

Control de la pérdida de velocidad a través de la escala de esfuerzo percibido en *press* de banca

Daniel Varela-Olalla¹, Juan del Campo-Vecino¹, José M García-García²

¹Universidad Autónoma de Madrid. ²Universidad de Castilla-La Mancha. Grupo de Investigación Akanthos.

Recibido: 17.04.2018

Aceptado: 12.09.2018

Resumen

Controlar las variables de entrenamiento es vital para garantizar las adaptaciones deseadas en el entrenamiento de fuerza, siendo la intensidad especialmente importante para mejorar la fuerza máxima y el RFD. La velocidad de ejecución ha resultado ser la mejor variable para monitorizar la intensidad del entrenamiento de fuerza, en particular las pérdidas de velocidad relacionadas con la fatiga. Sin embargo, existen impedimentos materiales para poder utilizar esta variable. Por tanto, el objetivo de este trabajo es analizar la relación entre el RPE y las pérdidas de velocidad como alternativa para controlar el entrenamiento. Se midió a 5 sujetos (4 hombres y 1 mujer) pertenecientes a la selección española de lucha libre olímpica un total de 15 series de *press* de banca (3 series/sujeto), de las cuales solo 14 se incluyeron en el análisis estadístico por incumplir una de ellas el protocolo, con 3 cargas relativas distintas (5 series/carga) y una pérdida de velocidad entre 20%-32%. Las variables dependientes fueron: RPE, la pérdida de velocidad, el número de repeticiones realizadas en cada serie y velocidad de la mejor repetición de cada serie. Se analizaron las correlaciones entre las variables RPE-pérdida de velocidad; RPE-número de repeticiones; RPE-velocidad mejor repetición, obteniéndose solamente correlación significativa (r Pearson 0,843; $P < 0,001$) entre el RPE y la pérdida de velocidad; la correlaciones entre el RPE-número de repeticiones y RPE-velocidad mejor repetición no mostraron significación estadística. Estos resultados podrían indicar la posibilidad de gestionar la fatiga y la intensidad del entrenamiento utilizando la relación RPE-pérdida de velocidad, aunque es necesario llevar a cabo estudios similares con tamaños muestrales mayores que refuercen los resultados obtenidos en este estudio.

Palabras clave:

Entrenamiento de fuerza.
Press de banca. RPE. Monitorización.
Velocidad de ejecución.

Control of the velocity loss through the scale of perceived effort in bench press

Summary

Controlling the training variables is vital to ensure the desired adaptations in resistance training; intensity is the most important variable to improve maximum strength and rate of force development (RFD). The movement velocity has shown to be the best variable to monitor the intensity of resistance training, in particular the velocity loss related to fatigue. However, there are material impediments to use this variable. Therefore, the aim of this paper is to analyze the relationship between RPE and velocity losses as an alternative to control training. Sample included 5 subjects (4 men and 1 woman) from the Spanish Olympic Wrestling team who performed a total of 15 sets of bench press (3 set/subject), of which only 14 were included in the statistical analysis for breaching one of them the protocol, with 3 different relative loads (5 set/load) and a velocity loss between 20%-32%. The dependent variables were: RPE, the velocity loss, the number of repetitions performed in each set and the velocity of the best repetition of each set. The correlations between the RPE-velocity loss; RPE-number of repetitions; and RPE-velocity best repetition variables were analyzed, obtaining only significant correlation (r Pearson 0.843, $P < 0.001$) between the RPE and the velocity loss; correlations between RPE-number of repetitions; and RPE-velocity best repetition did not show statistical significance. The results of the present work could indicate the possibility of managing fatigue and controlling training intensity using the RPE-velocity loss relationship, although it is necessary to carry out similar studies with larger sample sizes that reinforce the results of this study.

Key words:

Resistance training.
Bench press. RPE.
Monitoring. Movement velocity.

