

Trabajo Final de Máster. Máster Rendimiento Deportivo y Salud.

# ENTRENAMIENTO ISOINERCIAL EN UN EQUIPO AMATEUR DE RUGBY



centro de  
investigación del  
deporte

*Universidad Miguel Hernández de Elche*

2016-2017

Alumno: Luis Pombero Bautista

Profesor: Rafael Sabido Solana

## Introducción

El rugby union se juega profesionalmente en todo el mundo (Hogarth, Burkett, & McKean, 2016). En este deporte se juegan dos partes de 40 minutos con un descanso de 10 minutos (Ziv & Lidor, 2016). Cada equipo está compuesto por 15 jugadores y unas demarcaciones concretas, que se dividen en delanteros y tres cuartos (Ziv & Lidor, 2016). Es un deporte de carácter intermitente, que requiere sprints junto con carreras de baja intensidad (A Sedeaud, Vidalin, Tafflet, Marc, & Toussaint, 2013; Ziv & Lidor, 2016), dominado por altos niveles de fuerza (Lindsay, Draper, Lewis, Gieseg, & Gill, 2015) con una alta frecuencia de contacto con los rivales (Hogarth et al., 2016; A Sedeaud et al., 2013; Ziv & Lidor, 2016) como placaje, ruck, maul y melé (A. Sedeaud et al., 2012).

El rugby tradicionalmente se distingue por el compromiso físico de los delanteros y el juego rápido de los tres cuartos (Brown, Brughelli, Griffiths, & Cronin, 2014; Hogarth et al., 2016; Ziv & Lidor, 2016), sin embargo, en la actualidad la diferencia en el juego es menos importante, en el cuál el contacto físico toma parte en todas las posiciones (A Sedeaud et al., 2013).

El rendimiento en el rugby requiere fuerza, velocidad, potencia aeróbica y anaeróbica, habilidad en el cambio de dirección y atributos específicos (A. Sedeaud et al., 2012; A Sedeaud et al., 2013; Vaz, Morais, Rocha, & James, 2014). Además, requiere fuerza máxima y explosiva para las acciones de contacto (e.g. melé, ruck y maul) y situaciones del juego a máxima velocidad de sprint (Gannon, Stokes, & Trewartha, 2016), concretamente distancias de 10 y 20 metros (Austin, Gabbett, & Jenkins, 2011). El entrenamiento de fuerza repercute en mejoras sobre estas variables como han demostrado algunas investigaciones (Hansen, Cronin, Pickering, & Newton, 2011; McMaster, Gill, Cronin, & McGuigan, 2013; Winwood et al., 2015).

Este entrenamiento de la fuerza induce adaptaciones neurales y musculares (Seynnes, de Boer, & Narici, 2007). Tradicionalmente, los programas de fortalecimiento se han basado en ejercicios contra resistencia donde el estímulo proviene de la carga gravitacional (Moisés de Hoyo et al., 2015). Sin embargo, la eficacia de estos métodos se limita a acciones concéntricas, con baja activación en la fase excéntrica (Moisés de Hoyo et al., 2015). El entrenamiento de sobrecarga excéntrica es un sistema de ejercicio que utiliza la inercia producida por el volante giratorio como una fuente de energía y permite acciones acopladas, concéntricas y excéntricas (Alkner & Tesch, 2004; Tesch, Ekberg, Lindquist, & Trieschmann, 2004; Tous-Fajardo, Maldonado, Quintana, Pozzo, & Tesch, 2006). Estos métodos de entrenamiento han demostrado ser particularmente efectivo para promover ganancias tempranas en masa muscular y fuerza (Seynnes et al., 2007), gran síntesis de proteína muscular después de entrenamiento excéntrico, más que un entrenamiento de acciones concéntricas (Norrbrand, Fluckey, Pozzo, & Tesch, 2008), y mayores adaptaciones neurales, hipertróficas y de fuerza, comparado con entrenamientos contra resistencia convencionales (Núñez, Suarez-Arrones, Cater, & Mendez-Villanueva, 2016; Julio Tous-Fajardo, Oliver Gonzalo-Skok, José Luis Arjol-Serrano, & Per Tesch, 2016). Además, los protocolos de sobrecarga excéntrica normalmente se han utilizado en la rehabilitación deportiva y programas de prevención de lesiones por sus propiedades fisiológicas y mecánicas (M De Hoyo et al., 2015).

