

# TRABAJO FINAL DE GRADO



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

**Diferencias entre la aplicación de dos programas de entrenamiento de 8 semanas (uno predefinido y otro flexible), para la mejora de la fuerza máxima a nivel estructural en población entrenada**

Alumno: Álvaro López-Gay Beltrán

Tutor académico: Manuel Moya Ramón

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Curso académico: 2023 -2024

# ÍNDICE

RESUMEN .....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. MÉTODOS .....	5
2.1 PARTICIPANTES .....	5
2.2 DISEÑO EXPLORATORIO.....	6
2.3 VALORACIONES .....	6
2.3.1 SEMANA DE FAMILIARIZACIÓN .....	6
2.3.2 MEDICIÓN DEL 1RM EN PRESS BANCA .....	7
2.3.3 RPE SESIÓN Y TOMA DE DECISIONES DIARIAS EN EL ENTRENAMIENTO .....	7
2.4 INTERVENCIÓN.....	8
2.5 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO .....	10
3. BIBLIOGRAFÍA .....	10



## RESUMEN

La fuerza fue una cualidad indispensable para el movimiento y, por ello, han surgido multitud de trabajos para explicar sus mecanismos y tipos. Entre las distintas manifestaciones, la fuerza máxima es una de las más populares, y a su vez, dentro de esta, encontramos el desarrollo de la fuerza máxima vía estructural. Además, una de las claves para tener éxito en el entrenamiento de fuerza es la monitorización de la carga. Por ello, el objetivo de este estudio fue comparar las diferencias en las mejoras en la fuerza máxima a través de la vía estructural durante un periodo de entrenamiento de 8 semanas entre dos grupos: uno que siguió un programa de entrenamiento predefinido fijo (grupo predefinido "GP") y otro que siguió un programa de entrenamiento flexible (grupo Day-to-Day "GDTD"). Los participantes del estudio fueron 8 sujetos entrenados, divididos cuatro en cada grupo. Los sujetos pertenecientes al GDTD sufrieron modificaciones en su volumen de entrenamiento (número de series por sesión) según sus valores de índice de monotonía (IM). Para las evaluaciones, se realizaron 3 tomas ("Pre", "Mid" y "Post") para estimar el 1RM en press banca a través de la velocidad de movimiento utilizando un encoder lineal. Los resultados del estudio mostraron que no hubo diferencias significativas entre grupos para el RPE sesión, la carga total, el índice de monotonía y el 1RM en press banca, pero sí hubo diferencias significativas en el número de series realizadas, siendo menor el número de series realizadas por el GDTD. Como conclusión, dado que no se encontraron diferencias significativas en el 1RM en press banca, pero sí en el número de series realizadas, podemos deducir que un programa de entrenamiento flexible puede proporcionar un ahorro de tiempo y volumen en las sesiones de entrenamiento y obtener un rendimiento similar al de un programa con mayor volumen. Sin embargo, debemos tener en cuenta las limitaciones de este estudio, como fueron la muestra reducida, la percepción distinta del RPE y el uso de la desviación típica en el cálculo del IM para futuros estudios.

**Palabras clave:** entrenamiento de fuerza, press banca, 1RM, day-to-day, series.

# 1. INTRODUCCIÓN

En el deporte, el concepto de producción y desarrollo de la fuerza, se entiende como la capacidad que tiene el músculo de producir tensión al activarse, hecho que nos permite vencer una resistencia, ya sea el propio cuerpo o un elemento externo (González Badillo y Corostiaga, 2002).

La fuerza es una cualidad indispensable para el movimiento y las acciones deportivas, por lo que han surgido multitud de investigaciones (Schoenfeld, 2017; Schoenfeld, 2010; Ahtiainen et al., 2016; Goto et al., 2005; Iversen et al., 2021; Schoenfeld et al., 2021; De Salles et al., 2009; Enes et al., 2023; Pedersen et al., 2022; Api et al., 2023; Lasevicius et al., 2018; Baz-Valle et al., 2022; Schoenfeld et al., 2019) para explicar sus mecanismos, sus tipos y métodos de entrenamiento.

De estas investigaciones se deducen los tipos de manifestaciones de la fuerza existentes, siendo las principales: fuerza máxima, potencia y velocidad, fuerza explosiva y fuerza aplicada en el deporte (Balsalobre-Fernández y Jiménez-Reyes, 2014)

En el presente estudio, nos enfocaremos en el desarrollo de la fuerza dinámica máxima, comúnmente conocido como fuerza máxima. Sin embargo, es importante señalar que existe cierta confusión en torno a este concepto, por lo que en este escrito vamos a distinguir entre el "desarrollo" de la fuerza máxima y el "entrenamiento" de fuerza máxima. El "desarrollo" de la fuerza máxima se puede lograr a través de una variedad de ejercicios y un amplio rango de cargas, desde las más ligeras hasta las más pesadas. Por otro lado, cuando hablamos de "entrenamiento" de fuerza máxima, nos referimos a un tipo específico de entrenamiento que utiliza cargas pesadas y solo ciertos ejercicios pueden mejorarla (González Badillo y Corostiaga, 2002).

