

EFFECTO DE LA VARIABILIDAD DE LA CARGA EN EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA

MÁSTER EN RENDIMIENTO DEPORTIVO Y SALUD

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE



Curso académico: 2023-2024

Alumno: Francesc Martínez Morell

Tutor académico: Rafael Sabido Solana

ÍNDICE

Introducción.....	Página 3
Método.....	Página 4
Participantes.....	Página 4
Diseño del estudio.....	Página 5
Programas de entrenamiento.....	Página 5
Procedimientos de evaluación.....	Página 6
Análisis estadístico.....	Página 7
Bibliografía.....	Página 8



INTRODUCCIÓN

La capacidad de generar fuerza se ha consolidado como uno de los pilares fundamentales sobre los cuales podemos trabajar para mejorar la calidad de vida en la población general. Mantener una adecuada fuerza muscular, sobre todo en personas mayores, contribuye significativamente a la funcionalidad física diaria, facilitando tareas como levantarse de una silla, subir escaleras o cargar objetos pesados con mayor facilidad y seguridad (Fragala et al., 2019; Hunter et al., 2004). Asimismo, la práctica regular de ejercicios de fuerza ha demostrado ser beneficiosa en la prevención y gestión de diversas enfermedades crónicas, como la diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares y enfermedades metabólicas (Dunstan et al., 2002; Kraemer et al., 2002; Lopez et al., 2022). Por otra parte, la fuerza muscular juega un papel crucial en la prevención de lesiones y el mantenimiento de la salud ósea (Fleck & Falkel, 1986; Kraemer et al., 2022). Un programa de entrenamiento de fuerza regular puede ayudar a fortalecer los huesos, reducir el riesgo de osteoporosis y disminuir la probabilidad de caídas y fracturas en personas mayores (Kraemer et al., 2002; Watson et al., 2018).

La fuerza muscular también desempeña un papel crucial en el desarrollo de habilidades específicas para diversas disciplinas deportivas. Para atletas de numerosas disciplinas, la capacidad de generar fuerza es esencial para alcanzar un alto nivel competitivo, mejorar el rendimiento y prevenir lesiones (Negra et al., 2020; Suchomel et al., 2016).

Para obtener un resultado concreto mediante el entrenamiento, se pueden manipular las variables que lo condicionan. Entre estas, se incluyen la intensidad, el volumen, la selección de ejercicios y el orden, la velocidad de ejecución, los periodos de descanso y, por último, la frecuencia (Bird et al., 2005). La fuerza puede manifestarse de diferentes maneras según los objetivos del entrenamiento (Schoenfeld et al., 2021). La fuerza máxima (la mayor cantidad de fuerza que un músculo o grupo muscular puede generar en una única contracción) se desarrolla utilizando cargas superiores al 85% del RM, lo que permite una mejora en actividades como lanzamientos, aceleraciones y saltos (Peterson et al., 2004). La hipertrofia muscular, enfocada en aumentar el tamaño del músculo, se logra principalmente con cargas del 70% al 85% del RM y es especialmente relevante en deportes como el levantamiento de pesas y el rugby (Bernárdez-Vázquez et al., 2022; Till et al., 2017). La potencia, que se define como la capacidad muscular de generar fuerza en el menor tiempo posible, se entrena con cargas entre el 30% y el 70% del RM y pocas repeticiones, siendo vital para disciplinas como el salto, el sprint y los deportes de combate (Loturco et al., 2020). Por último, la fuerza resistencia se trabaja con cargas medias a bajas (<60%) y más de 15 repeticiones, mejorando la capacidad de mantener el esfuerzo durante periodos prolongados, lo cual es esencial en deportes como el ciclismo, la carrera de fondo y el triatlón (Campos et al., 2002).

