

Reproducibilidad de test de aceleración y cambio de dirección en fútbol **Reproducibility of test acceleration and change of direction in football**

**Julio Calleja-González, Asier Los Arcos, Gaizka Mejuto, David Casamichana ,
Jaime San Román-Quintana y Javier Yanci**

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y Deportiva. Universidad del País Vasco (UPV-EHU)

Resumen

El fútbol es un deporte multifacético en donde los factores condicionales y antropométricos son pre-requisitos necesarios para competir a alto nivel. Especialmente la velocidad y la agilidad son necesarias para alcanzar el rendimiento en fútbol. En el estudio participaron 10 jugadores ($21,2 \pm 2,0$ años; $1,81 \pm 0,1$ m; $73,7 \pm 5,9$ kg; $22,5 \pm 0,8$ kg.m⁻²) con 3 años de experiencia en categoría regional. La reproducibilidad del test de sprint 20 metros y los test de capacidad de cambiar de dirección (MAT) y test de sprint con cambios de dirección de 90°S (90°S) fue analizada mediante el diseño de test-retest. La reproducibilidad se calculó mediante el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI). La representación de la concordancia entre sesiones mediante el método de Bland y Altman. Los resultados sugieren una reproducibilidad aceptable de los test analizados. Se ha obtenido una asociación moderada entre los dos test de capacidad de cambio de dirección (MAT y 90°S, $r = 0,74$). Una baja entre el sprint 20 m y el 90°S ($r = 0,46$) y una baja entre el sprint 20 m y el MAT ($r = 0,53$). Los test de 20 m, MAT y 90°S mostraron buenos valores de reproducibilidad absoluta y relativa. Podemos afirmar, que se ha obtenido una asociación moderada entre los test de capacidad de cambio de dirección (MAT y 90°S). Una baja asociación entre el sprint 20 m y el MAT y una asociación baja entre el sprint 20 m y el test de 90°S.

Palabras clave: fútbol; test; cambio de dirección; agilidad.

Abstract

Soccer is a many-sided sport, where the conditional and anthropometrical factors are necessary pre-requirements to compete in high level. Especially the speed and the agility, they are necessary to reach the yield in soccer. In the study 10 players took part ($21,2 \pm 2,0$ years; $1,81 \pm 0,1$ m; $73,7 \pm 5,9$ kg; $22,5 \pm 0,8$ kg.m⁻²) with 3 years of experience in regional category. The reproducibility of the 20 meters sprint test and the test of capacity to change direction (MAT) and test of sprint with way changes of 90°S (90°S), were analyzed by means of designed of test - retest. The reproducibility was calculated by means of the Intraclass Coefficient Correlation (ICC). The representation of the conformity between sessions by means of the method of Bland and Altman. The results suggest an acceptable reproducibility of the analyzed test. A moderate association has obtained between two test (MAT and 90°S, $r = 0,74$). Low between the sprint 20 m and 90°S ($r = 0,46$) and a low between the sprint 20 m and the MAT ($r = 0,53$). The test of 20 m, MAT and 90°S showed good values of absolute and relative reproducibility. We may affirm that a moderate association has been obtained between the test of capacity of way change (MAT and 90°S), and a low association between the sprint 20 m and the MAT and an association low between the sprint 20 m and the test of 90°S.

Key words: soccer; test; change of direction; agility.

Correspondencia/correspondence: : Julio Calleja González

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y Deportiva. Universidad del País Vasco (UPV-EHU). España

E-mail: julio.calleja@ehu.es

Introducción

El fútbol es un deporte multifacético, en el cual se manifiestan factores de carácter condicional, técnicos y tácticos (Stølen, Chamari, Castagna, y Wisløff, 2005), envolviendo un gran número de tareas de carácter motor que operan simultáneamente en entornos cambiantes (Bate, 1996). En concreto, Reilly, Bangsbo, y Franks (2000) indicaron que los aspectos condicionales y antropométricos son pre-requisitos necesarios para competir en el fútbol de alto nivel. Entre ellos, la velocidad, aceleración y la agilidad (Little y Williams, 2005), esta última relacionada con componentes condicionales (fuerza y potencia), técnicos y cognitivos (Sheppard y Young, 2006) son importantes manifestaciones del potencial atlético, necesarios para alcanzar el rendimiento en muchos deportes y particularmente en el fútbol (Hachana y col., 2014; Harman, Rosenstein, Frykman, y Rosenstein, 1990). En este sentido, investigaciones recientes han profundizado en el estudio de estas manifestaciones (Mizuguchi y col., 2014)

