 ml/kg/min (Reilly et al., 2000)

La resistencia aeróbica se suele evaluar mediante la determinación del consumo máximo de oxígeno. El YoYo Intermittent Recovery (IR) test se ha convertido en uno de los tests más estudiados y dada su especificidad y aplicabilidad, se ha utilizado en varios deportes como baloncesto, rugby o fútbol (Bangsbo, Iaia & Krstrup, 2008) para evaluar la resistencia aeróbica de los jugadores. El objetivo del test es evaluar la capacidad de los jugadores de recuperarse (Reilly et al, 2000) y repetir ejercicio de alta intensidad (Bangsbo et al., 2008). Se ha demostrado que los resultados del YoYo IR y la medición directa del consumo de oxígeno correlacionan significativamente, siendo una buena herramienta para la evaluación del $VO_2\text{max}$ (Bangsbo et al., 2008).

Por otra parte, los jugadores de más éxito no son necesariamente los más rápidos, ni están en mejor forma que los menos exitosos. Sin embargo, tener buena capacidad física todavía se considera importante para alcanzar un buen rendimiento en el fútbol (Buchheit et al., 2014). Es por eso 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 años (Le Gall, Carling, Williams & Reilly, 2008).

Parece que los jóvenes futbolistas de élite, tienen características físicas muy similares a los jugadores de élite adultos (Williams & Reilly, 2000) y que los equipos de elite, tienden a tener jugadores muy heterogéneos en cuanto al tamaño corporal, adecuando las características de los jugadores a sus

posiciones (Reilly et al., 2000). En general, los futbolistas de élite de edad adulta miden entre 182 y 186 cm y pesan entre 75 y 80 kg, mientras que los jugadores de élite de 18 años miden 177 cm y pesan 70-71 kg (Gil, Gil, Ruiz, Irazusta & Irazusta, 2010). Además, en los futbolistas adultos predomina la mesomorfia, teniendo un somatotipo de 3-5-2.5 (Gil, Gil, Ruiz, Irazusta & Irazusta, 2007). A pesar de ello, los resultados de distintos estudios no son homogéneos (Hazir, 2010). En los jóvenes futbolistas, también predomina la mesomorfia pero tienen valores altos de ectomorfia porque tienden a pesar menos que los adultos (Gil et al., 2010).

Analizando las características antropométricas por posiciones, parece que las características varían dependiendo de las posiciones de los jugadores, aunque no todos los estudios coinciden en ello (Hazir, 2010). Los porteros son los jugadores más altos (Gil et al., 2007), pesados y tienen un mayor porcentaje de grasa que los demás jugadores (Sutton, Scott, Wallace & Reilly, 2009). Además, los defensas son más altos y pesados que los medios quienes suelen ser los más bajos y ligeros (Sutton et al., 2009).

La unidad de tiempo utilizada para cuantificar el entrenamiento en fútbol es el minuto (volumen) (Casamichana & Castellano, 2013). Sin embargo, determinar la intensidad, especialmente cuando se utilizan situaciones de entrenamiento abiertas (como pueden ser los juegos reducidos) resulta más complicado (Casamichana et al, 2013).

Las escalas de Percepción Subjetiva del Esfuerzo (RPE) se basan en la idea de que los atletas 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 & et al., 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 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).

Asimismo, el cálculo del RPE es más apropiado para medir la intensidad de un ejercicio que las variables fisiológicas individuales, ya que es el reflejo de distintos factores, como el estado psicológico del deportista, la forma física y la carga externa (Coutts et al., 2009). Se ha demostrado que el RPE correlaciona con la cuantificación de carga interna mediante la frecuencia cardíaca (Impellizzeri et al., 2004; Haddad, et al., 2013), el consumo de oxígeno, la ventilación, la concentración de lactato en sangre y la actividad electromiográfica (Coutts et al., 2009).