Asimismo, en el contexto deportivo, la capacidad para cambiar rápidamente entre habilidades o llevar a cabo varias de ellas de manera simultánea con un alto nivel de ejecución, está relacionada con el dominio de las mismas (*skill*) (Hossner & Zahno, 2022; Till et al., 2017). En este sentido, la variabilidad motora, tradicionalmente entendida como la incapacidad del organismo para lograr una ejecución consistente, podría ser entendida como la variación del gesto de manera intencionada para producir adaptaciones y, por tanto, cobrar relevancia al combinar de manera óptima estos gestos deportivos (Caballero et al., 2017; Herzfeld & Shadmehr, 2014). Por este motivo, la variabilidad se ha propuesto como una estrategia en la práctica para promover el aprendizaje motor (Dhawale et al., 2017). Este aprendizaje se produce cuando la dificultad que implica una tarea para el practicante es ligeramente superior a su nivel de habilidad actual (Moreno & Ordoño, 2015). Por lo tanto, la variabilidad deberá adaptarse al nivel de destreza motora del sujeto y darse en contextos representativos; es decir, aquellos que sean útiles para la práctica deportiva (Czyż & Coker, 2023). Además, permitir que el sujeto explore un mayor número de soluciones para identificar patrones comunes y diferencias entre habilidades podría ayudar a desarrollar un comportamiento adaptativo (Hossner & Zahno, 2022). Otro de los beneficios del uso de la variabilidad es contrarrestar la alostasis, es decir, mantener el sistema alerta impidiendo su acomodación (De Souza Bezerra et al., 2018; Moreno & Ordoño, 2015). Este efecto podría ser especialmente relevante en deportes donde las situaciones se dan de forma no lineal mediante tareas abiertas (Gabbett et al., 2018; Wang, 2016).

En el contexto del entrenamiento de fuerza, la variabilidad desempeña un papel fundamental en la mejora continua del rendimiento. Se refiere a la capacidad de introducir cambios y diversidad en los estímulos de entrenamiento a lo largo del tiempo. Esta práctica permite al cuerpo adaptarse de manera más efectiva, evitando así posibles estancamientos en el progreso y fomentando un desarrollo más completo de la fuerza y la resistencia muscular. Dentro de este marco, existen diversas estrategias que pueden ser empleadas para implementar y gestionar la variabilidad en los programas de entrenamiento.

Basándonos en la clasificación de Raviv et al. (2022), en los entrenamientos de fuerza convencionales, la variabilidad se puede implementar mediante diversas estrategias tales como la cantidad (*'numerosity'*), la heterogeneidad y la planificación (*'scheduling'*). La cantidad hace referencia al número de variaciones efectuadas y puede darse entre repeticiones o en diferentes series (Czyż & Coker, 2023). Un ejemplo de variabilidad en cantidad sería hacer distintos ejercicios para un mismo grupo muscular (sentadilla y extensión de cuádriceps) o un mismo ejercicio a diferentes velocidades. La heterogeneidad, por otro lado, se da en el grado en que las variantes de un mismo ejercicio difieren entre sí. Siguiendo con el ejemplo anterior, para trabajar el cuádriceps, podríamos utilizar dos variantes de sentadilla o una sentadilla y una extensión de cuádriceps. Aunque la cantidad se mantiene igual (2 ejercicios), el segundo caso es más heterogéneo. Por otra parte, la planificación, también denominada *spacing*, está relacionada con la variedad en el orden de las diferentes variantes. Esta estrategia se emplea principalmente al planificar la secuencia de los diferentes estímulos de entrenamiento.

Un caso extremo de introducción de variabilidad mediante el *scheduling* sería planificar un entrenamiento en el que cada repetición de una serie se realice con una carga diferente. Hasta donde tenemos conocimiento, este enfoque, conocido como variabilidad intraserie en la carga, solo ha sido objeto de estudio en un artículo realizado por Hernández-Davó & Sabido (2023). Este tipo de enfoques demuestran cómo la variabilidad en la carga puede modular el diseño de la periodización del entrenamiento, influyendo así en las adaptaciones y el rendimiento deportivo. En relación con los beneficios de esta práctica, se ha observado que una mayor variabilidad en el entrenamiento puede tener un impacto positivo en las adaptaciones hormonales y, en relación con esto, algunas investigaciones donde se comparaban periodizaciones, una mayor variabilidad conducía a un aumento significativo en las ganancias de fuerza (Fischetti et al., 2020; Prestes et al., 2009). Además, en deportes donde el periodo competitivo es variable, mantener siempre al atleta en condiciones óptimas para expresar potencia (*fitness*) es importante para su rendimiento (Davis et al., 2022; Krasilshchikov, 2010; Silva, 2022).

