

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA – EN HALTEROFILIA MASCULINA

GRADO CAFyD

**FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD
FÍSICA Y EL DEPORTE**



Realizado por: Luis Andrade

Nº Expediente: 21813139

Grupo TFG: M41

Año Académico: 2021-2022

Tutor/a: Rafael Manuel Navarro Barragán

Área: Diseño de un Estudio Experimental

RESUMEN.

El presente estudio experimental tiene como objetivo evaluar la eficacia de dos protocolos de entrenamiento en la mejora del 1RM de la sentadilla delantera y trasera.

Para medir y analizar los resultados de los dos métodos en la mejora del 1RM, se realizará una medición del 1RM mediante un método directo. Se formarán dos grupos, un grupo control que trabaja con un método clásico y un grupo de intervención que trabajará con un método contemporáneo.

El estudio tendrá una duración de 8 semanas previas a la primera competición, contará con 16 sujetos pertenecientes a cuatro categorías de peso. Se llevará a cabo en la instalación del Club de halterofilia Madrid Gymnastic.

El equipo investigador estará formado por un graduado en Ciencias de las Actividad Física y Deporte, el entrenador del club y un técnico de gestión y análisis de datos.

ABSTRACT

This experimental study aims to assess the efficacy of two training protocols based on improving the 1RM of the front and back squat.

To measure and analyze the result of these two methods in the improvement of the 1RM, a measurement of the 1RM will be performed using a direct method. Two groups will be formed, a control group working with a classical method and an intervention group working with a contemporary method.

The study will last eight weeks prior to the first competition, it will have 16 subjects belonging to four weight categories. It will be carried out at the Madrid Gymnastic Weightlifting Club facilities.

The research team will be formed by a graduate in Physical Activity and Sport Sciences, the club's coach and a data management and analysis technician.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	6
3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DEL ESTUDIO.....	9
4. METODOLOGÍA.....	10
4.1 Diseño.....	12
4.2 Muestra y formación de grupos.....	13
4.3 Variables y material de medida.....	17
4.4 Procedimiento.....	22
4.5 Análisis de datos.....	26
5. Equipo investigador.....	27
6. Viabilidad del estudio.....	27
7. Referencias bibliográficas.....	28
8. Anexos.....	32

ÍNDICE FIGURAS.

Figura 1. Calculador de puntos Sinclair.	15
Figura 2. Esquema de flujo para la formación de grupos.	16
Figura 3. Comparativas intergrupales e intragrupal.	16
Figura 4. Relación %RM con la velocidad de ejecución.	18
Figura 5. Set de competición de Eleiko	19
Figura 6. Tarima sobre la cual se realizará la sentadilla.	20
Figura 7. Rack para realizar la sentadilla.	20
Figura 8. Funcionamiento de T-Force.	21
Figura 9. Sentadilla delantera, <math><90^\circ</math> (romper el paralelo).	23
Figura 10. Sentadilla trasera, <math><90^\circ</math> (romper el paralelo).	23

ÍNDICE TABLA.

Tabla 1. Resultados de los cuatro modelos de programación de entrenamiento basado en la velocidad en la ganancia de fuerza y el rendimiento.	7
--	---

1. INTRODUCCIÓN.

La Halterofilia es un deporte olímpico que consiste en levantar la mayor cantidad de peso desde el suelo hasta por encima de la cabeza, en dos movimientos: la arrancada y el dos tiempos.

La halterofilia está considerada como un deporte de fuerza, en el cual intervienen tres cualidades más: velocidad, resistencia y flexibilidad. En los levantamientos la fuerza se manifiesta en forma de fuerza máxima y fuerza explosiva, a su vez la velocidad que prevalece es la velocidad gestual (González-Badillo, 1991; Kichi, n.d).

Existen numerosos métodos para trabajar la fuerza y sus distintas manifestaciones. La fuerza máxima es la capacidad de modificar/mover el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo (González-Badillo, 1991; Kichi, n.d; Guillamón, 2013). Para trabajar la fuerza máxima podemos utilizar: método de intensidades máximas (intensidades entre el 85 hasta el 100% del 1RM), método por repeticiones (intensidades entre el 65 hasta el 85% del 1RM), método mixto o en pirámide (intensidades entre el 60 hasta el 100% del 1RM) (González-Badillo, 1991; Kichi, n.d; Guillamón, 2013).

La fuerza explosiva es la capacidad física que permite realizar acciones motrices en el menor tiempo posible (Kichi, n.d). Para trabajar la fuerza explosiva se utilizan distintos métodos: método de intensidades, método basado en la potencia de ejecución, pliometrías, método con cargas específicas (Guillamón, 2013; Kichi, n.d). Para Medina, (2015) existe relación entre la fuerza máxima neural y la fuerza explosiva, ya que la fuerza máxima exige un mayor reclutamiento de fibras y de esta forma existirá una mejora en la fuerza explosiva, además, afirma que se puede trabajar la fuerza explosiva de forma independiente a la carga, siempre y cuando la producción de fuerza por unidad de tiempo sea la máxima posible, es decir, que tenga la intención de mover la carga en el menor tiempo posible.

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA – EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

La velocidad gestual es la capacidad de realizar un gesto deportivo en el menor tiempo posibles. En la halterofilia la velocidad gestual tiene una relación directa con la fuerza del sujeto y el tiempo en el que se aplica la fuerza (González-Badillo, 1991).

Para la práctica deportiva de la halterofilia la sentadilla es un ejercicio que está presente en la recuperación de la arrancada, la cargada y del squat jerk. En la arrancada y en el squat Jerk la sentadilla se realiza con la barra por encima de la cabeza, mientras que en la cargada se realiza una sentadilla frontal.

La sentadilla y sus variantes tienen gran importancia en la programación de los entrenamientos de la halterofilia, se entrena prácticamente todos los días dependiendo del macrociclo que se esté desarrollando, la sentadilla se entrena con un método clásico que consiste en realizar series X repeticiones con ciertos porcentajes del 1RM (1 Repetición con el peso máximo) (Kichi, n.d).

En la antigüedad la forma de trabajar la sentadilla ha sido mediante un método clásico (series X repeticiones con porcentajes del 1 RM), los porcentajes de las repeticiones dependerían del objetivo del macrociclo o microciclo que se esté trabajando (Gonzalez-Badillo.1991).

El trabajar con un método clásico genera algunas preguntas: ¿Para mejorar el 1RM de la sentadilla es recomendable entrenarla todos los días?, ¿Con qué porcentajes se debe trabajar?, estas preguntas a menudo se realizan las personas que están intentando mejorar su 1RM de sentadilla. Un estudio cuyo objetivo era estudiar la eficacia del entrenamiento diario de la sentadilla en fuerza máxima concluyó que sí era efectivo entrenarla todos los días para mejorar el 1RM de sentadilla. En este estudio participaron 3 atletas que tenían como mínimo 5 años de experiencia en la ejecución de este ejercicio, tras completar 37 días seguidos de entrenamiento diario en el cual el protocolo era el siguiente: del día 1 al 35 realizar una sentadilla a 1RM seguido de 5 series de 3 repeticiones al 85% o 5 series de 2 repeticiones al 90%,

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA – EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

el día 36 realizaron 1 serie de 1 repetición al 85%, para finalmente el día 37 realizar una sentadilla buscando el 1RM (Zourdos et al., 2016).

Para Novosad et al. (2017) los porcentajes con los que se debe trabajar la sentadilla para mejorar la fuerza se ve muy influenciada por la experiencia del sujeto con dicho ejercicio, es conveniente trabajar con porcentajes menores del 50% del peso corporal para sujetos inexpertos.

Tras comprobar cómo mejorar la fuerza en la sentadilla, nos surgen otras preguntas: ¿El mejorar el 1RM de sentadilla delantera y trasera hará que mejore la arrancada y el dos tiempos?, ¿Existe una relación entre el 1RM de la sentadilla y el rendimiento en la Halterofilia?

Un estudio realizado con una muestra de 72 sujetos analizó la relación existente entre la sentadilla con barra y el rendimiento en levantadores de pesas y concluyó que la relación entre el 1RM sentadilla frontal es del 0.85 del 1RM de la arrancada, 0.88 del 1RM de la cargada y un 0.87 del 1RM del tirón. La relación del 1RM de la sentadilla trasera es de 0.83 del 1RM de la arrancada, 0.84 del 1RM de la cargada y del 0.83 del 1RM del tirón (Lucero et al., 2019).