El Training Load (TL), la multiplicación del estrés fisiológico por la duración del ejercicio (Impellizzeri et al., 2004), se ha estimado en muchas ocasiones utilizando el RPE en el entrenamiento del fútbol (Los Arcos et al., 2013). En dicho deporte, es importante estimar el TL del equipo para ser capaces de valorar la respuesta de los jugadores a la práctica y relacionarlo con los cambios en el rendimiento físico (Los Arcos et al., 2013). Es decir, la monitorización y control de la carga interna de los jugadores es imprescindible para asegurar que cada futbolista recibe el estímulo necesario en el entrenamiento (Los Arcos et al., 2013).

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente mencionado, los objetivos del presente estudio fueron analizar las diferencias en las características antropométricas, resistencia aeróbica, temperatura corporal y percepción subjetiva del esfuerzo en futbolistas de distintas categorías (cadete y juvenil), y examinar la relación existente entre las distintas variables analizadas.

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 el 25 de febrero en ambos equipos; mientras que el test de resistencia se realizó el día 27 de febrero, aprovechando 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 sus resultados de competición, ya que el siguiente fin de semana no se disputaban partidos de liga por haber competición de selecciones autonómicas.

Participantes

El estudio se realizó con 37 futbolistas jóvenes varones del Romo FC de Getxo (Bizkaia). Los participantes eran miembros del equipo cadete (n=20) 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 $21,48 \pm 1,56$. 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 $22,9 \pm 1,99$. Todos los participantes y sus respectivos tutores fueron debidamente informados sobre el procedimiento del estudio y de los posibles riesgos y beneficios de participar en el mismo (ver anexo). Asimismo, todos los sujetos y sus tutores firmaron antes de realizar los test un documento en el que daban su consentimiento a la participación en el mismo (ver anexo).

Procedimientos de los test

El estudio se realizó en el campo de Gobela (Getxo, Bizkaia), de hierba artificial, donde ambos equipos entrenan 4 días a la semana y compiten los fines de semana y con el cual están perfectamente familiarizados. Ambos equipos llevaron a cabo las mediciones antropométricas el 25 de febrero (entre las 18.30 y 20.00h) y el test *Yo-Yo intermittent recovery level 1* el 27 de febrero (entre las 19.00 y 21.30h). Antes de realizar el test Yo-Yo, 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 Yo-Yo y se les preguntó por su percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) sobre el test realizado.

Antropometría

Se determinó la talla y la masa corporal (Seca-balance, Seca 222, New York, NY, USA), y se calculó el Índice de Masa Corporal (IMC) de todos los sujetos en base a la fórmula de masa corporal/talla².

Resistencia

El test *Yo-Yo Intermittent Recovery Level 1* se realizó de acuerdo a los métodos descritos anteriormente (Castagna, Impellizzeri, Rampinini, D'Ottavio, & Manzi, 2008). El test consiste en recorrer 20 m con periodos de 10s de recuperación activa, mientras la velocidad se va incrementando progresivamente hasta la extenuación (Castagna et al., 2008). El Yo-Yo se da por concluido cuando un participante llega dos veces tarde a marca cuando suena el “beep” (evaluación objetiva) o es 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 (VO₂max). Para ello se empleó la fórmula: distancia recorrida (m) x 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.



Figura 1. Test de resistencia Yo-Yo Intermittent Recovery Level 1.

Percepción subjetiva del esfuerzo

Inmediatamente después de que concluyeran el *Yo-Yo Intermittent Recovery Level 1* a los deportistas se les pidió que especificaran percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) durante 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 (Fosters et al., 2001). Se les permitió que marcaran un plus que se interpretaba como 0,5 puntos si así lo deseaban (Foster et al., 2001; Algrøy, Hetlelid, Seiler, & Stray Pedersen, 2011). 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_{mus}) (Aliverti et al., 2011; Borg et al., 2010). Para calcular el training load (TL) se multiplicó el valor del RPE por la duración del esfuerzo en minutos (Foster et al., 2001; Casamichana & et al., 2013): RPE-TL respiratorio (RPE_{resp}-TL) y RPE-TL muscular (RPE_{mus}-TL).