Dado el limitado número de investigaciones sobre este tema y la potencial relevancia de sus beneficios, el objetivo de este estudio es examinar el impacto de la variabilidad de la carga intraserie en el rendimiento deportivo y comprender cómo esta puede influir en la mejora de la fuerza, con el fin de proporcionar una base empírica para optimizar los programas de entrenamiento y promover el rendimiento óptimo en diversas poblaciones y contextos deportivos. Se hipotetiza que, según el principio de especificidad, el grupo por bloques mejorará el rendimiento en aquellas manifestaciones de la fuerza que se estén trabajando y el grupo de variabilidad presentará mejoras en todas las variables de manera simultánea.

MÉTODO

Participantes

Diez hombres (edad = 23.9 ± 4.3 años; masa corporal = 78.3 ± 12.1 kg; estatura = 1.75 ± 6.9 m, RM = 130.8 ± 24.0 kg, RM/BW = 1.7 ± 0.3) sin lesiones recientes, con más un año de experiencia en entrenamiento de fuerza y con al menos una ratio de 1.5 RM/BW en el ejercicio de sentadilla se ofrecieron voluntariamente para participar en este estudio. Este estudio fue aprobado por el comité de ética de la Universidad Miguel Hernández (TFM.MRD.RSS.FMM.240308) y llevado a cabo de acuerdo con la Declaración de Helsinki. Antes de realizar el estudio, los participantes leyeron y firmaron un consentimiento informado. Se les pidió a los participantes que mantuvieran su estilo de vida normal. La ingesta de cafeína no estaba permitida en las 3

horas previas a las mediciones. Por otra parte, durante el estudio, no se les permitió a los participantes realizar entrenamientos de tren inferior a parte de los propios del estudio. Para evitar variabilidad experimental, los participantes asistieron en el mismo horario durante todos los entrenamientos y mediciones.

*RM=repetición máxima; BW=peso corporal

Diseño del estudio

Se llevó a cabo un estudio con un diseño paralelo de dos grupos, aleatorizado y longitudinal, para investigar el efecto de dos enfoques diferentes de periodización del entrenamiento en el rendimiento físico de los participantes. Los participantes fueron asignados a uno de los dos grupos de tratamiento utilizando un proceso de aleatorización estratificada. Esta asignación se llevó a cabo considerando los niveles previos individuales de RM en el ejercicio de sentadilla en multipower. Además, para garantizar una distribución equilibrada, los participantes fueron divididos en subgrupos según su preferencia de entrenamiento por la mañana o por la tarde. Este enfoque permitió una distribución homogénea de los participantes en términos de niveles de RM y momentos del día de entrenamiento, minimizando así posibles sesgos y asegurando la comparabilidad entre los grupos de tratamiento.

Programas de entrenamiento

Durante la intervención, los participantes completaron un total de 16 sesiones de entrenamiento, distribuidas a lo largo de 8 semanas, con una frecuencia de 2 sesiones por semana. En ambos grupos, todas las sesiones comenzaban con un calentamiento compuesto por 3 minutos de bicicleta estática, 3 series de 20 segundos de plancha frontal, seguidos de 10 sentadillas con el peso corporal, 20 aducciones y abducciones de cadera con cada pierna, 3 saltos con contramovimiento (CMJ) y 2 esprints de 20 metros, ambos realizados a una intensidad submáxima. Como parte final del calentamiento, se realizó una serie de 4 repeticiones de sentadilla en máquina multipower con el 40% del RM. Durante la parte principal de la sesión, en el ejercicio de sentadilla en multipower, el grupo que siguió la periodización por bloques (baja variabilidad de la carga) realizó 4 períodos de 2 semanas cada uno, siguiendo el siguiente orden: hipertrofia, fuerza, potencia y peso corporal. Mientras tanto, en el otro grupo, se implementó una periodización con variabilidad de la carga intraserie a lo largo de las 8 semanas del estudio. Entre ambas sesiones, la única variable en la que había diferencias fue en la periodización de estas cargas; el resto de variables tales como el tipo de ejercicio, el volumen, la intensidad y el tiempo de descanso se igualaron. La sentadilla se realizó con una profundidad en la cual la parte superior del pliegue de la cadera quedara por debajo de la parte superior de la rodilla (ligeramente por debajo de la paralela). Para estandarizarla en cada participante, se utilizaron los soportes de seguridad de la multipower y se les pidió a los participantes que se bajaran hasta justo antes de tocar el soporte.

