

TRABAJO DE FIN DE GRADO



Efectos de un programa de entrenamiento de fuerza en sentadilla completa con tres configuraciones diferentes de la serie (Tradicional vs. Cluster 1 vs. Cluster 2) sobre el rendimiento en la fuerza muscular del tren inferior

Autor: Aitor Marcos Blanco

Tutora: Beatriz Bachero Mena

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

4ºCurso

14 de junio de 2020

ÍNDICE

RESUMEN (ABSTRACT)	3
INTRODUCCIÓN	5
MARCO TEÓRICO	5
OBJETIVO	10
METODOLOGÍA	11
Diseño del estudio	11
Sujetos	11
Evaluación e instrumentos utilizados	12
Procedimiento	13
Programa de entrenamiento	16
Análisis estadístico	18
RESULTADOS	18
Rendimiento en la fuerza muscular (RM)	18
Evolución de la RM	18
Análisis de las pérdidas de velocidad	19
DISCUSIÓN	20
LIMITACIONES	23
CONCLUSIÓN	24
BIBLIOGRAFÍA	25
ANEXOS	28

RESUMEN

En este estudio se han analizado los efectos que produce un entrenamiento de fuerza durante 5 semanas, con un mismo volumen en el ejercicio de sentadilla completa sobre la fuerza en el tren inferior cuando se entrena con cargas medias (60-70% de 1RM) comparándolo con tres configuraciones diferentes de la serie. Un total de 15 sujetos participaron en el programa de entrenamiento. Tras la evaluación inicial, se formaron tres grupos, cada uno de ellos trabajó con una metodología diferente pero con un volumen de entrenamiento similar: 1) Grupo Tradicional, que realizó las repeticiones de la serie de manera continuada; 2) Cluster 1, incorporando un intervalo de descanso de 30 segundos en la mitad de la serie; y 3) Cluster 2, incorporando un intervalo de recuperación de 30 segundos cada dos repeticiones. Los resultados del estudio muestran mejoras significativas en el rendimiento en la fuerza muscular del tren inferior, evaluada a través de la RM, en los grupos Tradicional ($P=0.01$) y Cluster 2 ($P=0.03$). Sin embargo, aunque el grupo Cluster 1 no obtuvo mejoras significativas si pudo apreciarse una diferencia casi significativa en la RM ($P=0.08$) entre varias sesiones de entrenamiento. Además, a partir de la sesión 9, se produce una mejora en la RM de ambos grupos Cluster. Con respecto a la pérdida de velocidad a lo largo de la serie, los resultados muestran que no existen diferencias significativas entre los grupos en ninguna de las intensidades. Sin embargo, en las diferencias intra grupo encontramos diferencias significativas entre las intensidades del 60%RM y la del 65%RM en el grupo Tradicional ($P = 0.05$), y en el grupo Cluster 1 ($P = 0.02$), con mayores pérdidas de velocidad en las primeras sesiones (1-4), es decir, con intensidades del 60%RM.

Conceptos clave: carga de entrenamiento; metodología Tradicional; entrenamiento Cluster; pérdida de velocidad; tiempo de recuperación.

ABSTRACT

This study has verified the effects of a 5-week strength training, with the same volume in the full squat exercise on the strength in the lower limbs when training with medium loads (60-70% of 1RM) compared to three different configurations of the set. 15 subjects participated in the training program. After the initial evaluation, three groups were configured, each one working with a different methodology but with a similar training

volume: 1) Traditional Group, which carried out the repetitions of each set continuously; 2) Cluster 1, incorporating a recovery interval of 30 seconds in the middle of the set; and 3) Cluster 2, incorporating a recovery interval of 30 seconds every two repetitions. The results of the study show significant improvements in performance in lower limbs muscle strength, evaluated through RM, in the Traditional ($P = 0.01$) and Cluster 2 ($P = 0.03$) groups. However, although Cluster 1 group did not obtain significant improvements, an almost significant difference in the RM ($P = 0.08$) could be detected between several training sessions. In addition, since session number 9, there is an improvement in the RM of both Cluster groups. Regarding the loss of speed throughout the set, the results show that there are no significant differences between the groups in any of the intensities. However, intragroup significant differences were found between the intensities of 60% RM and 65% RM in the Traditional group ($P = 0.05$), and in the Cluster 1 group ($P = 0.02$), with greater losses of speed in the first sessions (1-4), that is, with intensities of 60% RM.

Keywords: training load; Traditional methodology; Cluster training; loss of speed; recovery time.

INTRODUCCIÓN

El entrenamiento de fuerza se ha convertido en una de las actividades físicas más populares para aumentar la fuerza muscular absoluta, la resistencia, la hipertrofia y la potencia muscular. Sin embargo, es fundamental entender la relación que existe entre las distintas variables del entrenamiento, para desarrollarlo de manera segura y eficiente. Se ha demostrado que este tipo de entrenamiento contribuye a mejoras en el rendimiento deportivo, provocando adaptaciones crónicas en los músculos, que conducen a aumentos de fuerza. Del mismo modo, también se obtienen mejoras en el tratamiento y la profilaxis de algunas enfermedades (Freitas de Salles, et., 2009).

Un aspecto muy estudiado en la actualidad, es introducir un intervalo de descanso entre grupos de repeticiones. Este tipo de entrenamiento surge como alternativa a la metodología tradicional, con el objetivo de disminuir los niveles de fatiga acumulados a lo largo de la serie, ya que con un grado menor de fatiga dentro de la serie se obtienen mayores mejoras en el rendimiento neuromuscular (Pareja-Blanco, et al., 2016).

Hemos observado en la literatura científica que se han realizado numerosos estudios con el objetivo de analizar los efectos agudos de incluir un tiempo de descanso entre repeticiones. Sin embargo, no se ha tenido en cuenta que no se puede modificar de manera simultánea varias variables del entrenamiento (número de series, tiempo de recuperación, etc.) a la hora de estudiar dicho efecto, ya que si se modifican diferentes variables, se va a desconocer si los efectos se deben a la inclusión del descanso entre repeticiones, al tiempo de descanso entre series u otra variable modificada.

MARCO TEÓRICO

La carga de entrenamiento es entendida como el conjunto de exigencias biológicas y psicológicas (carga real, llamada generalmente carga interna) provocadas por las actividades de entrenamiento (carga propuesta, llamada generalmente carga externa). Por tanto, aquello que debemos programar es la carga real, y ésta ha de venir adecuadamente expresada a través de la carga propuesta (González Badillo & Ribas Serna, 2002).

Si observamos en la literatura científica, podemos encontrar un gran número de artículos que mencionan distintas variables que componen la carga del entrenamiento a

la hora de programar un entrenamiento de fuerza. Sin embargo, estas se pueden resumir en tres variables principales, las cuales engloban a todas las demás. Estas son: la intensidad, el volumen y los ejercicios. Teniendo en cuenta que la manipulación de cualquiera de estas variables, incluso manteniendo estables las demás, puede producir unos efectos muy diferentes sobre el desarrollo de la fuerza en sus distintas manifestaciones (González-Badillo y Gorostiaga, 1995).