Temperatura

Se registró la temperatura auditiva 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 (version 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-Shmirnov 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.

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_{mus} y RPE_{mus-TL}), se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (r).

El límite superior de significación estadística se estableció en $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Edad

Los jugadores del equipo juvenil tenían una edad ($16,94 \pm 0,89$ años) significativamente mayor ($p < 0,001$) que los jugadores del equipo cadete ($15,12 \pm 0,69$ años).

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/m²)
Cadete	$1,71 \pm 0,69$	$63,1 \pm 6,66$	$21,48 \pm 1,56$
Juvenil	$1,76 \pm 0,73$	$70,65 \pm 6,77^{**}$	$22,9 \pm 1,99^*$

IMC= Índice de masa corporal. Los valores son medias \pm 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 (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	Distancia (m)	Tiempo (min)	Vo ₂ max (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)
Cadete	1364,71 ± 312,05	11,41 ± 2,65	47,86 ± 2,62
Juvenil	1617,14 ± 394,33*	13,57 ± 3,18*	49,98 ± 3,31*

Los valores son medias ± SD. *P≤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***

Los valores son medias ± SD. **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.

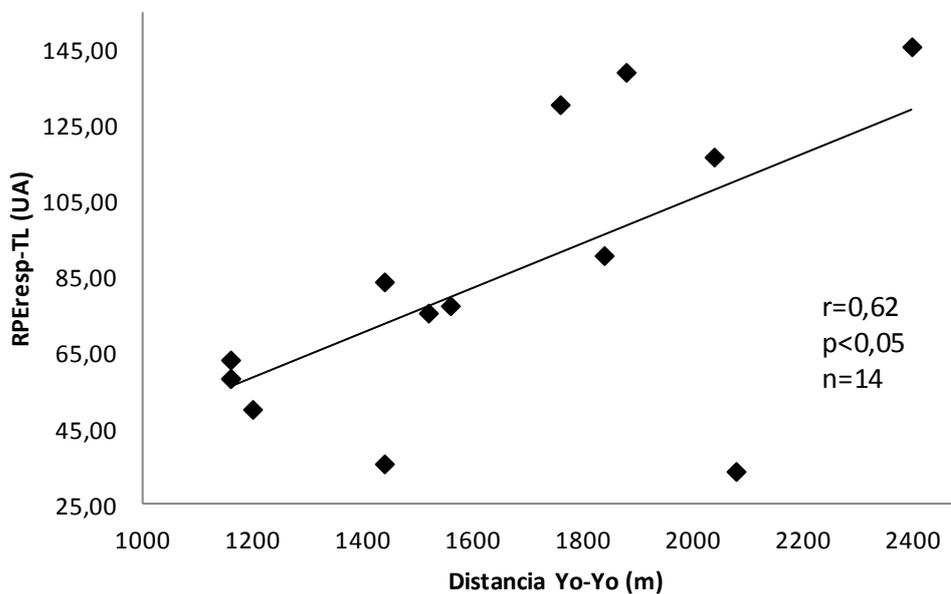
Tabla 4. Diferencias en la temperatura pre y post-test del equipo cadete (n=17) y juvenil (n=14).

