RELACIÓN ENTRE DISTINTOS TEST CON SOBRECARGA EXCÉNTRICA Y TEST DE CAMBIO DE DIRECCIÓN

ASENCIO-VICEDO, P. [(1)], SABIDO-SOLANA, R. [(2)], GARCÍA-VALVERDE, A. [(3)], Y HERNÁNDEZ-DAVÓ, J.L. [(4)]

1) Doctorando en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad Miguel Hernández de Elche, Alicante. Preparador físico.
2) Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad Miguel Hernández de Elche, Alicante. Preparador físico.
3) Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad de Almería. Preparador físico.
4) Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad Miguel Hernández de Elche, Alicante. Preparador físico.

RESUMEN

Introducción: La relación entre los test de cambio de dirección (COD) y otros tipos de test que valoran variables como la velocidad o la fuerza ha sido ampliamente descrita. Sin embargo, poco se conoce sobre la relación de test COD con valoraciones de sobrecarga excéntrica (EO). **Objetivo:** Estudiar la relación entre COD y variables derivadas de test con EO. **Material y método:** Dieciséis deportistas realizaron en días separados un test de RM en sentadilla, test de COD y un registro de la potencia pico, media y la EO en ejercicios de sentadilla y sentadilla split. Los valores del test COD permitió dividir la muestra en dos grupos (rápido Vs lento) para estudiar su rendimiento en los test con EO. **Resultados:** Los deportistas más rápidos en el test 505 mostraron mayores valores para la variable de EO realizada en sentadilla split con una inercia de 0.075 kg*m^2 y la extremidad derecha, así como para para la potencia pico concéntrica con dicha inercia y la extremidad izquierda. Cuando la división se realizó en función del T-Test los deportistas más rápidos mostraron mayores niveles de EO en sentadilla split con la extremidad derecha, así como de potencia concéntrica con la pierna derecha con cargas altas. **Conclusiones:** Los deportistas con menores tiempos en los Test 505 y T-Test presentan mayores valores de EO y potencia concéntrica. Esto sugiere que mejorar el frenado en EO puede estar relacionado con una mejora en dichos test.

PALABRAS CLAVE: sobrecarga excéntrica, agilidad, cambio de dirección, COD, fuerza, potencia.

Fecha de recepción: 11/04/2019. Fecha de aceptación: 23/04/2019

Correspondencia: awsportscience@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La velocidad lineal es importante en deportes de corte intermitente, sin embargo, el éxito en la mayor parte de ellos reside en los movimientos multidireccionales. Las acciones en estos deportes dependen en gran medida de la respuesta a situaciones cambiantes del juego por medio de rápidos y eficaces cambios de dirección (Triplett y Haff, 2017). Estos cambios de dirección (COD) suponen tener la capacidad de acelerar, decelerar y acelerar de nuevo hacia otra dirección (Delaney et al., 2015). Esta cualidad permite lograr ventajas sobre este en el terreno de juego.

Young, James y Montgomery (2002) propusieron un modelo determinista que definía la agilidad como un componente de velocidad en el COD el cual abarca factores técnicos, de fuerza y de potencia, así como un componente perceptivo y de toma de decisiones en los deportes donde se produce respuesta a las acciones de un oponente (Gabbett, Kelly y Pezet, 2008). Algunas variables que influyen en el COD son la técnica empleada (Jones, Herrington y Graham-Smith, 2015), la fuerza relativa, la potencia, (Delaney et al., 2015), la velocidad lineal en distancias cortas (Sayers, 2015) y la antropometría (Hewit, Cronin y Hume, 2013).