Correspondencia: Daniel Varela Olalla
E-mail: dvarel23@gmail.com

Introducción

El entrenamiento de fuerza ha demostrado ser un factor clave en la mejora de la salud, la estética corporal y el rendimiento deportivo¹⁻⁴. Es fundamental el control de las variables del entrenamiento para optimizar los resultados⁵, y más concretamente, la intensidad parece ser el factor más importante para mejorar la fuerza máxima⁶⁻⁹ y el RFD^{7,8,10,11}, considerado como el factor más determinante del rendimiento deportivo^{4,12,13}. La intensidad del entrenamiento de fuerza se ha prescrito tradicionalmente en función del porcentaje sobre la repetición máxima (RM), o en función del máximo número de repeticiones que un sujeto puede realizar con una carga^{5,14,15}; pero en los últimos años se ha propuesto la velocidad de ejecución como una alternativa más precisa, fiable y segura para el control de la intensidad¹⁶⁻¹⁸. Se ha demostrado una relación carga (%RM)-velocidad, específica para diferentes ejercicios, según la cual, cada carga está estrechamente relacionada con la máxima velocidad a la que puede ser levantada¹⁶⁻²¹. Por otro lado, se ha demostrado que entrenar hasta el fallo muscular resulta innecesario, y es menos beneficioso que entrenar lejos del fallo muscular para el rendimiento deportivo²²⁻²⁵, siendo especialmente negativo para el RFD¹². Se ha observado un patrón de pérdida de velocidad respecto a la máxima posible durante una serie al fallo, donde la última repetición coincide con la velocidad del RM²⁶; y por otro lado, se ha descrito una relación lineal entre la pérdida de velocidad y las concentraciones de lactato; y una relación no lineal con las concentraciones de amonio, independiente del número de repeticiones realizadas²⁷. Recientemente se ha podido comprobar cómo al comparar los efectos de protocolos de entrenamientos que diferían en el total de trabajo realizado en función del % de pérdida de velocidad durante la serie; se obtienen 1) mejoras superiores en el 1RM y la velocidad de ejecución en sujetos entrenados al comparar pérdidas de velocidad del 20% frente a un entrenamiento al fallo muscular²⁸; y 2) mejoras superiores en CMJ y menores descensos en el porcentaje de cabezas pesadas de miosina (MHC-IIX), con mejoras similares en la fuerza máxima al comparar pérdidas de velocidad del 20% frente al 40%²⁹.

Por todo lo anterior, la velocidad de ejecución se ha considerado como la variable más adecuada para prescribir la intensidad y monitorizar la fatiga durante el entrenamiento de fuerza.

Para poder controlar de forma precisa y fiable la velocidad de ejecución existen diversos dispositivos como transductores lineales, acelerómetros o sistemas de análisis de video³⁰⁻³², pero resultan relativamente caros y aún no son accesibles para todos los usuarios. Como alternativa, recientemente se ha validado una aplicación móvil para iPhone (más asequible) como una herramienta fiable y válida para medir la velocidad de ejecución³³. A pesar de que cada vez resulta más accesible y económicos siguen existiendo inconvenientes más allá de los recursos económicos para controlar la velocidad de ejecución. Por ejemplo, para controlar grupos grandes de deportistas a los que se pretende monitorizar en varios ejercicios diferentes serían necesarios varios dispositivos. Todo esto hace que debamos seguir buscando alternativas fiables y válidas para el control del entrenamiento de fuerza.

Otro método para valorar y monitorizar la carga del entrenamiento de fuerza son las escalas subjetivas del esfuerzo (RPE)³⁴⁻³⁷, basadas en la respuesta psicofisiológica del organismo según la cual, la información

sobre alteraciones fisiológicas o ambientales procede de la percepción sensorial del individuo, provocando una percepción subjetiva para un estímulo determinado³⁸. Las escalas comúnmente utilizadas para recoger la percepción de esfuerzo son las escalas del 6 al 20 y la escala del 0 al 10³⁸ de Borg, posteriormente surgió la escala OMNI-RES desde 0 hasta 10 que se acompaña de pictogramas para facilitar la interpretación del sujeto³⁹. El RPE ha demostrado ser útil para predecir el %RM o el 1RM³⁵⁻³⁷, además de encontrarse en varios estudios correlaciones entre el RPE, el %RM, la velocidad de ejecución^{34,40-43}, y la potencia mecánica⁴⁴. Por último, se ha desarrollado una escala de percepción de la velocidad que ha demostrado su validez para el *press* de banca y para la sentadilla^{44,45}.

