

Diferencias entre jugadores de fútbol de distintas edades en la capacidad de aceleración, cambio de dirección y salto

Differences in the acceleration, change of direction and jumping capacity between different ages soccer players

Asier Santiago¹, Cristina Granados², Kerman Quintela¹, Javier Yanci²

1. Departamento de Preparación Física. C.D. Danok Bat, Bilbao. España.

2. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad del País Vasco. UPV/EHU. España.

CORRESPONDENCIA:

Javier Yanci Irigoyen

javier.yanci@ehu.es

Recepción: junio 2014 • Aceptación: abril 2015

Resumen

Los principales objetivos de este estudio fueron analizar la capacidad de aceleración, capacidad de cambio de dirección (CODA), salto vertical (VJ) y salto horizontal (HJ) en futbolistas cadetes y juveniles y determinar las diferencias en estas cualidades en función de la categoría. La muestra total ($n = 34$) fue dividida en dos grupos, atendiendo a la categoría en la que competían. El grupo 1 (CAD, $n = 17$) competía en la Liga Vasca Cadete (15.12 ± 0.70 años), mientras que el grupo 2 (JUV, $n = 17$) lo hacía en la Liga Nacional Juvenil (16.94 ± 0.90 años). En el presente estudio se encontraron diferencias significativas entre categorías (cadete y juvenil) en la capacidad de aceleración ($p < 0.01$, $d = 1.6$, alto), pero no en la capacidad de cambio de dirección ($p > 0.05$, $d = 0.3$, bajo). Con respecto a la capacidad de salto, los jugadores juveniles obtuvieron una mayor capacidad de salto horizontal ($p < 0.01$, $d > 0.8$, alto). Sin embargo, estas diferencias no se observaron en todos los tipos de salto vertical. En el test de salto vertical sin contra movimiento (VSJ) los resultados fueron similares ($p > 0.05$, $d = 0.3$, bajo) entre jugadores de distintas edades. Sin embargo, se obtuvieron diferencias significativas en el IE ($p < 0.05$, $d = 0.9$, alto) y tamaños del efecto moderados o altos en el VCMJ ($p > 0.05$, $d = 0.6$) y en el VCMJAS ($p > 0.05$, $d = 0.9$). Atendiendo a estos resultados podría ser interesante utilizar los test de aceleración, salto vertical con ciclo estiramiento-acortamiento y salto horizontal para analizar el rendimiento en jóvenes futbolistas.

Palabras clave: sprint, salto horizontal, salto vertical, fuerza, rendimiento.

Abstract

The main objectives of this study were to analyze: acceleration capacity; change of direction ability (CODA); vertical jump (VJ); and horizontal jump (HJ); in under 16 and under 18 footballers and to determine the differences in these qualities according to category. The total sample ($n = 34$) was divided into two groups according to the category in which the subjects competed. Group 1 (U16, $n = 17$), competed in the U16 Basque League (15.12 ± 0.70 years) while Group 2 (U18, $n = 17$) competed in the National U18 League (16.94 ± 0.90 years). Significant differences were found between the U16 and U18 categories in acceleration capacity ($p < 0.01$, $d = 1.6$, high), but not in CODA ($p > 0.05$, $d = 0.3$, low). With respect to jump capacity, the U18 players recorded a greater capacity for the horizontal jump ($p < 0.01$, $d > 0.8$, high). However, these differences were not evident in all the types of vertical jump. In the vertical jump without a countermovement (VSJ) similar values ($p > 0.05$, $d = 0.3$, low) were recorded by the players of different ages. However, significant differences were obtained in the elastic index (IE, $p < 0.05$, $d = 0.9$, high) and moderate or high effect sizes in the vertical countermovement jump (VCMJ, $p > 0.05$, $d = 0.6$, high) and in the arm swing vertical countermovement jump (VCMJAS, $p > 0.05$, $d = 0.9$). The results suggest that it could be of benefit to use tests of acceleration and vertical jump, using the stretch shortening cycle and horizontal jump, to analyze performance in young footballers.

Key words: sprint, horizontal jump, vertical jump, strength, performance.

Introduction

El fútbol es un tipo de ejercicio intermitente de alta intensidad durante el cual se intercalan acciones cortas muy intensas con movimientos de menor intensidad (Bangsbo, Mohr & Krustrup, 2006; Stølen, Chamari, Castagna & Wisløff, 2005; Svensson & Drust, 2005). Por lo tanto, los jugadores de fútbol tienen que ser competentes en varios aspectos para desempeñar exitosamente distintas acciones del juego (Stølen et al., 2005; Svensson & Drust, 2005). Respecto a los recursos físicos, la fuerza, la potencia, la capacidad de aceleración y el salto pueden marcar las diferencias en el rendimiento obtenido en los encuentros disputados (Arnason, Sigurdsson, Gudmundsson, Holme, Engbretsen & Bahr, 2004; Haugen, Tønnessen, Hisdal & Seiler, 2014; Hoff & Helgerud, 2001). Durante un partido de fútbol los jugadores realizan un sprint aproximadamente cada 90 s, teniendo una duración media de entre 2 y 4 s. Por tanto, aunque durante la competición predomina la obtención de energía a través del metabolismo aeróbico, las acciones más decisivas tienen un alto requerimiento energético del metabolismo anaeróbico (Stølen et al., 2005).

En este sentido, la capacidad de aceleración puede decidir el resultado del juego, por lo que el rendimiento en la capacidad de sprint puede considerarse relevante en el fútbol (Hoff & Helgerud, 2004; Méndez-Villanueva, Buchheit, Simpson, Peltola & Bourdon, 2011; Svensson & Drust, 2005). Estudios anteriores han demostrado que durante un partido el 96% de los sprints son de menos de 30 m (Stølen et al., 2005). Estas distancias de sprint no son suficientes para alcanzar la velocidad máxima individual por lo que se puede considerar que la habilidad para acelerar es un aspecto más específico en el rendimiento del fútbol (Delecluse, 1997; Haugen et al., 2014).