La capacidad de aceleración es una habilidad que se manifiesta en distancias cortas y que también ha sido descrita como un prerrequisito de éxito en jugadores de fútbol de categoría profesional (Reilly y col., 2000), presentando mejores valores en jugadores profesionales comparados con jugadores amateur (Reilly y col., 2000). Por dicho motivo los entrenadores debieran tener en cuenta el desarrollo de esta capacidad (Manson, Brughelli, y Harris, 2014). Por otro lado, la capacidad de cambio de dirección (CODA) es una componente atlética que combina varias cualidades físicas (e.g., fuerza, velocidad, potencia, balance muscular) (Brughelli, Cronin, Levin, y Chaouachi, 2008) y cognitivas (e.g., toma de decisión), las cuales son determinantes para el éxito del rendimiento en deportes individuales y de equipo (Brughelli y col., 2008; Young y Willey, 2010). Dicha cualidad mantiene el correcto control posicional mientras que desarrolla cambios de dirección a través de una serie de movimientos específicos (Twist y Benicky, 1996). Dicha capacidad es un factor de rendimiento fundamental en el futbolista y por ello, durante mucho tiempo, ha sido una componente en la mejora del rendimiento o intervención en esta disciplina (Castagna, Impellizzeri, Bizzi, Weston, y Manzi, 2011) Sin embargo, aún no ha sido ampliamente investigada (Sporis, Jukic, Milanovic, y Vucetic, 2010), y además son muy pocos los estudios específicos en futbolistas. La CODA se manifiesta en el juego de forma que los deportistas desarrollan cambios de dirección cada 2–4 s (Verheijen, 1997) con alrededor de 1.000 cambios rápidos y frecuentes de ritmo y dirección (Reilly, 1990) y 5.115 giros (Bloomfield, Polman, y O'Donoghue, 2007) durante un partido. Desde una perspectiva futbolística, podríamos añadir que la aceleración y la CODA se relacionan y están presentes en el juego simultáneamente, manifestándose de forma específica al cambiar de direcciones de forma rápida. Por ello, los científicos del deporte continuamente buscan métodos eficaces para identificar las características físicas que puedan contribuir al rendimiento final. Un método común para evaluar el talento y potencial atlético se realiza mediante las capacidades condicionales y en su caso, las pruebas de aceleración y cambio de dirección, pueden ayudar a los entrenadores de fútbol y los especialistas de acondicionamiento a identificar dicho talento (Sporis y col., 2010). Sin embargo, actualmente hay una falta de especificidad de pruebas y procedimientos para evaluar estas capacidades en jugadores de fútbol (Sporis y col., 2010), así como disparidad de consenso en este tipo de pruebas, donde es necesario analizar la reproducibilidad de las mismas antes de aplicar el test (Brughelli y col., 2008), atendiendo a los atributos que debieran considerarse cuando se realizan este tipo de pruebas: el conceptual modelo, la validez, la fiabilidad y capacidad de respuesta (Impellizzeri y Marcona, 2009).

Por tanto, los objetivos del presente estudio fueron 1) analizar la reproducibilidad del test 20 m en línea recta y los test de capacidad de cambiar de dirección, ModifiedAgility Test (MAT) y el test de agilidad 90°S (90°S), y 2) evaluar si existe una asociación entre los tres test.

Método

Participantes

En el presente estudio participaron 10 jugadores de fútbol ($21,2 \pm 2,0$ años; $1,81 \pm 0,1$ m; $73,7 \pm 5,9$ kg; $22,5 \pm 0,8$ kg.m⁻²) con al menos 3 años de experiencia competitiva en categoría regional. Todos ellos superaban los 10 años de práctica futbolística federada y entrenaban 3 sesiones por semana. Durante el entrenamiento los futbolistas realizaban contenidos específicos de velocidad y fuerza, además de las tareas de fútbol. Los jugadores que hubieran padecido algún tipo de lesión traumática, músculo-tendinosa, o de carácter neural en los 3 meses previos a la realización de los test fueron excluidos del estudio. Todos los participantes fueron informados de los objetivos de la investigación, participaron voluntariamente en el estudio, sin interferir en el entrenamiento programado, pudieron retirarse del mismo en cualquier momento y firmaron el preceptivo consentimiento informado. El estudio fue aprobado por el Comité Ético local y los procedimientos siguieron las pautas marcadas por la Declaración de Helsinki (2013).

Procedimiento

La reproducibilidad del test de sprint 20 metros y los test de capacidad de cambiar de dirección, MAT libre y 90°S, se analizó mediante el diseño de un estudio test-retest. Las mediciones se llevaron a cabo en el periodo competitivo de la temporada, en el mes de febrero, habiendo transcurrido 72 horas del partido y tras 24 horas de descanso, dentro de un microciclo de descarga, asegurando así condiciones de ausencia de fatiga neuromuscular. El tiempo transcurrido entre el test y el retest fue de una semana debido a la disponibilidad del equipo y el calendario de competiciones, a pesar de que la mayoría de estudios proporcionan un descanso de 24-48 h (Hachana y col., 2014). En ambas ocasiones, el test se realizó en un campo de hierba artificial, con condiciones similares (temperatura $\approx 20^{\circ}\text{C}$, humedad $\approx 60\%$, 17.00 pm). El tipo de césped era sintético y de 3ª generación caracterizado básicamente por estar compuesto con los siguientes elementos: un tejido de soporte y fibras tejidas al soporte con una altura entre los 35 y los 70 mm y con una distancia entre ellas que permita la incorporación de un relleno. El calentamiento estándar empleado fue el mismo: carrera a baja intensidad, ejercicios incrementales, movilidad articular y tareas de prevención de lesiones, además de ejercicios de activación neuromuscular (saltos, aceleraciones, deceleraciones, cambios de dirección etc.), con una duración de 25 minutos. El orden de las pruebas fue respetado en el retest después de ser aleatorizado para el primer test: sprint 20 metros, MAT libre y 90°s.