Por tanto el RPE ha demostrado ser una alternativa útil a los métodos tradicionales para controlar la intensidad del entrenamiento de fuerza cuando no se pueden emplear medios más precisos como la medición de la velocidad de ejecución.

Hipótesis

Bajo nuestro conocimiento no existen investigaciones que hayan relacionado el RPE con las pérdidas de velocidad durante el entrenamiento de fuerza. Basándonos en las evidencias existentes acerca de la relación entre los valores de RPE y la velocidad de ejecución antes mencionadas; la relación existente entre marcadores metabólicos de la carga interna (concentraciones de lactato y amonio) y las pérdidas de velocidad durante el entrenamiento de fuerza²⁷; y la validez del RPE como un indicador psicofisiológico³⁸ para relacionar la carga externa y la carga interna; podemos pensar que existe una relación entre las pérdidas de velocidad y el RPE que nos permitiría monitorizar la fatiga cuando no dispongamos de los recursos tecnológicos adecuados para ello.

Objetivo

El objetivo de este trabajo es analizar la relación entre las pérdidas de velocidad y el RPE percibido por los sujetos durante el ejercicio de *press* de banca.

Material y método

Muestra

La muestra estuvo constituida por 5 sujetos (23,2±5,3 años; 169,2±6,9 cm; 72,2±17,8 kg) (4 hombres (23±6 años; 171,3±6 cm; 75,3±19 kg) y 1 mujer (24 años; 161 cm; 60 kg)) pertenecientes a la selección española de lucha libre olímpica, seleccionados de manera incidental. Los sujetos tenían al menos 1 año de experiencia en el entrenamiento de fuerza, y al menos durante los 6 últimos meses estuvieron involucrados en una rutina de entrenamiento que incluía 2 entrenamientos de fuerza a la semana. En la Tabla 1 se presenta un descriptivo de las características del total de la muestra. Previamente a la investigación los participantes firmaron un consentimiento informado en donde se les informó sobre los procedimientos, riesgos y beneficios de la investigación. El protocolo del presente estudio cumple con lo establecido en la Declaración de Helsinki para la investigación en seres humanos.

Tabla 1. Características de la muestra expresadas como media \pm desviación típica.

Edad	Altura (años) (cm)	Peso (kg)	RM previa (kg)	RM estimada (kg)
23,2 \pm 5,3	169,2 \pm 6,9	72,2 \pm 17,8	101,5 \pm 31,8	106,7 \pm 35,4