Por otro lado, la capacidad de cambiar de dirección (CODA) ha sido ampliamente estudiada en futbolistas. Varios autores han argumentado que la CODA es un requisito para la participación exitosa en los deportes de equipo como el fútbol o el rugby (Gabbett, 2006; Gil, Gil, Ruiz, Irazusta, & Irazusta, 2007; Little & Williams, 2005; Reilly, Bangsbo, & Franks, 2000). Estos argumentos han sido apoyados en la literatura por los estudios en detección/selección de talentos, los cuales han concluido que la CODA es una de las variables más importantes para predecir la selección de jugadores en el fútbol (Gil, Ruiz, Irazusta, Gil & Irazusta, 2007). A pesar de la importancia de la CODA para el desempeño del fútbol, existen pocos estudios realizados con diferenciación de edades y no se han encontrado estudios que se centren concretamente en edades tempranas.

Por tanto, puede ser interesante profundizar más sobre el rendimiento en la CODA en futbolistas de distintas edades.

El salto vertical (SV) se ha utilizado como indicador de la manifestación explosiva de la producción de fuerza, considerándose un parámetro para determinar el rendimiento físico (Stølen et al., 2005). Investigaciones anteriores han definido que el VJ puede ser un buen indicador en la detección de talentos en jugadores jóvenes de fútbol que no compiten en la élite (Reilly et al., 2000a; Reilly, Williams, Nevill, & Franks, 2000; Stølen et al., 2005; Williams, Oliver & Faulkner, 2011). Algunos saltos verticales están diseñados para medir diferentes cualidades de fuerza. El salto sin contra movimiento (V SJ) ha sido utilizado para medir la explosividad del tren inferior bajo condiciones únicamente concéntricas. Por su parte, el salto con contra movimiento (VCMJ) evalúa la fuerza de las extremidades inferiores cuando se realiza un ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA) (Maulder & Cronin, 2005). En este sentido, el interés sobre el rendimiento en acciones de estiramiento-acortamiento ha crecido en el ámbito deportivo (Bobbert & Casius, 2005) y específicamente en el fútbol (Castagna & Castellini, 2013).

Durante la parte inicial de un sprint (fase de aceleración), la fase de apoyo implica un gran componente de propulsión horizontal (Delecluse, 1997; Mero, 1988). De hecho, se han encontrado mayores fuerzas horizontales que verticales durante la etapa de aceleración (construcción de la velocidad) (Mero, 1988). Recientemente, se ha definido que los atletas más rápidos poseen un ratio mayor de fuerza horizontal que los corredores más lentos (Kugler & Janshen, 2010) y que la técnica de aplicación de la fuerza es un factor determinante en el rendimiento de velocidad (Morin, Edouard & Samozino, 2011). Estos resultados implican que la capacidad de producir un mayor ratio de fuerza horizontal que vertical puede ser más importante que la propia producción de fuerza en general (Kugler & Janshen, 2010). A pesar de la importancia que tiene la fuerza en el componente horizontal (Rønnestad, Kvamme, Sunde & Raastad, 2008), son pocos los estudios que han analizado este aspecto en el fútbol (Katis & Pellis, 2009; Rønnestad et al., 2008). Una investigación reciente realizada con jóvenes futbolistas (14.1 ± 2.4 años) expone que mejorar la capacidad de producción de fuerza horizontal puede ser eficaz para mejorar el rendimiento de sprint en distancias cortas (Buchheit et al., 2014). Por tanto, pueden ser necesarios más estudios que analicen el salto horizontal (SH) en el fútbol haciendo una diferenciación por categorías, edades o niveles.

De esta forma, los objetivos de este estudio fueron, 1) analizar la capacidad de aceleración, capacidad de cambio de dirección (CODA), salto vertical (SV) y salto horizontal (SH) en futbolistas cadetes y juveniles, 2) determinar las diferencias en estas cualidades en función de la categoría y 3) analizar la relación existente entre los distintos parámetros de condición física estudiados.

Material y método

Participantes

La muestra total fue de treinta y cuatro jugadores de fútbol masculino (16.03 ± 1.22 años, 1.73 ± 0.07 m, 66.86 ± 7.65 kg, 22.21 ± 1.91 kg.m²) pertenecientes al Romo Fútbol Club. Todos los participantes realizaban asiduamente entrenamiento de fuerza, resistencia, velocidad y contenidos específicos de fútbol y entrenaban 3-4 días a la semana. La muestra fue dividida en dos grupos, atendiendo a la categoría en la que competían. El grupo 1 (CAD, $n = 17$) competía en la Liga Vasca Cadete (15.12 ± 0.70 años, 1.71 ± 0.07 m, 63.06 ± 6.66 kg, 21.48 ± 1.56 kg.m²), mientras que el grupo 2 (JUV, $n = 17$) lo hacía en la Liga Nacional Juvenil (16.94 ± 0.90 años, 1.76 ± 0.07 m, 70.65 ± 6.77 kg, 22.93 ± 2.00 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 (2013) y fue aprobado por el comité de ética local.