Instrumentos

Test de sprint en línea recta: Los futbolistas completaron 5 aceleraciones máximas de 20 m (Stølen y col., 2005), con botas de fútbol, y con un descanso de 3 min entre cada repetición. La salida se realizó desde posición anatómica, a 0,5 m de la primera de las dos fotocélulas (*Microgate® Polifemo Radio Light*, Italia) y cuando el jugador lo consideró oportuno (Figura1).

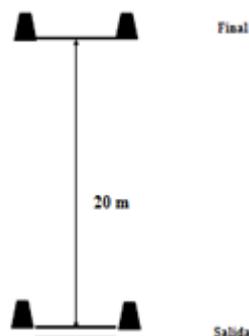


Figura 1. Test de sprint 20 m en línea recta.

Modified Agility T-test (MAT) libre: El recorrido a completar respetó las directrices marcadas por Sassi, Dardouri, Yahmed, Gmada, Mahfoudhi y Gharbi (2009) en el MAT original (Figura 2): A-B: Desplazamiento hacia delante hasta tocar el cono B. B-D: Desplazamiento hasta tocar el cono D, sin superar la línea de conos. D-C: Desplazamiento hasta tocar el cono C. C-B: Desplazamiento hasta tocar el cono B. B-A: Desplazamiento hasta la línea de salida. Sin embargo, los jugadores debían tocar la parte superior de los conos en lugar de la base (Yanci, Reina, Los Arcos, y Cámara, 2013) y los desplazamientos podían realizarse de manera libre, es decir sin necesidad de realizar carrera lateral o de espalda. Los futbolistas repitieron el test en 5 ocasiones en el mismo terreno de juego y con botas de fútbol. El descanso entre repeticiones fue de 3 min. La salida se realizó desde posición anatómica, colocado a 0,5 metros de la fotocélula y cuando el jugador lo consideró oportuno. El tiempo empleado en completar el recorrido se registró mediante una fotocélula (Microgate® Polifemo Radio Light, Italia) situada sobre la línea de salida y llegada.

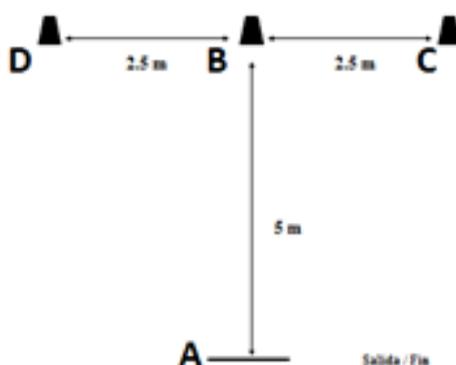


Figura 2. Descripción del Modified Agility Test (MAT) libre.

Sprint con cambios de dirección de 90° (90°S): La realización del test 90°S respetó el protocolo descrito por Sporis y col. (2010). Tal y como se describe en la Figura 3 los jugadores realizaron un total 5 repeticiones realizando 6 cambios de dirección de 90° para completar el recorrido, con una recuperación de 3 min entre repeticiones. La salida se realizó desde posición anatómica, colocado a 0,5 metros de la fotocélula y cuando el jugador lo consideró oportuno. Para el registro del tiempo se emplearon dos fotocélulas (Microgate® Polifemo Radio Light, Italia).

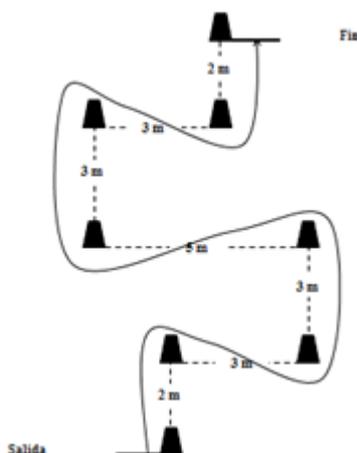


Figura 3. Descripción del test de sprint con cambios de dirección de 90°S (90°S).

Análisis estadístico

Los datos se muestran como media \pm DS. La normalidad fue analizada mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Todas las variables presentaron una distribución normal por lo cual se optó por pruebas de carácter paramétrico. Se calculó el coeficiente de variación (CV) para conocer la reproducibilidad intra sujeto, siguiendo la fórmula: $CV = SD/promedio \times 100$. El análisis de la reproducibilidad test-retest se calculó mediante el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) (Hopkins, Marshall, Batterham, y Hanin, 2009) y la representación de la concordancia entre ambas sesiones de test se realizó mediante el método de Bland y Altman (1995). Además, se calculó la asociación entre los tres test mediante el coeficiente de correlación (r) de Pearson (intervalo de confianza al 95%). La magnitud de la correlación fue $r < 0,1$, trivial; $r = 0,1-0,3$, pequeña; $r = 0,3-0,5$, moderada; $r = 0,5-0,7$, alta; $r = 0,7-0,9$, muy alta; y $r = 0,9-1,0$, casi perfecta (Hopkins y col., 2009). Todos los análisis estadísticos fueron desarrollados utilizando el paquete estadístico SPSS (versión 20.0, SPSS Inc, Chicago, IL, USA). El nivel de significación fue establecido para $p < 0,05$.