Spiteri et al. (2015) estudiaron las características de fuerza que tenían las deportistas con más rendimiento en los tests de COD (test 505, T-test y test de agilidad) frente a deportistas con peores valores en dichos test. Las diferencias en las características de producción de fuerza entre las deportistas más rápidas y más lentas aparecieron principalmente cuando esa división se realizó basada en el test 505. Cuando la división respondía a ese test, se observó que los valores de fuerza isométrica y excéntrica mostraban un valor estadísticamente superior en el grupo de jugadoras con mayor rendimiento en el test. De esta forma, los autores proponen la relevancia de la fuerza isométrica máxima, así como de la fuerza excéntrica máxima como posibles indicadores del mayor rendimiento en un test de COD de breve recorrido. Estudiando la aportación de cada tipo de producción de fuerza al rendimiento de cada test, estos autores llegaron a la conclusión de que independientemente del nivel de rendimiento (tanto en el grupo rápido como lento de los distintos tests) los valores de producción de fuerza eran los que más varianza explicaban del rendimiento en los test de COD. La fuerza relativa, también es un importante predictor en las tareas de COD (Andersen, Lockie y Dawes, 2018). Aunque los atletas más rápidos demostraron una mayor capacidad de fuerza en general, las contribuciones porcentuales de cada medida de fuerza para la prueba de COD son muy similares para los atletas más rápidos y más lentos (Spiteri et al., 2015).

Dada la influencia de la fuerza excéntrica para este tipo de test, los entrenamientos basados en la mejora de la activación excéntrica podrían resultar interesantes para la mejora del COD. Bajo esta idea, el entrenamiento basado en la sobrecarga excéntrica mediante dispositivos rotacionales podría ser una alternativa para mejorar el rendimiento en acciones de COD. Varios autores han estudiado la aplicabilidad de estas metodologías para la mejora del COD con resultados positivos. Sin embargo, solo algunos trabajos han investigado la relación entre sobrecarga excéntrica y la mejora en el COD, pese a que las contracciones excéntricas puedan producir mayores niveles de fuerza y conlleven un menor gasto energético para un mismo nivel de activación (de Hoyo, Pradas, Sanudo y Carrasco, 2014).

De Hoyo et al (2015) observaron que se producían mejoras en las fuerzas de reacción del suelo al realizar COD entrenando con un protocolo de entrenamiento mediante sobrecarga excéntrica. De Hoyo et al (2016) obtuvieron mejoras en el COD con un

equipo de futbolistas sub-19 entrenando también con dispositivos isoinerciales en varias maniobras de frenado. Tous-Fajardo, Gonzalo-Skok, Arjol-Serrano y Tesch (2016) realizaron un trabajo también con futbolistas comparando dos protocolos de entrenamiento, uno tradicional y uno mediante sobrecarga excéntrica y vibración, obteniendo mejores resultados con este último en el COD del ‘’V-cut test’’. Más adelante, Gonzalo-Skok et al (2017) publicaron de nuevo un trabajo en el que se vio que el entrenamiento con sobrecarga excéntrica mejoraba en varias tareas funcionales de COD con cuarenta y ocho futbolistas semiprofesionales y amateur. Hernández-Davó, Monteagudo y Sabido (2018) realizaron un período de entrenamiento de ocho semanas a un equipo de baloncesto de forma bipodal y unipodal mediante dispositivos de sobrecarga excéntrica, y obtuvieron mejoras en el T-Test. Sabido, Pompero y Hernández-Davó (2019) también encontraron mejoras en la prueba T de agilidad, utilizando inercias bajas de 0.025 kg*m^2 en la máquina Yo-Yo con jugadores de rugby amateur.

Pese a conocerse los efectos positivos de entrenar con dispositivos de sobrecarga excéntrica en la mejora de test de COD, aún no se han descrito la relación que existe entre dichos test y el rendimiento durante tareas con sobrecarga excéntrica. El objetivo de este trabajo es estudiar la posible relación entre el COD y distintas variables de rendimiento, especialmente las derivadas de un test con sobrecarga excéntrica.

METODOLOGÍA

Diseño

El estudio sigue un diseño cuasi experimental, con un protocolo de medidas repetidas.