En este mismo sentido, Tibana et al. (2018) realizaron un estudio cuyo objetivo era analizar la posible relación entre los ejercicios básicos como la sentadilla delantera o trasera con la arrancada y la cargada. El resultado del estudio fue que los participantes clasificados con el mejor rendimiento en la arranca y la carga presentaron mayor fuerza en la sentadilla trasera ($154.9 \pm 2033\text{kg}$ vs $132.7 \pm 11.6\text{kg}$; $p=0.009$), en la sentadilla delantera ($139.0 \pm 14.5\text{kg}$ vs $116.8 \pm 11.3\text{kg}$; $p=0.002$) en comparación con lo débiles. También se observó una correlación grande en la fuerza relativa de la sentadilla trasera ($r=0.83$; $r=0.76$; $p=0.001$) y en la sentadilla delantera ($r=0.73$; $r=0.83$; $p=0.001$) con los movimientos de arrancada y dos tiempos. Con estos resultados concluyeron que la mayor fuerza en la sentadilla trasera y delantera puede ayudar en el rendimiento de la arrancada y la cargada. Para este estudio participaron 22 sujetos adultos, divididos en dos grupos (fuertes

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA – EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

y débiles) según el rendimiento en el levantamiento de arrancada y cargada, los dos grupos tenían experiencia similar (2.4 ± 0.9 y 2.0 ± 1.1 respectivamente), todos los participantes realizaron un test de una repetición máxima de sentadilla delantera, trasera, arrancada y cargada.

Otro estudio efectuado por Zaras et al. (2021) tenía como objetivo investigar la relación del desarrollo de la fuerza (RFD) y el rendimiento del levantamiento de pesas. Los resultados obtenidos mostraron una mejora en el RM de sentadilla trasera, delantera, arrancada y cargada. Con estos resultados los investigadores concluyeron que la mejora de la RFD puede ser un predictor útil para el rendimiento de los levantadores de pesas olímpicos. En el estudio participaron seis levantadores de pesa olímpicos, el programa/estudio tenía una duración de 16 semanas previas a una competición nacional, el programa constaba de 2 mesociclos. El primer mesociclo duró siete semanas y tenía como objetivo mejorar la resistencia y la fuerza. El segundo mesociclo duró 8 semanas y tenía como objetivo aumentar la fuerza, la potencia muscular y la velocidad del levantamiento. A continuación, se realizó una semana de descarga para aumentar el rendimiento antes de la competición nacional. Durante los dos mesociclos se entrenó la sentadilla ya sea delantera o trasera todos los días de la semana.

En la actualidad no he encontrado bibliografía que demuestre cómo se entrena el desarrollo de la fuerza en sentadilla para el deporte de la halterofilia. Lo que sí existe es metodología contemporánea sobre el desarrollo de fuerza.

La metodología contemporánea ofrece algunas opciones para trabajar la fuerza. Entre las más destacadas y con mayor bibliografía existente, está el entrenamiento basado en la velocidad de ejecución (VBT).

En el método contemporáneo (VBT) el entrenamiento consiste en trabajar basándose en la velocidad de ejecución (aceleración de la barra). Para calcular el 1RM diario se tiene en cuenta la aceleración de la barra durante la ejecución de la

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA – EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

sentadilla delantera o trasera. Este método contemporáneo entiende que un sujeto no puede tener el mismo 1RM todos los días puesto que este varía en función de numerosos factores: descanso, fatiga acumulada, entre otros factores (Zabaleta A., 2020).

Este método ajusta la carga de forma objetiva para el momento o día en el que se está trabajando. Los métodos clásicos no tienen en cuenta de forma objetiva el estado físico del atleta en cada día en concreto, como máximo lo pueden hacer de forma subjetiva mediante RPE, RIP (Suchomel et al., 2021).

Gracias a los métodos de entrenamientos VBT se puede dar mayor variabilidad al entrenamiento de fuerza, ya sea por pérdida de velocidad, carga de trabajo, tiempos, entre otros. Es una herramienta muy útil para ajustar y controlar la carga de trabajo, además, es una herramienta de monitoreo y permite ver la evolución del atleta (Suchomel et al., 2021).

Puesto que el método de entrenamiento VBT ofrece una mejor forma de controlar la carga del entrenamiento, el volumen de entrenamiento es una excelente herramienta para ayudar en el desarrollo de fuerza de la sentadilla en los deportistas levantadores de pesas. Por este motivo creo que sería interesante comparar la efectividad de este método de entrenamiento con un método de entrenamiento clásico a la hora de mejorar la RM de la sentadilla delantera y trasera.

2. JUSTIFICACIÓN.

Los avances tecnológicos tienen como fin ayudar a que la humanidad viva mejor. El sector deportivo no es ajeno a esta realidad, la tecnología está jugando un papel muy importante en el ámbito del deporte. Gracias a la tecnología, se han producido mejoras en los procesos de entrenamiento: programación y planificación del entrenamiento. Mediante la recopilación y los análisis de datos, se plantean entrenamientos acordes a las necesidades y características del atleta (Balsalobre-Fernández, Jiménez-Reyes, 2014).

Para Balsalobre-Fernández, Jiménez-Reyes, (2014). Entre los avances tecnológicos para mejorar del entrenamiento se encuentran: APPS, Wearables y Transductores de velocidad. Los transductores de velocidad lineales son dispositivos que se utilizan en el entrenamiento basado en la velocidad de ejecución (VBT). La validez y fiabilidad de estos dispositivos para medir la velocidad de desplazamiento durante un ejercicio, como puede ser la sentadilla trasera, son objeto de diversos estudios.

Así, dispositivos como los transductores de velocidad lineal y Wearables fueron puestos a prueba en varias investigaciones, mostrando ser válidos y fiables a la hora de medir el desplazamiento vertical (Appleby et al., 2020; Balsalobre-Fernández et al., 2016; Laza-Cagigas et al., 2019; Lorenzetti et al., 2017).

Se ha corroborado en los estudios anteriores, que la validez y fiabilidad en los dispositivos VBT a la hora de ajustar y controlar la carga es alta, al menos para el ejercicio de sentadilla. Esta tecnología se podría aprovechar para que los entrenos sean más efectivos, ya que se ajustaría de forma correcta la carga del día en el que se está entrenado, además de resultar una herramienta útil para monitorizar y llevar un control del atleta. Una vez comprobada la confiabilidad y validez de los dispositivos VBT, que ofrecen una gran variedad al momento de describir el trabajo a realizar, es necesario identificar qué método de entrenamiento es más eficaz a la hora de mejorar la 1RM de sentadilla. Para ello se realizará una comparación para

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA – EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

comprobar científicamente si el método contemporáneo (VBT) es más eficaz que el método clásico (series X repeticiones).

Existen algunos estudios que confirman que el entrenamiento basado en la velocidad de ejecución (VBT) provoca mayores mejoras en el 1RM de la sentadilla en comparación con un entrenamiento con el método clásico (PBT) de series X repeticiones con porcentajes. (Dorrell et al., 2020; Orange et al., 2020)

Existe otro factor a considerar en la mejora del 1RM de la sentadilla delantera y trasera, el tipo de programación es un factor para tener en cuenta. Un estudio cuyo objetivo era comparar los efectos de cuatro modelos diferentes: programación lineal (LP); programación ondulante (UP); programación inversa (RP) y programación constante (CP) en el entrenamiento de fuerza basado en la velocidad. Obtuvo resultados favorables en la mejorar de la fuerza del 1RM (LP=0.88, UP=0.54, RP=0.62, CP=0.51) como se observa en la tabla 1. Dichos resultados insinúan que los cuatro modelos diferentes de entrenamiento provocan mejorar de la fuerza (0.49) (Riscart-López et al., 2020).

Tabla 1.

Resultados de los cuatro modelos de programación de entrenamiento basado en la velocidad en la ganancia de fuerza y el rendimiento.