Equipo	Temperatura pre-test (°C)	Temperatura post-test (°C)
Cadete	34,88 ± 0,46	35,77 ± 0,56 ^{###}
Juvenil	35,46 ± 0,56 ^{**}	35,24 ± 0,73 [*]

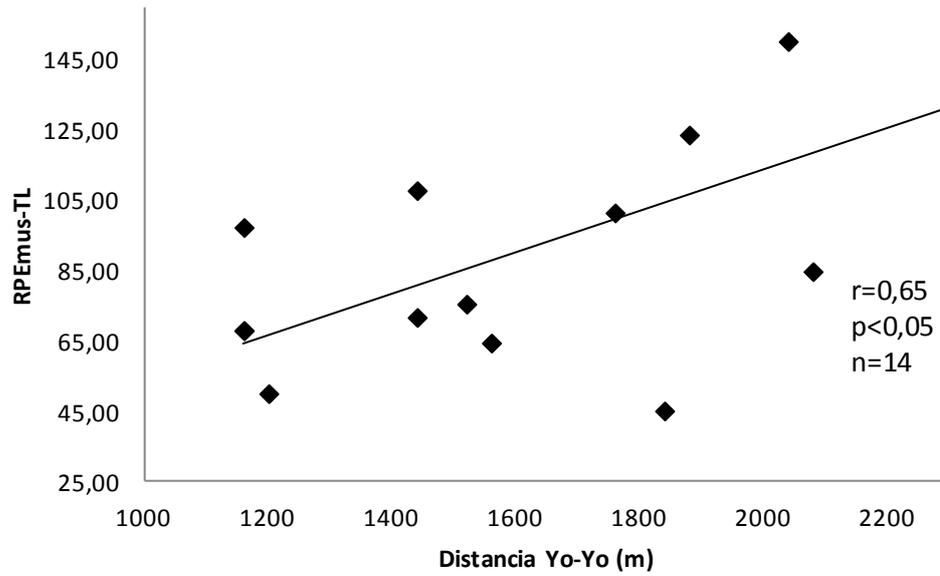
Los valores son medias ± SD. *P<0,05; **P<0,01: diferencias significativas entre ambos equipos. ###P<0,001: diferencia significativa entre el pre y post-test.

Correlaciones entre las variables

En el equipo juvenil (Fig. 2A y 2B), los valores individuales de la distancia del Yo-Yo 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 significativamente positiva (r=0,80, p<0,001) entre la distancia del Yo-Yo y el RPE_{resp-TL} (Fig. 3).



(A)



(B)

Figura 2. Correlación entre los valores individuales de la distancia con el RPEresp-TL (A) y RPEmus-TL (B) en el test del Yo-Yo en el equipo juvenil.