Resultados

Los resultados respecto a la reproducibilidad del test de aceleración en línea recta de 20 m y los test de capacidad de cambio de dirección (MAT y 90°S) se exponen en la tabla 1. Los coeficientes de variación tanto en el test como en el re-test fueron en todos los casos inferiores a 2,39%. El CCI de los tres test fue superior a 0,72.

Tabla 1. Resultados de reproducibilidad absoluta y relativa en los test de capacidad de aceleración y cambio de dirección.

Prueba	Test (s)	CV (%)	Retest (s)	CV (%)	CCI	IC 95%
20 m	3,12 \pm 0,14	1,89	3,13 \pm 0,12	2,00	0,80	0,63-0,89
MAT	5,52 \pm 0,23	1,95	5,33 \pm 0,23	1,82	0,78	0,60-0,88
90°S	6,91 \pm 0,64	2,39	6,54 \pm 0,30	1,62	0,72	0,48-0,84

Leyenda: CV = coeficiente de variación, CCI = coeficiente de correlación intraclase, IC = intervalo de confianza, MAT = ModifiedAgility Test, 90°S = Test de agilidad 90°S.

Las figuras 4, 5A y 5B muestran los resultados del análisis Bland-Altman para el test de aceleración en línea recta de 20 m, el test MAT y el test 90°S, respectivamente.

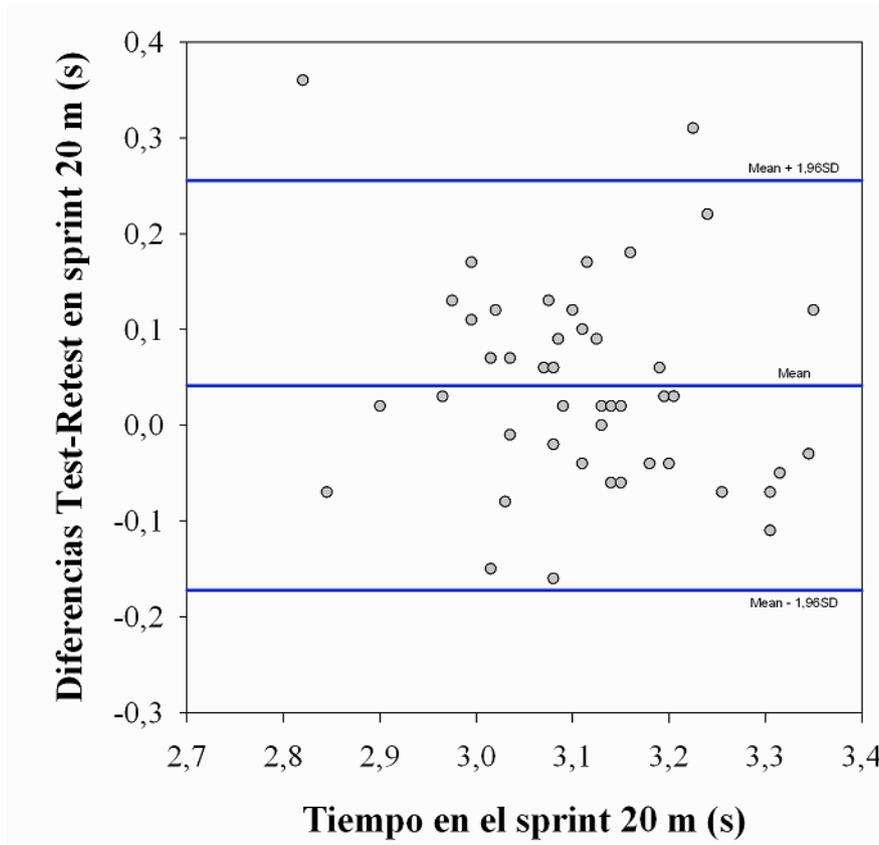


Figura 4. Resultados del análisis Bland-Altman para el test-retest en el test de aceleración de 20 m en línea recta.