El volumen dentro del entrenamiento de fuerza, debe expresarse por el número de repeticiones, dependiente de una serie de factores, los cuales son: número de ejercicios, repeticiones por serie, series por sesión y frecuencia de los entrenamientos (González Badillo & Ribas Serna, 2002). Pero, a su vez, siempre deberá ir asociado a los demás componente de la carga (intensidad, ejercicios, etc.). Otro factor imprescindible para definir el volumen es determinar la intensidad mínima (González Badillo & Gorostiaga, 1995) o carácter del esfuerzo mínimo (González Badillo & Ribas Serna, 2002).

En relación a los estudios experimentales llevados a cabo acerca del volumen, demuestran que no hay evidencias de que a mayor volumen empleado se obtengan mejores resultados, es decir, parece no haber una relación lineal entre el volumen de entrenamiento y la mejora del rendimiento (Kuipers, 1996).

Existe una relación entre el volumen y la intensidad que es inversamente proporcional, es decir, la intensidad alcanza sus máximos valores cuando disminuye el volumen (González Badillo & Gorostiaga, 1995). Esta relación es fundamental a la hora de programar un entrenamiento de fuerza, ya que se han llevado a cabo estudios que indican que utilizar valores muy altos de volumen en el momento en el que se realiza también una alta intensidad es muy probable que lleve al sobreentrenamiento (Kraemer, et al., 1995).

Con respecto a la intensidad, esta se entiende como el grado de esfuerzo desarrollado al realizar un ejercicio o actividad de entrenamiento en cada unidad de acción (repetición), y su efecto depende tanto del valor propio como del número de veces (volumen) que se aplica dicho valor (González Badillo & Ribas Serna, 2002). Además, cuando hablamos de intensidad, es fundamental conocer el carácter del esfuerzo (CE), que se trata de la relación entre el grado de exigencia y las posibilidades actuales/reales del sujeto en un momento determinado (González-Badillo y Gorostiaga, 1995).

La intensidad puede expresarse de varias formas:

1) En primer lugar, esta variable puede expresarse en términos absolutos y relativos (% 1RM). El término absoluto se trata del peso utilizado, por ejemplo, 120 kg. Y, en lo referente al término relativo (% 1RM), es el porcentaje con el que estamos trabajando con respecto al máximo, por lo tanto, si la mejor marca de nuestro sujeto son 150 kg en el ejercicio, y estamos ejecutando la serie con 120 kg, quiere decir que estamos trabajando al 80% del máximo.

2) La siguiente forma para expresar la intensidad se trata del número máximo de repeticiones que se puede realizar con un determinado peso, que es una de las formas más precisas a la hora de definir dicha variable, conocido como el carácter del esfuerzo. Conociendo el número de repeticiones realizadas y las realizables se puede hacer una valoración muy precisa sobre las características de la intensidad y del efecto que produce (González Badillo & Ribas Serna, 2002).

3) Por último, y en la que hemos basado nuestro estudio, es la velocidad de ejecución. Gracias a los avances tecnológicos con instrumentos como el encóder lineal, podemos controlar la velocidad a la que el sujeto es capaz de mover la carga en las sucesivas repeticiones y, de manera similar, podemos observar la pérdida de dicha velocidad a lo largo de la serie. Esto ha permitido conocer que la pérdida de velocidad es un indicador válido para cuantificar la fatiga mecánica y fisiológica producida en el entrenamiento de fuerza (Sanchez-Medina & Gonzalez-Badillo, 2011).

Otro componente clave en el entrenamiento, es la densidad. Esta variable es la relación entre el trabajo y el descanso, se trata de un elemento imprescindible, ya que el tiempo de recuperación entre repeticiones, series o sesiones determinan, en cierto modo (teniendo en cuenta el resto de variables), el efecto y orientación del entrenamiento. Existe una relación entre el tiempo de recuperación e intensidad que es inversamente proporcional, es decir, cuanto mayor sea la recuperación, menor será la intensidad (CE), y a menor recuperación, mayor intensidad (CE) supone el esfuerzo. Tras esto, debemos tener en cuenta que el carácter del esfuerzo máximo se da cuando el tiempo de recuperación es el mínimo necesario para poder realizar la siguiente serie (González Badillo & Ribas Serna, 2002).

A partir de la variable densidad, se pueden establecer diferentes tipos de configuraciones en la serie: 1) Inter-repetition rest (IRR), cuando se incluyen descansos entre repeticiones; 2) Intra-set rest (ISR) o Cluster, cuando se incluyen descansos entre agrupaciones de repeticiones; y 3) Inter-set rest o Tradicional, cuando se incluyen descansos entre series (Lawton et al., 2004).

Tradicionalmente, se ha utilizado un método de entrenamiento (Inter-ser rest o Tradicional) que consiste en realizar las repeticiones de la serie de manera continuada, que sería el camino hacia el fallo muscular. En este método no se habla de tiempo de recuperación entre repeticiones o grupos de repeticiones, si no que se utiliza el descanso entre series.

Sin embargo, durante una serie realizada con esta metodología, se produce un descenso de la velocidad y la fuerza, y como consecuencia de ello, disminuye la potencia. Esto se debe a la fatiga producida durante la realización de las repeticiones previas (Drinkwater et al., 2007). Estas disminuciones provocadas por los niveles de fatiga, asociados con el sistema neuromuscular o con la acumulación de factores metabólicos, podrían resultar en adaptaciones no deseadas del entrenamiento de fuerza (Denton & Cronin, 2006). Como alternativa a esta acumulación de fatiga y efectos no deseados, surge una nueva metodología que incorpora descansos entre repeticiones o grupos de repeticiones, llamada Intra-set rest o Cluster.

Para explicar este método, vamos a utilizar un ejemplo sencillo, en el que un sujeto realiza el ejercicio de sentadilla completa, y va a ejecutar una serie de 10 repeticiones:

En el entrenamiento tradicional ejecutaría las repeticiones de manera continuada (sin descanso) hasta completar las repeticiones marcadas (1x10). Sin embargo, con el método Cluster podríamos utilizar diferentes secuencias, como pueden ser:

- Opción A: el sujeto realiza 5 repeticiones + Intervalo de recuperación + de nuevo ejecuta las 5 repeticiones restantes (2x5).
- Opción B: el sujeto realiza 2 repeticiones + Intervalo de recuperación + 2 repeticiones + Intervalo de recuperación, y así sucesivamente hasta completar las 10 repeticiones (5x2)

Y así podrían existir diferentes opciones de configuración de descansos en la propia serie, manteniendo el mismo volumen de entrenamiento.

Existen una gran cantidad de estudios que han comparado ambas metodologías:

En algunos estudios (García-Ramos, et al., 2015; Lawton, et al., 2006) se ha observado que, en el entrenamiento tradicional (sin intervalo de recuperación entre repeticiones), se produce un mayor grado de fatiga que en aquellas metodologías que incorporan un tiempo de descanso entre repeticiones y, como hemos indicado en la introducción de este trabajo, debemos tener en cuenta que con un grado menor de fatiga dentro de la serie se obtienen mayores mejoras en el rendimiento neuromuscular que un grado de fatiga mayor (Pareja-Blanco, et al., 2016).