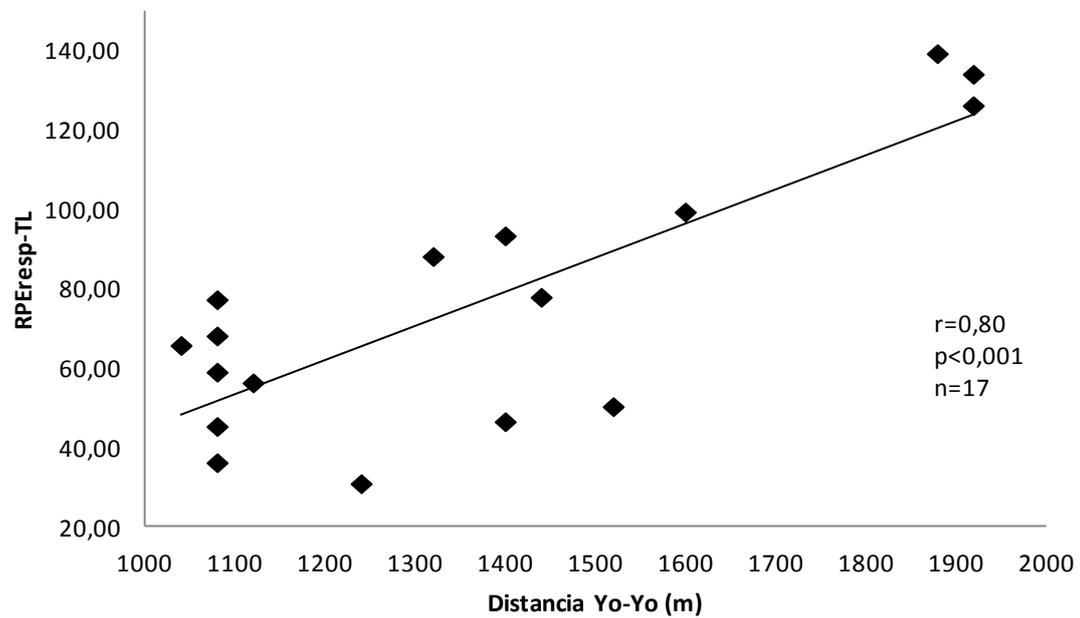


Figura 3. Correlación entre los valores individuales de la distancia con el RPEresp-TL en el test del Yo-Yo en el equipo cadete.

DISCUSIÓN

Los objetivos de este estudio fueron analizar las diferencias en las características antropométricas, resistencia aeróbica, temperatura corporal y percepción subjetiva del esfuerzo en futbolistas de futbolistas cadetes y juveniles, así como examinar la relación existente entre las distintas variables analizadas. Los resultados del estudio muestran que los jugadores del equipo juvenil tuvieron más masa corporal e IMC que los cadetes, así como mejores resultados en el test de resistencia. Se observaron correlaciones altas 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 RPEresp-TL.

En relación a los parámetros antropométricos, no se observaron diferencias significativas en la talla entre los juveniles y cadetes, pero si en la masa corporal y en el IMC. Una posible explicación podría ser un mayor desarrollo muscular por parte de los juveniles respecto a los cadetes, lo que se traduciría en una mayor masa corporal, aunque este hecho no podemos afirmarlo ya que no se midió el porcentaje graso, por tanto habría que tomarlo con cautela. El proceso de maduración es altamente complejo y ha sido objeto de estudio durante años, intentando aclarar la relación entre la maduración, desarrollo físico y el entrenamiento en jóvenes deportistas (Sttraton, 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 (Sttraton et al., 2004). Y es que el proceso madurativo no ocurre al mismo tiempo en todas las personas con la misma edad cronológica, pudiéndose encontrar diferencias en el desarrollo en comparación a jóvenes de su misma edad cronológica (Gil, Ruiz, Irazusta, Gil & Irazusta, 2007).

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 (Sttraton et al., 2004). Aún así, muchos estudios han demostrado que el Peak High Velocity (PHV) puede variar en función del sujeto (Sttraton et al., 2004), aunque normalmente se

suele registrar entre los 14 y los 15 años (Gil et al, 2007b). Por ese motivo, las pequeñas diferencias en la edad biológica implicarán diferencias significativas en la talla y masa corporal (Gil et al, 2007b), 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). De todas formas, es cierto que hay pocos estudios longitudinales que analicen los cambios corporales de jóvenes jugadores de fútbol (Sttraton et al., 2004). Por lo que sería interesante realizar más estudios sobre la evolución de los deportistas y su influencia en el rendimiento.

El test YoYo IR1 se considera un test adecuado para estimar el consumo de oxígeno en jugadores de fútbol (Bangsbo et al., 2008). En nuestro estudio, los juveniles tuvieron mejores valores de resistencia aeróbica que los de los cadetes. 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, 2007b). Como se ha demostrado, los valores de $VO_2\text{max}$ 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 $VO_2\text{max}$ 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 prepuberal se relaciona con las bajas concentraciones de hormonas androgénicas para la hipertrofia del musculo cardíaco, estimulación de los glóbulos rojos y síntesis de encimas 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 $VO_2\text{max}$, la temperatura del core es $0,38^\circ\text{C}$ 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 gold estándar en la medición de la temperatura (Teunissen, de Haan,