	LP (n = 11)		UP (n = 10)		RP (n = 11)		CP (n = 11)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1RM (kg)	94.4 ± 17.1	110.7 ± 15.7***	93.3 ± 17.4	103.5 ± 21.7***	94.9 ± 25.3	112.0 ± 25.2***	94.8 ± 26.4	109.3 ± 27.7***
AV (m·s ⁻¹)	1.00 ± 0.08	1.13 ± 0.08***	0.98 ± 0.07	1.07 ± 0.07***	1.00 ± 0.10	1.12 ± 0.08***	1.00 ± 0.13	1.13 ± 0.10***
AV > 1 (m·s ⁻¹)	1.29 ± 0.08	1.35 ± 0.08**	1.26 ± 0.09	1.31 ± 0.09*	1.31 ± 0.10	1.35 ± 0.10*	1.27 ± 0.10	1.35 ± 0.10***
AV < 1 (m·s ⁻¹)	0.66 ± 0.04	0.85 ± 0.08***	0.67 ± 0.03	0.82 ± 0.08***	0.68 ± 0.05	0.88 ± 0.10***	0.67 ± 0.06	0.87 ± 0.07***
CMJ (cm)	38.3 ± 5.2	40.3 ± 4.7*	37.2 ± 5.2	40.2 ± 5.0***	38.8 ± 7.2	43.0 ± 8.7***	37.2 ± 7.5	39.9 ± 7.1**
T20 (s)	3.00 ± 0.14	2.94 ± 0.11*	3.03 ± 0.11	2.99 ± 0.10*	2.99 ± 0.14	2.93 ± 0.11*	3.02 ± 0.16	2.97 ± 0.14**

*LP = linear programming (n = 11); UP = undulating programming (n = 10); RP = reverse programming (n = 11); CP = constant programming (n = 11). 1RM = 1 repetition maximum in full squat exercise; MPV = mean propulsive velocity; AV = average MPV attained against absolute loads common to pre-tests and post-tests in the progressive loading test. AV > 1: average MPV attained against absolute loads common to pre-tests and post-tests moved faster than 1 m·s⁻¹; AV < 1 = average MPV attained against absolute loads common to pre-tests and post-tests moved slower than 1 m·s⁻¹; CMJ = countermovement jump; T20 = 20-m sprint time.

†Data are mean ± SD, n = 43. Intragroup significant differences from pre to post: *p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001.

Nota: Cambios en las variables de rendimiento desde el pre-entrenamiento hasta el post-entrenamiento para cada grupo de entrenamiento basado en la velocidad. Extraído de Effects of Four Different Velocity-Based Training Programming Models on Strength Gains and Physical Performance (p.600) por Riscart-López et al., 2020.

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA – EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

Otro factor para tener en cuenta en la mejora del 1RM de la sentadilla a la hora de trabajar con un método basado en la velocidad de ejecución (VTP) es la pérdida de velocidad. Un estudio comparó los efectos de un entrenamiento con pérdida de velocidad. Este estudio en el cual participaron sesenta y cuatro jóvenes entrenados puso a prueba cuatro modelos diferentes de entrenamiento basados en la pérdida de velocidad en el press de banca (BP), la pérdida de velocidad fue: pérdida de velocidad 0% (VL0), pérdida de velocidad 15% (VL15), pérdida de velocidad 25% (VL25), y pérdida de velocidad 50% (VL50). El programa tuvo una duración de 8 semanas (16 sesiones), las 5 primeras sesiones se trabajó 3 series con el 70% del 1RM, las 5 siguientes 3 series al 75%, las 4 siguientes 3 series al 80% y las últimas 2 semanas 3 series al 85% del 1RM. VL0 mostró ganancias en la tasa temprana de desarrollo de fuerza (RFD) ($p=0.05$), VL15 mostró ganancias en el área transversal ($p<0.05$), VL25 y VL50 mostraron mejoras tardías del RFD ($p\leq 0.01-0.05$). tras los resultados obtenidos se llegó a la conclusión que las VL altas permitían un mayor volumen de carga que se reflejó en hipertrofia muscular, mientras que los VL bajos provocaron adaptaciones neuromusculares positivas. Además, ninguno de los cuatro métodos provocó mejoras significativas de la ganancia de fuerza. (Pareja-Blanco et al., 2020)

El entrenamiento basado en la velocidad (VBT) cada vez va ganando más protagonismo en el ámbito del deporte para mejorar la fuerza, ya que provoca mejoras significantes con respecto a un entrenamiento clásico (PBT).

3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DEL ESTUDIO.

El objetivo primario: El objetivo primario de este estudio es comparar la efectividad de dos métodos de entrenamiento, el método clásico vs el método contemporáneo en la mejora del 1RM de la sentadilla delantera y trasera, es una comparativa intergrupala.

Objetivo secundario: Comparar los efectos de los dos métodos de entrenamiento: método clásico vs método contemporáneo entre las distintas categorías de peso de los dos grupos, es una comparativa intragrupal.

Hipótesis conceptual: El método de entrenamiento contemporáneo basado en la velocidad de ejecución (VBT) resultó ser más eficaz que el método clásico basado en series X repeticiones con un porcentaje del 1RM (PTB) a la hora de mejorar el 1RM de la sentadilla delantera y trasera.

Hipótesis alternativa: No se observó grandes diferencias en el resultado de la mejora del 1RM en la sentadilla delantera y trasera. El método contemporáneo (VBT) no mostró gran diferencia respecto a las mejoras obtenidas con el método clásico (series X repeticiones con un porcentaje del 1RM)

Hipótesis nula: El método contemporáneo (VBT) resulta ser menos eficiente al mejorar el 1RM de la sentadilla delantera y trasera con respecto al método clásico (series X repeticiones con un porcentaje del 1RM).

4. METODOLOGÍA.

Los métodos de entrenamientos contemporáneos, como pueden ser los métodos basados en la velocidad de ejecución (VTP) están mostrando ser muy efectivos con la mejora de la fuerza en distintos deportes, muestra de ellos son algunos estudios que se han realizado comparando métodos de entrenamientos clásicos vs métodos de entrenamientos contemporáneos.

Un estudio en el cual participaron dieciséis hombres entrenados llegó a la conclusión que el entrenamiento VBT provoca mayores mejoras en el 1RM que un entrenamiento clásico basado en porcentajes. Los dieciséis participantes se dividieron en dos grupos, VBT y entrenamiento basado en porcentajes (PBT), entrenaban 2 veces X semana. El entrenamiento consistía en realizar una sentadilla 1RM en cada sesión de entrenamiento durante un mesociclo de seis semanas. Los resultados obtenidos fueron que los dos métodos mejoran el 1RM de la sentadilla. El entrenamiento con el método VBT mejoró un 9% mientras que el PBT mejoró un 8% (Dorrell et al., 2020).

En el estudio realizado por Orange et al., (2020) en el cual participaron 27 jugadores de rugby, que se dividieron en dos grupos VBT (n=12) y PBT (n=15). Tras un mesociclo de 7 semanas, en el cual se realiza 2 sesiones de entrenamiento X semana. La primera semana se realizó 4 series de 5 repeticiones con el 80% del 1RM, a partir de la segunda semana se realizó 4 series de 5 repeticiones el 60% del 1RM. El resultado obtenido fue favorable para los dos métodos, llegando a la conclusión que la diferencia reside en que el VBT proporciona mejor estímulo, disminuye el estrés del entrenamiento y provoca adaptaciones específicas de velocidad.

De este mismo modo, los dispositivos utilizados para entrenar con estos métodos contemporáneos resultan ser válidos y fiables, uno de los más utilizados son los transductores de velocidad lineal como es un Encoder. Muestra de ello, son algunos estudios que demuestran su validez y fiabilidad.

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA
– EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

Un estudio en el cual participaron 10 sujetos con edades de 23.4 ± 5.2 años realizaron 3 repeticiones con 5 cargas distintas entre el 25% y el 58% del 1RM de la sentadilla trasera. En la investigación se usaron dos dispositivos: el T-Force y la banda portátil PUSH, se usaron simultáneamente para comparar los resultados entre sí. Los resultados mostraron una alta correlación entre los dos dispositivos ($r=0.85$, con un error estándar estimado de 0.08 m.s-1. Los dos dispositivos mostraron Coeficientes de Correlación Intraclase (ICC) para la medición de la velocidad media de ICC=0.907, velocidad máxima ICC=0.944. De este mismo modo los dispositivos mostraron una confiabilidad alta, para el T-Force $r=0.98$ y para la banda PUSH $r=0.956$. un coeficiente de variación para el T-Force = 4,2% y un 5,0% para la banda PUSH. Tras estos datos obtenidos se concluyó que los resultados respaldan la utilidad, fiabilidad y validez de los dispositivos portátiles para el uso en los entrenamientos de fuerza y acondicionamiento (Balsalobre-Fernández et al., 2016).