Procedimiento

Las pruebas se llevaron a cabo durante el periodo competitivo en el mes de febrero, aprovechando los días siguientes a un fin de semana en el que ninguno de los dos equipos compitió. Los test se realizaron en dos días diferentes y los jugadores no efectuaron ningún ejercicio de alta intensidad dos días antes de la realización de las pruebas. El día 1, martes, se recogieron los datos de la antropometría de todos los jugadores y se realizaron los test para medir la capacidad de aceleración, la capacidad de cambio de dirección (CODA) y el salto horizontal (SH). El día 2, miércoles, se realizaron las pruebas correspondientes al salto vertical (SV). Los jugadores fueron convocados siempre a las 18.30 h y

los test se llevaron a cabo entre las 19.00 h y las 22.00 h, con una temperatura ambiente que osciló entre los 7 y los 13 °C. Las pruebas del primer día se realizaron en el campo de fútbol de hierba artificial descubierto perteneciente a las instalaciones de Gobeia (Vizcaya), mientras que el segundo día se utilizó una superficie dura y cubierta para la realización del test de SV, anexa al campo de fútbol anteriormente indicado.

Antes de cada sesión se llevó a cabo un calentamiento específico. El primer día, consistió en 5 min de carrera continua a intensidad baja, 5 min de movilidad articular general, 6 aceleraciones de 15 m con y sin cambio de dirección y saltos horizontales unipodales y bipodales. El segundo día, se realizaron 5 min de carrera continua a intensidad baja, 5 min de movilidad articular general y 9 saltos verticales específicos para los test que se efectuaron a continuación.

Batería de Test

Capacidad de aceleración: la capacidad de aceleración se testó mediante la realización de 3 esprints máximos de 15 m (Gorostiaga et al., 2009; Los Arcos et al., 2014) en el campo de fútbol de hierba artificial mencionado anteriormente, con un descanso de 120 s entre cada una de ellas (Los Arcos et al., 2014). Los participantes se colocaron a 0.5 m de la primera célula situada en el punto 0 (Yanci, Reina, Los Arcos & Cámara, 2013), y realizaron la salida cuando lo consideraron oportuno (Rønnestad et al., 2008). Para el registro del tiempo empleado se utilizaron tres fotocélulas (Microgate® Polifemo Radio Light, Bolzano Italia) (Castagna, Impellizzeri, Bizzini, Weston & Manzi, 2011) colocadas en el punto 0, a los 5 m y a los 15 m, con una altura de 0.4 m respecto al suelo y con una precisión de ± 0.001 s.

Capacidad de cambio de dirección (CODA): para evaluar la capacidad de cambio de dirección se utilizó el Modified Agility Test (MAT) propuesto por Sassi, Dardouri, Yahmed, Gmada, Mahfoudhi, y Gharbi (2009) y modificado por Yanci et al. (2013). Los jugadores realizaron un total de 3 repeticiones. Se colocaron a 0.5 m del cono A (punto 0) y realizaron la salida cuando ellos lo consideraron oportuno, cumpliendo el recorrido expuesto en la Figura 1 y con desplazamiento libre. El descanso entre cada repetición fue de 3 min (Sassi et al., 2009). Todos los jugadores debían tocar la parte superior del cono con la mano (Yanci et al., 2013). Para el registro del tiempo empleado se utilizó una fotocélula (Microgate® Polifemo Radio Light, Bolzano Italia) (Castagna et al., 2011) colocada en el cono A (punto 0 y punto final) con una altura de 0.4 m respecto al suelo y con una precisión de ± 0.001 s.

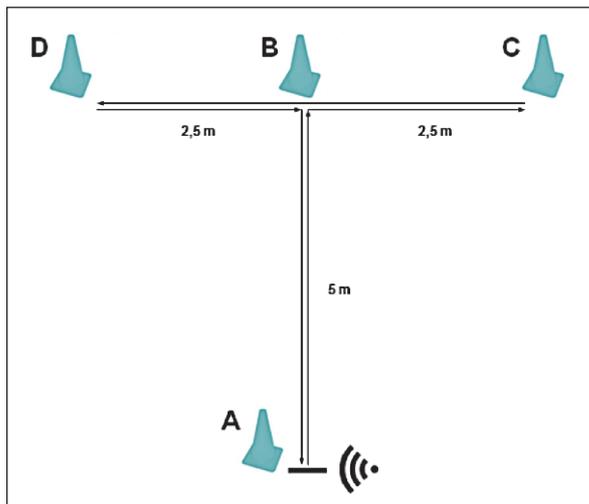


Figura 1. Recorrido realizado por los jugadores en el Modified Agility Test (MAT).

Salto horizontal: todos los futbolistas realizaron dos tipos de saltos horizontales. En primer lugar se llevaron a cabo tres saltos horizontales con contramovimiento y manos libres (HCMJAS), atendiendo al protocolo establecido previamente por Maulder y Cronin (2005). Los jugadores se colocaron tras la línea de salida en posición anatómica y se les permitió utilizar los brazos libremente para realizar el salto. Los participantes fueron instruidos en flexionar las rodillas (aproximadamente hasta formar un ángulo de 120°) y saltar lo más lejos posible aterrizando sobre dos pies. La distancia del salto se midió desde la línea de salida hasta el punto de apoyo del talón más retrasado. Posteriormente se realizaron 3 repeticiones del Horizontal 3 Bounce Test (H3BT). Para la realización del mismo se utilizaron las mismas directrices marcadas por Ronnestad et al. (2008) para el Horizontal 4 Bounce Test (H4BT) con la única modificación de que se realizó un apoyo menos. Los futbolistas colocados en la línea de salida efectuaron un salto hacia adelante, seguido de un salto con la pierna dominante, otro con la no dominante y caída con las dos piernas. El tiempo de recuperación entre cada salto fue de 3 min.