de Koning, Clairbois, & Daanen, 2011). Aún así, dada la incomodidad de esa medición, se optó por la medición 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). Como se ha demostrado, el valor obtenido 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. En nuestro estudio, solo se observaron diferencias significativas pre y post-test en los jugadores cadetes, pero no en los juveniles. Esto puede ser debido a que los cadetes, al contrario de los juveniles, realizaron el test de resistencia con bastante ropa, impidiendo así la termorregulación del cuerpo y aumentando la temperatura corporal. En ese sentido, varios estudios han demostrado que la ropa puede ser una barrera que dificulta la transferencia del calor (Gavin, 2003). Además cuando la vestimenta interfiere con la evaporación del sudor de la piel, se da un incremento de la temperatura cutánea y del core (Gavin, Babington, Harms, Ardelt, Tanner, & Stager., 2001) ya que es la principal mecanismo de enfriamiento del cuerpo durante el ejercicio (Gavin, 2003).

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} y, por tanto, un RPE_{mus}-TL significativamente mayor que los cadetes. Este valor es normal ya que dichos jugadores recorrieron mayor distancia en el test de resistencia y tenían mayor masa corporal, lo que podía haber implicado un mayor desgaste a nivel muscular y como consecuencia una percepción del esfuerzo más alta. 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, 2007b; 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 cadetes tengan una menor capacidad de producir fuerza por su menor maduración muscular, puede ser que sea solventada con un mayor aporte respiratorio. Prueba de ello es la correlación que se observa entre el RPEmus-TL, RPEresp-TL y la distancia total recorrida del test de resistencia del equipo juvenil, mientras que sólo el RPEresp-TL y la distancia total recorrida correlacionan en el caso de los cadetes. Esas correlaciones podrían sugerir la idea de que los jugadores juveniles, por su mayor madurez y desarrollo, serían capaces de realizar más trabajo a nivel muscular que los cadetes.

CONCLUSIÓN

Este estudio ha observado diferencias significativas en las características antropométricas, resistencia aeróbica, temperatura corporal y RPE muscular entre jugadores juveniles y cadetes. Asimismo, se observó correlaciones altas entre el RPEmus-TL, el RPEresp-TL y la distancia recorrida en el test de resistencia en los juveniles. Mientras que 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 juveniles son capaces de realizar un mayor trabajo a nivel muscular que los cadetes. Aunque dichos 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

Al autor le gustaría agradecer al club de fútbol Romo FC de Getxo (Bizkaia), a sus entrenadores y jugadores la oportunidad dada 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).

BIBLIOGRAFÍA

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., Laia, F. & Krusprtrup, P. (2007). Metabolic response and fatigue in soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2, 111-127.

Bangsbo, J., laia, F.M. & Krustrup, 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. & Krustrup, 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-Villnueva, 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). Analisis 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.

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.

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.

Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F.J., Bachl, N. & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 222-227.

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.

Gavin, T., Babington, P., Harms, C., Ardelt, M., Tanner, D. & Stager, J. (2001). Clothing fabric does not affect thermoregulation during exercise in moderate heat. *Journal of Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33 (12), 2124-2130.

Gil, S.M., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A. & Irazusta, J. (2007a). Physiological and anthropometric characteristics of young soccer players according to their position: relevance for the selection process. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (2), 438-445.

Gil, S.M., Ruiz, F., Irazusta, A., Gil, J. & Irazusta, J. (2007b). Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47, 25-32.

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.

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.

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.

Hazir, T. (2010). Physical characteristics and somatotype of soccer players according to playing level and position. *Journal of Human Kinetics*, 26, 83-95.

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.

Mohr, M., Krustup, P. & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21, 519-528.

Reilly, T., Bangsbo, J. & Franks, A. (2000). Antropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18, 669-683.

Sliwowski, R., Andrzejewski, M., Wieczorek, A., Barinow-Wojewódzki, A., Jadczak, Ł., Adrian, J., Pietrzak, M. & Wieczorek, J. (2013). Changes in the anaerobic threshold in an annual cycle of sport training of young soccer players. *Biology of Sport*, 30, 137-143.