En esta investigación, nos centraremos en el desarrollo de la fuerza máxima a través de la vía estructural, comúnmente conocido como entrenamiento de hipertrofia. La hipertrofia muscular se refiere al aumento en la sección transversal del músculo, principalmente debido al aumento en el número y tamaño de las miofibrillas, pero no al aumento en el número de fibras musculares (González Badillo y Corostiaga, 2002). Cada músculo esquelético está compuesto por miles de células, denominadas fibras musculares, que a su vez están compuestas por miofibrillas, los orgánulos contráctiles del músculo esquelético (Tortora G. y Derrickson B., 2011). El entrenamiento de hipertrofia modifica tanto el número como el tamaño de estas miofibrillas.

Con el fin de generar un estímulo óptimo para la hipertrofia, se pueden manipular diversas variables, como la masa movilizada, el volumen (número de series por repeticiones), la intensidad relativa, el tiempo bajo tensión (TUT) o el tiempo de descanso entre series, entre otras (Baz-Valle et al., 2022). Por lo tanto, una vez que hemos establecido el contexto de este estudio, procederemos a describir las variables para la planificación de un entrenamiento de hipertrofia adecuado.

La proximidad al fallo muscular, definido como la incapacidad de completar la fase concéntrica del ejercicio, es esencial para generar una respuesta hipertrófica en el sistema; esto es debido al reclutamiento de unidades motoras y la fatiga generada (Baz-Valle et al., 2022). Por lo que, siempre que nos aproximemos al fallo, parece ser que una de las variables más importantes a considerar en el entrenamiento de fuerza es el volumen de entrenamiento, que se expresa mediante el número de series realizadas cerca del fallo, por grupo muscular, a lo largo de una semana (Baz-Valle et al., 2022). Según los resultados del citado estudio, una recomendación

estándar de 12-20 series a la semana sería lo más adecuado, aunque los autores resaltan que estas recomendaciones pueden variar según el grupo muscular trabajado.

Es importante destacar que algunos autores también definen el volumen de entrenamiento en función del número total de repeticiones realizadas. Sin embargo, según la revisión de Schoenfeld et al. (2021), no existe una zona de repeticiones óptima para la hipertrofia, ya que se pueden lograr ganancias de masa muscular en una amplia gama de repeticiones. Ahora bien, desde un punto de vista práctico y temporal, las resistencias moderadas realizadas en rangos de entre 8 y 12 repeticiones; pueden ser más eficientes para la hipertrofia, ya que las resistencias ligeras implican realizar más repeticiones, lo que aumenta el tiempo dedicado al entrenamiento.

La intensidad en el entrenamiento de fuerza se expresa en términos del porcentaje (%) del 1 RM (repetición máxima), es decir, la masa movilizada en kilogramos sobre el total que un sujeto es capaz de movilizar en los ejercicios utilizados en el proceso de entrenamiento. Según Lasevicius et al. (2018), siempre que nos acerquemos al fallo muscular voluntario, las intensidades que van desde el 40% al 80% RM promoverán ganancias de masa muscular similares.

Los cambios en los tiempos de descanso entre series tienen diferentes efectos sobre el entrenamiento de fuerza (De Salles et al., 2009). Si el objetivo es el entrenamiento de fuerza máxima, se recomiendan descansos de 3-5 minutos, ya que son más fiables y seguros. Para la hipertrofia, los descansos más cortos de 30-60 segundos son más efectivos, ya que estimulan una mayor producción de hormona de crecimiento y pueden generar respuestas hipertróficas más pronunciadas (De Salles et al., 2009). Sin embargo, tal y como remarca Iversen et al. (2021), periodos de descansos cortos (30 seg) pueden resultar en una disminución de la producción de fuerza durante múltiples series, disminuyendo el volumen de entrenamiento y, por ende, la hipertrofia. Es por ello, que ellos recomiendan realizar de 1-2 min para sujetos no entrenados y >2 min para sujetos entrenados.