Las sesiones del grupo que entrenó mediante periodización por bloques tenían la siguiente estructura: las primeras dos semanas, en el bloque de hipertrofia, se realizaron 5 series de 8 repeticiones de sentadilla por sesión con el 70% del RM. Las dos siguientes, en el bloque de fuerza, se hicieron 5 series de 4 repeticiones con el 85%. La quinta y la sexta semana, en el bloque de potencia, se mantuvieron tanto las series como las repeticiones, pero el porcentaje utilizado fue del 40%. Las dos últimas semanas del bloque se realizó el siguiente protocolo: 5 series de 8 repeticiones con el peso corporal. En todos los bloques, entre series, el tiempo de descanso fue de 3 minutos.

Tabla 1. Bloques y series x repeticiones x %RM.

BLOQUE 1 (HIPERTROFIA)	BLOQUE 2 (FUERZA)	BLOQUE 3 (POTENCIA)	BLOQUE 4 (PESO CORPORAL)
4 x 8 x 70% RM	4 x 4 x 85% RM	4 x 4 x 40% RM	4 x 8 x BW

En las sesiones del grupo que entreno mediante variabilidad de la carga intraserie, las 16 sesiones constaban de 5 series de 6 repeticiones con 3 minutos de descanso entre cada serie. En cada serie, se realizaban 2 repeticiones con el 70% del RM, 1 repetición con el 85% del RM, 1 repetición con el 40% del RM y 2 repeticiones con el peso corporal. El orden de estas repeticiones fue aleatorizado, pero se mantuvo durante

las 5 series de la misma sesión. Los participantes conocían las cargas antes de realizar las series. Para realizar la variación de la carga, se utilizó una multipower. En cada serie, dos personas estaban ubicadas a los lados para cambiar la carga entre repeticiones. Para realizar las repeticiones con el peso corporal, se salía de la multipower, se realizaba el salto y posteriormente se volvía a entrar a la multipower para continuar con la serie. Con el fin de mantener la validez ecológica, se aseguró que cada serie, teniendo en cuenta los cambios de carga, durara menos de 1 minuto. El orden de los % RM utilizados para cada repetición de las 5 series en función del número de sesión se adjunta en la siguiente tabla:

Tabla 2. Numero de sesión y orden de las cargas.

Nº Sesión	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5	Repetición 6
1	70 %	0 %	85 %	0 %	40 %	70 %
2	40 %	0 %	70 %	0 %	70 %	85 %
3	70 %	40 %	70 %	0 %	85 %	0 %
4	0 %	85 %	0 %	70 %	70 %	40 %
5	40 %	70 %	70 %	0 %	85 %	0 %
6	70 %	85 %	0 %	0 %	40 %	70 %
7	85 %	40 %	70 %	0 %	70 %	0 %
8	70 %	85 %	0 %	40 %	70 %	0 %
9	0 %	85 %	0 %	70 %	70 %	40 %
10	0 %	70 %	40 %	85 %	0 %	70 %
11	70 %	0 %	70 %	85 %	0 %	40 %
12	0 %	0 %	70 %	40 %	70 %	85 %
13	85 %	40 %	70 %	0 %	0 %	70 %
14	40 %	85 %	70 %	70 %	0 %	0 %
15	70 %	40 %	0 %	85 %	70 %	0 %
16	0 %	85 %	0 %	40 %	70 %	70 %