Participantes

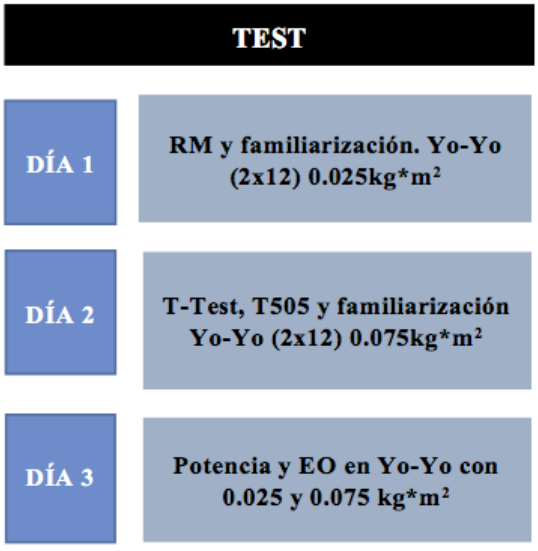
Doce hombres físicamente entrenados formaron parte de este estudio (edad 19.20 ± 2.45 años; altura 1.76 ± 0.59 m; masa 73.60 ± 8.24 kg; RM 122.41 ± 24.85 kg; RM/masa 1.63 ± 0.22) pertenecientes a equipos de balonmano y fútbol sala juvenil y absoluto, y que tras firmar un consentimiento participaron voluntariamente en el estudio, habiendo sido previamente informados de las características y el riesgo que podría comprender. Este estudio fue aprobado por el comité de ética de la Universidad Miguel Hernández de Elche (DPS.MMR.01.18) de acuerdo con la Declaración de Helsinki.

Procedimiento de medición

Las mediciones tuvieron lugar en tres sesiones separadas por al menos dos días. Todas las sesiones se componían de un calentamiento estructurado que incluía activación, estiramientos dinámicos, ejercicios de tronco, y una parte específica en función del contenido de las sesiones. El primer día se realizó un registro de la repetición máxima (RM) en el ejercicio de sentadilla trasera, realizando un calentamiento general (figura 1) seguido de series incrementales con un descanso de tres minutos entre series hasta hallar la 1 RM medida con un codificador lineal. Al finalizar se realizó un protocolo de familiarización con un dispositivo

isoinercial, que consistía en realizar dos series de doce repeticiones de sentadilla convencional y dos series de sentadilla split con cada pierna, utilizando una inercia de 0.025 kg*m^2. El segundo día de medición, se compuso de un registro del mejor de dos intentos en el T-Test y del test 505 y dos series de familiarización de los mismos ejercicios con el dispositivo isoinercial, con las mismas repeticiones que el primer día, incrementando la inercia a 0.075 kg*m^2. En la tercera sesión tuvo lugar un registro del pico de potencia, potencia media y sobrecarga excéntrica (EO) en la máquina isoinercial con las inercias de 0.025 y 0.075 kg*m^2 de los ejercicios de sentadilla convencional y sentadilla split, realizando un descanso de dos minutos entre series.

Figura 1: *Esquema del procedimiento seguido durante el estudio.*



Medida e instrumentos

- **Test Repetición Máxima (RM)**

El test de la RM se llevó a cabo mediante un codificador lineal (T-Force System, Ergotech, Murcia, España). Se hizo un registro de la RM de sentadilla trasera en peso libre, realizado con barra olímpica. Los participantes descendieron en la fase excéntrica hasta que los muslos quedaban paralelos al suelo, y luego ascendieron hasta completar la extensión de rodilla y cadera. La repetición máxima se estimó mediante la velocidad de ejecución (González-Badillo y Sánchez-Medina, 2010) de dicho ejercicio, utilizando una carga de su 80% del RM, que se había registrado previamente a dicha sesión. Los participantes recibieron las indicaciones pertinentes para realizar la fase concéntrica a la máxima velocidad. Los datos se recogieron como RM haciendo referencia a los valores de fuerza obtenidos en el test de repetición máxima.

- **Test de potencia en dispositivo isoinercial**

Para las mediciones del pico de potencia mediante sobrecarga excéntrica, se utilizó un dispositivo isoinercial *flywheel* (kBox 3, Exxentric AB TM, Bromma, Suecia), que proporciona la intensidad a través del momento de inercia de una masa giratoria (discos). Este disco inicia el giro durante la fase concéntrica del movimiento, pero al finalizar esta fase la inercia del disco hace que este siga girando hacia el lado opuesto, y empujará al sujeto hacia abajo, que tendrá que desacelerar la inercia del disco, la cual produce la sobrecarga, durante la fase excéntrica. Los participantes fueron instruidos para realizar la fase concéntrica lo más rápido posible y retrasar la acción de frenado hasta el ultimo tercio de la fase excéntrica. Para registrar los datos de potencia pico concéntrico (PpCON), potencia pico excéntrico (PpEXC),