Parece que el entrenamiento de sobrecarga excéntrica puede ser un buen método para la mejora del salto con contramovimiento (CMJ), la habilidad en el cambio de dirección (CDD), la velocidad de sprint en 10 m, 20 m y 30 m, y la fuerza máxima en sentadilla (RM sentadilla) (Cook, Beaven, & Kilduff, 2013; M

De Hoyo et al., 2015; Moisés de Hoyo et al., 2015; de Hoyo et al., 2016; Rittweger, Felsenberg, Maganaris, & Ferretti, 2007; Sabido, Hernández-Davó, Botella, Navarro, & Tous-Fajardo, 2017; J. Tous-Fajardo, O. Gonzalo-Skok, J. L. Arjol-Serrano, & P. Tesch, 2016).

Sin embargo, en los estudios que han aplicado el entrenamiento con sobrecarga excéntrica, se encuentra una disparidad importante en cuanto a la intensidad utilizada en este tipo de metodología. Así, podemos encontrar estudios donde la carga inercial oscila entre  $0,11 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$  y  $0,1452 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$  (Gual, Fort-Vanmeerhaeghe, Romero-Rodríguez, & Tesch, 2016; Romero-Rodríguez, Gual, & Tesch, 2011; Julio Tous-Fajardo et al., 2016). Recientemente un estudio de Sabido, Hernández-Davó & Pereyra (2017) (en prensa) ha demostrado como la cantidad de inercia utilizada durante el ejercicio de medio squat con flywheel modifica los resultados de potencia y sobrecarga obtenidos. De esta forma, los autores encuentran los mayores valores de potencia con las intensidades más bajas ( $0,025 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ ), mientras que los mayores resultados de sobrecarga excéntrica los encuentran con cargas más altas ( $0,075 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ ).

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es ver las diferencias entre dos métodos de entrenamientos mediante el sistema isoinercial rotatorio, uno basado en los mayores valores de sobrecarga excéntrica ( $0,075 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ ) y otro basado en los mayores valores de potencia pico ( $0,025 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ ).

## **Material y método**

### **Participantes**

Nueve jugadores ( $30,44 \pm 13,91$  años,  $86,11 \pm 12,49$  kg,  $178,56 \pm 10,08$  cm) de la liga autonómica de Rugby 1ª Territorial pertenecientes al equipo senior del Elche Club de Rugby Union y 6 jugadoras senior ( $24,00 \pm 5,71$  años,  $78,67 \pm 26,15$  kg,  $165,83 \pm 56,10$  cm) del mismo club, participaron de forma voluntaria en este estudio. Los participantes entrenaban dos días a la semana y se encontraban fuera de temporada.

Fueron informados del riesgo potencial de este tipo de entrenamiento, con el consentimiento informado y firmado por el Comité Ético de la Universidad, de acuerdo con la Declaración de Helsinki.

### **Procedimiento**

En cuanto a la formación de los grupos, se realizó un balanceo en función de la ratio RM/Peso Corporal en 2 grupos experimentales, sobrecarga excéntrica (N=7) y potencia máxima (N=8). Los dos grupos realizaron entrenamientos de rugby con la misma carga y volumen (2 sesiones semanales de 120 minutos).

Las mediciones de los test se realizaron una semana antes y después del periodo de entrenamiento, a excepción del test con la máquina yoyo, que se realizó el primer día de intervención, después de la familiarización. Se compararon las medidas pre y post de los resultados con las siguientes variables: potencia pico, potencia media, sobrecarga excéntrica, CMJ, CDD T-test en los primeros 10 metros y tiempo total, velocidad sprint en 10 m, 10-40 m y 40 m, y RM sentadilla.

Previo a la intervención, se realizaron 2 sesiones de familiarización con el sistema de entrenamiento y los dos tipos de carga a evaluar, aunque después entrenaran con uno sólo.