Salto vertical: los deportistas realizaron 3 saltos sin contra movimiento (VSJ), 3 saltos con contra movimiento (VCMJ) y 3 saltos con contra movimiento y brazos libres (VCMJAS) en el eje vertical, atendiendo a las especificaciones técnicas realizadas por Bosco, Luhtanen, y Komi (1983). Durante el VSJ los deportistas partían de una posición con las rodillas en flexión de 90° y las manos colocadas en la cintura. Los participantes fueron instruidos para ejecutar un salto vertical máximo sin realizar ningún movimiento compensatorio previo (Ronnestad et al., 2008). Respecto al VCMJ, los jugadores realizaron un salto vertical

máximo partiendo de una posición de extensión de las extremidades inferiores y realizando una acción excéntrica/concéntrica lo más rápido posible (Bosco & Komi, 1978; Gorostiaga et al., 2009). Las manos se debían mantener siempre fijadas en la cintura (Maulder & Cronin, 2005). El protocolo para el VCMJAS fue similar al utilizado para el VCMJ, con la modificación de que los participantes podían utilizar los brazos libremente durante el salto (Sassi et al., 2009, Yanci, Los Arcos, Mendiguchia, & Brughelli, 2014). El descanso entre cada repetición fue de 2 min. Para la medición se utilizó un sistema portátil de obtención óptica de datos (Optojump®, Microgate, Bolzano, Italy) (Castagna & Castellini, 2013). Con el fin de analizar la eficiencia del ciclo de estiramiento acortamiento muscular (CEA) (Castagna & Castellini, 2013) y el índice de coordinación por la implicación de las extremidades superiores, se calculó el índice elástico (IE) atendiendo a la fórmula utilizada anteriormente con jugadores de fútbol: $IE = [(VCMJ - VSJ) \times 100] / SJ$ (González-Montesinos, Caraballo-Vidal, Gómez-Espinosa de los Monteros, Fernández-Santos & Román-Bazán, 2010) y el índice de coordinación (IC) atendiendo a la fórmula: $IC = [(VCMJAS - VCMJ) \times 100] / VCMJ$.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS® Inc, versión 20.0, Chicago, IL, EE. UU.) para Windows. Los resultados se presentan como media \pm desviación típica (DT). Para determinar la normalidad de los datos se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov y se llevaron a cabo técnicas estadísticas paramétricas. Para el análisis estadístico se utilizó el mejor resultado obtenido en cada test (Los Arcos et al., 2014). Se calculó el coeficiente de variación (CV) de todas las variables analizadas para determinar la estabilidad de la medición entre los intentos [$CV = (DT/mediana) \times 100$] de todos los participantes (Maulder & Cronin, 2005). Para determinar la diferencia entre grupos, se realizó una prueba T de muestras independientes. La significatividad práctica se calculó utilizando el tamaño del efecto (d) de Cohen (Cohen, 1988). Tamaños de efecto mayores a 0.8, entre 0.8 y 0.5, entre 0.5 y 0.2 y menores a 0.2 fueron considerados altos, moderados, bajos y triviales, respectivamente (Cohen, 1988). Las relaciones entre los resultados obtenidos en las distintas variables se calcularon mediante la correlación de Pearson y los resultados fueron interpretados mediante los valores establecidos por Salaj y Markovic (2011): baja ($r \leq 0.3$), moderada ($0.3 < r \leq 0.7$) y alta ($r > 0.7$). La significatividad estadística fue aceptada cuando $p < 0.05$.

Resultados

Los resultados obtenidos en las distintas variables por todos los jugadores, en el test de aceleración de 5 y 15 m y en test de capacidad de cambio de dirección MAT fueron de 1.02 ± 0.04 s (CV = 3.25%), 2.45 ± 0.07 s (CV = 1.83%) y 5.01 ± 0.17 s (CV = 2.68%), respectivamente. Los valores conseguidos en función de las categorías (cadete y juvenil) se muestran en la Tabla 1. Se obtuvieron diferencias significativas entre los cadetes y juveniles en la capacidad de aceleración. Sin embargo, los resultados obtenidos en el test MAT fueron similares en los dos grupos.

Con respecto al SV, los resultados logrados en las distintas variables por todos los futbolistas fueron de 35.75 ± 4.02 cm para el VSJ (CV = 3.59%), de 36.87 ± 4.32 cm para el VCMJ (CV = 2.96%) y de 42.58 ± 4.91 cm para el VCMJAS (CV = 2.59%). Atendiendo al IE y el IC, los valores obtenidos fueron de $3.21 \pm 5.17\%$ y de $15.66 \pm 5.89\%$, respectivamente. En la Tabla 2 se muestran los valores obtenidos en estas variables por los jugadores en función de la categoría. Se obtuvieron

Tabla 1. Resultados en la capacidad de aceleración y cambio de dirección en función de la categoría.

| Variable | Cadetes (n = 17) | Juveniles (n = 17) | d | Valor |
|----------|------------------|----------------------|-----|-------|
| 5 m (s) | 1.05 ± 0.03 | $1.00 \pm 0.03^{**}$ | 1.6 | Alto |
| 15 m (s) | 2.49 ± 0.05 | $2.40 \pm 0.06^{**}$ | 1.6 | Alto |
| MAT (s) | 5.03 ± 0.14 | 4.99 ± 0.19 | 0.3 | Bajo |

d = tamaño del efecto, MAT = Modified Agility Test.

** Diferencias significativas ($p < 0.01$) entre cadetes y juveniles.

Tabla 2. Resultados en la capacidad de salto vertical en función de la categoría.

| Variable | Cadetes (n = 17) | Juveniles (n = 17) | d | Valor |
|-------------|------------------|--------------------|-----|----------|
| VSJ (cm) | 35.28 ± 3.27 | 36.28 ± 4.79 | 0.3 | Bajo |
| VCMJ (cm) | 35.73 ± 2.88 | 38.15 ± 5.33 | 0.8 | Alto |
| IE (%) | 1.45 ± 4.09 | $5.20 \pm 5.67^*$ | 0.9 | Alto |
| VCMJAS (cm) | 41.52 ± 3.50 | 43.77 ± 6.04 | 0.6 | Moderado |
| IC (%) | 16.28 ± 5.05 | 14.96 ± 6.84 | 0.2 | Bajo |

d = tamaño del efecto, VSJ = salto sin contra movimiento, VCMJ = salto con contra movimiento, IE = índice de elasticidad, VCMJAS = salto con contra movimiento (brazos libres), IC = índice de coordinación.