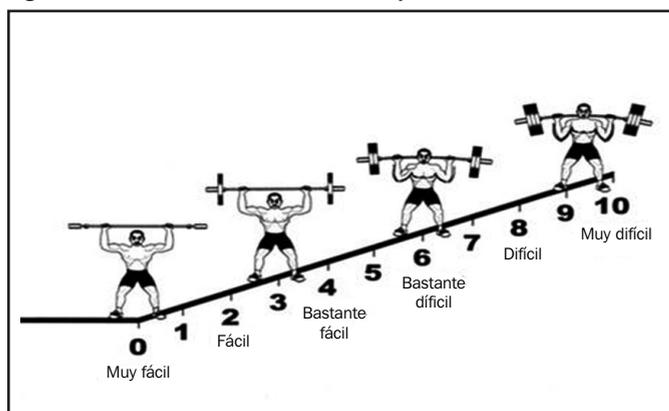
RM: repetición máxima

Protocolo

Los sujetos realizaron 3 series de *press* de banca, cada una con una carga distinta en función de la velocidad media (carga 1 \rightarrow \approx 1-1,1 m/s; carga 2 \rightarrow \approx 0,75-0,85 m/s; carga 3 \rightarrow \approx 0,53-0,61 m/s) basándonos en los datos expuestos previamente en la literatura²¹ para ajustar la carga relativa entre el 40-45%RM para la carga 1, entre el 55-60%RM para la carga 2, y entre el 70-75%RM para la carga 3. En la primera serie (1-1,1 m/s) los sujetos realizaron repeticiones hasta que en dos de ellas se alcanzase un velocidad de 0,8 m/s (20%-27,3% de pérdida de velocidad) o inferior; en la segunda serie (0,75-0,85 m/s) hasta que en dos repeticiones se alcanzase una velocidad de 0,6 (22,1%-29,4% de pérdida de velocidad); y en la tercera serie (0,53-0,61 m/s) hasta que en dos repeticiones se alcanzase un velocidad de 0,42 m/s (20,7%-31,1% de pérdida de velocidad) o bien hasta que una repetición alcanzase una velocidad de 0,37 m/s (30,1%-39,3% de pérdida de velocidad) o inferior. Después de cada serie los sujetos informaron del RPE aportando un valor entre 0-10 utilizando la escala OMNI-RES. Previamente a la toma de datos, todos los sujetos realizaron al menos 4 sesiones de entrenamiento de *press* de banca en las que se familiarizaron con la escala OMNI-RES (Figura 1), aportando su percepción subjetiva de esfuerzo (0-10) tras cada serie

Material

El ejercicio del *press* de banca se realizó en un banco de peso libre. El peso de la barra sin discos fue de 20kg. Para la evaluación de la velocidad media se utilizó un transductor lineal (EV PRO Isocontrol Dinámico 5.2 Quasar Control S.L. Madrid) con una frecuencia de muestreo de 1000Hz unido a la barra mediante un cable y conectado vía USB a un ordenador portátil donde se registran los datos en tiempo real (Figura 2).

Figura 1. Escala OMNI-RES desarrollada por Robertson *et al.* (2003).**Figura 2. A. Enganche de unión entre la barra y el transductor lineal; B. transductor lineal; C. portátil.**

Análisis estadístico

En primer lugar, se llevó a cabo la prueba Shapiro-Wilk para analizar la normalidad de la distribución de los valores de las variables. Posteriormente se analizó el grado de correlación de las variables (RPE-pérdida de velocidad; RPE-número de repeticiones; RPE-velocidad mejor repetición) a través de la prueba de correlación de Pearson, y más concretamente se estudió la relación RPE-pérdida de velocidad a través de una regresión cuadrática. Para el tratamiento de los datos se utilizó un software de análisis estadístico (SPSS v.23, SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA). El grado de significación estadística se estableció al nivel de $p < 0,05$.

Resultados

El análisis de los datos se realizó sobre 14 series de *press* de banca puesto que una de las series no cumplió con el protocolo establecido. Las variables cinemáticas ("pérdida de velocidad" y "velocidad mejor repetición") respecto a las repeticiones analizadas presentaron una distribución normal.

Correlaciones entre variables

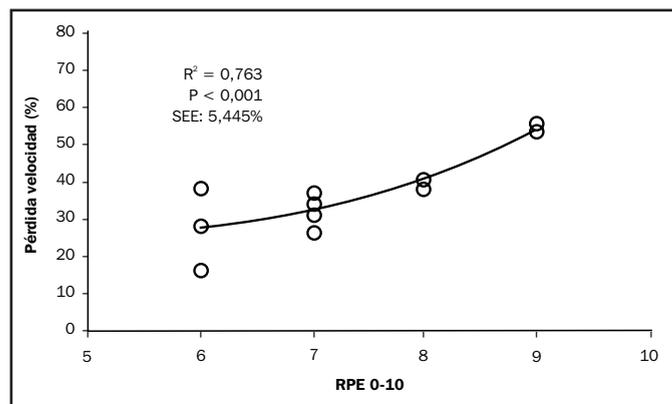
En la Tabla 2 se presentan los resultados para las relaciones RPE-pérdida de velocidad, RPE-número de repeticiones, y RPE-velocidad mejor repetición analizadas mediante correlación de Pearson.