sobrecarga excéntrica (SbcEXC) y potencia media en la serie (PmSer), se utilizó un codificador compatible con el dispositivo isoinercial *flywheel* (SmartCoach Power Encoder, SmartCoach Europe AB, Estocolmo, Suecia) con el software asociado (v 3.1.3.0). Los datos se recogieron en Microsoft Excel como potencia media, pico de potencia y calidad de la serie (cantidad de sobrecarga excéntrica realizada).

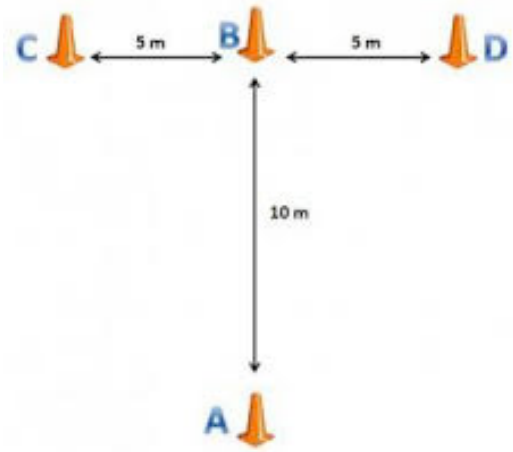
- **Test 505**

Para registrar el tiempo en realizar un recorrido de diez metros (cinco de ida y cinco de vuelta), se utilizó una plataforma de contacto (Tapeswitch Signal Mat, Tapeswitch Corporation América, Nueva York, EE.UU). Los participantes partían del cono de salida, y esprintaban hacia otro cono situado a cinco metros, realizaban un apoyo transitorio y volvían al cono de partida, donde se encontraba la plataforma, en el menor tiempo posible. Se realizaron ensayos en ambos sentidos de giro, obteniendo valores promedio tras constatar que no habían diferencias entre los lados de rotación.

- **T-Test**

El tiempo en recorrer la distancia en ‘’T’’ se registró mediante el uso de una plataforma de contacto (Tapeswitch Signal Mat, Tapeswitch Corporation América, Nueva York, EE.UU.) colocada en la salida (cono A de la Figura 2). Los participantes comenzaron la carrera junto al primer cono (A) y se desplazaban hacia el cono B, para luego frenar y desplazarse a la derecha o izquierda mediante pasos laterales (cada repetición hacia un lado), luego realizaban un cambio de sentido hacia el cono del extremo opuesto y recuperaban la posición hacia el cono ‘’B’’, para volver al inicio mediante una carrera de espaldas y hacer contacto de nuevo con la plataforma, la cual registraba los tiempos que tardaban en recorrer la distancia total con dichos cambios de sentido. Se registró el mejor de dos intentos para realizar un promedio entre ambos lados.

Figura 2: *Representación gráfica del test de agilidad ‘’T-Test’’.*



Análisis estadístico

Los datos fueron recogidos en el programa Microsoft Excel (versión 2010) para Mac. El análisis de datos del presente trabajo se llevó a cabo mediante el programa SPSS Statistics versión 23.0 para Windows. Se realizó en primer lugar un análisis de normalidad para conocer si la distribución de los datos era normal y emplear el proceso estadístico oportuno. Tras comprobar dicha normalidad, ser realizaron pruebas T para analizar las diferencias entre los valores de fuerza generados en los test de sobrecarga excéntrica por cada uno de los grupos en los que se dividió la muestra (rápidos y

lentos para cada test de COD). El nivel de significación estadística fue establecido en $p<0.05$. Para apoyar las conclusiones de las pruebas T, se calculó el tamaño del efecto (effect size, ES) utilizando la *d* de Cohen (1988) e interpretando su valor en función de las referencias de Rhea (2004).