En el contexto del proyecto, la monitorización de la carga y del esfuerzo se postula como un elemento crucial para la adecuada periodización del entrenamiento, permitiendo la detección de signos de fatiga y síntomas de sobreentrenamiento (Singh et al., 2007). Además, en el contexto del entrenamiento de la cualidad de fuerza, cuando la carga de entrenamiento esta autoajustada semana a semana (en base a la progresión individual), las mejoras de fuerza son superiores en comparación con planificaciones prefijadas (Helms et al., 2018)

Una de las herramientas para la monitorización es el "rate of perceived exertion" (RPE), definido como la intensidad del malestar o fatiga percibida en un momento específico (Borg, 1982). El RPE demuestra su valor al ser sensible a diversos factores, incluyendo los tiempos de descanso (Scott et al., 2023), la intensidad (Lagally et al., 2007), y el volumen (Helms et al., 2018). Además, se ha evidenciado su sensibilidad a la fatiga muscular (Zhao et al., 2022) y a la fatiga mental, la cual puede afectar el rendimiento (Alix-Fages et al., 2022). Este aspecto sugiere que el RPE no solo captura la fatiga física, sino también la mental, ofreciendo una ventaja estratégica al posibilitar ajustes precisos en el entrenamiento para maximizar los resultados.

A partir de la escala de esfuerzo percibido, surge el RPE-sesión, desarrollado por Foster et al. (2001). En este enfoque, se le pide al deportista que evalúe globalmente la intensidad de la sesión en una escala del 1 al 10 (CR-10 RPE scale). El RPE-sesión se calcula multiplicando este valor por la duración total de la sesión, generando así un valor numérico en unidades arbitrarias de carga (UAC) (Ryan et al., 2023). Estudios respaldan la utilidad del RPE-sesión al demostrar su sensibilidad ante sesiones de mayor carga (Singh et al., 2007) y su practicidad, ya que es una herramienta fácil de usar y económica (Ryan et al., 2023).

Posteriormente, la consistencia observada por Foster et al. (2001) en el RPE-sesión, ha confirmado su aplicabilidad a diversas modalidades de entrenamiento. Gracias a su representación única que combina intensidad y tiempo, este enfoque facilita un registro detallado a través de un diario de entrenamiento. Además, Foster et al. (2001) señalan que a partir del RPE-sesión, se pueden calcular variables accesorias al entrenamiento, como el índice de monotonía y el índice de tensión, las cuales nos proporcionan información sobre la probabilidad de que se den resultados adversos en el entrenamiento.

Basándonos en lo anterior, en este proyecto se empleará el índice de monotonía (IM) (Foster et al., 2001) para controlar la carga de entrenamiento de los participantes, tomando como referencia el esquema de toma de decisiones propuesto por Javaloyes et al. (2020). No obstante, este esquema de decisiones está diseñado para la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV), donde la carga de entrenamiento se disminuye cuando la rMSSD cae por debajo del límite inferior del SWC (mínimo cambio detectable para realizar ajustes en el entrenamiento). Sin embargo, en este estudio la carga de entrenamiento se bajará cuando el IM rebase el límite superior del SWC. En tal caso, se reducirá el volumen de entrenamiento un 20% (a través número de series por sesión) de los sujetos, con el propósito de desarrollar un programa de entrenamiento adaptado a las condiciones de fatiga individuales.

Por ende, el objetivo de este estudio consiste en comparar las diferencias (si las hubiese) en las mejoras en la fuerza máxima a través de la vía estructural durante un periodo de entrenamiento de 8 semanas entre dos grupos: uno que seguirá un programa de entrenamiento predefinido fijo (grupo Predefinido) y otro que seguirá un programa de entrenamiento flexible en base a los valores diarios individuales del índice de monotonía (grupo Day-to-Day). Durante estas 8 semanas de entrenamiento, las primeras 4 semanas se irá progresando en volumen y las últimas 4 semanas se irá progresando en intensidad.

## 2. MÉTODOS

### 2.1 Participantes

Los participantes de este programa de intervención fueron 8 adultos jóvenes masculinos divididos en dos grupos de cuatro (tabla 1), estudiantes del grado de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

Tabla 1. Descriptivo de las características de los participantes

	Edad		Peso (kg)		Altura (cm)	
	Day-to-Day (n=4)	Predefinido (n=4)	Day-to-Day (n=4)	Predefinido (n=4)	Day-to-Day (n=4)	Predefinido (n=4)
Media $\pm$ SD	24.50 $\pm$ 4.80	21.50 $\pm$ 2.38	75.03 $\pm$ 11.60	76.60 $\pm$ 7.12	176.25 $\pm$ 3.50	178.00 $\pm$ 6.27
Rango	20.00 - 30.00	20.00 - 25.00	64.80 - 91.20	68.90 - 85.20	172.00 - 180.00	171.00 - 186.00

Todos ellos contaban con al menos 1 año de experiencia en el entrenamiento de fuerza y no presentaban ninguna patología que pudiese comprometer los resultados del presente proyecto.

Todos los sujetos fueron informados detalladamente sobre el protocolo que se iba a llevar a cabo antes de firmar el consentimiento informado, cegando el protocolo en cuanto al grupo asignado (Predefinido "GP" o Day-to-Day "GDTD"), para evitar sesgos de percepción.