Tabla 2. Correlaciones de Pearson entre RPE-pérdida velocidad, RPE-número repeticiones, RPE-velocidad mejor repetición.

RPE	Pérdida velocidad		Número repeticiones		Velocidad mejor repetición	
	r	P	r	P	r	P
RPE	0,843	<0,001	-0,317	0,27	-0,463	0,096

RPE: escala de esfuerzo percibido.

Figura 3. Relación entre el RPE y la pérdida de velocidad derivada de las 14 series medidas en press de banca.



RPE-pérdida de velocidad

En la Figura 3 se presenta la regresión cuadrática para la relación RPE-pérdida de velocidad. De esta regresión se ha obtenido la siguiente ecuación predictiva para la pérdida de velocidad a través del RPE: pérdida de velocidad (%) = $2,294RPE^2 - 25,68RPE + 99,29$.

Discusión

Bajo nuestro conocimiento este es el primer estudio que analiza la relación entre las pérdidas de velocidad durante una serie en el entrenamiento de fuerza y el RPE. El objetivo de este trabajo fue, por tanto, analizar la relación entre la pérdida de velocidad y el RPE durante el ejercicio de *press* de banca. Los principales resultados del estudio muestran como entre todas las variables analizadas, solo la relación pérdida de velocidad-RPE resultó ser significativa (Tabla 2). Además, se debe destacar que esta relación presenta una tendencia no lineal (Figura 3).

Los resultados obtenidos se pueden relacionar con estudios previos en los que se ha demostrado la validez del RPE basado en el RIR de los sujetos⁴³; y por otro lado, la relación entre la pérdida de velocidad y el número de repeticiones realizado respecto al máximo posible (fallo muscular)^{26,27}. Teniendo en cuenta que el concepto de RIR hace referencia al número de repeticiones que los sujetos perciben que podrían realizar hasta llegar al fallo, estas investigaciones muestran la relación del RIR tanto con el RPE como con la pérdida de velocidad; por tanto parece lógico pensar que también exista una relación RPE-pérdida de velocidad, como demuestran los resultados de este estudio.

El hecho de que no se hayan encontrado relaciones significativas entre el RPE y el número total de repeticiones, ni entre el RPE y la velocidad de la mejor repetición en la serie (marcador de la carga relativa), concuerda con los resultados de Lodo *et al.*⁴⁶ que demostraron que al realizar un entrenamiento con distintas intensidades relativas (%RM), pero con el mismo volumen total de carga, se obtienen valores similares de RPE. Sin embargo nuestros resultados no concuerdan con estudios previos que han encontrado valores superiores de RPE al realizar menos repeticiones con intensidades altas que al realizar más repeticiones con intensidades bajas³⁵; y por otro lado, al comparar un entrenamiento de fuerza en circuito con cargas altas con un entrenamiento de fuerza en circuito orientado a la potencia con cargas ligeras y moderadas, se

ha comprobado como la RPE resulta superior para el entrenamiento de fuerza con cargas altas⁴⁷. No obstante, en estos dos estudios no se equipararon ni el volumen total de carga, ni el número de repeticiones respecto al fallo muscular entre los protocolos analizados; lo que puede explicar las diferencias con nuestros resultados, donde la carga total ha sido controlada mediante la pérdida de velocidad, que está relacionada con marcadores metabólicos y mecánicos de fatiga²⁷.

Resulta especialmente interesante que se hayan encontrado asociadas, de forma casi sistemática, pérdidas de velocidad entre el 30-35% a un valor 7 de RPE (Figura 3). Sánchez-Medina y González-Badillo²⁷ encontraron como pérdidas de velocidad cercanas al 35% en el *press* de banca se alcanzaban al realizar la mitad más dos repeticiones respecto al máximo posible, y en este punto las concentraciones de amonio comienzan a elevarse por encima de los niveles basales. Estos autores recomiendan no sobrepasar dichas pérdidas de velocidad e incluso cortar las series antes de llegar a dicho punto, comprobándose en estudios posteriores que pérdidas de velocidad del 20% son superiores a pérdidas de velocidad del 40% o entrenar al fallo^{28,29}. Por tanto podría establecerse el límite en el RPE 7 para cortar las series cuando se emplee este método para gestionar la fatiga en el *press* de banca.