* Diferencias significativas ($p < 0.05$) entre cadetes y juveniles.

Tabla 3. Correlación de Pearson (r) entre los resultados obtenidos en la capacidad de aceleración, cambio de dirección, salto vertical y salto horizontal (n = 34).

| | MAT (s) | VSJ (cm) | VCMJ (cm) | VCMJAS (cm) | HCMJ (m) | H3BT (m) |
|----------|---------|----------|-----------|-------------|----------|----------|
| 5 m (s) | 0.482** | -0.085 | -0.208 | -0.271 | -0.501** | -0.570** |
| 15 m (s) | 0.498** | -0.334 | -0.432* | -0.471** | -0.685** | -0.714** |
| MAT (s) | - | -0.226 | -0.186 | -0.264 | -0.355* | -0.391* |
| HCMJ (m) | -0.355* | 0.713** | 0.744** | 0.743** | - | 0.838** |
| H3BT (m) | -0.391* | 0.617** | 0.686** | 0.676** | 0.838** | - |

MAT = modified agility test, VSJ = salto sin contra movimiento, VCMJ = salto con contra movimiento, VCMJAS = salto con contra movimiento (brazos libres), HCMJ = salto horizontal con contra movimiento, H3BT = horizontal three bounce test. Correlaciones significativas * ($p < 0,05$), ** ($p < 0.01$).

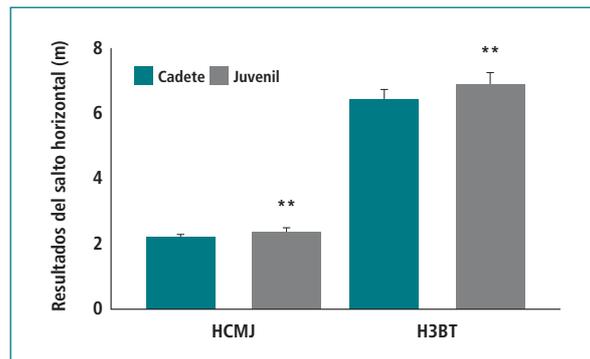


Figura 2. Valores de los saltos horizontales diferenciados por categorías, cadete (n = 17) y juvenil (n = 17).

Leyenda: HCMJ = salto horizontal con contra movimiento, H3BT = horizontal three bounce test.

** Diferencias significativas ($p < 0.01$) entre el grupo de cadetes y juveniles.

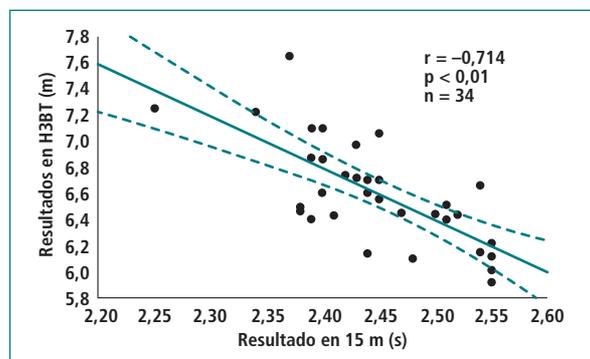


Figura 3. Correlación entre el tiempo en el sprint 15 m y la longitud alcanzada en el horizontal three bounce test (H3BT).

diferencias significativas en el IE y tamaños del efecto altos o moderados en el VCMJ y en el VCMJAS.

Por otro lado, los resultados obtenidos por todos los participantes en el SH fueron de 2.23 ± 0.15 m en el HCMJ (CV = 2.33%) y 6.61 ± 0.40 m en el H3BT (CV = 1.42%). Los valores obtenidos por los jugadores en las distintas categorías en cuanto al SH se muestran en la Figura 1. Se encontraron diferencias significativas tanto en el HCMJ como en el H3BT entre los jugadores cadetes y juveniles. El CV para el equipo cadete en HCMJ fue de 3.20% y en H3BT de 1.57%. De forma similar, para el equipo juvenil, el CV fue de 1.42% y 1.25%, respectivamente.

La Tabla 3 muestra las correlaciones obtenidas entre las distintas variables de rendimiento tomando como muestra al total de jugadores.

La mejor correlación ($r = -0.714$, $p < 0.01$) obtenida entre las distintas capacidades analizadas fue entre el sprint 15 m y el H3BT (Figura 3).

Discusión

El objetivo principal de este estudio fue analizar las diferencias entre futbolistas cadetes y juveniles en la capacidad de aceleración, cambio de dirección, salto vertical y salto horizontal. Se encontraron diferencias significativas en la capacidad de aceleración (5 y 15 m), mientras que los resultados en la capacidad de cambio de dirección (MAT) fueron similares entre las dos categorías. Respecto a la capacidad de salto, se hallaron diferencias significativas en el salto horizontal (HCMJ y H3BT). Sin embargo, estas diferencias significativas no se observaron en la capacidad de salto vertical (VSJ, VCMJ, y VCMJAS), aunque los tamaños del efecto fueron aceptables para el VCMJ y VCMJAS. Las mejores correlaciones entre distintas cualidades fueron obtenidas entre la capacidad de aceleración y el salto horizontal.