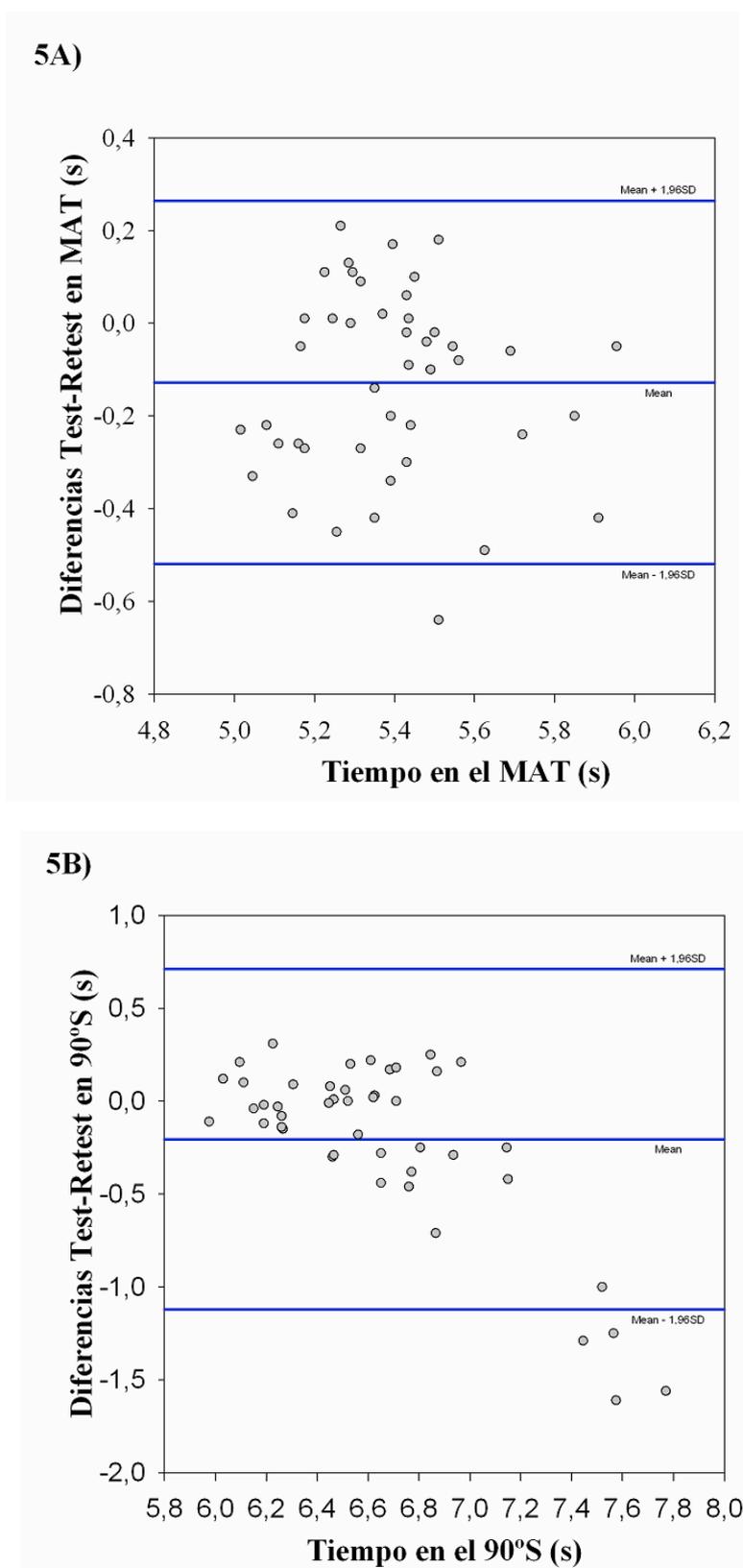


Figura 5. Resultados del análisis Bland-Altman para el test-retest en el ModifiedAgility test (MAT) (5A) y en el Test de agilidad 90°S (90°S) (5B).

Las correlaciones obtenidas entre el test de aceleración en línea recta de 20 m y el test MAT o el test 90°S fueron bajas ($r = 0,53$ y $r = 0,46$; $p < 0,01$, respectivamente). Por otro lado, la correlación obtenida entre el test MAT y el test 90°S fue moderada ($r = 0,74$) (Figura 6).