Conclusiones

En conclusión, los resultados de nuestro estudio muestran una correlación relativamente alta entre las pérdidas de velocidad y el RPE, independientemente del número de repeticiones o la carga relativa utilizada, y parecen indicar que se puede monitorizar la fatiga en el *press* de banca por medio del RPE cuando no se pueda medir la velocidad de ejecución de forma directa. Además, la tendencia observada en los resultados según la cual un RPE 7 se asocia con pérdidas de velocidad del 30-35%, puede ser de utilidad para marcar el límite de esfuerzo percibido a la hora de realizar más o menos repeticiones durante una serie de *press* de banca. A pesar de todo, estos resultados deben interpretarse con cautela, pues son una primera aproximación hacia la validez del RPE para controlar las pérdidas de velocidad. Es necesario continuar con esta línea de investigación, con metodologías más robustas y muestras más grandes, para poder establecer de forma más certera la validez de nuestra propuesta.

Limitaciones del estudio

- Las principales limitaciones del presente estudio son las siguientes:
- Los resultados se han obtenido con una muestra muy baja.
 - Los resultados de la comprobación experimental no han sido replicados con una segunda toma de datos.
 - Los resultados solo son aplicables para el ejercicio de *press* de banca, sería necesario comprobar la validez de la relación pérdida de velocidad-RPE en ejercicios diferentes.
 - A causa del bajo tamaño muestral no se han analizado las posibles diferencias entre sujetos para los valores de RPE asociados a la pérdida de velocidad.

Futuras líneas de investigación

El presente trabajo muestra indicios de la posible validez del RPE como una herramienta útil para controlar las pérdidas de velocidad

durante el entrenamiento de fuerza. Debido a las limitaciones de este trabajo se deberían replicar nuestros análisis con muestras mayores, en diferentes ejercicios y analizar las posibles diferencias entre sujetos para un mismo ejercicio.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