Varias investigaciones han definido la aceleración como una capacidad importante para el rendimiento en fútbol (Hoff & Helgerud, 2004; Svensson & Drust, 2005). En nuestro estudio se encontraron diferencias significativas entre los futbolistas cadetes y juveniles, siendo mejores los resultados obtenidos por los jugadores juveniles. Estos resultados concuerdan con los reportados por Hulse et al. (2013), donde también se obtuvo un mejor rendimiento en los jugadores de mayor edad en un test de aceleración de 10 m y en otro de 20 m. De la misma forma, en otro estudio longitudinal realizado por Buchheit y Villanueva (2013) también se encontraron diferencias inter-individuales en función de la edad en el rendimiento en la capacidad de aceleración en jugadores de edades tempranas después de un periodo de 4 años. Por tanto, el rendimiento en la capacidad de aceleración parece ser una capacidad discriminante en fútbol según la categoría.

La capacidad de cambio de dirección ha sido ampliamente analizada en jugadores de fútbol de distintos niveles competitivos (Alves, Rebelo, Abrantes, & Sampaio 2010; Chaouachi et al., 2012; Dellal & Wong, 2013; Little & Williams, 2005). Sin embargo, nuestro estudio es el primero que utiliza el Modified Agility Test (MAT) en distintas categorías o edades. Atendiendo a la diferenciación por categorías, no se encontraron diferencias significativas en la capacidad de cambio de dirección entre jugadores cadetes y juveniles. En cambio, en un estudio realizado en mujeres futbolistas (Vescovi, Rupf, Brown & Marques, 2011), sí se encontraron diferencias en esta capacidad entre

distintas edades, aunque el test utilizado para la medición fue diferente. Se observó que existía la tendencia de que los jugadores más jóvenes (13-15 años) conseguían peores tiempos que las futbolistas de mayor edad (17-20 años). Esta tendencia también se observó en otro estudio longitudinal realizado por Vääntinen, Blomqvist, Nyman y Häkkinen (2011) con futbolistas finlandeses ($n = 13$, 10.8 ± 0.3 años; $n = 14$, 12.7 ± 0.2 años; $n = 12$, 14.7 ± 0.3 años), en los que se observó la evolución de las capacidades físicas durante 2 años. En dicho estudio se respaldó la idea de que a medida que avanzaba la edad mejoraba la capacidad de cambiar de dirección. De la misma forma, el estudio llevado a cabo por Mujika, Santisteban, Impellizzeri y Castagna (2009), en el que se compararon jugadores de fútbol masculinos sénior con futbolistas junior, también se observaron diferencias significativas en la capacidad de cambiar de dirección obteniendo mejores resultados los jugadores sénior. Debido a los resultados contradictorios sería interesante analizar en futuros estudios si el tipo y naturaleza de los test (número de cambios de dirección, duración, tipo de desplazamiento o ángulos de los cambios de dirección), así como las características y nivel de los jugadores, pueden influir en los resultados obtenidos en esta capacidad.

Varios investigadores (Reilly et al., 2000a; Reilly et al., 2000b; Stølen et al., 2005; Williams et al., 2011) han definido que la capacidad de salto vertical puede ser un buen indicador en la detección de talentos en jugadores jóvenes de fútbol. En nuestro estudio no se obtuvieron diferencias entre categorías en el VSJ, test utilizado para medir la fuerza concéntrica. Sin embargo, y a pesar de que las diferencias no fueron significativas, a efectos prácticos sí se observaron diferencias ($d = 0,6-0,8$) en el VCMJ y VCMJAS, saltos con componente CEA. De la misma forma, los jugadores juveniles obtuvieron mejores IE que los cadetes ($p < 0.05$). Nuestros resultados concuerdan con los reportados por Hulse et al. (2011) realizados en jugadores jóvenes (< 18 años). Estos investigadores exponen la idea de que, a medida que avanza la edad, el rendimiento en la capacidad de salto vertical con contra movimiento (VCMJ) mejora. Sin embargo, en un estudio llevado a cabo por Castagna y Castellini (2013) con jugadores de fútbol sub 17, sub 20 y sub 21 de equipos nacionales italianos, no se encontraron diferencias significativas en la capacidad de salto vertical entre categorías, al igual que sucedió en el estudio de Mujika et al. (2009) entre jugadores sénior de la Primera División española y jugadores junior de la Tercera División. Estos resultados nos pueden llevar a pensar que en edades jóvenes la capacidad de salto vertical, especialmente los test que implican CEA, pueden discriminar entre catego-

rías, sin embargo, en edades avanzadas pueden no ser un instrumento válido para observar las diferencias entre edades (Castagna & Castellini, 2013).

A pesar de la importancia que tiene la fuerza horizontal en fútbol, son pocos los estudios que analizan la capacidad de salto en el eje horizontal (Ronnestad et al., 2008). En nuestro estudio se obtuvieron diferencias significativas tanto en el HCMJ como en el H3BT entre los jugadores cadetes y juveniles. Los jugadores de mayor edad obtuvieron mejores resultados en los dos test de salto horizontal. No hemos encontrado ningún estudio que analice la fuerza horizontal en función de la edad en futbolistas. Un estudio realizado con jóvenes jugadores de fútbol afirma que la capacidad de generar fuerza en el eje horizontal puede tener implicaciones directas en la capacidad de sprintar, especialmente en distancias cortas (Buchheit et al., 2014). En este sentido sería interesante medir esta capacidad en jugadores de fútbol de distintas categorías con el fin de respaldar la idea de que los test de salto horizontal pueden ser un buen instrumento para analizar el rendimiento en categorías jóvenes y analizar si existe relación con la capacidad de generar fuerza en el eje horizontal. Además, estos test son fáciles, sencillos y baratos, ya que no requieren de material sofisticado para su aplicación.