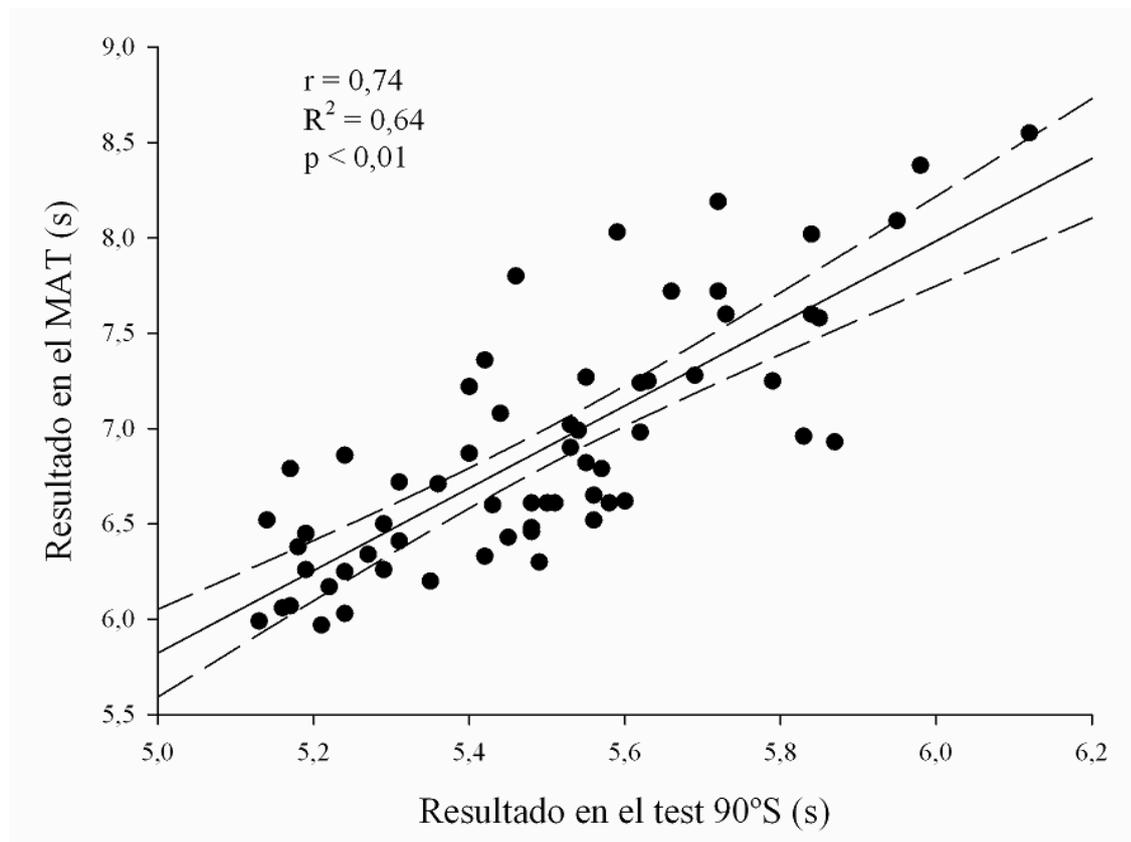


Figura 6. Correlación entre el Modified Agility Test (MAT) y el Test de Agilidad 90°S (90°S).

Discusión

El propósito de este estudio fue determinar la reproducibilidad de tres test (sprint en línea recta 20 m, MAT y 90°S) comúnmente utilizados en el fútbol para conocer la capacidad de aceleración en línea recta o la capacidad de cambiar de dirección, dado que estas capacidades son importantes componentes de fitness y determinan el nivel de éxito y rendimiento en fútbol (Tomáš y col., 2014). Así mismo, otro de los objetivos del estudio fue conocer si existe alguna asociación entre las distintas pruebas realizadas. Los resultados obtenidos en el presente estudio sugieren una reproducibilidad aceptable de los test Sprint 20m, MAT y 90°S (CCI: 0,80; 0,78 y 0,72, respectivamente). De la misma forma, se ha obtenido una asociación moderada entre los dos test de capacidad de cambio de dirección de los futbolistas (MAT y 90°S, $r = 0,74$), una asociación baja entre el sprint 20 m y el test de 90°S ($r = 0,46$) y una baja asociación entre el sprint 20 m y el MAT ($r = 0,53$). Aunque si bien en cierto que se obtuvo una reproducibilidad aceptable y una asociación moderada entre los test medidos, se debe tener en cuenta el tamaño reducido de la muestra ($n = 10$), lo cual podría afectar al comportamiento de las variables por lo que las conclusiones derivadas del trabajo debieran interpretarse con cautela.

En este estudio se ha observado que los tres test realizados (20 m línea recta, MAT y 90°S) cumplen los criterios de reproducibilidad. En nuestro estudio se ha podido constatar este

aspecto obteniéndose valores de CCI altos (20 m = 0,80; MAT = 0,78 y 90°S = 0,72). Así mismo, el CV obtenido en los test fue en todos los casos inferior al 2,4% tanto en el test como en el retest, cumpliendo con los criterios establecidos anteriormente (CV < 10%) por Atkinson y Nevill (1998). Sin embargo, la representación gráfica obtenida mediante el método Bland-Altman en el test de 20 m línea recta, muestra que aquellos futbolistas cuyos tiempos de realización fueron muy bajos (< 3 s) o muy altos (> 3,2 s) obtuvieron peores concordancias test-retest. Aunque de forma más moderada, el 90°S también presenta un desvío notable sobre la media y algunos resultados fuera de la línea de concordancia, principalmente aquellos futbolistas que invirtieron más de 7,4 s en su consecución. Se puede intuir por tanto que la concordancia de los test analizados se ve comprometida para aquellos futbolistas que emplean más tiempo en realizarlos.

Los resultados sobre la reproducibilidad obtenidos en el presente estudio, coinciden con los publicados por Lockie, Schultz, Callaghan, Jeffriess, y Berry (2013) con jugadores de fútbol australiano, quienes a través de un test de capacidad de cambio de dirección (CODAT), basado en desplazamientos rápidos, también obtuvieron buenos valores. Más específicamente en fútbol, Sporis y col. (2010) de manera análoga a los resultados obtenidos en el presente estudio, encontraron buenos valores de reproducibilidad en un test de diseño de test de agilidad T similar al utilizado en esta investigación y en el test de 90°S. Con respecto a la capacidad de aceleración, el estudio realizado por Hulse y col. (2013), donde se comprueba la reproducibilidad del test de sprint de 20 m con jugadores jóvenes de élite como herramienta para evaluar la capacidad de aceleración de jugadores de esas edades también obtuvo buenos valores. Por lo tanto, el test de capacidad de aceleración de 20 m, y los test de capacidad de cambio de dirección MAT y 90°S podrían ser instrumentos de gran ayuda para profesionales del deporte con el fin de evaluar estas capacidades físicas de los futbolistas (Lockie y col., 2013; Sporis y col., 2010).