Bibliografía

- Balshaw T, Massey G, Maden-Wilkinson T, Morales-Artacho A, McKeown A, Appleby C, et al. Changes in agonist neural drive, hypertrophy and pre-training strength all contribute to the individual strength gains after resistance training. *Eur J Appl Physiol*. 2017;117(4): 631-40.
- Folland J, Williams A. The Adaptations to Strength Training. *Sports Med*. 2007; 37(2): 145-68.
- Jones N, Kiely J, Suraci B, Collins D, de Lorenzo D, Pickering C, et al. Genetic-based algorithm for personalized resistance training. *Biol Sport*. 2016;33(2):117-26.
- Suochomel T, Nimphius S, Stone M. The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Med*. 2016;46(10):1419-49.
- Kraemer W, Ratamess N. Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Med Sci Sport Exerc*. 2004;36(4):674-88.
- Campos G, Luecke T, Wendeln H, Toma K, Hagerman F, Murray T, et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *Eur J Appl Physiol*. 2002;88(1-2):50-60.
- Heggelund J, Fimland M, Helgerud J, Hoff J. Maximal strength training improves work economy, rate of force development and maximal strength more than conventional strength training. *Eur J Appl Physiol*. 2013;113(6):1565-73.
- Oliveira F, Oliveira A, Rizatto G, Denadai B. Resistance training for explosive and maximal strength: Effects on early and late rate of force development. *J Sport Sci Med*. 2013;12:402-8.
- Schoenfeld B, Wilson J, Lowery R, Krieger J. Muscular adaptations in low- versus high-load resistance training: A meta-analysis. *Eur J Sport Sci*. 2014;16(1):1-10.
- Aagaard P, Simonsen E, Andersen J, Magnusson P, Dyhre-Poulsen P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol*. 2002;93(4):1318-26.
- Mangine G, Hoffman J, Wang R, Gonzalez A, Townsend J, Wells A, et al. Resistance training intensity and volume affect changes in rate of force development in resistance-trained men. *Eur J Appl Physiol*. 2016;116(11-12):2367-74.
- Hernández-Davó J, Sabido R. Rate of force development: reliability, improvements and influence on performance. A review. *Eur J Hum Mov*. 2014;33:46-69.
- Maffiuletti N, Aagaard P, Blazevich A, Folland J, Tillin N, Duchateau J. Rate of force development: physiological and methodological considerations. *Eur J Appl Physiol*. 2016;116(6):1091-116.
- Dohoney P, Chromiak J, Lemire D, Abadie B, Kovacs C. Prediction of one repetition maximum (1-RM) strength from a 4-6 RM and a 7-10 RM submaximal strength test in healthy young adult males. *J Exerc Physiol*. online 2002;5(3):54-9.
- Reynolds J, Gordon T, Robergs R. Prediction of one repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry. *J Strength Cond Res*. 2006;20(3):584.
- González-Badillo J J, Sánchez-Medina L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *Int J Sport Med*. 2010;31(05):347-52.
- Jidovtseff B, Harris N K, Crielaard J M, Cronin J B. Using the load-velocity relationship for 1RM prediction. *J Strength Cond Res*. 2011;25(1):267-70.
- Picerno P, Iannetta D, Comotto S, Donati M, Pecoraro F, Zok M, et al. 1RM prediction: a novel methodology based on the force-velocity and load-velocity relationships. *Eur J Appl Physiol*. 2016;116:2035-43.
- Conceição F, Fernandes J, Lewis M, González-Badillo J, Jimenez-Reyes P. Movement velocity as a measure of exercise intensity in three lower limb exercises. *J Sport Sci*. 2015;34(12):1099-106.
- Muñoz-López M, Marchante D, Cano-Ruiz M, Chicharro J, Balsalobre-Fernández C. Load, force and power-velocity relationships in the prone pull-up exercise. *Int J Sports Phys Perform*. 2017;1-22.
- Sánchez-Medina L, González-Badillo J, Pérez C, Pallarés J. Velocity- and power-load relationships of the bench pull vs. bench press exercises. *Int J Sports Med*. 2013; 35(03):209-16.
- Davies T, Orr R, Halaki M, Hackett D. Effect of training leading to repetition failure on muscular strength: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2015;46(4):487-502.
- González-Badillo J, Rodríguez-Rosell D, Sánchez-Medina L, Ribas J, López-López C, Mora-Custodio R, et al. Short-term recovery following resistance exercise leading or not to failure. *Int J Sports Med*. 2016;37(04):295-304.
- Izquierdo M, Ibañez J, González-Badillo J, Häkkinen K, Ratamess N, Kraemer W, et al. Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *J Appl Physiol*. 2006;100(5):1647-56.