Para complementar el entrenamiento de tren inferior, después del ejercicio de sentadilla, ambos grupos realizaron 5 series de 6 repeticiones de peso muerto rumano con 2 minutos de descanso entre series. Estas fueron precedidas con una serie de calentamiento con el 50% del peso que se utilizaría en las series principales. Para este ejercicio, se calculó el 70% del RM estimado. Este porcentaje se determinó utilizando una base de datos que contenía una gran cantidad de levantamientos, donde el 1RM en peso muerto rumano en comparación con la sentadilla era del 94% del peso ("Strength Standards," 2007.). Al igual que con la sentadilla, este porcentaje se actualizó cada dos semanas en base al nuevo RM.

Procedimientos de evaluación

Para evaluar la respuesta de los participantes a ambos entrenamientos, se realizaron 5 test durante el desarrollo del estudio. Estas mediciones constaban de 3 pruebas: CMJ, Sprint y test de RM. Antes de comenzar el entrenamiento, una semana antes, se realizó un pretest para conocer los valores iniciales de los participantes. También, durante el desarrollo de los entrenamientos, se realizaron mediciones cada dos semanas antes de iniciar el entrenamiento del primer día de esa semana. Estas mediciones nos permitieron actualizar las cargas cada dos semanas para así cumplir con los porcentajes del RM establecidos. Por último, al terminar los entrenamientos, la semana siguiente se hizo una última medición. Cada medición iba precedida por el calentamiento detallado anteriormente.

- Test de salto CMJ. Los participantes realizaron tres saltos con 15 segundos de descanso entre intentos. Para llevar a cabo el análisis estadístico, se seleccionó el salto de mayor altura. Antes de cada intento, se les indicaba que debían intentar saltar lo más alto posible y mantener las manos en la cintura durante todo el movimiento. Además, se les pidió que realizaran un contramovimiento y cayeran con las piernas y los pies en extensión para que el movimiento fuera considerado válido; la profundidad del contramovimiento fue autoseleccionada por el participante. Para evitar los efectos del calzado, se les solicitó a los participantes que realizaran el salto descalzos. Estas mediciones se llevaron a cabo utilizando la plataforma de contacto y el software de Chronojump (Chronojump Boscossystems, Barcelona, España).
- Test de Sprint. Los participantes realizaron dos sprints de 20 metros desde una posición de parado. Para medir los tiempos del sprint, se utilizó un sistema de fotocélulas (DSD Lasersystem, DSD S.L., León, España), colocadas a los 0 m, 5 m y 20 m. De los dos intentos realizados, se seleccionó el que tuvo el menor tiempo en los 20 metros para el análisis estadístico. Los participantes comenzaban con una pierna adelantada y tenían libertad para decidir el momento de la salida. Se les instruyó a los participantes que no frenaran hasta haber terminado los 20 metros y que realizaran cada intento con la máxima velocidad posible. Entre intentos había un descanso de 2 minutos.
- Test de 1RM. Para medir el RM de los participantes, se utilizó una multipower marca Technogym. Se realizaron cuatro intentos de dos repeticiones cada uno con el 20, 40, 60 y 80% de su RM percibido en conjunto con el RM estimado según la velocidad de las repeticiones. Las cargas fueron aplicadas de forma incremental. Entre cada intento, el tiempo de descanso fue de 3 minutos. La profundidad requerida para cada participante se midió como se ha explicado anteriormente en el programa de entrenamiento. Se les pidió a los participantes que hicieran la fase concéntrica lo más explosiva que pudieran durante todos los intentos, pero sin despegar los pies completamente del suelo. A continuación, se realizó una repetición con el 90% del RM autopercibido. Seguidamente, se puso una carga 95% del RM y posteriormente, se realizaron incrementos de carga de entre 2.5 y 5 kg en consenso con el participante hasta que no se pueda completar la repetición con dicha carga. Se permitió un máximo de 3 intentos de 1RM con al menos 3 minutos de descanso entre intentos y con la profundidad ya determinada anteriormente.
- Test RPE. Por último, a los 30 minutos de terminar cada sesión de entrenamiento, los participantes anotaron mediante un cuestionario en su teléfono móvil cual fue el RPE de la sesión realizada. Los valores iban de 0 a 10 siendo 0 ningún esfuerzo y siendo 10 un esfuerzo extremadamente alto.