### **Protocolo de valoración**

Los test de rendimiento llevados a cabo son los nombrados en una revisión sistemática sobre aquellos test utilizados con mayor asiduidad en el rugby (Chiwariidzo, Ferguson, & Smits-Engelsman, 2016). Se realizaron una semana antes (PRE) y después (POST) de la intervención. La evaluación del rendimiento consistió en: potencia pico y potencia media (concéntrica y excéntrica) con el dispositivo del volante/rueda giratoria, sobrecarga excéntrica, RM sentadilla, CMJ, velocidad sprint 10-40 metros y CDD. Además, se realizaron 2 sesiones de familiarización con el dispositivo de entrenamiento una semana pre intervención, realizando 5 series y 8 repeticiones, pero las tres primeras eran con el momento de inercia de  $0'025 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$  y las 2 últimas con el de  $0'075 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ , de tal manera que se familiarizaran con las dos cargas. El primer día se realizó la sesión de familiarización y en el segundo, se realizaron las pruebas de CMJ, RM sentadilla más la segunda sesión de familiarización. Dentro de esa misma semana, en uno de los entrenamientos de los deportistas se realizaron las pruebas de velocidad de sprint y CDD.

*Test de sobrecarga excéntrica:* Se registraron la potencia pico, potencia media (concéntrica y excéntrica) y la sobrecarga excéntrica en los dos tipos de carga utilizadas en el entrenamiento mediante el sistema de volante/rueda giratoria (SmartCoach Power Encoder, SmartCoach Europe AB, Stockholm, Sweden), con el software asociado (v 3.1.3.0). Se realizaron 6 series de 8

repeticiones, concadenando en cada serie una inercia de  $0,025 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$  y en la siguiente una inercia de  $0,075 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ , de tal manera que realizan 3 series con cada carga. Cada serie iba separada de 4 minutos de recuperación. Para el análisis estadístico se realizó un promedio de las 8 repeticiones para cada una de las variables y cargas diferentes que se registraron para después escoger sólo la serie con mejor promedio en dicho test.

*Fuerza máxima en sentadilla (RM sentadilla):* El test de RM en el ejercicio de sentadilla se realizó en una máquina Smith guiada y se midió mediante un encoder lineal (T-Force System Ergotech, Murcia, España). Se les pidió a los participantes que realizaran una flexión de rodilla y cadera hasta  $90^\circ$  y una posterior extensión completa hasta  $180^\circ$  para que fuera válida. El protocolo requería a los participantes incrementar progresivamente la carga durante las series, mientras que las chicas empezaron por 35 Kg de masa, los chicos empezaron por 55 Kg. El descanso entre series fue de 4 minutos.

*Salto con contra-movimiento (CMJ):* La altura del salto se midió con la plataforma de contacto (Tapeswitch Signal Mat, Tapeswitch Corporation America, New York, USA). El tipo de salto era con contra movimiento (CMJ) y los participantes empezaban en una posición recta, con los brazos apoyados en sus caderas y tenían la orden de saltar lo más alto posible manteniendo la posición de los brazos. Realizaron dos intentos y se contabilizó el mejor de ellos.

*Velocidad sprint 10-40 metros:* Consistió en recorrer una distancia de 40 metros lo más rápido posible. El tiempo se registró mediante fotocélulas colocadas en 10-40 metros. Realizaron dos intentos y se registró el menor tiempo. Esta prueba se realizó sobre césped con botas de tacos para un mayor realismo. La salida se realizó desde 1 metro detrás de la línea de salida y,

además, los pies paralelos, extendidos y separados, tomando de referencia la anchura de sus hombros.

*Cambio de dirección T-test (CDD):* El test consiste en correr 10 metros hacia delante, después de forma lateral hacia la derecha 5 m, cambiar de sentido y correr 10 m de forma lateral a la izquierda, realizan otro giro y corren 5 metros hacia la derecha, por último, vuelven a la posición central y vuelven 5 metros de espaldas hasta la posición de inicio. Después, se hizo un segundo intento, pero realizando el primer giro hacia la izquierda. Se tomó el tiempo con dos fotocélulas, colocada en la posición de partida y a los 10 metros, de tal manera que se registró el tiempo total de la prueba y el tiempo de los primeros 10 metros de salida.

### **Protocolo de entrenamiento**

Los participantes realizaron 6 semanas de intervención, con 2 sesiones semanales, 5 series y 8 repeticiones, con 3 minutos de recuperación entre series (M De Hoyo et al., 2015; Moisés de Hoyo et al., 2015; de Hoyo et al., 2016; Fernandez-Gonzalo, Lundberg, Alvarez-Alvarez, & de Paz, 2014; Gual et al., 2016). Para poder tomar inercia con la máquina en la puesta en marcha, se eliminarán las dos primeras repeticiones, y a partir de ahí, se realizarán 8 más. Por otro lado, entre las semanas 3 y 4, hubo una semana de descanso, de tal manera que eran 7 semanas desde evaluación pre a la evaluación post.