RESULTADOS

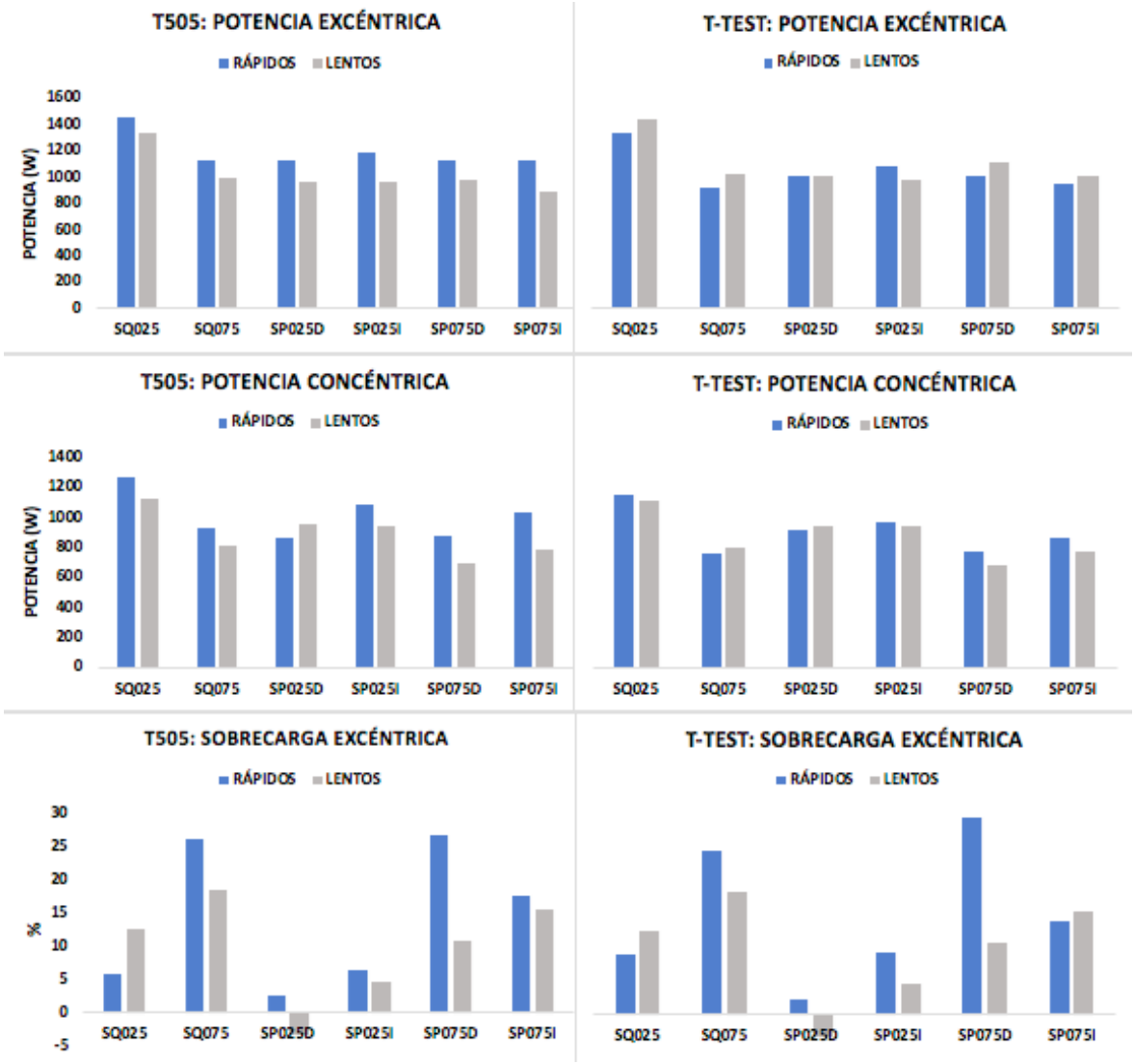
Tras obtener la normalidad con la prueba K-S, se dividió a la muestra en dos grupos en función de los tiempos obtenidos en los test de agilidad, los deportistas más rápidos constituyeron el grupo 1 (rápidos), mientras que los deportistas más lentos constituyeron el grupo 2 (lentos).