Otro estudio evaluó la validez y confiabilidad de cuatro dispositivos de medición y los comparó con un sistema de medición de captura del movimiento 3D. Los dispositivos evaluados fueron: T-Force, Tendo Power y GymAware. Para su evaluación se midieron a nueve participantes que ejecutaron 2x5 sentadillas con un peso del 70% del 1RM. Simultáneamente se registraron los datos de los tres dispositivos. Se calculó la correlación entre los dispositivos ($r=0.932, 0.990, p=0.01$) llegando a la conclusión que existía una correlación muy alta entre los dispositivos por lo cual su validez y confiabilidad quedaron probadas (Lorenzetti et al., 2017).

Existe además otro estudio en el cual participaron 12 jugadores de rugby que completaron 2 series de dos repeticiones de sentadillas traseras pesadas con el 70,80 y 90% del 1RM. El objetivo del estudio era medir la validez y confiabilidad de los transductores de posición lineal, seguimiento de análisis de movimiento 3D. Por los datos obtenidos se llegó a concluir que el transductor de posición lineal demostró una alta validez y confiabilidad (Appleby et al., 2020).

Otro estudio analizó la validez y confiabilidad del dispositivo VELOWIN para medir el desplazamiento vertical y la velocidad, y lo compararon con el Sistema 3D Integrado que consiste en un sistema de captura de movimiento 3D + plataforma de fuerza. Para el estudio participaron once hombres que completaron un test incremental de 5 series de 2 repeticiones con -30, 30, 50, 70 y 90% del 1RM. Los resultados arrojaron un coeficiente de correlación =0,84-0.99. Se concluyó que es un dispositivo válido y confiable para monitorear el desplazamiento vertical y la velocidad (Laza-Cagigas et al., 2019).

Por tanto, la utilidad de estas herramientas queda demostrada. Siguiendo esta corriente en el presente trabajo se propone del uso de la tecnología de transducción lineal como herramienta a la hora de prescribir la intensidad de la carga, lo cual marcará la diferencia entre el método de entrenamiento clásico y el contemporáneo.

4.1 Diseño

Este ensayo está diseñado metodológicamente como un estudio experimental aleatorio, el cual pretende comparar la efectividad de dos métodos de entrenamiento, se formará dos grupos. El grupo A (grupo control) sobre el que no se aplicará ninguna intervención por medio del estudio, simplemente entrenará con un método clásico. El grupo B (grupo experimental) sobre el que se aplicará una intervención que consistirá en realizar el entrenamiento con un método contemporáneo.

Se buscará evaluar y comparar cuál de los métodos de entrenamiento es más útil en la mejora de la fuerza máxima (1RM) de la sentadilla trasera y delantera. Para evaluar ambos protocolos se realiza dos mediciones o evaluaciones: la primera antes de empezar el estudio y la segunda al finalizar el estudio.

Como el programa debe efectuarse al principio de la temporada, el protocolo para evaluar la RM será un Método directo para buscar la 1RM.

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA – EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

El estudio simplemente pretende comparar la efectividad de dos métodos de entrenamiento: método clásico (PBT) vs método contemporáneo basado en la velocidad de ejecución (VTP). Por lo cual la intervención se centrará en que el grupo A trabaje con el método PBT y el grupo B trabaje con el método VTP. Además, el estudio irá en paralelo con la preparación de la primera jornada de las Ligas Madrileñas de Halterofilia (el estudio formará parte de la preparación de los atletas). El desarrollo de la práctica se realizará en el lugar de entrenamiento habitual de los atletas (en sus respectivos clubs), y se procederá a realizar según esté programado por el entrenador del club.

4.2 Muestra y formación de grupos

Los sujetos que formarán parte del estudio pertenecerán a un club de halterofilia perteneciente a la Federación Madrileña de Halterofilia (FMH). Los sujetos de estudio pertenecerán a las categorías de peso masculinas de -67kg hasta -89kg, se han seleccionado estas categorías para el estudio porque muestran mayor número de atletas federados, son consideradas las categorías más significativas en las que existe mayor nivel tanto en puntos Elite como en puntos Sinclair, mayores de 20 años. Para este estudio no se tendrá en cuenta a atletas femeninas porque la muestra es muy pequeña y por tanto poco representativa.

Puesto que el estudio tiene como objetivo buscar el desarrollo de fuerza máxima, los sujetos para el estudio deberán ser mayores de 20 años (mínimo 5 años de experiencia en entrenamiento de fuerza), de esta forma estaremos respetando las fases sensibles.

El club seleccionado para realizar el estudio será el Club Madrid Gymnastic, se formalizará el acuerdo de participación en el estudio del club con la Universidad mediante un convenio (Anexo I). El club Madrid Gymnastic cuenta con atletas federados en las distintas categorías de género, de peso y de edad:

Categorías masculinas:

Sub-15 y 17: -49, -55, -61, -67, -73, -81, -89, -96, -102 y +102

Junior y Absolutas: -55, -61, -67, -73, -81, -89, -96, -102, -109 y +109

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA
– EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

Categorías femeninas:

Sub-15 y 17: -40, -45, -49, -55, -59, -64, -71, -76, -81 y +81

Junior y Absolutas: -45, -49, -55, -59, -64, -71, -76, -81, -87 y +87

Se ha seleccionado este club para realizar el estudio puesto que el grueso número de atletas federados por este club, pertenecen a las categorías necesarias para el estudio.

Los criterios de inclusión y exclusión para la muestra del estudio serán:

Criterio de inclusión:

- 1) Atleta federado en la Federación Madrileña de Halterofilia, con licencia en vigor.
- 2) Varón, mayor de 20 años, con experiencia mínima de 5 años en entrenamiento de fuerza (sentadilla).
- 3) Pertenecer a las categorías de peso, -67kg, -73kg, 81kg y -89kg.
- 4) Los atletas deben completar el programa.

Criterios de exclusión:

- 1) Atleta con alguna lesión o patología deportiva que le impida cumplir el programa.
- 2) Faltar más de un 10% a las sesiones de entrenamiento. Para controlar la asistencia se utilizará una ficha control (Anexo III).

Para calcular el tamaño de la muestra se utilizará un tipo de muestreo por conveniencia, se indagará en la base de datos de la FMH y del propio club. Se identificará el número total de atletas pertenecientes a club Madrid Gymnastic, a continuación, se aplicarán los criterios de inclusión y exclusión dejando la muestra final para el estudio. Para concluir con el número total de sujetos necesarios para la muestra (n=16) se seleccionará los 16 sujetos participantes, que además de cumplir los criterios de inclusión y exclusión tenga la mayor puntuación de puntos Sinclair en el último año de competición.

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA
 – EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

Para calcular los puntos Sinclair utilizaremos el calculador de puntos Sinclair de la página web de la IWF. Figura 1.

Figura 1.

Calculador de puntos Sinclair.

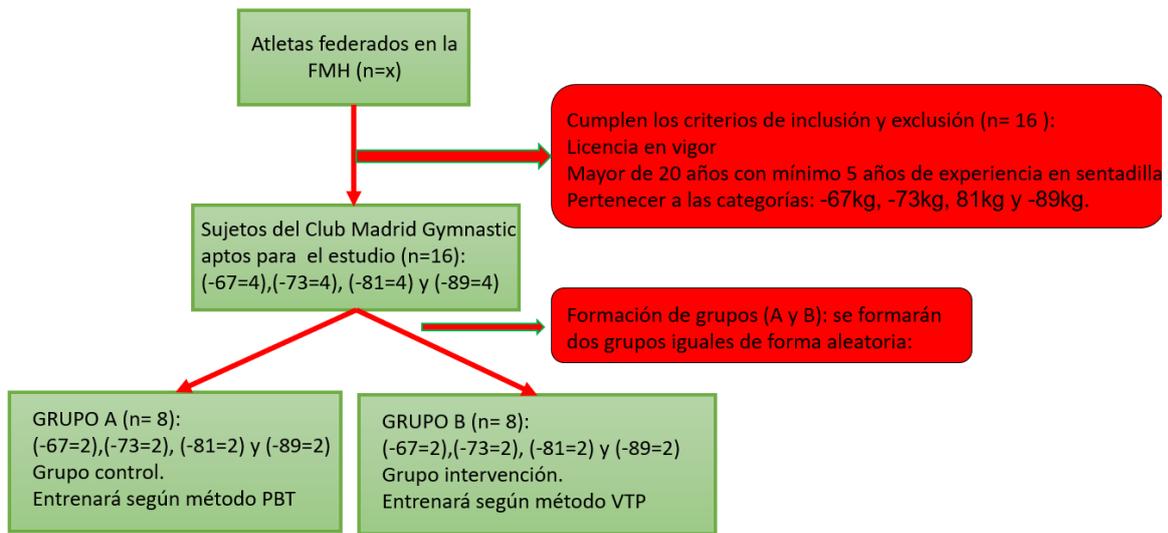
Nota: Adaptado de *weightlifting Sinclair Coefficient*, de Alberta Weightlifting Asso, 2017, IWF (https://iwf.sport/weightlifting/_sinclair-coefficient/).