Haciendo referencia a los niveles de fatiga, Viitasalo y Komi (1981) señalan que, la inclusión de un intervalo de descanso de 15 a 30 segundos puede resultar en reposición de PCr (fosfocreatina), mientras que en el Tradicional resulta en un mayor agotamiento de PCr que estimula un aumento de producción de ácido láctico.

Por otro lado, se ha demostrado que con el entrenamiento Cluster, al contrario que el Tradicional, se produce una menor pérdida de velocidad, fuerza y, por tanto, de potencia durante el entrenamiento (García-Ramos, et al., 2015). Esta menor pérdida de velocidad con la metodología Cluster se ha comprobado en diferentes ejercicios, como son la sentadilla completa (Oliver, et al., 2015) y el press Banca (Lawton, et al., 2006).

Por tanto, teniendo en cuenta que la pérdida de velocidad de ejecución y el grado de fatiga es mayor con el método tradicional, podemos considerar que, en el método Cluster, la acumulación de fatiga a lo largo de la serie será menor, provocando una menor pérdida en la velocidad de ejecución y, de esta manera, permitiendo realizar las repeticiones con una mayor intensidad.

Por otro lado, Oliver et al., (2016) indicaron que, aunque los efectos beneficiosos del entrenamiento Cluster en el contexto agudo son inequívocos, los estudios a largo plazo no han logrado resultados superiores al entrenamiento Tradicional, excepto cuando el entrenamiento se realizó alrededor de la carga óptima. Si bien es cierto, señalaron que la metodología Cluster empleada en su estudio produjo una mayor potencia media, principalmente en las últimas repeticiones de la serie, atribuido a velocidades más altas. Por tanto, estos autores sugieren que pueden producirse mayores adaptaciones de potencia en Cluster, mientras que en Tradicional una mayor respuesta hipertrófica.

Lawton et al., (2006) añade que el entrenamiento Cluster puede ser más beneficioso para la mejora de fuerza explosiva o balística, tales como los usados en programas de levantamiento de pesas o en ejercicios como sentadillas. Además, Morales-Artacho et al., (2019) que incluyeron electromiografía (EMG) en su estudio, indican que las repeticiones agrupadas dentro de los entrenamientos de fuerza-potencia balística ayudan a mantener los niveles picos de potencia y puede minimizar la fatiga. Sin embargo, limitar el número de repeticiones (por debajo de seis) por serie y permitir periodos de descanso de 5 minutos son suficientes para reducir el desarrollo de la fatiga muscular, dentro de la población entrenada.

A la hora de comparar los efectos del entrenamiento Cluster con el Tradicional, sigue existiendo mucha controversia actualmente, por un lado existen autores que muestran mayores mejoras añadiendo un tiempo de recuperación (Oliver et al., 2013), otros señalan que no se obtiene un mayor rendimiento muscular (Lawton et al., 2004), e incluso existen artículos que indican que no hay diferencias significativas.

No obstante, en muchas de estas investigaciones no se han tenido en cuenta que no se debe modificar de manera simultánea varias variables del entrenamiento (número de series, tiempo de recuperación, etc.) a la hora de estudiar dicho efecto ya que si se modifican diferentes variables, se va a desconocer si los efectos se deben a la inclusión del descanso entre repeticiones, al tiempo de descanso entre series u otra variable modificada. Por tanto, para comprobar el efecto que tiene el tiempo de recuperación entre repeticiones (Cluster) en un entrenamiento de fuerza, se debería considerar el tiempo de recuperación entre repeticiones como la única variable independiente.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue analizar el efecto que produce un entrenamiento de fuerza durante 5 semanas, con un mismo volumen en el ejercicio sentadilla completa sobre la fuerza en el tren inferior cuando se entrena con cargas medias (60-70% de 1RM) comparándolo con tres configuraciones diferentes de la serie. Otro objetivo fue analizar la evolución de la RM a lo largo de las sesiones de entrenamiento para cada uno de los tres grupos. Y, por último, observar la pérdida de velocidad de cada uno de los grupos en las distintas intensidades marcadas.

METODOLOGÍA

Diseño del estudio

La metodología del estudio queda determinada por el tipo de investigación y, más concretamente, por los objetivos buscados, la naturaleza de las variables y el nivel de control que ejerzamos sobre las mismas. Dadas las características de los datos, el estudio es una investigación cuantitativa. Por el grado de manipulación de las variables y los objetivos del estudio, la investigación es experimental. Por el enfoque del análisis de los datos, la investigación es inferencial. El trabajo es de carácter longitudinal ya que, estudiamos la evolución de la relación entre los cambios mecánicos y el rendimiento a través del tiempo.

Para ello, se realizó una evaluación inicial a cada uno de los sujetos mediante un Test incremental en sentadilla, con la finalidad de conocer las velocidades de ejecución para cada una de las intensidades a trabajar. Del mismo modo, obtuvimos un dato clave para nuestra investigación, como es la RM estimada de cada uno de los sujetos, para su posterior comparación tras las cinco semanas de entrenamiento. Antes de llevar a cabo dicha prueba, fue necesario medir y pesar a cada uno de los participantes obteniendo su altura (cm) y el peso (kg).

Tras esto, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la estimación inicial de la RM, dividimos a los sujetos en tres estratos o grupos distintos de forma aleatoria, a través del método ABCCBA, de manera que existiera una equidad entre los tres grupos experimentales.

A continuación, los participantes realizaron el protocolo de entrenamiento en función del grupo asignado, dos días no consecutivos a la semana durante 5 semanas.

Sujetos

En el estudio han participado un total de 15 sujetos, todos ellos hombres con edades comprendidas entre 18 y 24 años. Todos eran físicamente activos, y la mayoría estaban estudiando el grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte en la Universidad de Sevilla. Las características de la muestra pueden observarse en la Tabla 1.

Durante el desarrollo del estudio no se ha producido ningún tipo de lesión relacionada con las sesiones de entrenamiento. Además, antes del comienzo de la investigación, se les informó a los participantes del procedimiento a seguir y, posteriormente, tuvieron que firmar un consentimiento informado para poder participar en la investigación (ANEXO 1).

Tabla 1. Características físicas por grupos (Media).

	GRUPOS		
	Tradicional (n=6)	Cluster 1 (n=5)	Cluster 2 (n=4)
EDAD	20,8	20,4	21,2
PESO (kg)	73,08	75,34	78,23
ALTURA (cm)	179	176	180

Evaluación e instrumentos utilizados:

Antropometría

- Masa corporal: Se pesó a los sujetos colocándolos en posición erecta en el centro de una báscula de precisión.
- Talla: Se midió la distancia entre el vértex y las plantas de los pies. Los sujetos permanecieron de pie con los talones, glúteos, espalda y región occipital en contacto con el plano vertical del tallímetro.