Tabla 1. *Características (media ± desviación típica) de los grupos rápidos y lentos para cada test de COD realizado.*

	T505		T-TEST	
	Rápidos (n=6)	**Lentos (n=6)**	**Rápidos (n=6)**	**Lentos (n=6)**
Edad (años)	17.83 ± 0.41	19.16 ± 3.37	17.8 ± 0.41	19.16 ± 3.37
Altura (m)	1.77 ± 0.41	1.77 ± 0.03	1.77 ± 0.64	1.77 ± 0.03
Peso Corporal (kg)	76.75 ± 5.75	77.1 ± 5.91	72.8 ± 3.37	77.1 ± 5.91
Tiempo (s)	2.54 ± 0.069	2.826 ± 0.13	9.79 ± 0.27	10.79 ± 0.47
Fuerza Máxima (kg)	126.6 ± 25.5	125.5 ± 25.5	122.3 ± 19.4	125.5 ± 25.5

Tras realizar dicha división, se calculó el tamaño del efecto (ES) para las distintas variables estudiadas. En el Test 505 (T505), se obtuvo una magnitud del efecto alta (ES:1.02) según Cohen (1988) para la variable de sobrecarga excéntrica realizada mediante el ejercicio de sentadilla split con la extremidad derecha y con una inercia de 0.075 $kg*m^2$. Por otro lado, la potencia pico concéntrica en el ejercicio de sentadilla split realizado con la extremidad izquierda y una inercia de 0.075 $kg*m^2$ obtuvo una magnitud del efecto media (ES:0.64). En lo referente al T-Test, se obtuvo una magnitud del efecto alta (ES:0.8) para la variable de sobrecarga excéntrica en el ejercicio de sentadilla split con la extremidad derecha y con una inercia de 0.075 $kg*m^2$. Por otro lado, el pico de potencia concéntrica para el ejercicio de sentadilla split con la pierna derecha con la misma carga, obtuvo una magnitud del efecto media (ES:0.68).

Figura 3. *Diferencia entre los grupos para las variables potencia concéntrica, excéntrica y sobrecarga excéntrica mostradas en los test según ejercicio, carga y lado empleados.*



NOTA: SQ025: sentadilla con un disco de 0.025 kg*m^2. **SQ075:** sentadilla con un disco de 0.075 kg*m^2. **SP025D:** sentadilla split con un disco de 0.025 kg*m^2 con la extremidad derecha. **SP025I:** sentadilla split con un disco de 0.025 kg*m^2 con la extremidad izquierda. **SP075D:** sentadilla split con un disco de 0.075 kg*m^2 con la extremidad derecha. **SP075I:** sentadilla split con un disco de 0.075 kg*m^2 con la extremidad izquierda.

DISCUSIÓN

Según el conocimiento de los autores, no existen artículos previos que hayan comparado la relación entre el rendimiento en test de agilidad y test de sobrecarga excéntrica.

Los resultados muestran que existe una magnitud del efecto alta para la variable de sobrecarga excéntrica realizada

mediante el ejercicio de sentadilla a una pierna con la extremidad derecha y con una inercia de 0.075 kg*m^2 y el rendimiento en un test de agilidad (T505). Esto sugiere que la capacidad de frenar ante cargas altas tiene relación con el rendimiento en las tareas de COD. Otros autores han comparado la relación entre la fuerza excéntrica y el rendimiento en tareas de COD, como Spiteri et al. (2015), que realizaron una serie de repeticiones excéntricas al ritmo de un metrónomo hasta que los sujetos no pudieran mantener la cadencia establecida, y obtuvieron diferencias significativas entre el grupo rápido y lento en T-Test y T505, siendo los más rápidos los que mejores valores de fuerza excéntrica presentaban. Por otro lado, existe una magnitud del efecto media (ES:0.64) para los valores de pico de potencia concéntrico en el ejercicio de sentadilla split con la extremidad izquierda y una inercia de 0.075 kg*m^2 . Castillo-Rodríguez, Fernández-García, Chinchilla-Minguet, y Carnero (2012) obtuvieron correlaciones significativas entre distintas tareas de saltabilidad (CMJ, CMJ con pierna derecha y drop jump desde 15 y 30 centímetros) y el T505 y cambios de dirección de 90 grados. En otro estudio, Thomas, Dos Santos, Comfort, y Jones (2018) en el cual participaron 115 sujetos, se obtuvieron correlaciones de moderadas a altas entre pruebas de salto unipodales con ambas piernas y el T505. Aunque no son los mismos test que los utilizados en este estudio, estos hallazgos sugieren que para realizar tareas de COD de forma eficiente, es necesaria una alta aplicación de fuerza a gran velocidad (Tramel, Lockie, Lindsay y Dawes, 2019).