Antes de comenzar la intervención, el proyecto fue previamente aprobado por la oficina de investigación responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche (código: TFG.GAF.MMR.ALB.231110).

## 2.2 Diseño exploratorio

El protocolo del estudio se extendió a lo largo de 9 semanas. Durante la primera semana, llamada semana de familiarización (SF), se recopilaban los datos iniciales necesarios para calcular el índice de monotonía. Estos datos se obtuvieron mediante el registro del número total de repeticiones y el RPE de cada ejercicio; y su función es, establecer unos niveles basales del índice de monotonía para cada sujeto, y así, poder realizar ajustes (si lo hubiese) desde el inicio de la intervención en la semana 1. Posteriormente, la intervención se dividió en 4 semanas donde el volumen aumentaba progresivamente, manteniendo una intensidad constante y seguidamente, otras 4 semanas en las que la intensidad se incrementaba progresivamente, mientras se mantenía un volumen constante.

Durante la intervención, se realizaron tres mediciones del 1RM; antes de la intervención, a la mitad y al final; y en todas ellas, se utilizó el mismo protocolo de medición, que será descrito al detalle en el siguiente apartado.

Todos los participantes realizaron los mismos ejercicios con la misma frecuencia de entrenamiento (2 veces por semana) y con un volumen e intensidad idénticos, a excepción de los sujetos del grupo Day-to-Day, cuyo volumen de entrenamiento se ajustaba según lo indicado por el índice de monotonía a lo largo de las 8 semanas.

## 2.3 Valoraciones

Todas las evaluaciones se llevaron a cabo en la sala de registro del Centro de Investigación del Deporte de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

### *2.3.1 Semana de familiarización*

Como hemos mencionado previamente, el propósito de la semana de familiarización fue establecer valores basales del índice de monotonía para cada individuo, ya que este valor era único para cada sujeto. Esto nos dio la oportunidad de realizar modificaciones en el volumen de entrenamiento desde el inicio de la semana 1. Durante esta semana, se registraron el número total de repeticiones y el RPE de cada ejercicio. Además, los entrenamientos durante la semana de familiarización fueron idénticos a los de la semana 1, lo que significa que de la semana de familiarización a la semana 1 no hubo progresión en carga.

### 2.3.2 Medición del 1RM en Press Banca

Después de la semana de familiarización, se llevó a cabo la primera medición del 1RM en el ejercicio press banca. Por un lado, antes de comenzar con las mediciones, los participantes realizaron un calentamiento que incluyó movilidad del miembro superior y ejercicios de rotación externa e interna de la articulación glenohumeral con una banda elástica de 2 kg de "Domyos Nyamba" (Francia). Luego, llevaron a cabo series de aproximación de dos a cinco repeticiones cada una, comenzando con un peso de 20 kg (el peso de la barra) e incrementando gradualmente entre 2.5-5 kg con cada serie, hasta alcanzar el 75% de su 1RM estimado.

Por otro lado, para determinar el 1RM, se utilizó el encoder lineal Speed4lift de "Vitruve" (España) y se aplicó el método de puntos múltiples desarrollado por Pérez-Castilla (2019) para calcularlo. Se seleccionaron el 30%, 60% y 85% del 1RM estimado de cada participante para este propósito. Tanto las valoraciones, como todas las sesiones de entrenamiento se realizaron con banco ajustable de "Technogym" (Italia), barra profesional de "technogym" (Italia) y discos urethane de "technogym" (Italia); para así, mantener todas las condiciones lo más estables posibles.

Los participantes realizaron tres series (al 30%, 60% y 85% del 1RM respectivamente) de dos repeticiones cada una a la máxima velocidad posible. Se registró el valor más alto de la velocidad media propulsiva (MPV) obtenida de cada serie utilizando el encoder lineal. Finalmente, tras completar estas series, se analizaron los datos utilizando un gráfico de dispersión y se calculó el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), que indica la relación de dependencia entre la velocidad de movimiento (variable dependiente) y el peso (variable independiente). Se consideró válida la estimación del 1RM cuando el valor de  $R^2$  fue superior o igual a 0.9.

Una vez obtenido un  $R^2 > 0.9$ , para determinar el 1RM se presentó la ecuación del gráfico, se despejó la ecuación y se sustituyó la variable "y" por 0.18, que es la MPV asociada al 1RM en press banca según González-Badillo et al. (2010). De esta manera, se pudo conocer el 1RM de cada participante y monitorear su evolución a lo largo de la intervención.

Destacar que, dado que para la primera evaluación no se conocía el valor real del 1RM, se ajustaron los pesos utilizando el máximo número de repeticiones asociado a distintos porcentajes del 1RM (Nuzzo et al., 2023), basándonos en los datos observados durante la semana de familiarización.