En este estudio se encontraron correlaciones significativas y bajas entre la capacidad de aceleración en 5 y 15 m y la capacidad de cambio de dirección en el MAT ($r = 0.482, p < 0.01, r = 0.498, p < 0.01$, respectivamente). En un estudio realizado por Arin, Jansson, y Skarphagen (2012), obtuvieron correlaciones significativas entre un test de capacidad de cambio de dirección y la capacidad de aceleración en 10 y 20 m ($r = 0.629, p < 0.01, r = 0.641, p < 0.01$, respectivamente) pero, por el contrario, no encontraron correlaciones significativas entre el test de CODA y el test de aceleración en 5 m. En otros estudios realizados anteriormente (Chaouachi et al., 2009; Little & Williams, 2005; Wisloff, Castagna, Helgerud, Jones, & Hoff, 2004), en cambio, no obtuvieron correlaciones significativas entre las capacidades de cambio de dirección y de aceleración, al igual que sucedió en el estudio llevado a cabo por Sassi et al. (2009), donde concluyeron que dichas capacidades eran independientes. Esta controversia en los resultados puede ser debida a que en los citados estudios se utilizaron distintos tipos de test para el CODA y diferentes distancias en los test de aceleración. Pese a que algunos test para la evaluación de la capacidad de cambio de dirección de diseño T incluyen movimientos laterales y carrera de espalda (Arin et al., 2012), el MAT utilizado en nuestro estudio se realizó con desplazamiento libre, por lo que los

movimientos se asemejan más a los utilizados en los test de aceleración. Dada la disparidad de resultados, sería interesante realizar más estudios al respecto para ver la relación entre las capacidades de aceleración y de cambio de dirección en edades tempranas.

La correlación entre la capacidad de salto vertical y de aceleración ha sido ampliamente estudiada por distintos autores (Castillo, Fernández, Chinchilla & Álvarez, 2012; Salaj & Markovic, 2011; Vescovi & McGuigan, 2008; Yanci & Los Arcos, 2013). Sin embargo, pocos son los estudios existentes donde se analice la relación entre la capacidad de salto horizontal y la capacidad de aceleración en futbolistas. Los datos de nuestro estudio determinan una correlación significativa y moderada entre el test de aceleración de 5 m y los test de salto horizontal HCMJ y H3BT ($r = -0.501, p < 0.01, r = -0.570, p < 0.01$, respectivamente). Respecto al test de aceleración de 15 m, se encontró una correlación significativa y moderada con el test de salto horizontal HCMJ ($r = -0.685, p < 0.01$), y una correlación significativa y alta con el test de salto vertical H3BT ($r = -0.714, p < 0.01$). Durante la aceleración, la fase de apoyo implica un gran componente de propulsión horizontal (Delecluse, 1997; Mero, 1988), por tanto, este puede ser el motivo de las correlaciones obtenidas. En este sentido, los saltos horizontales parecen predecir mejor que los saltos verticales el rendimiento en la capacidad de aceleración (Maulder & Cronin, 2005).

Conclusiones

En el presente estudio se encontraron diferencias entre categorías (cadete y juvenil) en la capacidad de aceleración, pero no en la capacidad de cambio de dirección. Con respecto a la capacidad de salto, los jugadores juveniles obtuvieron una mayor capacidad de salto horizontal. Sin embargo, estas diferencias no se observaron en todos los tipos de salto vertical. En el test de salto vertical sin contra movimiento (VSJ) los resultados fueron similares entre jugadores de distintas edades. Atendiendo a estos resultados podría ser interesante utilizar los test de aceleración (5 y 15 m), salto vertical con ciclo estiramiento-acortamiento (VCMJ y VCMJAS) y salto horizontal (HCMJ y H3BT) para analizar el rendimiento en jóvenes futbolistas.

Las altas correlaciones encontradas entre la capacidad de aceleración y el salto horizontal nos llevan a pensar que podría ser interesante para preparadores físicos y entrenadores implementar entrenamientos específicos de fuerza horizontal en las rutinas de entrenamiento con el fin de obtener mejoras en la capacidad de aceleración.