En formación de los grupos, la muestra final contará con 4 atletas pertenecientes a cada categoría de peso (-67, -73, -81 y -89kg). A continuación de forma aleatoria se dividirá en dos grupos iguales (grupo A y grupo B). Cada grupo estará formado por dos atletas pertenecientes a cada categoría de peso, de esta forma intentaremos tener dos grupos homogéneos, como se observa en la figura 2.

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA – EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

Figura 2.

Esquema de flujo para la formación de grupos.

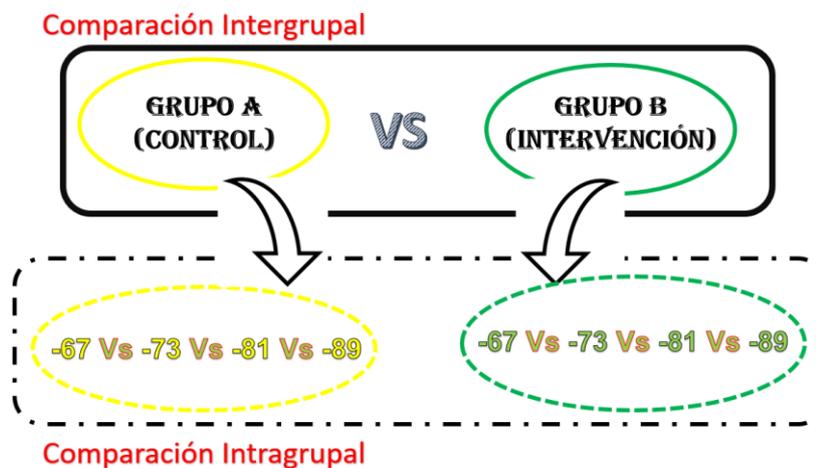


Nota: Elaboración propia.

Se realizarán comparativas intergrupales entre el grupo A y B. También se realizarán comparativas intragrupal entre las categorías de peso de cada grupo como aparece reflejado en la figura 3. De este modo compararemos los efectos de dos métodos de entrenamiento distintos, además de los efectos de dicho entrenamiento entre las distintas categorías de peso.

Figura 3.

Comparativas intergrupales e intragrupal.



Nota: Elaboración propia.

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA – EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

Los atletas serán informados del grupo al que pertenecen median un correo electrónico de forma individual. Los dos grupos seguirán una misma programación (programación del Club), con la diferencia en el entrenamiento de la sentadilla. El grupo A entrenará la sentadilla con el método tradicional PBT mientras que el grupo B con el método VTP.

El grupo A trabajará durante todo el estudio con los porcentajes correspondientes del 1RM obtenidos en la primera sesión, mientras que el grupo B trabajará con los porcentajes de ese día obtenido mediante un dispositivo de transductor de velocidad lineal.

4.3 Variables y material de medida

Para verificar qué método es más eficaz y produce mejoras significativas en el aumento del 1RM de sentadilla trasera y delantera, se usará como variable de estudio la mejora del 1RM de sentadilla trasera y delantera, de esta forma podremos afirmar o rechazar la hipótesis inicial.

Variable Dependiente:

Para los dos grupos, tanto para el grupo A (control) como para el grupo B (experimental), la variable dependiente sobre la que queremos incidir es en la mejora del 1RM de la sentadilla delantera y trasera tras finalizar el programa de 8 semanas. El método o test que se usará para medir dicha mejora será:

- Test de 1RM de sentadilla delantera y trasera: Variable cuantitativa continua. Se medirá a través del peso máximo levantado en kilogramos en sentadilla delantera y trasera.

Variables Independientes:

Existen dos variables independientes para este estudio son las que no se pretenden manipular, a través de estas se incide sobre la variable dependiente. Estas variables se incluyen durante las sesiones del programa: el método clásico y el método contemporáneo.

- Intervención para el grupo A: el grupo A trabajara con el método clásico basado en series x repeticiones de un porcentaje (PTB).

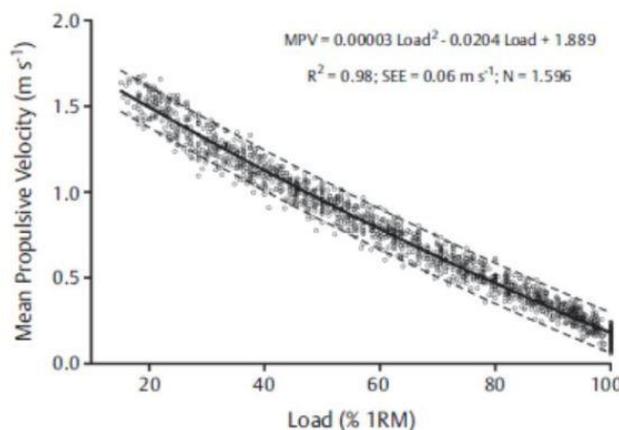
ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA
 – EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

- Intervención para el grupo B: el grupo B trabajara con el método contemporáneo basado en la velocidad de ejecución (VBT). La intervención será:

Calcular el 1RM diario: variable cuantitativa continua. El transductor lineal calculará el porcentaje del 1RM en base a la velocidad de ejecución como muestra la figura 3, para estimar la intensidad de la carga correspondiente de ese día.

Figura 4.

Relación %RM con la velocidad de ejecución.



Nota: Adaptado de *Relación velocidad media propulsiva-% carga 1RM*, de Aitor Zabaleta, 2020, Vitruve (<https://vitruve.fit/es/blog/como-calculiar-el-1rm-a-partir-de-la-velocidad/>).

Material:

El material necesario para la medición del 1RM de sentadilla delantera y trasera en el test inicial y final será: un set de competición de Eleiko, una tarima sobre la que se realiza el estudio y un rack para apoyar la barra.

El set de competición será similar al de la Figura 4, estará compuesto de:

- Barras masculinas Eleiko (Barra de competición para halterofilia IWF, 20 kg, hombre, Suecia.) pesa 20kg con una longitud 2,20mts y un diámetro de agarre de 28 mm.

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA
– EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

- Cierres Eleiko (Collarines de competición para levantamiento de potencia IPF, par) pesaran 2,5kg a cada lado, sumando un peso total de 5kg el par.
- Los discos de competición Eleiko (Set de discos de competición para halterofilia IWF, Suecia). Los pesos de los discos serán: 25kg de color rojo, 20kg de color azul, 15kg de color amarillo, 10kg de color verde. Los discos fraccionarios: 5kg de color blanco, 2.5kg de color rojo, 2kg de color azul, 1.5kg de color amarillo, 1kg de color verde y 0.5kg de color blanco.

Figura 5.

Set de competición de Eleiko



Nota: Adaptado de Juego de competición de levantamiento de pesas de la IWF, de Equipamiento, Eleiko (<https://eleiko.com/es-es/equipment/liftingsets/weightlifting/3085686-eleiko-iwf-weightlifting-competition-set-190-kg-men-fg>)

La tarima necesaria será similar a la de la Figura 5, en ella se realizarán los entrenamientos y la sentadilla del estudio. Es importante una tarima sólida.

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA
– EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

Figura 6.

Tarima sobre la cual se realizará la sentadilla.