### 2.3.3 RPE sesión y toma de decisiones diarias en el entrenamiento

Para la toma de decisiones se empleó el índice de monotonía. Este valor se calcula dividiendo la carga promedio de entrenamiento entre la desviación típica (Foster et al., 2001). Aunque este modelo fue desarrollado originalmente por Foster et al. (2001), para el entrenamiento de resistencia, para este proyecto se adaptó ya que trata sobre entrenamiento de fuerza (Singh et al., 2007). Para calcularlo, el participante realiza las series prescritas para cada ejercicio y se le pregunta sobre su RPE percibido al finalizar cada ejercicio. Así pues, para calcular la carga de cada ejercicio, medida en unidades arbitrarias de carga (UAC), se multiplican el número de repeticiones totales del ejercicio por el RPE indicado por el sujeto.

A continuación, se calcula la carga promedio de la sesión de entrenamiento (el promedio de carga entre todos los ejercicios) y la desviación típica entre todos los ejercicios. Finalmente, se dividen estos dos últimos valores para así, obtener un valor del índice de monotonía.



Una vez obtenidos los índices de monotonía de cada sujeto, se establecieron los límites del SWC utilizando la fórmula:  $\text{PROMEDIO} \pm (\text{SD} * 0,5)$ . Es decir, la media de los valores del índice de monotonía de una semana y sumando o restando la mitad de la desviación estándar, para calcular los límites superior e inferior, respectivamente.

Con estos datos, se realizaron modificaciones en el entrenamiento para los sujetos del grupo Day-to-Day y para ello, se realizó una adaptación del esquema de toma de decisiones presentado por Javaloyes et al. (2020); siendo el esquema resultante el siguiente (fig. 1):

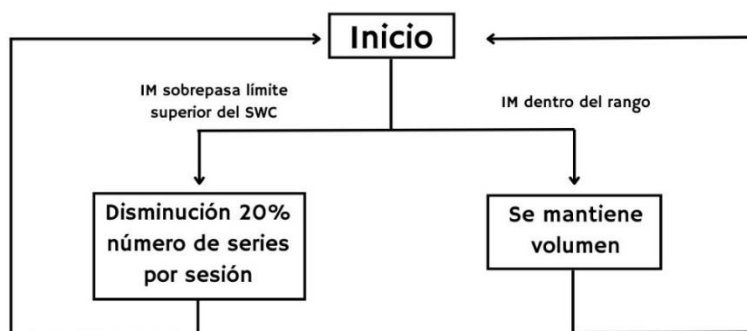


Fig 1. Esquema de toma de decisiones del presente proyecto

Según el esquema superior, cuando un sujeto del grupo Day-to-Day excede el límite superior de su SWC, se reduce el número de series prescritas para esa sesión en un 20%. Por ejemplo, si se le habían asignado 12 series para esa sesión, se reducirán a 10.

Es importante destacar que tanto a los sujetos del grupo Day-to-Day como del grupo Predefinido, se les calcularon los valores del IM. Sin embargo, a los sujetos del grupo Predefinido no se les realizaron modificaciones en el entrenamiento, independientemente de que los valores de IM estuvieran dentro o fuera de rango.

## 2.4 Intervención

Como ya hemos mencionado anteriormente, la intervención consistió en 8 semanas, dónde, durante las primeras 4 semanas se fue progresando en volumen de entrenamiento (número de series por grupo muscular a la semana) progresivamente (Tabla 2) y, durante las 4 últimas semanas, se fue progresando en intensidad a través del método de repeticiones en recámara (RIR) (Helms et al., 2016) (Tabla 3).

Las repeticiones en recámara o RIR es un método para poder medir la intensidad del esfuerzo durante el entrenamiento de fuerza, definiéndose cómo la estimación que hace el deportista acerca de cuantas repeticiones podría hacer más antes de alcanzar el fallo muscular (Steele et al., 2017).

Tabla 2. Descripción del programa de entrenamiento durante la semana de familiarización y las primeras 4 semanas de la intervención (volumen).

