

Selected Papers from Impact

Hacia un Nuevo Paradigma en el Entrenamiento de la Fuerza Mediante la Medición de la Velocidad: Una Revisión Narrativa Crítica y Desafiante (2ª Parte)

Toward a New Paradigm in Resistance Training by Means of Velocity Monitoring: A Critical and Challenging Narrative (2ª Part)

Juan José González-Badillo^{1,2}, Luis Sánchez-Medina³, Juan Ribas-Serna^{2,4} y David Rodríguez-Rosell^{1,2}

¹Physical Performance & Sports Research Center, Universidad Pablo de Olavide, Seville, Spain

²Research, development and innovation (I+D+i) Area, Investigation in Medicine and Sport department, Sevilla Football Club, Seville, Spain

³Center for Studies, Research and Sports Medicine, Instituto Navarro del Deporte (IND), Pamplona, Spain

⁴Department of Medical Physiology and Biophysics, University of Seville, Seville, Spain

⁵Department of Sport and Informatics, Universidad Pablo de Olavide, Seville, Spain

RESUMEN

Desde hace más de un siglo, muchos conceptos y varias teorías y principios relacionados con los objetivos, la organización, la metodología y la evaluación de los efectos del entrenamiento de fuerza (EF) se han desarrollado y discutido entre entrenadores y científicos. Este creciente cuerpo de conocimiento y práctica ha contribuido sustancialmente a la evolución de la metodología del EF. Sin embargo, un examen detallado y riguroso de la literatura existente revela muchas inconsistencias que, a menos que se resuelvan, podrían obstaculizar seriamente el progreso en nuestro campo. El propósito de esta revisión es exponer, analizar y discutir constructivamente un conjunto de anomalías presentes en la metodología actual del EF, que incluyen: (a) la terminología utilizada, a menudo inapropiada y errónea, (b) la necesidad de aclarar los objetivos del EF (c) el propio concepto de fuerza máxima, (d) el control y cuantificación de la dosis del ejercicio de fuerza, (e) los modelos de programación existentes, y (f) la evaluación de los efectos del entrenamiento. Un examen completo e imparcial de estas deficiencias bien podría conducir hacia la adopción de un paradigma revisado del EF. Este nuevo paradigma debe garantizar un conocimiento preciso de las cargas que se aplican, el esfuerzo que implican y sus efectos. Hasta donde sabemos, actualmente esto solo se puede lograr midiendo la velocidad de ejecución de cada repetición durante el entrenamiento. La principal contribución de un enfoque del EF basado en el control de la velocidad es que proporciona la información necesaria para conocer las cargas de entrenamiento reales que inducen un efecto específico en cada deportista. La implementación correcta de este paradigma revisado proporcionará a los entrenadores y profesionales del entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento físico información precisa y objetiva sobre la carga aplicada (intensidad relativa, nivel de esfuerzo y efecto del entrenamiento). Este conocimiento es fundamental para tomar decisiones racionales y fundamentadas y para mejorar la propia metodología del entrenamiento.

ABSTRACT

For more than a century, many concepts and several theories and principles pertaining to the goals, organization, methodology and evaluation of the effects of resistance training (RT) have been developed and discussed between coaches and scientists. This cumulative body of knowledge and practices has contributed substantially to the evolution of RT methodology. However, a detailed and rigorous examination of the existing literature reveals many inconsistencies that, unless resolved, could seriously hinder further progress in our field. The purpose of this review is to constructively expose, analyze and discuss a set of anomalies present in the current RT methodology, including: (a) the often inappropriate and misleading terminology used, (b) the need to clarify the aims of RT, (c) the very concept of maximal strength, (d) the control and monitoring of the resistance exercise dose, (e) the existing programming models and (f) the evaluation of training effects. A thorough and unbiased examination of these deficiencies could well lead to the adoption of a revised paradigm for RT. This new paradigm must guarantee a precise knowledge of the loads being applied, the effort they involve and their effects. To the best of our knowledge, currently this can only be achieved by monitoring repetition velocity during training. The main contribution of a velocity-based RT approach is that it provides the necessary information to know the actual training loads that induce a specific effect in each athlete. The correct adoption of this revised paradigm will provide coaches and strength and conditioning professionals with accurate and objective information concerning the applied load (relative load, level of effort and training effect). This knowledge is essential to make rational and informed decisions and to improve the training methodology itself.