En este estudio se utilizó un dispositivo isoinercial rotatorio (kBox 3, Exxentric AB TM, Bromma, Sweden) con un momento de inercia de  $0,025 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$  para el grupo de potencia máxima y  $0,075 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$  para el de sobrecarga excéntrica.

## **Análisis estadístico**

Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el software SPSS, Version 24.0 (IBM Corp. Released 2016, IBM SPSS Statistics for Windows). La base de datos fue examinada para su normalidad con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los resultados de las distintas pruebas del protocolo de valoración fueron analizados utilizando una ANOVA de medidas repetidas con un ajuste de Bonferroni para observar las diferencias entre cargas. El nivel de significación fue fijado en  $P < 0.05$ . Adicionalmente, se calculó el tamaño del efecto para todas las variables medidas. Para determinar la significatividad práctica se tuvo en cuenta el criterio para deportistas con entrenamiento de ocio (trivial:  $<0.35$ ; pequeño:  $0.35-0.80$ ; moderado:  $0.8-1.50$ ; grande:  $>1.50$ ) (Rhea, 2004).



## Referencias

- Alkner, B., & Tesch, P. A. (2004). Efficacy of a gravity-independent resistance exercise device as a countermeasure to muscle atrophy during 29-day bed rest. *Acta Physiologica*, 181(3), 345-357.
- Austin, D., Gabbett, T., & Jenkins, D. (2011). The physical demands of Super 14 rugby union. *J Sci Med Sport*, 14(3), 259-263. doi: 10.1016/j.jsams.2011.01.003
- Brown, S. R., Brughelli, M., Griffiths, P. C., & Cronin, J. B. (2014). Lower-extremity isokinetic strength profiling in professional rugby league and rugby union. *Int J Sports Physiol Perform*, 9(2), 358-361. doi: 10.1123/IJSP.2013-0129
- Cook, C. J., Beaven, C. M., & Kilduff, L. P. (2013). Three weeks of eccentric training combined with overspeed exercises enhances power and running speed performance gains in trained athletes. *J Strength Cond Res*, 27(5), 1280-1286. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182679278
- Chiwaridzo, M., Ferguson, G. D., & Smits-Engelsman, B. C. (2016). A systematic review protocol investigating tests for physical or physiological qualities and game-specific skills commonly used in rugby and related sports and their psychometric properties. *Systematic reviews*, 5(1), 122.
- 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. *Int J Sports Med*, 36(04), 308-314.
- de Hoyo, M., Pozzo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Gonzalo-Skok, O., Domínguez-Cobo, S., & Morán-Camacho, E. (2015). Effects of a 10-week in-season eccentric-overload training program on muscle-injury prevention and performance in junior elite soccer players. *Int J Sports Physiol Perform*, 10(1), 46-52.
- 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. *J Sports Sci*, 34(14), 1380-1387.
- Fernandez-Gonzalo, R., Lundberg, T. R., Alvarez-Alvarez, L., & de Paz, J. A. (2014). Muscle damage responses and adaptations to eccentric-overload resistance exercise in men and women. *Eur J Appl Physiol*, 114(5), 1075-1084. doi: 10.1007/s00421-014-2836-7
- Gannon, E. A., Stokes, K. A., & Trewartha, G. (2016). Strength and Power Development in Professional Rugby Union Players Over a Training and Playing Season. *Int J Sports Physiol Perform*, 11(3), 381-387. doi: 10.1123/ijsp.2015-0337
- Gual, G., Fort-Vanmeerhaeghe, A., Romero-Rodríguez, D., & Tesch, P. A. (2016). Effects of in-season inertial resistance training with eccentric overload in a sports population at risk for patellar tendinopathy. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(7), 1834-1842.
- Hansen, K. T., Cronin, J. B., Pickering, S. L., & Newton, M. J. (2011). Does cluster loading enhance lower body power development in preseason preparation of elite rugby union players? *J Strength Cond Res*, 25(8), 2118-2126. doi: 10.1519/JSC.0b013e318220b6a3