Stratton, G., Reilly, T., Williams, A.M. & Richardson, D. (2004). Youth Soccer: from science to performance. London: Routledge.

Sutton, L., Scott, M., Wallace, J. & Reilly, T. (2009). Body composition of English Premier League soccer players: Influence of playing position,

international status and ethnicity. *Journal of Sports Sciences*, 27 (10), 1019-1026.

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.

Williams, A.M. & Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18, 657-667.

ANEXO

I Hoja de información

HOJA DE INFORMACIÓN

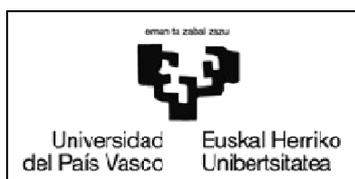
Este estudio servirá para realizar el Trabajo de Fin de Grado de Kerman Quintela.

El objetivo del estudio es analizar las diferencias en el perfil fisiológico en futbolistas de distintas categorías (juvenil/cadete).

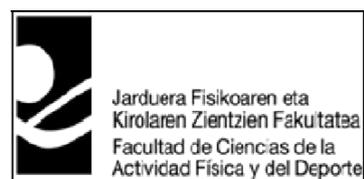
¿En qué consiste mi participación?

- Antropometría y mediciones.
- Test de resistencia:
 - Se registrará la frecuencia cardíaca durante el test.
 - Se registrará la temperatura corporal antes y al final de la prueba.
 - Se registrará al concluir la prueba la percepción del esfuerzo realizado (muscular y respiratorio).

II Consentimiento informado



CONSENTIMIENTO



TÍTULO DEL ESTUDIO:

DIFERENCIAS EN LAS CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS EN FUTBOLISTAS CADETES Y JUVENILES.

GRUPO INVESTIGADOR:

Dr. Cristina Granados	cristina.granados@ehu.es	945013521
D. Kerman Quintela	kquintela001@ikasle.ehu.es	

Departamento: EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTIVA

Centro: FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

EUSKAL HERRIKO UNIBERTSITATEA/UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO (UPV/EHU).

Yo, D/Dña, padre/madre o tutor/a de, y con D.N.I

DECLARO QUE:

Mi hijo/tutorado ha leído la hoja de información que se le ha entregado.

Mi hijo/tutorado ha podido hacer preguntas sobre el estudio.

Mi hijo/tutorado ha hablado con Kerman Quintela.

Mi hijo/tutorado ha recibido suficiente información sobre el estudio.

Las intervenciones que se le van a realizar son:

- Diversas mediciones: talla, peso y porcentaje graso.
- Test de resistencia:
 - Se registrará la frecuencia cardíaca durante el test.
 - Se registrará la temperatura corporal (en el oído) antes y al final de la prueba.
 - Se registrará al concluir la prueba la percepción del esfuerzo realizado (muscular y respiratorio).

El equipo investigador cumplirá estrictamente la legislación en materia de protección de datos, en concreto los preceptos de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre de protección de datos de carácter personal y el Real Decreto 1029/2007 sobre medidas de seguridad.

La participación de mi hijo/tutorado en el estudio no supondrá ningún gasto.

Comprendo que la participación de mi hijo/tutorado es voluntaria.

Comprendo que mi hijo/tutorado puede retirarse del estudio:

1. Cuando quiera.
2. Sin tener que dar explicaciones.
3. Sin que esto suponga represalias de ningún tipo.

Mi hijo/tutorado participa libremente en el estudio y doy el consentimiento para el acceso y utilización de sus datos para fines académicos.

Y para que así conste firmo el presente documento en Getxo, a (día) de (mes) del (año).

Firma del padre/madre o tutor/a:
Nombre:
DNI:

Firma del participante:
Nombre:
DNI:

Firma del investigador:
Nombre:
DNI:

**En caso de necesitar más información o tener alguna duda, póngase en contacto con Cristina Granados Domínguez, tel. 945013521 E-mail cristina.granados@ehu.es.