Keywords: training, strength, periodization, programming, paradigm, control, speed

1. La prescripción del entrenamiento de la fuerza. Control y cuantificación de la dosis de ejercicio.

Uno de los problemas fundamentales del EF es conocer el grado o nivel de esfuerzo real que supone cada sesión de entrenamiento. Además del tipo, orden y número de ejercicios realizados [34, 4, 35], la intensidad relativa y el volumen de la carga son las dos principales variables que determinan el esfuerzo experimentado durante el EF [9-11, 8]. La magnitud de la carga durante el EF se identifica comúnmente con la intensidad relativa (% 1RM) asociada a la resistencia (carga) que se está utilizando o con la magnitud de la carga absoluta en sí misma (peso), mientras que el volumen se determina a partir del número total de series y repeticiones por serie completado durante la sesión de entrenamiento [8, 6, 4, 11, 36, 3]. Otras variables, como la frecuencia del entrenamiento, la velocidad del movimiento y la duración de las pausas de descanso entre repeticiones, series y ejercicios, también contribuyen a configurar el estímulo del ejercicio de fuerza e influyen en el esfuerzo general realizado [21, 22, 9, 10, 37-39]. La manipulación de una o varias de estas variables modificará los estímulos de entrenamiento y potencialmente provocará diferentes efectos mecánicos del entrenamiento y adaptaciones neuromusculares [36, 4, 17, 16]. Estos efectos y adaptaciones finalmente se manifestarán en la capacidad del organismo para desarrollar velocidad contra cualquier carga absoluta.

Tradicionalmente, los indicadores más comunes utilizados como referencia para dosificar la intensidad relativa durante el EF han sido el 1RM y el n RM [6, 4, 3, 40, 41]. Sin embargo, estos métodos presentan numerosas desventajas que limitan su uso en la práctica del entrenamiento diario [42-45]. En primer lugar, como se ha observado en varios estudios [46-50], el valor de 1RM cambia con frecuencia durante el proceso de entrenamiento. Este hecho podría implicar que la intensidad relativa real del entrenamiento en cada sesión (% 1RM) puede diferir del esfuerzo programado o previsto. Como resultado, los entrenadores nunca sabrán la intensidad relativa utilizada realmente por cada deportista en el entrenamiento y, por lo tanto, la magnitud real de la carga que produjo un efecto dado, ya sea positivo o negativo. Esta falta de conocimiento preciso podría llevar a los entrenadores a suponer que los efectos obtenidos de un programa de EF se deben a grados de esfuerzo (intensidades de entrenamiento) que son diferentes de los que realmente se utilizaron durante el programa de entrenamiento [51]. Otro problema importante es que la experiencia nos dice que un alto porcentaje de las 1RM medidas no son reales porque a menudo se alcanzan a velocidades medias diferentes (más rápidas) que las de la propia velocidad de la 1RM de cada ejercicio [42, 52, 53]. En consecuencia, la mayoría de los valores iniciales de 1RM establecidos como referencia para la programación de los entrenamientos posteriores pueden ser erróneos.

En muchos estudios sobre entrenamiento, así como en la práctica diaria del EF, no es raro encontrar que las 1RM obtenidas se alcanzan a una velocidad media más rápida que la velocidad de la 1RM propia de cada ejercicio (V1RM) [42], que está comprendida dentro de un pequeño rango de velocidad: $V1RM \leq 0.20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ para press de banca [42, 54], $V1RM \leq 0.35 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ para sentadilla [52, 55], $V1RM \leq 0.50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ para remo en banco prono [54, 56], $V1RM \leq 0.90 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ para

cargada de fuerza [57], etc. Esta falta de precisión en la determinación de la 1RM da como resultado un valor de referencia de 1RM que es inferior al valor real o verdadero. Esto, a su vez, significa que cada una de las cargas prescritas utilizadas durante un programa de EF constituirá una intensidad relativa más baja que la programada o prevista. Además, es importante advertir que no todas las 1RM se alcanzan siempre a una velocidad muy similar en un ejercicio dado para el mismo sujeto. En este sentido, dos o más 1RM medidas con una diferencia de velocidad media $\geq 0.03 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ya no serían comparables, ya que una diferencia de velocidad de $0.07\text{-}0.09 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ podría representar un $\sim 5\%$ de la 1RM (dependiendo del ejercicio) [42, 52, 53, 58]. Por lo tanto, si esta condición no se controla adecuadamente, es probable que la interpretación de los cambios en el rendimiento de la fuerza máxima correspondientes a 1RM sea incorrecta.