BIBLIOGRAFÍA

- Alves, J., Rebelo, A., Abrantes, C., & Sampaio, J. (2010). Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 936-941.
- Arin, A., Jansson, D., & Skarphagen, K. (2012). *Maximal unilateral leg strength correlates with linear sprint and change of direction speed* (Tesis Doctoral). Universidad de Göteborg, Suecia.
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(2), 278-285.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Science*, 24, 665-674.
- Bobbert, M. E., & Casius, L. J. (2005). Is the effect of a countermovement on jump height due to active state development? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37, 440-446.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology*, 50, 273-282.
- Bosco, C., & Komi, P. V. (1978). Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles. *European Journal of Applied Physiology*, 24, 21-32.
- Buchheit, M., & Mendez-Villanueva, A. (2013). Supramaximal intermittent running performance in relation to age and locomotor profile in highly-trained young soccer players. *Journal of Sports Science*, 31(13), 1402-1411.
- Buchheit, M., Samozino, P., Glynn, J. A., Michael, B. S., Al Haddad, H., Mendez-Villanueva, A., ... Morin, J. B. (2014). Mechanical determinants of acceleration and maximal sprinting speed in highly trained young soccer players. *Journal of Sports Science*, 32(20), 1906-1913.
- Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Bizzini, M., Weston, M., & Manzi, V. (2011). Applicability of a change of direction ability field test in soccer assistant referees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 860-866.
- Castagna, C., & Castellini, E. (2013). Vertical jump performance in Italian male and female national team soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(4), 1156-1161.
- Castillo, A., Fernández, J. C., Chinchilla, J. L., & Álvarez, E. (2012). Relationship between muscular strength and sprints with changes of direction. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(3), 725-732.
- Chaouachi, A., Brughelli, M., Chamari, K., Levin, G. T., Abdelkrim, N. B., Laurencelle, L., ... Castagna, C. (2009). Lower limb maximal dynamic strength and agility determinants in elite basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5), 1570-1577.
- Chaouachi, A., Manzi, V., Chaalali, A., Wong, P., Chamari, K., & Castagna, C. (2012). Determinants analysis of change-of-direction ability in elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2667-2676.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Delecluse, C. (1997). Influence of strength training on sprint running performance. Current findings and implications for training. *Sports Medicine*, 24(3), 147-156.
- Dellal, A., & Wong, D. P. (2013). Repeated sprint and change-of-direction abilities in soccer players: effects of age group. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(9), 2504-2508.
- Gabbett, T. J. (2006). A comparison of physiological and anthropometric characteristics among playing positions in sub-elite rugby league players. *Journal of Sports Science*, 24(12), 1273-1280.
- Gil, S. M., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., & Irazusta, J. (2007) Physiological and anthropometric characteristics of young soccer players according to their playing position: Relevance for the selection process. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 438-445.
- Gil, S., 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.
- González-Montesinos, J. L., Caraballo-Vidal, I., Gómez-Espinosa de los Monteros, R., Fernández-Santos, J., & Román-Bazán, M. A. (2010). Propuesta para calcular el índice de elasticidad máxima en miembros inferiores. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 10(39), 356-368.
- Gorostiaga, E. M., Llodio, I., Ibáñez, J., Granados, C., Navarro, I., Ruesta, M., ... Izquierdo, M. (2009). Differences in physical fitness among indoor and outdoor elite male soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 106, 483-491.
- Haugen, T., Tønnessen, E., Hisdal, J., & Seiler, S. (2014). The role and development of sprinting speed in soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 432-441.
- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players - physiological considerations. *Sports Medicine*, 34(3), 165-180.
- Hulse, M. A., Morris, J. G., Hawkins, R. D., Hodson, A., Nevill, A. M., & Nevill, M. E. (2013). A field-test battery for elite, young soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 34(4), 302-311.
- Katis, A., & Kellis, E. (2009). Effects of small-sided games on physical conditioning and performance in young soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8, 374-380.
- Kugler, F., & Janshen, L. (2010). Body position determines propulsive forces in accelerated running. *Journal of Biomechanics*, 43, 343-348.
- Little, T., & Williams, A. G. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed and agility in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 76-78.
- Los Arcos, A., Yanci, J., Mendiguchia, J., Salinero, J. J., Brughelli, M., & Castagna, C. (2014). Short-term training effects of vertically and horizontally oriented exercises on neuromuscular performance in professional soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(3), 480-488.
- Maulder, P., & Cronin, J. (2005). Horizontal and vertical assessment: reliability, symmetry, discriminative and predictive ability. *Physical Therapy and Sport*, 6, 74-82.
- Mendez-Villanueva, A., Buchheit, M., Simpson, B., Peltola, E., & Bourdon, P. (2011). Does on-field sprinting performance in young soccer players depend on how fast they can run or how fast they do run? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2634-2638.
- Mero, A. (1988). Force-time characteristics and running velocity of male sprinters during the acceleration phase of sprinting. *Research Quarterly for Exercise in Sport*, 59, 94-98.
- Morin, J. B., Edouard, P., & Samozino, P. (2011). Technical ability of force application as a determinant factor of sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(9), 1680-1688.
- Mujika, I., Santisteban, J., Impellizzeri, F. M., & Castagna, C. (2009). Fitness determinants of success in men's and women's football. *Journal of Sports Science*, 27, 107-114.
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000a). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Science*, 18, 669-683.
- Reilly, T., Williams, A. M., Nevill, A., & Franks, A. (2000b). A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *Journal of Sports Science*, 18, 695-702.
- Rønnestad, B. R., Kvamme, N. H., Sunde, A., & Raastad, T. (2008). Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 773-780.
- Salaj, S., & Markovic, G. (2011). Specificity of jumping, sprinting, and quick change of direction motor abilities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(5), 1249-1255.
- Sassi, R. H., Dardouri, W., Yahmed, M. H., Gmada, N., Mahfoudhi, M. E., & Gharbi, Z. (2009). Relative and absolute reliability of a modified agility T-Test and its relationship with vertical jump and straight sprint. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1644-1651.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: An update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.
- Svensson, M., & Drust, B. (2005). Testing soccer players. *Journal of Sports Science*, 23(6), 601-618.
- Vänttinen, T., Blomqvist, M., Nyman, K., & Häkkinen, K. (2011). Changes in body composition, hormonal status, and physical fitness in 11-, 13-, and 15-year-old finnish regional youth soccer players during a two-year follow-up. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(12), 3342-3351.

- Vescovi, J. D., & McGuigan, M. R. (2008). Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *Journal of Sports Science*, 26(1), 97-107.
- Vescovi, J. D., Rumpf, R., Brown, T. D., & Marques, M. C. (2011). Physical performance characteristics of high-level female soccer players 12-21 years of age. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21(5), 670-678.
- Williams, C. A., Oliver, J. L., & Faulkner, J. (2011). Seasonal monitoring of sprint and jump performance in a soccer youth academy. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6, 264-275.
- Wisloff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 285-288.
- Yanci, J., Reina, R., Los Arcos, A., & Cámara J. (2013). Effects of different contextual interference training programs on agility and speed performance of primary school students. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12, 601-607.
- Yanci, J., & Los Arcos, A. (2013). Evolución del rendimiento aeróbico y anaeróbico en futbolistas profesionales tras la pretemporada. *Cultura_Ciencia_Deporte*, 24(8), 207-215.
- Yanci, J., Los Arcos, A., Mendiguchia, J., & Brughelli, M. (2014). Relationships between sprinting, agility, one- and two-leg vertical and horizontal jump in soccer players. *Kinesiology*, 46(2), 194-201.