Test incremental en sentadilla completa

Para estimar la RM y conocer la relación individual velocidad-carga para determinar la velocidad de ejecución de los sujetos para cada porcentaje de intensidad utilizamos el Test incremental en sentadilla sobre una máquina tipo Smith. Para la realización del test se utilizó un medidor lineal de velocidad (T-FORCE, Ergotech, Murcia, España), un instrumento que nos permite conocer de manera instantánea la velocidad de ejecución, la fatiga a lo largo de la serie y la 1RM estimada. Del mismo modo, las sesiones de entrenamiento se llevaron a cabo en una máquina similar. El sujeto se colocaba de pie entre las guías verticales de una máquina Smith. La barra de pesas se colocaba por

detrás de la cabeza apoyada sobre la parte superior de la espalda. A partir de esta posición, se realizaba una flexión profunda de las piernas, hasta sobrepasar la horizontal del muslo con respecto al suelo, pasando inmediatamente a la extensión completa de las piernas a la máxima velocidad posible. Después de un calentamiento con cargas ligeras, la barra se fue cargando progresivamente, desde una carga de 20 kg aumentándose de 10 en 10 kg o de 5 en 5 kg según el caso, hasta alcanzar una velocidad de 0.5 m/s. Con cada carga se anotó la mejor de las repeticiones correctamente ejecutada. La velocidad media resultante de cada sujeto se calculó como la media de todas las velocidades medias propulsivas alcanzadas en cada una de las cargas del test, desde los 20 kg hasta la carga de 0.5 m/s. De esta forma pudimos conocer la velocidad de ejecución correspondiente a cada intensidad y, con ello, realizar el programa de entrenamiento de forma adecuada y con las intensidades previamente marcadas.

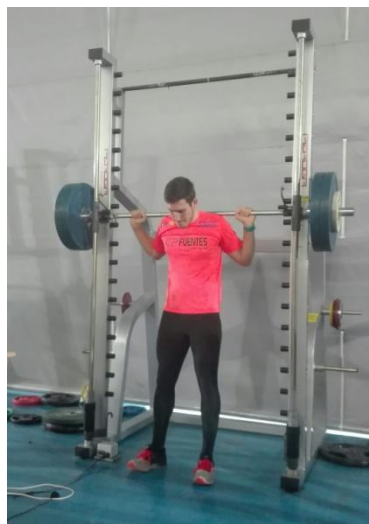


Imagen 1. Test de sentadilla

Procedimiento

El programa de entrenamiento se llevó a cabo en el laboratorio de CED Pirotecnia perteneciente a la Universidad de Sevilla y al grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte para llevar a cabo diferentes tipos de investigaciones.

Cada sujeto tenía que llevar a cabo dos sesiones semanales, siguiendo siempre la misma estructura de entrenamiento: calentamiento previo sin barra + calentamiento con barra + parte principal de la sesión.

1) Calentamiento previo sin barra: consistió en 5 minutos de carrera continua y una serie de 10 sentadillas completas sin carga.

2) Calentamiento con barra: en primer lugar se realizó una serie de 6 repeticiones con el peso de la barra (20kg) y, posteriormente, en función de la intensidad con la que el sujeto fuese a trabajar durante la parte principal, se ejecutaban 2 o 3 series más de calentamiento:

- Si la intensidad marcada para el entrenamiento era del 60 o 65% RM (8 primeras sesiones), se llevarán a cabo 2 series de calentamiento: una de 6 repeticiones al 40% y otra de 4 repeticiones al 50% de 1RM.
- En el momento que se comenzó a trabajar con una intensidad del 70% RM (2 últimas sesiones), se incluyó una tercera serie en la que se ejecutaban 3 repeticiones al 60% de 1RM.

3) Parte principal de la sesión: cada grupo realizó las series acorde a su metodología, pero el volumen de entrenamiento fue el mismo para todos los sujetos, realizando 3 series con el mismo número de repeticiones por sesión. La única diferencia se encontró en el método Cluster que, como hemos explicado anteriormente, incluyó un intervalo de descanso entre agrupaciones de repeticiones.

Del mismo modo que en la segunda parte del calentamiento, el número de repeticiones de cada serie varió en función de la intensidad marcada para la sesión. De tal forma que, al aumentar el porcentaje de la intensidad, se disminuyó el número de repeticiones.

Ejemplo de registro de una sesión de entrenamiento habitual

Para facilitar el entendimiento del proceso, vamos a explicar el desarrollo de una situación habitual de entrenamiento, en la que el sujeto tiene que ejecutar las series de la parte principal al 60% de 1RM. Por tanto, como sabemos, al trabajar al 60% tenemos que ejecutar 2 series más de calentamiento, una de ellas al 40% y la restante al 50% de 1RM.

Lo normal es preguntarse ¿Pero cómo sabes que el sujeto está trabajando a dicho porcentaje de intensidad? La respuesta a dicha pregunta vamos a intentar explicar con la mayor claridad posible utilizando la siguiente situación:

Tabla 2. Ejemplo de datos reales de una sesión de entrenamiento de uno de los sujetos.

Intensidad	Vel prog (m/s)	Carga (kg)	Vel alc (m/s)
40%	1,31	42,5	1,26
50%	1,18	52,5	1,22
60%	1,04	75	1,02

Al obtener la relación individual velocidad-carga en la evaluación inicial, conocemos la velocidad a la que el sujeto debería ejecutar la serie para un porcentaje de intensidad X. En este caso, en la primera serie de calentamiento al 40% de 1RM, al sujeto le corresponde una carga de 42,5 kg y debería realizar la serie a una velocidad de 1,31m/s. Sin embargo, tras finalizar la serie, observamos que alcanza una velocidad de 1,26 m/s, es decir, va un poco por debajo de su velocidad para dicha carga.

Para la siguiente serie al 50 % de 1RM, el sujeto va a llevar a cabo las repeticiones con una carga de 52,5 kg que, según la evaluación inicial, lo debería realizar a una velocidad de 1,18 m/s. Una vez finalizada la serie, podemos observar que el sujeto consigue desplazar la carga a 1,22 m/s, es decir, su velocidad ha sido mayor que la programada.

Tras finalizar las dos series de calentamiento, llegamos al punto clave de la sesión. Como hemos indicado, vamos a trabajar al 60% de 1RM, que corresponde con una velocidad de 1,04 m/s. Para determinar la carga de la parte principal debemos tener en cuenta el rendimiento del sujeto en las dos series anteriores. Si la velocidad de ejecución es muy inferior a la programada en ambas series, tendremos que disminuir la carga con respecto a la sesión anterior y, por el contrario, si esta velocidad de ejecución se encuentra por encima de la programada, intentaremos aumentar la carga del entrenamiento.

Como sabemos, el sujeto tiene que llevar a cabo la parte principal a una velocidad de 1,04 m/s y, para ello, va a trabajar con una carga de 75 kg. Le tenemos que decir al sujeto que ejecute la primera repetición a la máxima velocidad posible y que espere hasta conocer la velocidad de ejecución conseguida, ya que para permitir que el sujeto continúe con la serie, esta velocidad debe encontrarse dentro de los márgenes establecidos. Estos márgenes son de $\pm 0,03$ m/s con respecto a la velocidad programada,

es decir, en este caso, si la velocidad se encuentra entre 1,01 y 1,07 m/s, sería la adecuada para llevar a cabo las 3 series de la parte principal al 60% de 1RM.