SEMANA	SESIÓN 1				SESIÓN 2				Volumen SEMANA Familiarización	
	Ejercicio	Series	Reps	RIR	Ejercicio	Series	Reps	RIR		
SEMANA FAMILIARIZACIÓN 19/02/2024	Press banca	3	8 a 11	2	Press banca	3	8 a 11	2	Pectoral	12
	Press militar	2	8 a 12	1	Press militar	2	8 a 12	1	Tríceps	4
	Press plano mancuernas	3	8 a 12	1	Press plano mancuernas	3	8 a 12	1	Deltoides	4
	Extensión tríceps trasnuca	2	8 a 12	1	JM Press	2	8 a 12	1	Total	20
	Nº series por sesión	10			Nº series por sesión	10				
SEMANA 1 26/02/2024	Press banca	3	8 a 11	2	Press banca	3	8 a 11	2	Pectoral	12
	Press militar	2	8 a 12	1	Press militar	2	8 a 12	1	Tríceps	4
	Press plano mancuernas	3	8 a 12	1	Press plano mancuernas	3	8 a 12	1	Deltoides	4
	Extensión tríceps trasnuca	2	8 a 12	1	JM Press	2	8 a 12	1	Total	20
	Nº series por sesión	10			Nº series por sesión	10				
SEMANA 2 04/03/2024	Press banca	3	8 a 11	2	Press banca	3	8 a 11	2	Pectoral	14
	Press militar	2	8 a 12	1	Press militar	2	8 a 12	1	Tríceps	6
	Press plano mancuernas	4	8 a 12	1	Press plano mancuernas	4	8 a 12	1	Deltoides	4
	Extensión tríceps trasnuca	3	8 a 12	1	JM Press	3	8 a 12	1	Total	24
	Nº series por sesión	12			Nº series por sesión	12				
SEMANA 3 11/03/2024	Press banca	4	8 a 11	2	Press banca	4	8 a 11	2	Pectoral	16
	Press militar	2	8 a 12	1	Press militar	2	8 a 12	1	Tríceps	7
	Press plano mancuernas	4	8 a 12	1	Press plano mancuernas	4	8 a 12	1	Deltoides	4
	Extensión tríceps trasnuca	3	8 a 12	1	JM Press	4	8 a 12	1	Total	27
	Nº series por sesión	13			Nº series por sesión	14				
SEMANA 4 18/03/2024	Press banca	5	8 a 11	2	Press banca	5	8 a 11	2	Pectoral	18
	Press militar	2	8 a 12	1	Press militar	2	8 a 12	1	Tríceps	8
	Press plano mancuernas	4	8 a 12	1	Press plano mancuernas	4	8 a 12	1	Deltoides	4
	Extensión tríceps trasnuca	4	8 a 12	1	JM Press	4	8 a 12	1	Total	30
	Nº series por sesión	15			Nº series por sesión	15				

Tabla 3. Descripción del programa de entrenamiento durante las últimas 4 semanas de la intervención (intensidad).

SEMANA	SESIÓN 1				SESIÓN 2			
	Ejercicio	Series	RIR	INT BP	Ejercicio	Series	RIR	INT BP
SEMANA 5 9/04/2024	Press banca PAUSA	4	3		Press banca	4	3	
	Press militar	2	2	75% 1RM	Press militar	2	2	75% 1RM
	Press mancuernas	3	3	≈ 11 reps	Flexiones	3	3	≈ 11 reps
	Extensión tríceps trasnuca	3	2		JM Press	3	2	
	Nº series sesión	12			Nº series sesión	12		
SEMANA 6 15/04/2024	Press banca PAUSA	4	3		Press banca	4	2	
	Press militar	2	1	75% 1RM	Press militar	2	1	75% 1RM
	Press mancuernas	3	2	≈ 11 reps	Flexiones	3	2	≈ 11 reps
	Extensión tríceps trasnuca	3	1		JM Press	3	1	
	Nº series sesión	12			Nº series sesión	12		
SEMANA 7 22/04/2024	Press banca PAUSA	4	2		Press banca	4	1	
	Press militar	2	0	75% 1RM	Press militar	2	0	75% 1RM
	Press mancuernas	3	1	≈ 11 reps	Flexiones	3	1	≈ 11 reps
	Extensión tríceps trasnuca	3	0		JM Press	3	1	
	Nº series sesión	12			Nº series sesión	12		
SEMANA 8 29/04/2024	Press banca PAUSA	4	1		Press banca	4	1	
	Press militar	2	0	75% 1RM	Press militar	2	0	75% 1RM
	Press mancuernas	3	0	≈ 11 reps	Flexiones	3	0	≈ 11 reps
	Extensión tríceps trasnuca	3	0		JM Press	3	0	
	Nº series sesión	12			Nº series sesión	12		

## 2.5 Tratamiento estadístico

Las variables de estudio se presentan en valores promedio  $\pm$  la desviación estándar. Para comprobar que los datos se ajustaban a la normalidad se utilizó el test de Shapiro-Wilk. En el caso de que alguna variable tuviera una distribución no normal, en su tratamiento posterior se habría utilizado la correspondiente prueba no paramétrica. Una vez comprobado que la distribución de datos era normal, se procedió a realizar una Anova de medidas repetidas, utilizando para las variables dependientes el momento temporal de las mediciones (pre-mid-post) y para la independiente el factor grupo (predefinido-flexible). La significación estadística (p-valor) se asumió con valores inferiores a “.05”. Los datos fueron analizados con el software JASP (versión 0.18.3.0).