En referencia a la asociación entre la aceleración y el cambio de dirección, en este estudio se observa una relación baja entre el test de 20 m y el MAT ($r = 0,53$; $p < 0,05$) y baja entre el test de 20 m y el 90°S ($r = 0,46$; $p < 0,05$). Resultados similares fueron obtenidos en un estudio de Alemdaroglu (2012) donde se evaluó la relación entre un test sprint de 30 m y el Tdrill test ($r = 0,50$; $p < 0,05$). Otros estudios que han analizado este mismo aspecto han observado correlaciones moderadas (Pauole, Madole, Garhammer, Lacourse, y Rozenek, 2000) o débiles (Little y Williams, 2005) entre la capacidad de cambiar de dirección y el rendimiento en sprint. Vescovi y McGuigan (2008) exponen que a medida que se incrementa la distancia recorrida en el test de línea recta y cuando se realizan salidas lanzadas, las asociaciones con los test de capacidad de cambio de dirección son mayores. Por lo tanto, a pesar de que en este estudio hemos encontrado una correlación significativa entre la capacidad de aceleración y la capacidad de cambio de dirección, el grado de relación baja ($r = 0,52$ y $r = 0,45$) no nos permite afirmar con determinación que las dos cualidades sean dependientes. Son necesarios más estudios en este sentido donde se analice este aspecto con el fin de determinar la independencia o no de estas cualidades.

Con respecto a la asociación entre los test de cambio de dirección, en el estudio se ha observado una relación significativa moderada entre el MAT y el 90°S ($r = 0,74$; $p < 0,05$). Contrariamente a estos resultados, Sporis y col. (2010) no observaron una correlación significativa entre el T-test y el 90°S ($r = -0,117$). Estos autores indican que la naturaleza de los test, el tipo y número de cambios de dirección, los ángulos y la distancia total recorrida, puede influir en los resultados obtenidos. Aunque el test utilizado en esta investigación (MAT) y en el estudio de Sporis y col. (2010) (T-Test) son similares en su estructura, la

distancia a recorrer es distinta. En el T-test la distancia total recorrida es el doble que en el test MAT, aspecto que ha podido influir en los resultados obtenidos en la asociación con el test de aceleración en línea recta.

Algunas de las principales limitaciones del trabajo hacen referencia a la baja muestra evaluada (10 participantes), por lo que futuros estudios debieran utilizar muestras mayores y confirmar los resultados obtenidos. Igualmente, el periodo de tiempo entre tests es largo en comparación con otros estudios, así como los valores obtenidos del CCI. Otra limitación de la presente investigación hace referencia a que únicamente han sido evaluados aspectos físicos o condicionales, sin evaluarse los componentes perceptivo-decisionales que conforman la capacidad de agilidad (Young y Willey, 2010). Por ello, futuros estudios debieran testar no solo aspectos condicionales, también componentes perceptivos y de toma de decisión, los cuales son críticos en un deporte como el fútbol (Hachana y col., 2014).

Conclusiones.

El test de sprint en línea recta de 20 m y los test de capacidad de cambiar de dirección MAT y 90°S mostraron buenos valores de reproducibilidad absoluta y relativa, aunque menores que otros autores. Este aspecto nos puede llevar a pensar que los tres test pudieran ser instrumentos de medida fiables para controlar la evolución de estas capacidades en jugadores de fútbol de categoría regional.

En este estudio se ha obtenido una asociación moderada entre los dos test de capacidad de cambio de dirección (MAT y 90°S) de los futbolistas, una baja asociación entre el sprint 20 m y el MAT y una asociación baja entre el sprint 20 m y el test de 90°S. Debido a los distintos resultados obtenidos con respecto a otros estudios, no está clara la asociación entre la capacidad de aceleración y la capacidad de cambio de dirección en futbolistas.

Referencias

- Alemdaroğlu, U. (2012). The relationship between muscle strength, anaerobic performance, agility, sprint ability and vertical jump performance in professional basketball players. *Journal of Human Kinetics*, 31, 149-58.
- Atkinson, G., & Nevill, A. M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reproducibility) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, 26(4), 217-238.
<http://dx.doi.org/10.2478/v10078-012-0016-6>
- Bangsbo, J. (1992). *Time and motion characteristics of competition soccer*. *Science Football*, 6, 34-40.
- Bate, D. (1996). *Soccer skills practice*. In: Reilly T, editor. *Science and Soccer*. London: E & FN Spon.
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1995). Comparing two methods of clinical measurement: a personal history. *International Journal of Epidemiology*, 24(Suppl 1), 7-14.
http://dx.doi.org/10.1093/ije/24.Supplement_1.S7
- Bloomfield, J.; Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Turning movements performed during FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(Suppl 10), 9.
- Brughelli, M.; Cronin, J.; Levin, G., & Chaouachi, A. (2008). Understanding change of direction ability in sport: a review of resistance training studies. *Sports Medicine*, 38(12), 1045-1063.
<http://dx.doi.org/10.2165/00007256-200838120-00007>