Nota: Adaptado de Plataforma SVR, Halterofilia, de Equipamiento, Eleiko (<https://eleiko.com/es-es/equipment/platforms/sound-reduction/3085134-eleiko-svr-platform-weightlifting>).

El rack necesario donde la barra estará apoyada antes y después de realizar las sentadillas será similar al de la Figura 6.

Figura 7.

Rack para realizar la sentadilla.



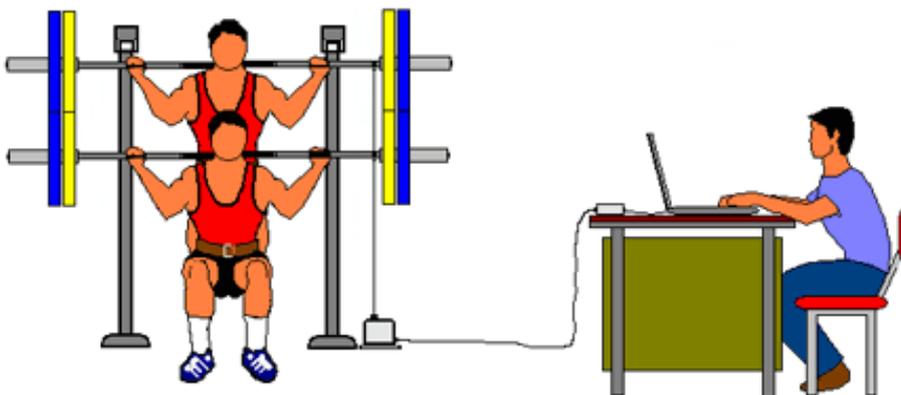
Nota: adaptado de Rack ligero XF80, de Equipamiento, Eleiko (<https://eleiko.com/es-es/equipment/outdoor/3085341-01-eleiko-xf-80-light-rack-outdoor>).

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA – EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

Durante el estudio el material necesario para medir la 1RM diaria será un transductor de velocidad lineal (T-Force System Versión 3.60, Ergotech, Murcia, España), el cual calcula automáticamente en cada repetición la velocidad de la barra, el uso del dispositivo se aprecia en la figura 7. Su instalación y uso es muy simple, solo requiere del dispositivo y un cable que conecte el dispositivo con un portátil. En el ámbito de la investigación y en el deporte, el transductor de velocidad lineal ha mostrado ser una herramienta de medida muy fiable a la hora de medir la aceleración de la barra. La validez y fiabilidad de esta herramienta se confirma en el uso de este dispositivo en numerosos estudios. (Balsalobre-Fernández, et al., 2016; Lorenzetti, et al., 2017; Pareja-Blanco, et al., 2020; Riscart-López, et al. 2021).

Figura 8.

Funcionamiento de T-Force



Nota: Adaptado de Ejemplo de disposición del T-Force System para su uso en el entrenamiento de fuerza con peso libre, de T-Force, 2007, T-Force (<http://www.tforcesystem.com/funcionamiento.php>).

4.4 Procedimiento

Una vez hecha la selección de los atletas, superando los criterios de inclusión y exclusión, se dividirán en dos grupos de forma aleatoria Grupo A (control) y Grupo B experimental, se enviará a los atletas un correo con la información relevante: objetivos, protocolo, consentimiento informado (Anexo II), además se les citará dos días antes del inicio del programa.

El día de la cita se dará una charla con indicaciones y aclaraciones a los atletas, miembros del club, entrenador, directivos, entre otros.

En esta charla se expondrán los siguientes puntos:

- 1) Duración del estudio:** puesto que el estudio se llevará a cabo al principio de la temporada, el estudio tendrá una duración de 8 semanas previas a la primera jornada de Liga de Halterofilia. Para poder concretar el día exacto del inicio del programa tendremos que ponernos en contacto con la FHM para saber el día exacto de inicio de liga.
- 2) Proceso de familiarización:** se realizará una breve introducción sobre los transductores de velocidad lineal. Sobre su funcionamiento y uso.
- 3) Técnica de ejecución de la sentadilla:** se les informará que la sentadilla tendrá que ser $<90^{\circ}$, es decir que rompa el paralelo. Como se puede observar en las Figuras 8 y 9.

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA
 – EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

Figura 9.

Sentadilla delantera, <90° (romper el paralelo).



Nota: LUXIAOJUN. (2020, 1 de enero). LU Xiaojun Front Squat session (3 days before 2020 Chinese Nationals) [video]. YouTube. Frame extraído de: <https://www.youtube.com/watch?v=iytyDf-yJZs&t=237s>

Figura 10.

Sentadilla trasera, <90° (romper el paralelo).



Nota: All Things Gym. (2015, 18 de diciembre). Lu Xiaojun & Tian Tao Front & Back Squatting 2015 World Weightlifting Championships [video]. YouTube. Frame extraído de: <https://www.youtube.com/watch?v=RI2EDp4gn7k>

- 4) **Control de cargas, volumen e intensidad:** para evitar las posibles interferencias negativas producto del entrenamiento de la técnica de la arrancada y dos tiempos, para interferir lo mínimo en la programación del

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA – EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

club, el entrenador del club será el encargado de prescribir el volumen e intensidad de cada sesión de entrenamiento.

El equipo investigador solo intervendrá en el grupo B para describir la carga con la que el atleta deberá realizar el entrenamiento de sentadilla.

Al terminar la charla, los atletas deberán entregar el consentimiento firmado (Anexo II), para poder empezar con la sesión previa al programa. El objetivo de la sesión es encontrar el 1RM de sentadilla delantera, posteriormente se buscará el 1RM de sentadilla trasera. Existirá un descanso de 30 minutos entre la búsqueda de 1RM de la sentadilla delantera y trasera.

PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN (Grupo A y B)

Sesión 1º: búsqueda de 1RM

Protocolo para buscar la 1RM de sentadilla delantera (Appleby, 2020; Oscar, 2014).

- Calentamiento general:
 - 5 minutos de bicicleta estática a 60rpm o 60w
 - 5 minutos de movilidad articular y estiramientos dinámicos
 - 5 trabajo de movilidad con barra
- Calentamiento específico:
 - 1x15 con barra de 20kg
 - 1x12 con 40kg
 - 1x10 con 50kg.
- Series de aproximación:
 - 1x4 al 50% del 1RM
 - 1x3 al 60% del 1RM
 - 1x2 al 70% del 1RM
 - 1x1 al 80% del 1RM
 - Descansos entre series 3'
- Búsqueda de 1RM
 - 1x1 al 90% del 1RM

– EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

Subir peso progresivamente hasta llegar al 1RM (no realizar más de 5 intentos hasta llegar al 1RM)

Descansos entre series 5'

Protocolo para buscar la 1RM de sentadilla trasera (Appleby, 2020; Oscar, 2014).

- Calentamiento general:
 - 5 minutos de bicicleta estática a 60rpm o 60w
 - 5 minutos de estiramientos dinámicos
 - 5 trabajo de movilidad con barra
- Calentamiento específico:
 - 1x15 con barra de 20kg
 - 1x12 con 40kg
 - 1x10 con 50kg.
- Series de aproximación:
 - 1x4 al 50% del 1RM
 - 1x3 al 60% del 1RM
 - 1x2 al 70% del 1RM
 - 1x1 al 80% del 1RM
 - Descansos entre series 3'
- Búsqueda de 1RM
 - 1x1 al 90% del 1RM
 - Subir peso progresivamente hasta llegar al 1RM
 - Descansos entre series 5'

Sesiones del programa:

Los dos grupos desarrollarán el programa impuesto por el club, los días de entrenamiento realizarán un calentamiento general, calentamiento específico, parte principal de la técnica y la parte del trabajo de fuerza, aquí se incluirá la sentadilla. La intensidad y carga con la que se realizará el estudio dependerá de la programación que desarrolle el entrenador del club. Los dos grupos realizarán la misma programación con la única diferencia en la parte de fuerza en la cual el grupo A (control) usará un método clásico que consiste en realizar series x repeticiones,

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA – EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

mientras el grupo B (experimental) usará un método contemporáneo que consiste en calcular el porcentaje diario en base a la velocidad de aceleración de la barra, medida mediante un transductor de velocidad lineal.

Sesión final: evaluación del estudio.