En lo referente al T-Test, se obtuvo una magnitud del efecto alta para la variable de sobrecarga excéntrica en el ejercicio de sentadilla split con la extremidad derecha y con una inercia de 0.075 kg*m^2. Esto coincide con lo expuesto anteriormente, aquellos sujetos con mayores niveles de sobrecarga excéntrica, tienen mejores tiempos en las tareas de COD, coincidiendo con Spiteri et al. (2015). Por otro lado, el pico de potencia concéntrico para el ejercicio de sentadilla split con la misma carga, obtuvo una magnitud del efecto media. En otros trabajos de intervención, como el de Miller, Herniman, Ricard, Cheatham y Michael (2006), se ha visto que entrenar bajo movimientos de fuerza a alta velocidad, puede ayudar a la mejora del COD, por lo tanto, los valores en la variable de potencia estudiada puede tener cierta relevancia en los tiempos obtenidos en los test de COD.

Estos hallazgos demuestran que, aunque cada test de agilidad, tiene unas necesidades de fuerza distintas en función de la distancia, técnica y número de frenadas, los valores de sobrecarga excéntrica con la carga de 0.075 kg*m^2 son relevantes, así como el pico de potencia concéntrica. Estos datos se ven reforzados en la Figura 3, donde el grupo de deportistas más rápidos en el T505 y T-Test, presentan mayores niveles de sobrecarga excéntrica y potencia concéntrica, lo cual les permite frenar y cambiar de dirección más rápido que el grupo de deportistas más lentos. Estos resultados son más notables en el T505, ya que tiene una duración más breve y depende más de los niveles de fuerza generados en el frenado previo al COD.

Por su parte, el rendimiento en T-Test está más vinculado a la calidad de los desplazamientos por la distancia que cubre dicho test, y consecuentemente no son tan relevantes los niveles de fuerza en los COD (Spiteri et al., 2015).

CONCLUSIONES Y APLICACIONES PRÁCTICAS

Los resultados de nuestro estudio, parecen indicar que los deportistas que tienen mayor rendimiento en T505 y T-Test tienen mayor capacidad de producir sobrecarga excéntrica con cargas altas. Por lo tanto, se hipotetiza que el entrenamiento de sobrecarga excéntrica con cargas altas podría optimizar el rendimiento en tareas de COD. No obstante, se necesitan más estudios para poder conocer con rotundidad esta aplicación, además de aplicar posteriores análisis de regresión para tratar de predecir el rendimiento en COD utilizando más variables.

BIBLIOGRAFÍA

Andersen, E., Lockie, R., & Dawes, J. (2018). Relationship of absolute and relative lower-body strength to predictors of athletic performance in collegiate women soccer players. *Sports*, 6(4), 106. doi:10.3390/sports6040106

Castillo-Rodríguez, A., Fernández-García, J. C., Chinchilla-Minguet, J. L., & Carnero, E. Á. (2012). Relationship between muscular strength and sprints with changes of direction. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 26(3),* 725-732. doi: 10.1519/JSC.0b013e31822602db

Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.). New York: Academic Press. doi:10.1111%2F1467-8721.ep10768783

de Hoyo, M., De La Torre, A., Pradas, F., Sañudo, B., Carrasco, L., Mateo-Cortes, J., & Gonzalo-Skok, O. (2015). Effects of eccentric overload bout on change of direction and performance in soccer players. *International Journal of Sports Medicine, 36(04),* 308-314. doi: 10.1055/s-0034-1395521

de Hoyo, M., Pradas, F., Sañudo, B. & Carrasco, L. (2014). Effects of eccentric overload bout on change of direction and performance in soccer players. *International Journal of Sports Medicine.* doi: 10.1055/s-0034-1395521

de Hoyo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Mateo-Cortes, J., Domínguez-Cobo, S., Fernandes, O., & Gonzalo-Skok, O. (2016). Effects of 10-week eccentric overload training on kinetic parameters during change of direction in football players. *Journal of Sports Sciences*, *34*(14), 1380-1387. doi: 10.1080/02640414.2016.1157624