Sin embargo, si la velocidad de la primera repetición se encuentra fuera de los márgenes establecidos, quiere decir que la carga no está ajustada correctamente, y debemos parar la serie para volver a ajustarla. Si el sujeto va a una velocidad por encima de los márgenes establecidos, tendremos que aumentar la carga con el objetivo de disminuir la velocidad y, por el contrario, si la velocidad se encuentra por debajo de los límites, significa que es una carga excesiva y tendremos que reducir los kg de la barra para aumentar la velocidad de ejecución del sujeto.

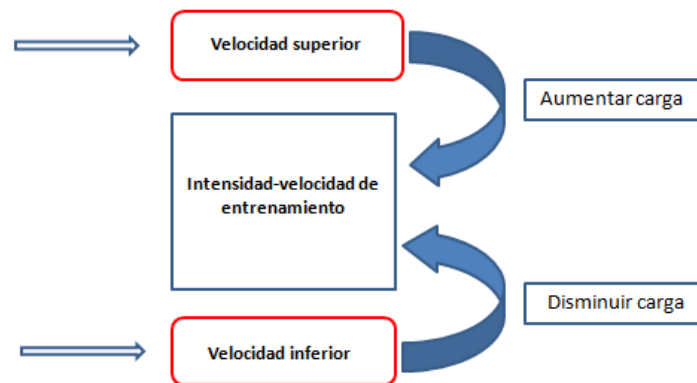


Figura 1. Ajuste de carga

Una vez finalizadas las cinco semanas de entrenamiento, analizaremos la evolución de la RM en cada uno de los grupos experimentales, para observar si existen diferencias significativas. Del mismo modo, realizaremos una comparación entre los resultados de la evaluación inicial y la final (última sesión). Y, finalmente, llevaremos a cabo un análisis de la pérdida de velocidad a lo largo del programa de entrenamiento.

Programa de entrenamiento

Método Tradicional

- Semanas 1-2: 3 series de 12 repeticiones al 60% de 1RM con intervalos de descanso entre series de 120''.
- Semanas 3-4: 3 series de 10 repeticiones al 65% de 1 RM con intervalos de descanso 120''
- Semana 5: 3 series de 8 repeticiones al 70% de 1 RM con intervalos de descanso 120''

Método Cluster 1

- Semanas 1-2: 3 Series de 2 bloques de 6 repeticiones con el 60% 1RM con un intervalo de descanso intraserie de 30'' y al final de 120''
- Semanas 3-4: 3 Series de 2 bloques de 5 repeticiones con el 65% 1RM con un intervalo de descanso intraserie de 30'' y al final de 120''
- Semana 5: 3 Series de 2 bloques de 4 repeticiones con el 70% 1RM con un intervalo de descanso intraserie de 30'' y al final de 120''

Método Cluster 2

- Semanas 1-2: 3 Series de 6 bloques de 2 repeticiones con el 60% 1RM con un intervalo de descanso intraserie de 30'' y al final de 120''
- Semanas 3-4: 3 Series de 5 bloques de 2 repeticiones con el 65% 1RM con un intervalo de descanso intraserie de 30'' y al final de 120''
- Semana 5: 3 Series de 4 bloques de 2 repeticiones con el 70% 1RM con un intervalo de descanso intraserie de 30'' y al final de 120''

Tabla 3. Programa de entrenamiento en función de la intensidad.

	ENTRENAMIENTOS		
	SEMANA 1-2	SEMANA 3-4	SEMANA 5
Warm up set 1	Rec: 3' 1x6 reps (40%)	1x6 reps (40%)	1x6 reps (40%)
Warm up set 2	1x4 reps (50%)	1x4 reps (50%)	1x4 reps (50%)
Warm up set 3	No	No	1x3 reps (60%)
Set 1-2-3	Rec: 4' 3x12 reps (60%)	3x10 reps (65%)	3x8 reps (70%)
VMP programada	0,92 ± 0,13	0,85 ± 0,08	0,77 ± 0,12
VMP alcanzada	0,93 ± 0,08	0,86 ± 0,08	0,78 ± 0,07

Análisis estadístico

Para la descripción de los resultados se utilizaron los cálculos clásicos de tendencia central: medias, de variabilidad: desviaciones típicas (DT), el número de casos, los valores máximos y mínimos y los porcentajes de cada grupo de valores según los casos.

Para analizar las diferencias intragrupo, es decir para saber si existieron diferencias entre la evaluación inicial y la evaluación final, se realizó la prueba T Student para muestras relacionadas. Se aplicó un análisis de medidas repetidas ANOVA 3x10 para analizar la evolución de la RM en cada una de las sesiones y para observar si existían diferencias significativas entre los grupos se aplicó el ajuste de Bonferroni. Se estableció la significatividad cuando la probabilidad de error fue igual o menor que el 5% ($p \leq 0.05$). Todos los análisis se realizaron con SPSS Statistics 25.

RESULTADOS

Rendimiento en la fuerza muscular (RM)

En la tabla 4 se observan los resultados pre-post para cada uno de los grupos. Se encontraron diferencias significativas en los grupos Cluster 2 ($P=0.03$) y Tradicional ($P=0.01$). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en el Cluster 1 ($P=0.55$) al comparar los resultados de la evaluación inicial con los obtenidos en la prueba final.

Tabla 4. Resultados pre-post y valor de la P

Grupos	RM Pre	RM Post	P
Tradicional (n=6)	99 ± 22.8	109.5 ± 28.2	0.01
Cluster 1 (n=4)	110.9 ± 16.4	116.8 ± 23.8	0.55
Cluster 2 (n=4)	104.3 ± 24.9	112.5 ± 23.7	0.03

Evolución de la RM a lo largo del programa de entrenamiento

En la figura 2, se muestra la evolución del rendimiento en la RM a lo largo de las 5 semanas (10 sesiones) de entrenamiento. Por un lado, hemos realizado un análisis comparando cada una de las sesiones de uno de los grupos con las sesiones de los dos

restantes, por ejemplo, comparamos la sesión 3 del método Tradicional con la sesión 3 del Cluster 1 y Cluster 2, para observar si existían diferencias significativas entre ellos (análisis entre grupos). Y, por otro lado, hemos analizado la evolución de las sesiones de cada uno de los grupos de manera individual (análisis intragrupo), por ejemplo, comparamos la sesión 10 del método Cluster 1 con el resto de sus sesiones, para conocer si existían diferencias entre ellas.