Por otro lado, el uso del método de n RM para expresar la intensidad relativa se basa en la creencia común de que si varios sujetos completan el mismo número de repeticiones máximas en una serie hasta el fallo (cada sujeto usando una carga absoluta diferente) estarían entrenando con la misma intensidad relativa (% 1RM). Sin embargo, diferentes estudios han demostrado que no todos los sujetos pueden realizar el mismo número de repeticiones ante una determinada intensidad relativa [7, 59, 60]. En un estudio reciente [61], la mayoría de los individuos (56,6% de la muestra) realizaron repeticiones por encima de las supuestamente alcanzables (p. ej., 12RM, 10RM, 8RM), subestimando la carga prescrita o prevista en todos los ejercicios. Por lo tanto, parece que la prescripción del EF no debe basarse en un número predefinido de repeticiones, ya que los sujetos que se ejercitan utilizando el mismo número máximo de repeticiones por serie podrían estar entrenando con intensidades relativas bastante diferentes. Además, es muy difícil, si no imposible, conocer la carga absoluta con la que un sujeto puede realizar un número determinado de repeticiones máximas cada día con cada ejercicio de entrenamiento. Por lo tanto, usar el n RM como referencia para estimar la carga relativa en el EF conduciría a los mismos problemas ya señalados para la 1RM: los entrenadores nunca estarán seguros de las intensidades relativas utilizadas por los deportistas en el entrenamiento y, por lo tanto, de la intensidad real del ejercicio que produjo un determinado efecto.

Además de la intensidad relativa, el volumen es la otra variable clave que constituye la dosis de ejercicio en el EF [8, 4]. Aunque el uso de un número fijo de repeticiones a completar en cada serie de entrenamiento para todos los participantes es una práctica común para la mayoría de los entrenadores y profesionales del entrenamiento de la fuerza y acondicionamiento físico, parece que el nivel de esfuerzo o grado de fatiga depende de la pérdida de velocidad incurrida en la serie o grupo de series [62-65] o, más precisamente, del "índice de esfuerzo" [9, 10]. En consecuencia, si sujetos que completan un número diferente de repeticiones máximas ante la misma intensidad relativa (% 1RM) se les solicita realizar un cierto número fijo de repeticiones por serie, es probable que experimenten diferentes grados de fatiga que, a su vez, provocarán distintos estímulos de entrenamiento [7, 59]. Esta evidencia justifica que nunca se programe un número prefijado de repeticiones por serie, sino que se utilice un porcentaje de pérdida de velocidad a alcanzar en la serie o grupo de series, como se ha propuesto en investigaciones recientes [65, 32, 50, 23, 66-69].

En resumen, la mejora de la metodología del EF requiere un enfoque diferente capaz de superar las mencionadas carencias y deficiencias que caracterizan los métodos y prácticas actuales. Este enfoque renovado debe permitir conocer con precisión tanto la intensidad relativa real aplicada como el grado de esfuerzo realizado que produce un determinado efecto, ya sea positivo o negativo. Además, los entrenadores deben tener herramientas para identificar la capacidad de rendimiento actual de los deportistas y las posibilidades de entrenamiento a diario, y esto debe lograrse sin utilizar procedimientos invasivos o agotadores (p. ej., pruebas de 1RM o n RM) que puedan interferir con el entrenamiento programado. Hasta donde sabemos, la mejor manera que existe actualmente para resolver estos problemas reside en el uso y control de la velocidad de movimiento durante el EF para determinar tanto la intensidad relativa utilizada como el grado de esfuerzo realizado [5, 42, 9, 65]. En este sentido, se han encontrado relaciones muy estrechas entre la velocidad de movimiento y la intensidad relativa (%1RM) para diferentes ejercicios como el press de banca [42, 70-75], remo en banco prono [54, 76], sentadilla [55, 72, 52], peso muerto [58, 77], dominadas [78, 79], prensa de piernas [43] y hip-thrust [80], lo que permite determinar con bastante precisión el %1RM que se está utilizando conociendo la velocidad de la primera repetición de una serie, con la condición de que ésta se realice a la máxima velocidad posible [42]. Esto se basa en el hallazgo de que cada porcentaje de la 1RM tiene su propia velocidad media correspondiente, y se ha encontrado que los valores de velocidad asociados a cada porcentaje de la 1RM son muy estables, independientemente del nivel de rendimiento de los sujetos o del cambio en el rendimiento de la fuerza después de un período de entrenamiento [52, 42, 54, 78, 58]. Por lo tanto, si un deportista levanta una carga absoluta determinada a la máxima velocidad posible, la velocidad media alcanzada permite estimar con considerable precisión el porcentaje de la 1RM que representa esa carga [5, 42]. Así, al medir la velocidad del movimiento, es posible tener información objetiva y en tiempo real sobre las intensidades relativas utilizadas en cada sesión de entrenamiento y los efectos resultantes inducidos a lo largo del período de entrenamiento. Como se indicó anteriormente, esta última información proviene de los cambios observados en la velocidad desarrollada contra la misma carga absoluta o conjunto de cargas: un aumento en la velocidad significa un mejor rendimiento y viceversa.