- Pareja-Blanco F, Rodríguez-Rosell D, Sánchez-Medina L, Ribas-Serna J, López-López C, Mora-Custodio R, et al. Acute and delayed response to resistance exercise leading or not leading to muscle failure. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2016;37(6):630-9.
- Izquierdo M, González-Badillo J, Häkkinen K, Ibañez J, Kraemer W, Altadill A, et al. Effect of loading on unintentional lifting velocity declines during single sets of repetitions to failure during upper and lower extremity muscle actions. *Int J Sports Med*. 2006;27(9):1718-24.
- Sánchez-Medina L, González-Badillo J. Velocity Loss as an Indicator of Neuromuscular Fatigue during Resistance Training. *Med Sci Sport Exerc*. 2011;43(9):1725-34.
- Padulo J, Mignogna P, Mignardi S, Tonni F, D'Ottavio S. Effect of different pushing speeds on bench press. *Int J Sports Med*. 2012;33(05):376-80.
- Pareja-Blanco F, Rodríguez-Rosell D, Sánchez-Medina L, Sanchis-Moysi J, Dorado C, Mora-Custodio R, et al. Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scand J Med Sci Sports*. 2016; 27(7):724-35.
- Balsalobre-Fernández C, Kuzdub M, Poveda-Ortiz P, Campo-Vecino J. Validity and reliability of the push wearable device to measure movement velocity during the back squat exercise. *J Strength Cond Res*. 2016;30(7):1968-74.
- Bardella P, Carrasquilla García I, Pozzo M, Tous-Fajardo J, Saez de Villareal E, Suarez-Arrones L. Optimal sampling frequency in recording of resistance training exercises. *Sport Biomech*. 2016;16(1):102-14.
- Harris N, Cronin J, Taylor K, Boris J, Sheppard J. Understanding position transducer technology for strength and conditioning practitioners. *Strength Cond J*. 2010;32(4):66-79.
- Balsalobre-Fernández C, Marchante D, Muñoz-López M, Jiménez S. Validity and reliability of a novel iPhone app for the measurement of barbell velocity and 1RM on the bench-press exercise. *J Sport Sci*. 2018;36(1):64-70.
- Bautista I, Chiroso I, Tamayo I, González A, Robinson J, Chiroso L, et al. Predicting power output of upper body using the OMNI-RES scale. *J Hum Kinet*. 2014;44(1):161-9.
- Day M, McGuigan M, Brice G, Foster C. Monitoring exercise intensity during resistance training using the session rpe scale. *J Strength Cond Res*. 2004;18(2):353-8.
- Eston R, Evans H. The validity of submaximal ratings of perceived exertion to predict one repetition maximum. *J Sport Sci Med*. 2009;8:567-73.
- Gearhart R, Lagally K, Riechman S, Andrews R, Robertson R. Strength tracking using the omni resistance exercise scale in older men and women. *J Strength Cond Res*. 2009;23(3):1011-5.
- Borg G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scand J Work Env Hea*. 1990;16:55-8.
- Robertson R, Goss F, Rutkowski J, Lenz B, Dixon C, Timmer J, et al. Concurrent validation of the omni perceived exertion scale for resistance exercise. *Med Sci Sport Exerc*. 2003;35(2):333-41.
- Bautista I, Chiroso I, Chiroso L, Martín I, Rivilla J. RPE y velocidad como marcadores de intensidad en el press de banca. *Rev Int Med Cienc Ac*. 2016;62:229-41.
- Helms E, Storey A, Cross M, Brown S, Lenetsky S, Ramsay H, et al. RPE and velocity relationships for the back squat, bench press, and deadlift in powerlifters. *J Strength Cond Res*. 2017;31(2):292-7.
- Naclerio F, Larumbe-Zabala E. loading intensity prediction from velocity and the rate of perceived exertion in bench press. *J Strength Cond Res*. 2017;32(1):323-9.
- Zourdos M, Klemp A, Dolan C, Quiles J, Schau K, Jo E, et al. Novel resistance training-specific rating of perceived exertion scale measuring repetitions in reserve. *J Strength Cond Res*. 2016;30(1):267-75.
- Bautista I, Chiroso I, Chiroso L, Martín I, González A, Robertson R. Development and validity of a scale of perception of velocity in resistance exercise. *J Sport Sci Med*. 2014;13:542-9.
- Bautista I, Chiroso I, Robinson J, Chiroso L, Martínez I. Concurrent validity of a velocity perception scale to monitor back squat exercise intensity in young skiers. *J Strength Cond Res*. 2016;30(2):421-9.
- Lodo L, Moreira A, Zavanela P, Newton M, McGuigan M, Aoki M. Is there a relationship between the total volume of load lifted in bench press exercise and the rating of perceived exertion? *J Sports Med Phys Fitness*. 2012;52:483-8.
- Freitas T, Calleja-González J, Alarcón F, Alcaraz P. Acute effects of two different resistance circuit training protocols on performance and perceived exertion in semiprofessional basketball players. *J Strength Cond Res*. 2016;30(2):407-14.