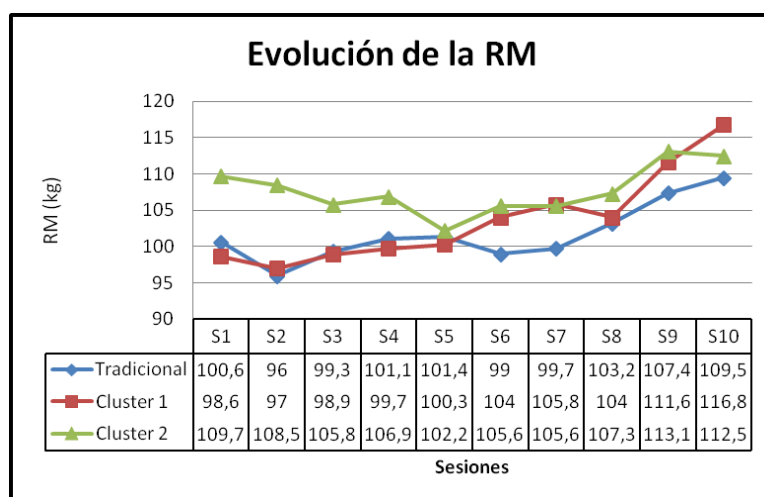


Figura 2. Evolución de la RM a lo largo de las sesiones.

Los resultados muestran que no existen diferencias significativas en el valor de la RM entre los grupos en ninguna de las sesiones. Del mismo modo, no se encuentran diferencias significativas cuando analizamos las sesiones de cada uno de los grupos. Sin embargo, en el grupo Cluster 1, se puede apreciar una diferencia casi significativa en la RM ($P=0.08$) cuando comparamos las sesiones 3 y 5 con la última sesión de entrenamiento, existiendo una mejora de la RM en la última sesión (sesión 10).

Análisis de las Pérdidas de velocidad en la serie a lo largo del entrenamiento

En la tabla 5 podemos observar la pérdida de velocidad media en la serie de los distintos grupos experimentales en cada una de las intensidades utilizadas en el programa de entrenamiento. El grupo Cluster 1 fue el grupo que mostró una mayor pérdida de

velocidad en las tres intensidades marcadas, mientras que el Cluster 2 fue el que presentó una menor pérdida a lo largo de las series.

Tabla 5. Pérdida de velocidad (%) en la serie en cada una de las intensidades (Medias \pm DT).

Grupos	Sesión 1-4 (60%RM)	Sesión 5-8 (65%RM)	Sesión 9-10 (70%RM)
Tradicional (n=6)	31.9 \pm 12.1	26.3 \pm 8.9*	26.2 \pm 6.3
Cluster 1 (n=5)	36.1 \pm 10.8	28 \pm 6.3*	29 \pm 12.1
Cluster 2 (n=4)	16.7 \pm 6.6	17.1 \pm 3.01	17.8 \pm 7.2

*P < 0.05.

Los resultados obtenidos muestran que no existen diferencias significativas en la pérdida de velocidad entre los grupos en ninguna de las intensidades. No obstante, se puede observar una diferencia casi significativa para la intensidad del 60% (entre las sesiones 1-4) entre los grupos Cluster 1 y Cluster 2 (P=0.07), con mayores pérdidas de velocidad para el primer grupo.

Con respecto a las diferencias intra grupo, encontramos diferencias significativas entre las intensidades del 60%RM (sesión 1-4) y la del 65%RM (sesión 5-8) en el grupo Tradicional (P = 0.05), y en el grupo Cluster 1 (P = 0.02), con mayores pérdidas de velocidad en las primeras sesiones (1-4), es decir, con intensidades del 60%RM.

DISCUSIÓN

El objetivo principal de nuestro estudio fue comprobar el efecto que produce un entrenamiento de fuerza, con un mismo volumen en el ejercicio de sentadilla completa sobre la fuerza en el tren inferior cuando se entrena con cargas medias (60-70% de 1RM) comparándolo con tres configuraciones de la serie (Tradicional, Cluster 1 y Cluster 2). El principal resultado de este trabajo fue que tras 5 semanas de entrenamiento los grupos Tradicional y Cluster 2 obtuvieron mejoras significativas en el rendimiento en sentadilla, medido a través de la RM, sin embargo, el grupo Cluster 1 no obtuvo mejoras significativas.

Históricamente, se ha utilizado la metodología Tradicional en el entrenamiento de fuerza, pero como alternativa a la elevada fatiga muscular aguda que genera, han surgido los métodos Cluster, es decir, incorporar un intervalo de descanso entre grupos de repeticiones. Morales-Artacho et al. (2018), evaluaron la influencia de dos configuraciones diferentes de la serie (Tradicional y Cluster) en la potencia muscular, para observar las adaptaciones al entrenamiento a corto plazo. Los resultados mostraron mayores mejoras en el pico de potencia y en la velocidad de salida con la metodología Cluster. Además, y coincidiendo con García-Ramos et al. (2015), estos autores indican que la inclusión de un intervalo de descanso de 30 segundos cada dos repeticiones maximiza la intensidad del entrenamiento. En nuestro trabajo, el grupo Cluster 2 realizaba las series con este tipo de configuración, obteniendo mejoras significativas de la RM ($P=0.03$) al comparar los resultados de la evaluación inicial con los obtenidos en la prueba final (Tabla 4).

Los resultados obtenidos en nuestro trabajo (Tabla 4) coinciden con el estudio (Lawton et al., 2004), ya que se observan mayores mejoras en la RM mediante el método Tradicional, siendo esta mayor a partir de la sesión 8 (Figura 5). Por otro lado, debemos señalar que el grupo Cluster 1 no obtuvo mejoras significativas al final del programa de entrenamiento, lo cual es un aspecto no esperado, ya que tanto el tradicional como el Cluster 2 si obtuvieron mejoras significativas, pero si se pudo apreciar una diferencia casi significativa en la RM ($P=0,08$) de este grupo (Cluster 1) cuando comparamos las sesiones 3 y 5 con la última sesión de entrenamiento, existiendo una mejora de la RM en la última sesión (sesión 10). Estos resultados pueden deberse al bajo número de sujetos que constituían el grupo Cluster 1 (solo 4). Sin embargo, si observamos la evolución de la RM (Figura 5), se puede apreciar como a partir de la sesión 9 se produce una mejora en los resultados de la RM en ambos grupos Cluster. Por tanto, se podrían llevar a cabo nuevas investigaciones con una mayor duración del período de entrenamiento y un mayor número de sujetos para comprobar con más exactitud los efectos producidos por ambas metodologías de entrenamiento.