Delaney, J. A., Scott, T. J., Ballard, D. A., Duthie, G. M., Hickmans, J. A., Lockie, R. G., & Dascombe, B. J. (2015). Contributing factors to change-of-direction ability in professional rugby league players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *29*(10), 2688-2696. doi:10.1519/JSC.0000000000000960

Gabbett, T., Kelly, J., & Pezet, T. (2008). A comparison of fitness and skill among playing positions in sub-elite rugby league players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(6), 585-592. doi:10.1016/j.jsams.2007.07.004

González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine, 31(05),* 347-352. doi: 10.1055/s-0030-1248333

Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Valero-Campo, C., Berzosa, C., Bataller, A. V., Arjol-Serrano, J. L., & Mendez-Villanueva, A. (2017). Eccentric-overload training in team-sport functional performance: Constant bilateral vertical versus variable unilateral multidirectional movements. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *12*(7), 951-958. doi:10.1123/ijspp.2016-0251

Hernández-Davó, J. L., Moreno, P., & Sabido, R. (2018). Comparison of six weeks eccentric overload training between bilateral and unilateral squat in basketball players. *European Journal of Human Movement*, *40*, 111-121.

Hewit, JK., Cronin, JB., and Hume, PA., (2013). Kinematic factors affecting fast and slow straight and change-of-direction acceleration times.

The Journal of Strength and Conditioning Research, 27: 69–75. doi: 10.1519/JSC.0b013e31824f202d

Jones, P. A., Herrington, L. C., & Graham-Smith, P. (2015). Technique determinants of knee joint loads during cutting in female soccer players. *Human Movement Science*, *42*, 203-211. doi:10.1016/j.humov.2015.05.004

Miller, M. G., Herniman, J. J., Ricard, M. D., Cheatham, C. C., & Michael, T. J. (2006). The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of Sports Science & Medicine, 5(3),* 459.

Rhea, M. R. (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *The Journal of Strength and Conditioning Research, 18(4),* 918-920. doi: 10.1519/14403.1

Sabido, R., Pombero, L., & Hernández-Davó, J. L. (2019). Differential effects of low vs high inertial loads during an eccentric-overload training intervention in rugby union players: a preliminary study. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. doi: 10.23736/s0022-4707.19.09425-8

Sayers, M. G. (2015). Influence of test distance on change of direction speed test results. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 29(9),* 2412-2416. doi: 10.1519/JSC.0000000000001045

Spiteri, T., Newton, R. U., Binetti, M., Hart, N. H., Sheppard, J. M., & Nimphius, S. (2015). Mechanical determinants of faster change of direction and agility performance in female basketball athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *29(8),* 2205-2214. doi: 10.1519/JSC.0000000000000876

Thomas, C., Dos Santos, T., Comfort, P., & Jones, P. A. (2018). Relationships between unilateral muscle strength qualities and change of direction in adolescent team-sport athletes. *Sports, 6(3),* 83. doi: 10.3390/sports6030083

Tous-Fajardo, J., Gonzalo-Skok, O., Arjol-Serrano, J. L., & Tesch, P. (2016). Enhancing change-of-direction speed in soccer players by functional inertial eccentric overload and vibration training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *11(1),* 66-73. doi: 10.1123/ijspp.2015-0010

Tramel, W., Lockie, R. G., Lindsay, K. G., & Dawes, J. J. (2019). Associations between Absolute and Relative Lower Body Strength to Measures of Power and Change of Direction Speed in Division II Female Volleyball Players. *Sports, 7(7),* 160. doi: 10.3390/sports7070160

Triplett, N. T., & Haff, G. (2017). Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico. *Barcelona, España: Paidotribo.*

Young WB., James R., and Montgomery R. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction *Journal of Sports Medicine and Physicall Fitness, 42:* 282–288.