- Castagna, C.; Impellizzeri, F. M.; Bizzi, 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.
<http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e318208ae8e>
- Chelladurai, P.; Yuhasz, M., & Sipura, R. (1977). The reactive agility test. *Perceptual and Motor Skills*, 44(3), 1319-1324.
<http://dx.doi.org/10.2466/pms.1977.44.3c.1319>
- Cometti, G.; Maffiuletti, N.; Pousson, M.; Chatard, J. C., & Maffulli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 22(1), 45-51.
<http://dx.doi.org/10.1055/s-2001-11331>
- Hachana, Y.; Chaabe`ne, H.; Ben Rajeb, G.; Khelifa, R.; Aouadi R.; Chamari, K., & Gabbett, T.J. (2014). Validity and Reliability of New Agility Test among Elite and Subelite under 14-Soccer Players. *PLoS ONE*, 9(4), e95773.
<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0095773>
- Harman, E.; Rosenstein, M.; Frykman, P., & Rosenstein, R. (1990). The effects of arm and counter-movement on vertical jumping. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(6), 825-833.
<http://dx.doi.org/10.1249/00005768-199012000-00015>
- Hopkins, W. G.; Marshall, S. W.; Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3-13.
<http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- 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.
- Impellizzeri, F. M., & Marcora, S. M. (2009). Test validation in sport physiology: lessons learned from clinimetrics. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(2), 269-277.
- Lockie, R. G.; Schultz, A. B.; Callaghan, S. J.; Jeffriess, M. D., & Berry, S. P. (2013). Reproducibility and Validity of a New Test of Change-of-Direction Speed for Field-Based Sports: the Change-of-Direction and Acceleration Test (CODAT). *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(1), 88-96.
- Little, T., & Williams, A. G. (2006). Suitability of soccer training drills for endurance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 316-319.
- 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.
- Manson, S. A.; Brughelli, M., & Harris, N. K. (2014). Physiological characteristics of international female soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(2), 308-318.
<http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e31829b56b1>
- Mizuguchi, S.; Gray, H. S.; Calabrese, L. S.; Haff, G. G.; Sands, W. A.; Ramsey, M. W.; Cardinale, M., & Stone, M. H. (2014). Repeated change-of-direction test for collegiate male soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54(4), 417-423.

- Pauole, K.; Madole, K.; Garhammer, J.; Lacourse, M., & Rozenek, R. (2000). Reliability and validity of T-test as a measure of agility, leg power, and leg speed in college-age men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(4), 443-450.
- Reilly, T. (1990). *Football*. In: T. Reilly T, Secher N, Snell P and Williams C, editors. *Physiology of Sports*. London: E & FN Spon.
- Reilly, T.; Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 669-683.
<http://dx.doi.org/10.1080/02640410050120050>
- Sassi, R. H.; Dardouri, W.; Yahmed, M. H.; Gmada, N.; Mahfoudhi, M. E., & Gharbi, Z. (2009). Relative and absolute reproducibility 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.
<http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b425d2>
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932.
<http://dx.doi.org/10.1080/02640410500457109>
- Sporis, G.; Jukic, I.; Milanovic, L., & Vucetic, V. (2010). Reproducibility and factorial validity of agility tests for soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(3), 679-686.
<http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c4d324>
- Stølen, T.; Chamari, K.; Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: An update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.
<http://dx.doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>
- Tomáš M.; František Z.; Lucia M., & Jaroslav T. (2014). Profile, correlation and structure of speed in youth elite soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 40(9), 149-159.
- Twist, P. W., & Benicky, D. (1996). Conditioning lateral movements for multisport athletes. Practical strength and quickness drills. *Strength and Conditioning Journal*, 18(5), 10-19.
[http://dx.doi.org/10.1519/1073-6840\(1996\)018<0010:CLMFMS>2.3.CO;2](http://dx.doi.org/10.1519/1073-6840(1996)018<0010:CLMFMS>2.3.CO;2)
- Verheijen, R. (1997). *Handbuchfu" Fussballkondition*. Leer, Germany: BPF Versand.
- Vescovi, J. D. (2012). Sprint profile of professional female soccer players during competitive matches: Female Athletes in Motion (FAiM) study. *Journal of Sports Sciene*, 30(12), 1259-1265.
<http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2012.701760>
- Vescovi, J. D., & McGuigan, M. R. (2008). Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *Journal of Sports Sciene*, 26(1), 97-107.
<http://dx.doi.org/10.1080/02640410701348644>
- Yanci, J.; Reina, R.; Los Arcos, A., & Cámara, J. (2013). Effects of different contextual interference training programs on straight sprinting and agility performance of primary school students. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(3), 601-607.
- Young, W. B., & Willey, B., (2010). Analysis of a reactive agility field test. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(3), 376-378.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2009.05.006>