## 3. BIBLIOGRAFÍA

- Ahtiainen, J. P., Walker, S., Peltonen, H., Holviala, J., Sillanpää, E., Karavirta, L., Sallinen, J., Mikkola, J., Valkeinen, H., Mero, A., Hulmi, J. J., & Häkkinen, K. (2016). Heterogeneity in resistance training-induced muscle strength and mass responses in men and women of different ages. *Age*, 38(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s11357-015-9870-1>
- Alix-Fages, C., Jiménez-Martínez, P., de Oliveira, D. S., Möck, S., Balsalobre-Fernández, C., & del Vecchio, A. (2023). Mental fatigue impairs physical performance but not the neural drive to the muscle: a preliminary analysis. *European Journal of Applied Physiology*, 123(8), 1671–1684. <https://doi.org/10.1007/s00421-023-05189-1>
- Api, G., Legnani, R. F. dos S., Foschiera, D. B., Clemente, F. M., & Legnani, E. (2023). Influence of Cluster Sets on Mechanical and Perceptual Variables in Adolescent Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph20042810>
- Balsalobre-Fernández, C., & Jiménez-Reyes, P. (2014). *Entrenamiento de Fuerza Nuevas Perspectivas Metodológicas*.
- Baz-Valle, E., Balsalobre-Fernández, C., Alix-Fages, C., & Santos-Concejero, J. (2022). A Systematic Review of The Effects of Different Resistance Training Volumes on Muscle Hypertrophy. *Journal of Human Kinetics*, 81(1), 199–210. <https://doi.org/10.2478/hukin-2022-0017>
- Borg G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and science in sports and exercise*, 14(5), 377–381.
- Chae, S., Hill, D. W., Bailey, C. A., Moses, S. A., McMullen, S. M., & Vingren, J. L. (2023). Acute Physiological and Perceptual Responses to Rest Redistribution With Heavier Loads in Resistance-Trained Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(5), 994–1000. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004366>
- De Salles, B. F., Simão, R., Miranda, F., da Silva Novaes, J., Lemos, A., & Willardson, J. M. (2009). Rest interval between sets in strength training. *Sports Medicine*, 39(9), 766–777. <https://doi.org/10.2165/11315230-000000000-00000>
- Enes, A., Oneda, G., Leonel, D. F., Ramos, R. A., Kvas-Cabral, V. C., Bernardo, M. F., Escalante, G., & Souza-Junior, T. P. (2023). Drop-Set Resistance Training versus Pyramidal and Traditional Sets Elicits Greater Psychophysiological Responses in Men. *Perceptual and Motor Skills*, 130(4), 1624–1643. <https://doi.org/10.1177/00315125231176729>
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A New Approach to Monitoring Exercise Training. In *Journal of Strength and Conditioning Research* (Vol. 15, Issue 1).