La sesión de evaluación final será muy similar a la primera sesión de búsqueda del 1RM. Será necesario un descanso de 48h antes de realizar la evaluación final.

4.5 Análisis de datos.

Para la recogida y análisis de datos. Se realizarán intervenciones de cada protocolo en la búsqueda de 1RM (en la 1º sesión inicial y en la sesión final) en los dos grupos para la comparación intergrupar. De este mismo modo se realizará una comparación intragrupal con los sujetos del grupo B.

Se realizará un test de 1RM con un método directo, para recoger datos de los dos grupos en la fase inicial y final del estudio. Estos test serán supervisados por el graduado en CAFyD y el entrenador del club, el técnico de análisis de datos será el encargado de la recogida de datos.

Los datos obtenidos en los dos test de 1RM se anotará en una ficha control que posteriormente se introducirá en un fichero de Microsoft Excel.

Los datos se analizarán con el programa estadístico SPSS, presumiendo un nivel de confianza del 95%. Primero se realizará la comprobación del supuesto de normalidad mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para el análisis de la fiabilidad de los datos se utilizará el índice Alfa de Cronbach, y para verificar la validez de los mismo se empleará la prueba KMO y Bartlett. Con el fin de verificar si existe alguna variación significativa en las medias muestrales, cumpliéndose así la hipótesis, se utilizará la prueba T de Student para muestras independientes.

5. Equipo investigador

El equipo investigador para el desarrollo del estudio experimental estará compuesto por los siguientes miembros:

Graduado en CAFyD: con experiencia en entrenamiento de fuerza, uso de nuevas tecnologías y conocimiento del deporte de la halterofilia (poseer el Nivel 1 de Halterofilia).

Monitor o técnico de análisis de datos: con experiencia en estudios de investigación y uso de análisis estadístico.

Técnico o entrenador del club: persona responsable de la programación de su club.

6. Viabilidad del estudio

La viabilidad de este estudio está asegurada debido a que se cuenta con los recursos económicos, tecnológicos y humanos necesarios para su ejecución, además de otros aspectos favorables como:

- Se realizará en la pretemporada de la primera jornada de las ligas madrileñas.
- El ámbito geográfico no supondrá ningún inconveniente porque el estudio se realizará en las instalaciones del club donde entrenan los atletas.
- La posible contaminación de la muestra estaría controlada, puesto que todos los atletas seguirán la programación del club (el estudio no impondría una programación externa, se respetará lo programado por el entrenador del club).
- Las herramientas utilizadas para la recogida de datos no supondrán un coste para el club, puesto que estos serán proporcionados para el estudio por un agente externo (Universidad Europea de Madrid).

7. Referencias bibliográficas

Appleby, B. B., Banyard, H., Cormack, S. J., & Newton, R. U. (2020). Validity and reliability of methods to determine barbell displacement in heavy back squats: Implications for velocity-based training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(11), 3118-3123. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002803>

Balsalobre-Fernández, C., Kuzdub, M., Poveda-Ortiz, P., & del Campo-Vecino, J. (2016). Validity and reliability of the push wearable device to measure movement velocity during the back squat exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(7), 1968–1974. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001284>

Balsalobre-Fernández, C., & Jiménez-Reyes, P. (2014). *Entrenamiento de Fuerza, Nuevas Perspectivas Metodológicas* (1st ed., Vol. 1). [http://www.carlos-balsalobre.com/Entrenamiento de Fuerza Balsalobre&Jimenez.pdf](http://www.carlos-balsalobre.com/Entrenamiento_de_Fuerza_Balsalobre&Jimenez.pdf)

Dorrell, H. F., Smith, M. F., & Gee, T. I. (2020). Comparison of velocity-based and traditional percentage-based loading methods on maximal strength and power adaptations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(1), 46–53. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003089>

González-Badillo, J. J. (1991). *Halterofilia*. Comité Olímpico Español.

Guillamón, A. (2013). Metodología de entrenamiento de la fuerza. *EFDeportes*. 186. <https://www.efdeportes.com/efd186/metodologia-de-entrenamiento-de-la-fuerza.htm>

Kichi Zaragoza, A. (n.d.). *Halterofilia-Curso de entrenador nacional nivel 1*. Federación Madrileña de Halterofilia.

- Laza-Cagigas, R., Goss-Sampson, M., Larumbe-Zabala, E., Termkolli, L., & Nacleiro, F. (2019). Validity and reliability of a novel optoelectronic device to measure movement velocity, force and power during the back squat exercise. *Journal of Sport Sciences*, 37(7), 795–802. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1527673>
- Liao, K.-F., Wang, X.-X., Han, M.-Y., Li, L.-L., Nassis, G. P., & Li, Y.-M. (2021). Effects of velocity based training vs. traditional 1RM percentage-based training on improving strength, jump, linear sprint and change of direction speed performance: A Systematic review with meta-analysis. *PLoS ONE*, 16(11), e0259790. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259790>
- Lorenzetti, S., Lamparter, T., & Lüthy, F. (2017). Validity and reliability of simple measurement device to assess the velocity of the barbell during squats. *BMC Research Notes*, 10(1), 707. <https://doi.org/10.1186/s13104-017-3012-z>
- Lucero, R. A. J., Fry, A. C., LeRoux, C. D., & Hermes, M. J. (2019). Relationships between barbell squat strength and weightlifting performance. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 14(4), 562–568. <https://doi.org/10.1177/1747954119837688>
- Maes, K. M. (n.d.). *Influence of the maximum strength in explosive force*. <http://www.efdeportes.com/http://www.efdeportes.com/efd204/influencia-de->
- Medina, K. (2015). Influencia de la fuerza máxima en la fuerza explosiva. *EFDeportes*. 204. <https://www.efdeportes.com/efd204/influencia-de-la-fuerza-maxima-en-la-fuerza-explosiva.htm>
- Novosad, A., Buzgo, G., Keszegh, P., Chudy, J., Halaj, M., & Kolonyi, T. (2017). Importance of performing experience in strength training periodization. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae*, 57(1), 1-11. <https://doi.org/10.1515/afepuc-2017-0001>

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA
– EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

- Orange, S. T., Metcalfe, J. W., Robinson, A., Applegarth, M. J., & Liefieith, A. (2020). Effects of in-season velocity- versus percentage-based training in academy rugby league players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(4), 554–561. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2019-0058>
- Oscar. (14 de octubre de 2014). *Repetición Máxima (RM)*. Powerexplosive. <https://powerexplosive.com/repeticion-maxima-rm/>
- Pareja-Blanco, F., Alcazar, J., Cornejo-Daza, P. J., Sánchez-Valdepeñas, J., Rodríguez-Lopez, C., Hidalgo-de Mora, J., Sánchez-Moreno, M., Bachero-Mena, B., Alegre, L. M., & Ortega-Becerra, M. (2020). Effects of velocity loss in the bench press exercise on strength gains, neuromuscular adaptations, and muscle hypertrophy. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 30(11), 2154–2166. <https://doi.org/10.1111/sms.13775>
- Real Federación Española de Halterofilia. (s.f). *Historia*. Consejo Superior de Deporte. <https://www.fedehalter.org/la-halterofilia/historia/>
- Riscart-López, J., Rendeiro-Pinho, G., Mil-Homens, P., Soares-daCosta, R., Loturco, I., Pareja-Blanco, F., & León-Prados, J. A. (2020). Effects of Four Different Velocity-Based Training Programming Models on Strength Gains and Physical Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(3), 596–603. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003934>
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., Hornsby, W. G., & Stone, M. H. (2021). Training for Muscular Strength: Methods for Monitoring and Adjusting Training Intensity. *Sports Medicine*, 51(10), 2051–2066. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01488-9>
- Tibana, R. A., de Farias, D. L., Nascimento, D. C., da Silva-Grigolettob, M. E., & Prestes, J. (2018). Relação da força muscular com o desempenho no levantamento olímpico em praticantes de CrossFit® Palavras-chave:

Treinamento de força Potencia Desempenho. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 11(2), 84–88. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2015.II.005>

Zabaleta, A. (7 de abril de 2020). *Cómo calcular el 1RM a partir de la velocidad*. Vitruve. <https://vitruve.fit/es/blog/como-calculer-el-1rm-a-partir-de-la-velocidad/>

Zaras, N., Stasinaki, A.-N., Spiliopoulou, P., Arnaoutis, G., Hadjicharalambous, M., Terzis, G. (2021). Rate of force development, muscle architecture, and performance in elite weightlifters. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(2), 216–223. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2019-0974>

Zourdos, M. C., Dolan, C., Quiles, J. M., Klemp, A., Jo, E., Loenneke, J. P., Blanco, R., & Whitehurst, M. (2016). Efficacy of daily one-repetition maximum training in well-trained powerlifters and weightlifters: a case series. *Nutricion Hospitalaria*, 33(2), 437–443.