- Hogarth, L. W., Burkett, B. J., & McKean, M. R. (2016). Match demands of professional rugby football codes: A review from 2008 to 2015. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 11(3), 451-463. doi: 10.1177/1747954116645209
- Lindsay, A., Draper, N., Lewis, J., Gieseg, S. P., & Gill, N. (2015). Positional demands of professional rugby. *Eur J Sport Sci*, 15(6), 480-487. doi: 10.1080/17461391.2015.1025858
- McMaster, D. T., Gill, N., Cronin, J., & McGuigan, M. (2013). The development, retention and decay rates of strength and power in elite rugby union, rugby league and American football: a systematic review. *Sports Med*, 43(5), 367-384. doi: 10.1007/s40279-013-0031-3
- Norrbrand, L., Fluckey, J. D., Pozzo, M., & Tesch, P. A. (2008). Resistance training using eccentric overload induces early adaptations in skeletal muscle size. *Eur J Appl Physiol*, 102(3), 271-281. doi: 10.1007/s00421-007-0583-8
- Núñez, F. J., Suarez-Arrones, L. J., Cater, P., & Mendez-Villanueva, A. (2016). The High Pull Exercise: A Comparison Between a Versapulley Flywheel Device and the Free Weight. *Int J Sports Physiol Perform*, 1-21.
- 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 & Conditioning Research*, 18(4), 918-920.
- Rittweger, J., Felsenberg, D., Maganaris, C., & Ferretti, J. L. (2007). Vertical jump performance after 90 days bed rest with and without flywheel resistive exercise, including a 180 days follow-up. *Eur J Appl Physiol*, 100(4), 427-436. doi: 10.1007/s00421-007-0443-6
- Romero-Rodriguez, D., Gual, G., & Tesch, P. (2011). Efficacy of an inertial resistance training paradigm in the treatment of patellar tendinopathy in athletes: a case-series study. *Physical Therapy in Sport*, 12(1), 43-48.
- Sabido, R., Hernández-Davó, J. L., Botella, J., Navarro, A., & Tous-Fajardo, J. (2017). Effects of adding a weekly eccentric-overload training session on strength and athletic performance in team-handball players. *Eur J Sport Sci*, 1-9. doi: 10.1080/17461391.2017.1282046
- Sabido, R., Hernández-Davó, J. L., Pereyra, G. (2017). Influence of different inertial loads on basic training variables during the flywheel squat exercise. *IJSP*, en prensa.
- Sedeaud, A., Marc, A., Schipman, J., Tafflet, M., Hager, J. P., & Toussaint, J. F. (2012). How they won rugby World Cup through height, mass and collective experience. *Br J Sports Med*, 46(8), 580-584. doi: 10.1136/bjsports-2011-090506
- Sedeaud, A., Vidalin, H., Tafflet, M., Marc, A., & Toussaint, J. (2013). Rugby morphologies: "bigger and taller", reflects an early directional selection. *J Sports Med Phys Fitness*, 53(2), 185-191.
- Seynnes, O. R., de Boer, M., & Narici, M. V. (2007). Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 102(1), 368-373.
- Tesch, P. A., Ekberg, A., Lindquist, D. M., & Trieschmann, J. T. (2004). Muscle hypertrophy following 5-week resistance training using a non-gravity-dependent exercise system. *Acta Physiol Scand*, 180(1), 89-98. doi: 10.1046/j.0001-6772.2003.01225.x

- 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. *Int J Sports Physiol Perform*, 11(1), 66-73.
- 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. *Int J Sports Physiol Perform*, 11(1), 66-73. doi: 10.1123/ijsp.2015-0010
- Tous-Fajardo, J., Maldonado, R. A., Quintana, J. M., Pozzo, M., & Tesch, P. A. (2006). The flywheel leg-curl machine: offering eccentric overload for hamstring development. *Int J Sports Physiol Perform*, 1(3), 293.
- Vaz, L., Morais, T., Rocha, H., & James, N. (2014). Fitness profiles of elite portuguese rugby union players. *J Hum Kinet*, 41, 235-244. doi: 10.2478/hukin-2014-0051
- Winwood, P. W., Cronin, J. B., Posthumus, L. R., Finlayson, S. J., Gill, N. D., & Keogh, J. W. (2015). Strongman vs. traditional resistance training effects on muscular function and performance. *J Strength Cond Res*, 29(2), 429-439. doi: 10.1519/jsc.0000000000000629
- Ziv, G., & Lidor, R. (2016). On-field Performances of Rugby Union Players--A Review. *J Strength Cond Res*, 30(3), 881-892. doi: 10.1519/jsc.0000000000001129