Además, varios estudios han mostrado que el porcentaje de pérdida de velocidad alcanzado en una serie o en un grupo de series está relacionado directamente con el grado de fatiga inducida durante el EF [62, 64, 65, 5, 10, 81, 9]. Así, cuanto

mayor sea la pérdida de velocidad alcanzada en la serie ante una determinada intensidad relativa, mayor será el nivel de esfuerzo [10, 65, 9]. Además, se ha encontrado una relación muy estrecha entre el porcentaje de pérdida de velocidad en la serie y el porcentaje de repeticiones realizadas [7, 59, 60, 82]. Estos hallazgos significan que los deportistas que alcancen porcentajes similares de pérdida de velocidad en cada serie (p. ej., 30 %) frente a una intensidad relativa dada en un ejercicio en particular experimentarán el mismo o un nivel de esfuerzo muy similar (p. ej., 50 % del número máximo posible de repeticiones), aunque el número de repeticiones completadas en la serie por cada deportista pueda ser diferente [7, 59]. Por lo tanto, la medición de la velocidad de movimiento durante el EF permite un conocimiento preciso tanto de los principales indicadores de carga como de los efectos resultantes del entrenamiento, incluyendo:

1. La intensidad relativa (% 1RM) realmente utilizada en cada sesión de entrenamiento.
2. La velocidad media promedio y el grado de esfuerzo de cada serie, sesión y ciclo de entrenamiento.
3. El efecto del entrenamiento individual experimentado en toda la curva carga-velocidad después de una o varias sesiones de entrenamiento, sin necesidad de realizar ningún test de 1RM o *n*RM.

En resumen, hasta hace muy poco tiempo, no había un método objetivo para determinar con precisión la intensidad relativa utilizada y el grado de fatiga experimentado durante el EF para determinar el estímulo de entrenamiento real que produjo un efecto determinado. En consecuencia, parece razonable sugerir que las conclusiones extraídas de la mayoría de estos estudios pueden ser incorrectas o defectuosas, ya que se basan en indicadores erróneos, tanto de la carga aplicada como del esfuerzo real realizado [51]. Parece entonces oportuno y necesario dejar de tomar como referencia variables y métodos que han demostrado ser defectuosos para la prescripción y dosificación de la carga del EF.

Lista de abreviaturas

1RM: Repetición máxima

CMJ: Salto con contra-movimiento

d: Distancia

F: Fuerza

m: Masa

*n*RM: Número máximo (*n*) de repeticiones en un test o serie de entrenamiento (por ejemplo, 5RM, 10RM, etc.)

RFD: Tasa de desarrollo de la fuerza

EF: Entrenamiento de fuerza

t: Tiempo

T20: Tiempo para cubrir 20 m de carrera a pie

v: Velocidad

V1RM: Velocidad de la 1RM

Traductor del texto original: Guillermo Peña García-Orea

REFERENCIAS

1. Para ver las referencias bibliográficas remitirse al artículo original (2022). <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00513-z>.

Cita Original

González-Badillo, J.J., Sánchez-Medina, L., Ribas-Serna, J. et al. Toward a New Paradigm in Resistance Training by Means of Velocity Monitoring: A Critical and Challenging Narrative. *Sports Med - Open* 8, 118 (2022). <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00513-z>