8. Anexos

Anexo I.

CONVENIO DE COLABORACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID Y EL CLUB DE HALTEROFILIA MADRID GYMNASTIC

Reunidos

De una parte, el Comité de Investigación de la Universidad Europea de Madrid, con sede en Villaviciosa de Odón (Madrid) y domicilio en C/Tajo s/n, 28670.

Por otra parte, la directiva del Club Madrid Gymnastic, con sede Rivas-Vaciamadrid (Madrid) y domicilio en C/ del Berbiquí 25.

Todas las partes se reconocen mutuamente la capacidad legal necesaria para esta acta, exponen:

1. Que ambas entidades tienen objetivos e intereses comunes en los campos académicos, científicos y deportivos.
2. Que ambas entidades son centros de enseñanza que persiguen el desarrollo cultural de la sociedad de su entorno mediante la creación y transmisión de conocimientos.
3. Que la Universidad Europea de Madrid es una entidad sin fin lucrativo, entre cuyos objetivos se encuentra la preservación, difusión y fomento de la práctica del deporte en general. Entre sus proyectos más vinculados al área estudiantil por la edad de sus componentes, se encuentra los TFG Y TFM.
4. Que el Club Madrid Gymnastic está interesado en colaborar con la Universidad Europea de Madrid para impulsar proyectos vinculados con el deporte y la investigación universitaria.
5. Que ambas entidades han decidido formalizar el presente convenio de colaboración en actividades de interés general que tiene por objeto la investigación científica y fomentar la halterofilia en la Comunidad de Madrid.

Y al efecto, ambas partes acuerdan la formalización de este convenio de colaboración, de acuerdo con las siguientes cláusulas:

• Primera - Finalidad del acuerdo de colaboración

Colaborar para impulsar proyectos vinculados con el deporte. Contribuir al desarrollo del deporte universitario en todos sus ámbitos. Concienciar a la sociedad y a los deportistas de la importancia de conciliar deporte y estudios.

• Segunda - Establecimiento de la colaboración

Todas las partes se comprometen a desarrollar conjuntamente las líneas de actuación que aparecen reflejadas en este convenio. Ambas entidades se comprometen a difundir, por los medios que consideren oportunos, la colaboración en los proyectos y actividades que aparecen reflejados en el estudio. Ambas entidades reconocerán a la Universidad Europea de Madrid como entidad colaboradora principal del convenio.

• Tercera - Duración

La duración del presente convenio será de dos meses (8 semanas) antes de la primera jornada de la liga madrileña de halterofilia. Las partes se comprometen a cumplir con sus obligaciones para finalizar los proyectos que se encuentren ya iniciados y estén en fase de ejecución en el momento del vencimiento o resolución del convenio.

• Cuarta - Cesión de derechos y obligaciones

Las partes no podrán ceder a terceros, ni total ni parcialmente, los derechos y obligaciones que se deriven del presente acuerdo.

• Quinta - Protección de Datos

En cumplimiento de lo dispuesto en la L.O. 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal y su normativa de desarrollo, informa que los datos personales facilitados durante el desarrollo del presente convenio, serán incorporados a un fichero de datos cuyo titular es la Universidad Europea de Madrid.

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA
– EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

Y en prueba de conformidad del que antecede, ambas partes firman este documento, en el lugar y fecha indicados.

Por el Comité de Investigación de la Universidad Europea de Madrid

_____ a xx de XX en 2022



Por la directiva del Club Madrid Gymnastic



_____ a xx de XX en 2022

ANEXO II.

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN DE UN ENSAYO CLÍNICO DE INVESTIGACIÓN

Título del estudio: ENTRENAMIENTO CLASICO VS CONTEMPORANEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA – EN LA HALTEROFILIA MASCULINA.

Éste documento tiene el objetivo de informarle sobre su participación en un estudio experimental y su implementación. Por favor, lea atentamente el documento y aclare todas sus dudas.

Objetivo del estudio: Le pedimos que participe en el presente ensayo porque usted es Atleta de halterofilia y cumple con todos los requisitos que se necesitan en el presente estudio. El objetivo del presente ensayo es estudiar los efectos de dos métodos de entrenamiento para el desarrollo de la fuerza máxima en la sentadilla. El presente estudio ha sido aprobado por el Comité de Investigación de la Universidad Europea de Madrid.

Detalles del protocolo: Después de la asignación aleatoria a uno de los grupos, usted efectuará una sesión inicial conjunta previa con el resto de los participantes, cuyo propósito será la familiarización con los dispositivos empleados en el protocolo, además de buscar un 1RM de sentadilla delantera y trasera. Se harán mediciones durante el estudio y se recogerán datos que reflejarán los efectos del método empleado. Este tendrá una duración de dos meses (previas de la primera Jornada de liga), correspondientes a la preparación de la primera jornada de las ligas madrileñas de halterofilia. Todas las sesiones se realizarán en las instalaciones del club Madrid Gymnastic los días de entrenamiento los establecerá el entrenador del club. Durante el estudio, los atletas serán informados del grupo al que pertenecen y la intervención que están realizando dentro del estudio.

Riesgos y beneficios adicionales: La aplicación de ambos métodos de intervención han sido descritos en estudios anteriores como seguros para la salud del atleta. En caso de lesión, usted deberá contactar con nosotros al correo electrónico o número de teléfono facilitado.

Compensación y coste en el estudio: La participación en el estudio no supone ninguna compensación económica, ni coste alguno por parte del Club y los atletas. Si ha entendido todas las condiciones del estudio, su procedimiento, las aclaraciones ofrecidas y acepta participar, le pedimos que lo confirme firmando el documento de consentimiento. En caso contrario, firmará en el apartado revocación del estudio.

Yo, D/D^a _____, con DNI: _____ he leído y comprendido la información facilitada acerca del estudio en el que deseo formar parte. Del mismo modo, he sido informado sobre procedimiento a seguir en el protocolo, riesgos y beneficios que este podría conllevar. He tenido la oportunidad de realizar todas las preguntas que he considerado necesarias, obteniendo las respuestas oportunas para cada una de ellas. Por todo ello, declaro que mi participación en este estudio es completamente voluntaria, pudiendo abandonarla en cualquier momento previo aviso a los investigadores. Igualmente, me comprometo a cumplir las condiciones de participación en el estudio, entre las que se incluyen la asistencia a las sesiones de evaluación y de intervención, en dependencia del grupo de asignación. He sido informado del propósito de recogida de mis datos personales, permitiendo el uso de estos para los fines de esta investigación según la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal.

ENTRENAMIENTO CLÁSICO VS CONTEMPORÁNEO EN LA MEJORA DEL 1RM DE SENTADILLA
– EN LA HALTEROFILIA MASCULINA

Yo, Luis Federico Andrade Ruiz con DNI 51017330H he explicado a D/D^a _____ la naturaleza y los propósitos del estudio; le he expuesto los riesgos y beneficios que implica su participación en esta investigación. He respondido a todas sus preguntas siempre que ha sido posible y he preguntado si tiene o no más dudas. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apego a ella.

En _____ a _____ de _____ de 2022.

D/D^a. Tutor legal del participante

_____ D. Luis Federico Andrade Ruiz _____

Sólo en caso de revocación del consentimiento:

Yo, D/D^a _____ con DNI: _____, no doy la autorización para ser partícipe en este estudio, o revoco el consentimiento previo, si los hubiere otorgado.

D/D^a. Tutor legal del participante _____

ANEXO III.

Registro de asistencia y control de atletas.

Mediante un fichero se llevará acabo un registro de asistencia de los atletas, además de llevar el registro y control de asistencia, tiene como objetivo apuntar posibles observaciones que sean relevantes.

SEMANA Nº					FECHA
ATLETA	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	OBERVACIONES
Atleta 1					
Atleta 2					
Atleta 3					
...					