Análisis estadístico

Se utilizó SPSS (V. 25, IBM Statistics, Nueva York, EE. UU.) para analizar los datos obtenidos. En primer lugar, se aplicó una prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov a los datos obtenidos. Posteriormente, se realizó una prueba ANOVA 2x5 para determinar si existían diferencias significativas entre las 5 mediciones realizadas.

BIBLIOGRAFIA

- Bernárdez-Vázquez, R., Raya-González, J., Castillo, D., & Beato, M. (2022). Resistance Training Variables for Optimization of Muscle Hypertrophy: An Umbrella Review. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.949021>
- Bird, S. P., Tarpenning, K. M., & Marino, F. E. (2005). Designing Resistance Training Programmes to Enhance Muscular Fitness A Review of the Acute Programme Variables. In *Sports Med* (Vol. 35, Issue 10).
- Sánchez, C.C.; Moreno, F.J.; Vaíllo, R.R.; Romero, A.R.; Coves, Á.; Murillo, D.B. The role of motor variability in motor control and learning depends on the nature of the task and the individual's capabilities. *Eur. J. Hum. Mov.* 2017, 38, 12–26.
- Campos, G., Luecke, T., Wendeln, H., Toma, K., Hagerman, F., Murray, T., Ragg, K., Ratamess, N., Kraemer, W., & Staron, R. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *European Journal of Applied Physiology*, 88(1–2), 50–60. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0681-6>
- Davis, J. K., Oikawa, S. Y., Halson, S., Stephens, J., O'Riordan, S., Luhrs, K., Sopena, B., & Baker, L. B. (2022). In-Season Nutrition Strategies and Recovery Modalities to Enhance Recovery for Basketball Players: A Narrative Review. In *Sports Medicine* (Vol. 52, Issue 5, pp. 971–993). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01606-7>
- De Souza Bezerra, E., Da Rosa Orssatto, L. B., De Moura, B. M., Willardson, J. M., Simão, R., & Moro, A. R. P. (2018). Mixed Session Periodization as a New Approach for Strength, Power, Functional Performance, and Body Composition Enhancement in Aging Adults. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 32(10), 2795-2806. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002752>
- Dhawale, A. K., Smith, M. A., & Olveczky, B. P. (2017). *The Role of Variability in Motor Learning*. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-072116>
- Dunstan, D. W., Daly, R. M., Owen, N., Jolley, D., de Courten, M., Shaw, J., & Zimmet, P. (2002). High-Intensity Resistance Training Improves Glycemic Control in Older Patients With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 25(10), 1729–1736. <https://doi.org/10.2337/diacare.25.10.1729>
- Fischetti, F., Cataldi, S., Bonavolontà, V., Francavilla, V. C., Panessa, P., & Messina, G. (2020). Hypertrophic adaptations of lower limb muscles in response to three different resistance training regimens. *Acta Medica Mediterranea*, 36(5), 3235–3241. https://doi.org/10.19193/0393-6384_2020_5_499
- Fleck, S. J., & Falkel, J. E. (1986). Value of Resistance Training for the Reduction of Sports Injuries. *Sports Medicine*, 3(1), 61–68. <https://doi.org/10.2165/00007256-198603010-00006>
- Fragala, M. S., Cadore, E. L., Dorgo, S., Izquierdo, M., Kraemer, W. J., Peterson, M. D., & Ryan, E. D. (2019). Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(8), 2019–2052. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003230>
- Gabbett, T. J., Sheppard, J. M., Pritchard-Peschek, K. R., Leveritt, M. D., & Aldred, M. J. (2008). Influence of Closed Skill and Open Skill Warm-ups on the Performance of Speed, Change of Direction Speed, Vertical Jump, and Reactive Agility in Team Sport Athletes. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 22(5), 1413-1415. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181739ecd>