En cuanto al análisis de las pérdidas de velocidad, en nuestro trabajo no se dieron diferencias significativas en la pérdida de velocidad entre los grupos en ninguna de las intensidades. No obstante, sí se observó una diferencia casi significativa para la intensidad del 60% (entre las sesiones 1-4) entre los grupos Cluster 1 y Cluster 2 ($P=0.07$) (tabla 5), con mayores pérdidas de velocidad para el primer grupo. Pareja-

Blanco et al. (2019) compararon el tiempo de recuperación siguiendo cuatro protocolos diferentes de ejercicios de fuerza en términos de magnitud de carga (60% vs. 80% 1RM) y pérdida de velocidad en la serie (20% vs. 40%). En este estudio se basaron en dos variables principales: 1) la velocidad media de la primera repetición, que está intrínsecamente relacionada con la magnitud de la carga, coincidiendo con lo realizado en nuestro estudio; y 2) el porcentaje máximo de pérdida de velocidad permitido en cada serie, una variable que podemos tener en cuenta para la realización de estudios posteriores, ya que en nuestro trabajo no hemos utilizado un porcentaje máximo de pérdida de velocidad, sino que esta se calculó a posteriori. Con respecto al tiempo de recuperación, en dicho estudio no se encontraron diferencias significativas para ninguna de las variables utilizadas. Por otro lado indicaron que, una mayor pérdida de velocidad durante la serie (40%) y una menor carga relativa (60% 1RM) resultaron en una mayor fatiga y una tasa de recuperación más lenta que una menor pérdida de velocidad (20%) y una mayor carga relativa (80% 1 RM). En nuestro trabajo, si analizamos los resultados obtenidos (Tabla 5), podemos observar una mayor pérdida de velocidad en los grupos Tradicional y Cluster 1 cuando los sujetos realizaron las repeticiones a una intensidad del 60%RM, siendo superior en el grupo Cluster 1 (36.1 ± 10.8). Sin embargo, al aumentar la carga relativa a un 65%RM se produce un descenso de la pérdida de velocidad en ambos grupos a lo largo de la serie. Con respecto a estas diferencias intra grupo, encontramos diferencias significativas entre las intensidades del 60%RM (sesión 1-4) y la del 65%RM (sesión 5-8) en el grupo Tradicional ($P = 0.05$), y en el grupo Cluster 1 ($P = 0.02$). En el caso del grupo Cluster 2, la pérdida de velocidad se mantuvo prácticamente constante en las tres intensidades utilizadas en el programa de entrenamiento. Además, en este último grupo (Cluster 2) la media de pérdida de velocidad no superó el 20%, que significa que el sujeto realizó aproximadamente el 50% de las posibles repeticiones (Sanchez-Medina & Gonzalez-Badillo, 2011).

Al comienzo del trabajo, hemos mencionado que con el entrenamiento Cluster se producía una menor pérdida de velocidad, fuerza y, por tanto, de potencia durante el entrenamiento (García-Ramos, et al., 2015). Sin embargo, en nuestro trabajo no ocurrió esto para el grupo Cluster 1, ya que si observamos la tabla 5, se puede apreciar como la pérdida de velocidad del grupo Cluster 1 fue superior a la obtenida en el grupo Tradicional, y esto se repitió en las tres intensidades utilizadas. Esto podría deberse a dos factores principales: 1) al bajo número de sujetos (solo 4) que constituían el grupo

Cluster 1; y 2) a que uno de los sujetos sufría una pérdida de velocidad muy superior al resto, pudiendo haber influido esto en la media de los resultados finales. En ocasiones, este sujeto llegaba al fallo muscular durante la serie, el cual se alcanza cuando se pierde un 40-50% de la velocidad inicial (González-Badillo, et al., 2016). Por otro lado, si analizamos el grupo Cluster 2, se puede apreciar como los valores se mantienen entre 16-18% a lo largo del programa de entrenamiento, coincidiendo con otros estudios (Tufano, et al., 2017), que indican que cuantos más intervalos de descanso haya, puede ser más beneficioso para mantener la velocidad de ejecución. Además, debemos tener en cuenta que este grupo de Cluster 2 ha obtenido mejoras significativas al final del programa de entrenamiento (Tabla 4).

En la literatura científica existe mucha controversia acerca de cuál es el método más efectivo para la mejora de la fuerza muscular. Existen artículos que muestran que utilizar cargas pesadas (superior al 80% de la 1RM) en las sesiones de entrenamiento es la metodología más adecuada (Holm et al., 2008). Sin embargo, también podemos encontrar estudios que indican que con intensidades más bajas e incluso ligeras, se pueden obtener mayores ganancias de fuerza (McBride et al., 2002; Mangine et al., 2008). En nuestro trabajo, utilizando cargas medias (60-70% de la 1RM) podemos observar (Tabla 4) que, en los grupos Tradicional y Cluster 2 se han obtenido mejoras significativas a lo largo del programa de entrenamiento. Por tanto, aunque no existe un consenso claro acerca de cuál es la intensidad más adecuada que provoque los mayores beneficios en el rendimiento físico, consideramos que la intensidad utilizada en nuestro trabajo (60-70% RM) fue suficiente para provocar mejoras en el rendimiento de la fuerza muscular de las piernas tras 5 semanas de entrenamiento tanto en el grupo tradicional, como en el grupo Cluster.

LIMITACIONES

Una de las principales limitaciones de nuestro estudio fue el pequeño tamaño de la muestra (n=6, 4 y 4) para los grupos Tradicional, Cluster 1, y Cluster 2 respectivamente, lo cual ha dificultado la significatividad de los cambios, así como la posibilidad de generalizar los resultados. Otra limitación en nuestro estudio podría ser la influencia de algunas variables extrañas ajenas a nuestro control: durante algunas sesiones de entrenamiento los sujetos manifestaron encontrarse bastante cansados, probablemente

por el hecho de que tuvieron prácticas físicas intensas en sus clases del Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, lo cual pudo suponer un grado de estrés no previsto y no provocado por el entrenamiento. Esto pudo ocasionar que tanto la sesión de entrenamiento como los tests se realizaran con un grado de fatiga superior al esperado. Por último, el hecho de que la muestra estuviera compuesta por sujetos estudiantes y no deportistas de competición podría considerarse una limitación a la hora de generalizar los resultados a sujetos entrenados.

CONCLUSIÓN

Los resultados de este trabajo permiten concluir que un programa de entrenamiento de 5 semanas, utilizando un mismo volumen y cargas medias (60-70% de 1RM) con tres configuraciones diferentes de la serie (Tradicional, Cluster 1 y Cluster 2), produjo mejoras significativas en el rendimiento en la fuerza muscular del tren inferior, evaluada a través de la RM, en los grupos tradicional y Cluster 2. Sin embargo, aunque el grupo Cluster 1 no obtuvo mejoras significativas sí pudo apreciarse una diferencia casi significativa en la RM ($P=0,08$) entre las sesiones 3 y 5 con la última sesión de entrenamiento, existiendo una mejora de la RM en la última sesión (sesión 10).

Por otro lado, los resultados de este trabajo permiten concluir que las pérdidas de velocidad en las primeras sesiones de entrenamiento (1-4), en las que la intensidad de la RM era del 60%RM, fueron mayores que en el resto de sesiones en los grupos Tradicional y Cluster 1, lo que indica que estas primeras sesiones supusieron un mayor grado de fatiga para estos grupos.