- Ghobadi, H., Attarzadeh Hosseini, S. R., Rashidlamir, A., & Mohammad Rahimi, G. R. (2024). Anabolic myokine responses and muscular performance following 8 weeks of autoregulated compared to linear resistance exercise in recreationally active males. *Hormones*. <https://doi.org/10.1007/s42000-024-00544-z>
- González-Badillo, J. J., & Ayestarán, E. G. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza* (2.ª ed.). INDE
- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 31(5), 347–352. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>
- Goto, K., Ishii, N., Kizuka, T., & Takamatsu, K. (2005). The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(6), 955–963. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000170470.98084.39>
- Helms, E. R., Cronin, J., Storey, A., & Zourdos, M. C. (2016). *Evidence-Based Personal Training The Evidence-Based Personal Training column provides practical application of research topics specific to enhancing results for personal trainers. Application of the Repetitions in Reserve-Based Rating of Perceived Exertion Scale for Resistance Training*. <http://links.lww.com/SCJ/A185>
- Helms, E. R., Cross, M. R., Brown, S. R., Storey, A., Cronin, J., & Zourdos, M. C. (2018). Rating of perceived exertion as a method of volume autoregulation within a periodized program. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(6), 1627–1636. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002032>
- Iversen, V. M., Norum, M., Schoenfeld, B. J., & Fimland, M. S. (2021). No Time to Lift? Designing Time-Efficient Training Programs for Strength and Hypertrophy: A Narrative Review. *Sports Medicine*, 51(10), 2079–2095. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01490-1>
- Javaloyes, A., Sarabia, J. M., Lamberts, R. P., Plews, D., & Moya-Ramon, M. (2019). *Training Prescription Guided by Heart Rate Variability Vs. Block Periodization in Well-Trained Cyclists*. [www.nsc.com](http://www.nsc.com)
- Lagally, K. M., & Amorose, A. J. (2007). The validity of using prior ratings of perceived exertion to regulate resistance exercise intensity. *Perceptual and Motor Skills*, 104(2), 534–542. <https://doi.org/10.2466/PMS.104.2.534-542>
- Lasevicius, T., Ugrinowitsch, C., Schoenfeld, B. J., Roschel, H., Tavares, L. D., de Souza, E. O., Laurentino, G., & Tricoli, V. (2018). Effects of different intensities of resistance training with equated volume load on muscle strength and hypertrophy. *European Journal of Sport Science*, 18(6), 772–780. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1450898>
- Loturco, I., Kopal, R., Moraes, J. E., Kitamura, K., Cal Abad, C. C., Pereira, L. A., & Nakamura, F. Y. (2017). Predicting the Maximum Dynamic Strength in Bench Press: The High Precision of the Bar Velocity Approach. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 1127–1131. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001670>
- Mann, J. B., Thyfault, J. P., Ivey, P. A., & Sayers, S. P. (2010). *THE EFFECT OF AUTOREGULATORY PROGRESSIVE RESISTANCE EXERCISE VS. LINEAR PERIODIZATION ON STRENGTH IMPROVEMENT IN COLLEGE ATHLETES*. [www.nsc-jscr.org](http://www.nsc-jscr.org)
- Nuzzo, J. L., Pinto, M. D., Nosaka, K., & Steele, J. (2023). Maximal Number of Repetitions at Percentages of the One Repetition Maximum: A Meta-Regression and Moderator Analysis of Sex, Age, Training Status, and Exercise. In *Sports Medicine*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01937-7>
- Pedersen, H., Saeterbakken, A. H., Fimland, M. S., Iversen, V. M., Schoenfeld, B. J., Stien, N., & Andersen, V. (2022). Effects of one long vs. two short resistance training sessions on training volume and affective responses in resistance-trained women. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2022.1010596>
- Pérez-Castilla, A., Suzovic, D., Domanovic, A., Fernandes, J. F. T., Garcí'a, A., & Garcí'a-Ramos, G. (2019). *VALIDITY OF DIFFERENT VELOCITY-BASED METHODS AND REPETITIONS-*

TO-FAILURE EQUATIONS FOR PREDICTING THE 1 REPETITION MAXIMUM DURING 2 UPPER-BODY PULLING EXERCISES. [www.nasca.com](http://www.nasca.com)

- Ryan, G. A., Bunn, J. A., & Eisenman, M. L. (2023). How Accurate Are Coaches in Predicting Perceived Exertion of Their Athletes? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(3), 684–687. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004290>
- Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2857–2872. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e840f3>
- Schoenfeld, B. J., Contreras, B., Krieger, J., Grgic, J., Delcastillo, K., Belliard, R., & Alto, A. (2019). Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(1), 94–103. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001764>
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Strength and hypertrophy adaptations between low- vs. High-load resistance training: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(12), 3508–3523. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002200>
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., van Every, D. W., & Plotkin, D. L. (2021). Loading Recommendations for Muscle Strength, Hypertrophy, and Local Endurance: A Re-Examination of the Repetition Continuum. *Sports*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/sports9020032>
- Scott, B. R., Marston, K. J., Teo, S. Y. M., Forrest, M. R. L., Jonson, A., Walden, T. P., Galna, B., & Peiffer, J. J. (2023a). The intensity of a resistance exercise session can be quantified by the work rate of exercise. *PLoS One*, 18(10), e0291857. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0291857>
- Scott, B. R., Marston, K. J., Teo, S. Y. M., Forrest, M. R. L., Jonson, A., Walden, T. P., Galna, B., & Peiffer, J. J. (2023b). The intensity of a resistance exercise session can be quantified by the work rate of exercise. *PLoS One*, 18(10), e0291857. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0291857>
- Singh, F., Foster, C., Tod, D., & McGuigan, M. R. (2007). Monitoring different types of resistance training using session rating of perceived exertion. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(1), 34–45. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2.1.34>
- Steele, J., Endres, A., Fisher, J., Gentil, P., & Giessing, J. (2017). Ability to predict repetitions to momentary failure is not perfectly accurate, though improves with resistance training experience. *PeerJ*, 2017(11). <https://doi.org/10.7717/peerj.4105>
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2013). *Principios de anatomía y fisiología / Principles of Anatomy and Physiology* (13.<sup>a</sup> ed.). Editorial medica Panamericana
- Zhao, H., Nishioka, T., & Okada, J. (2022). Validity of using perceived exertion to assess muscle fatigue during resistance exercises. *PeerJ*, 10, e13019. <https://doi.org/10.7717/peerj.13019>
- Zhao, H., Seo, D., & Okada, J. (2023). Validity of using perceived exertion to assess muscle fatigue during back squat exercise. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00620-8>