- Hernández-Davó, J. L., & Sabido, R. (2023). The Effect of Three Different Resistance Training Programming Approaches on Strength Gains and Jumping Performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 94(1), 180–185. <https://doi.org/10.1080/02701367.2021.1950903>
- Herzfeld, D. J., & Shadmehr, R. (2014). Motor variability is not noise, but grist for the learning mill. *Nature Neuroscience*, 17(2), 149–150. <https://doi.org/10.1038/nn.3633>
- Hossner, E. J., & Zahno, S. (2022). Beyond task-space exploration: On the role of variance for motor control and learning. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.935273>
- Hunter, G. R., McCarthy, J. P., & Bamman, M. M. (2004). Effects of Resistance Training on Older Adults. In *Sports Med* (Vol. 34, Issue 5).
- Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., & French, D. N. (2002). Resistance Training for Health and Performance. In *Current Sports Medicine Reports* (Vol. 1).
- Krasilshchikov, O. (2010). Application of periodisation in various sports. *British Journal of Sports Medicine*, 44(Suppl_1), i47–i47. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.078725.155>
- Lopez, P., Taaffe, D. R., Galvão, D. A., Newton, R. U., Nonemacher, E. R., Wendt, V. M., Bassanesi, R. N., Turella, D. J. P., & Rech, A. (2022). Resistance training effectiveness on body composition and body weight outcomes in individuals with overweight and obesity across the lifespan: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews : An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 23(5). <https://doi.org/10.1111/OBR.13428>
- Loturco, I., Pereira, L. A., Reis, V. P., Bishop, C., Zanetti, V., Alcaraz, P. E., Freitas, T. T., & McGuigan, M. R. (2020). Power training in elite young soccer players: Effects of using loads above or below the optimum power zone. *Journal of Sports Sciences*, 38(11–12), 1416–1422. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1651614>
- Moreno, F. J., & Ordoño, E. M. (2015). Variability and practice load in motor learning. *RICYDE: Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, 11(39), 62–78. <https://doi.org/10.5232/ricyde2015.03905>
- Negra, Y., Chaabene, H., Sammoud, S., Prieske, O., Moran, J., Ramirez-Campillo, R., Nejmaoui, A., & Granacher, U. (2020). The increased effectiveness of loaded versus unloaded plyometric jump training in improving muscle power, speed, change of direction, and kicking-distance performance in prepubertal male soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(2), 189–195. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0866>
- Prestes, J., Frollini, A. B., De Lima, C., Donatto, F. F., Foschini, D., De Cássia Marqueti, R., Figueira, A., & Fleck, S. J. (2009). Comparison Between Linear and Daily Undulating Periodized Resistance Training to Increase Strength. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 23(9), 2437–2442. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181c03548>
- 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), 32. <https://doi.org/10.3390/sports9020032>
- Silva, J. R. (2022). The soccer season: performance variations and evolutionary trends. In *PeerJ* (Vol. 10). PeerJ Inc. <https://doi.org/10.7717/peerj.14082>
- Suichomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. In *Sports Medicine* (Vol. 46, Issue 10, pp. 1419–1449). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0>

- Till, K., Scantlebury, S., & Jones, B. (2017). Anthropometric and Physical Qualities of Elite Male Youth Rugby League Players. In *Sports Medicine* (Vol. 47, Issue 11, pp. 2171–2186). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0745-8>
- Wang, J. (2016). Key Principles of Open Motor-skill Training for Peak Performance. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 87(8), 8–15. <https://doi.org/10.1080/07303084.2016.1216341>
- Watson, S. L., Weeks, B. K., Weis, L. J., Harding, A. T., Horan, S. A., & Beck, B. R. (2018). High-Intensity Resistance and Impact Training Improves Bone Mineral Density and Physical Function in Postmenopausal Women With Osteopenia and Osteoporosis: The LIFTMOR Randomized Controlled Trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, 33(2), 211–220. <https://doi.org/10.1002/jbmr.3284>
- Weightlifting Strength Standards - Strength level. (2007). Strength Level. <https://strengthlevel.com/strength-standards>