BIBLIOGRAFÍA

- Denton, J., & Cronin, J. B. (2006). Kinematic, kinetic, and blood lactate profiles of continuous and intraset rest loading schemes. *J Strength Cond Res*, 20(3), 528-534.
- Drinkwater, E. J., Lawton, T. W., McKenna, M. J., Lindsell, R. P., Hunt, P. H., & Pyne, D. B. (2007). Increased number of forced repetitions does not enhance strength development with resistance training. *J Strength Cond Res*, 21(3), 841-847.
- Freitas de Salles, B., Simão, R., Miranda, F., da Silva Novaes, J., Lemos, A., & Willardson, J. M. (2009). Rest Interval between Sets in Strength Training. *Sports Med*, 765-777.
- Garcia-Ramos, A., Padial, P., Haff, G. G., Arguelles-Cienfuegos, J., Garcia-Ramos, M., Conde-Pipo, J., & Feriche, B. (2015). Effect of Different Interrepetition Rest Periods on Barbell Velocity Loss During the Ballistic Bench Press Exercise. *J Strength Cond Res*, 29 (9) 2388-2396.
- González Badillo, J. J., & Gorostiaga Ayestarán, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo*. Barcelona: INDE.
- González Badillo, J. J., & Ribas Serna, J. (2002). *Bases de la Programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona: INDE.
- Gonzalez-Badillo, J. J., Rodriguez-Rosell, D., Sanchez-Medina, L., Ribas, J., Lopez-Lopez, C., Mora-Custodio, R.,... Pareja-Blanco, F. (2016). Short-term Recovery Following Resistance Exercise Leading or not to Failure. *Int J Sports Med*, 37 (4), 295-304.
- Holm, L., Reitelseder, S., Pedersen, T. G., Doessing, S., Petersen, S. G., Flyvbjerg, A.,... Kjaer, M. (2008). Changes in muscle size and MHC composition in response to resistance exercise with heavy and light loading intensity. *Journal of Applied Physiology*, 105, 1454-1461.

- Kraemer, W. J., Patton, J. F., Gordon, S. E., Harman, E. A., Deschenes, M. R., Reynolds, K., . . . Dziados, J. E. (1995). Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *J Appl Phys*, 78(3), 976-989.
- Kuipers, H. (1996). How much is too much. Performance aspects of overtraining. *Research Quarterly Exercise and Sport*, 67 (supplement 3): S65-S69.
- Lawton, T. W., Cronin, J. B., & Lindsell, R. P. (2006). Effect of interrepetition rest intervals on weight training repetition power output. *J Strength Cond Res*, 20(1), 172-176.
- Lawton, T., Cronin, J., Drinkwater, E., & Al, E. (2004). The effect of continuous repetition training and intra-set rest training on bench press strength and power. *J Sports Med Phys*, 44, 361-367.
- Mangine, G. E., Ratamess, N. A., Hoffman, J. R., Faigenbaum, A. D., Kang, J., & Chilakos, A. (2008). The effects of combined ballistic and heavy resistance training on maximal lower- and upper-body strength in recreationally trained men. *Journal of Strength and conditioning research*, 22, 132-139.
- McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. (2002). The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *J Strength Cond Res*, 16(1), 75-82.
- Morales-Artacho, A. J., García-Ramos, A., Pérez-Castilla, A., Padial, P., Gomez, A. M., Peinado, A. M., . . . Feriche, B. (2019). Muscle Activation During Power-Oriented Resistance Training: Continuous vs. Cluster Set Configurations. *National Strength and Conditioning Association*, 95-102.
- Morales-Artacho, A. J., Padial, P., García-Ramos, A., Pérez-Castilla, A., & Feriche, B. (2018). Influence of a Cluster Set Configuration on the Adaptations to Short-Term Power Training. *National Strength and Conditioning Association*, 930-937.
- Oliver, J. M., Jagim, A. R., Sanchez, A. C., Mardock, M. a., Kelly, K. a., Meredith, H. J., . . . Kreider, R. B. (2013). Greater gains in strength and power with intraset rest

- intervals in hypertrophic training. *Journal of Strength and Conditioning Research/ National Strength & Conditioning Association*, 27, 3116-31.
- Oliver, J. M., Jenke, S. C., Mata, J. D., Kreutzer, A., & Jones, M. T. (2016). Acute Effect of Cluster and Traditional Set Configurations on Myokines Associated with Hypertrophy. *Int J Sports Med*, 1019-1024.
- Oliver, J. M., Kreutzer, A., Jenke, S., Phillips, M. D., Mitchell, J. B., & Jones, M. T. (2015). Acute response to cluster sets in trained and untrained men. *Eur J Appl Physiol*, 115(11), 2383-2393.
- Pareja-Blanco, F., Rodriguez-Rosell, D., Sanchez-Medina, L., Ribas-Serna, J., Lopez-Lopez, C., Mora-Custodio, R.,... Gonzalez-Badillo, J. J. (2016). Acute and delayed response to resistance exercise leading or not leading to muscle failure. *Clin Physiol Funct Imaging*.
- Pareja-Blanco, F., Rodriguez-Rosell, D., Sanchez-Medina, L., Sanchis-Moysi, J., Dorado, C., Mora-Custodio, R.,... Gonzalez-Badillo, J. J. (2016). Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scand J Med Sci Sports*.
- Pareja-Blanco, F., Villalba-Fernández, A., Cornejo-Daza, P. J., Sánchez-Valdepeñas, J., & González-Badillo, J. J. (2019). Tiempo de Recuperación Después del Ejercicio de Fuerza con Diferentes Magnitudes de Carga y Pérdida de Velocidad en la Serie. *Revista de Entrenamiento Deportivo*.
- Sanchez-Medina, L., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Med Sci Sports Exerc*, 43(9), 1725-1734.
- Tufano, J. J., Conlon, J. A., Nimphius, S., Brown, L. E., Petkovic, A., Frick, J., & Haff, G. G. (2017). Effects of Cluster Sets and Rest-Redistribution on Mechanical Responses to Back Squats in Trained Men. *Journal of Human Kinetics*, 35-43.
- Viitasalo, J. T., & Komi, P. V. (1981). Effects of fatigue on isometric force and relaxation time characteristics in human muscle. *Acta Physiol Scand* 111: 87-95.

ANEXO 1

CONSENTIMIENTO INFORMADO

“Adaptaciones mecánicas, neurales y estructurales ante diferentes grados de fatiga durante el entrenamiento de fuerza”

D.....
mayor de edad, con D.N.I. actuando en nombre propio,

DECLARO:

Que he sido informado por la Dra. Beatriz Bachero Mena y Dr. Miguel Sánchez Moreno, profesores del Dpto. de Educación Física y Deporte de la Universidad de Sevilla sobre las posibles consecuencias de la realización de los tests físicos de sentadilla y, saltos sin carga, además de los riesgos potenciales y molestias que podrían derivarse de los mismos. Además, he podido realizar todas las preguntas que he considerado necesarias, respondiéndome a todas ellas de manera comprensible para mí.

También me ha informado de mi derecho a rechazar el tratamiento o revocar este consentimiento.

Por lo tanto, CONSIENTO en someterme a los protocolos indicados.

Si mi caso puede ser de utilidad científica y para tal fin se publican artículos científicos, autorizo su publicación siempre y cuando se me garantice el más absoluto respeto a mi intimidad y anonimato.

Firma del sujeto

Firma del responsable del estudio

En Sevilla, a de enero de 2020.