



Universidad de Granada
Facultad de Ciencias de la Educación

**DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LA EXPRESIÓN MUSICAL, PLÁSTICA Y
CORPORAL**

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTIVA

**INFLUENCIA DEL CONOCIMIENTO DE
RESULTADOS POR PARTE DEL
DOCENTE/ENTRENADOR EN LAS SESIONES
DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA BASADO
EN LA VELOCIDAD DE EJECUCIÓN**

Tesis Doctoral presentada por:

AINARA JÍMENEZ ALONSO

Tesis Doctoral dirigida por:

DRA. MARÍA DEL MAR CEPERO GONZÁLEZ

DR. ALEJANDRO PÉREZ CASTILLA

Granada, 2021

**INFLUENCIA DEL CONOCIMIENTO DE
RESULTADOS POR PARTE DEL
DOCENTE/ENTRENADOR EN LAS SESIONES
DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA BASADO
EN LA VELOCIDAD DE EJECUCIÓN**

AINARA JIMÉNEZ ALONSO

Programa de Doctorado en Ciencias de la Educación

Línea de Investigación en Educación Física y Deportiva



DIRECTORES:

DRA. MARÍA DEL MAR CEPERO GONZÁLEZ

DR. ALEJANDRO PÉREZ CASTILLA

Facultad de Ciencias de la Educación

Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal

Universidad de Granada

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales
Autor: Ainara Jiménez Alonso
ISBN: 978-84-1117-286-8
URI: <http://hdl.handle.net/10481/74576>

ÍNDICE

RESUMEN.....	6
1. MARCO TEÓRICO	9
1.1. Beneficios del entrenamiento de fuerza	9
1.2. Inconvenientes de la metodología tradicional del entrenamiento de fuerza	11
1.3. Entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución	14
1.4. Aportación de conocimiento de resultados basado en el rendimiento de velocidad.....	17
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	24
2.1. Objetivo general	24
2.2. Objetivos e hipótesis específicos	24
3. MATERIAL Y MÉTODO	27
4. RESULTADOS	48
5. DISCUSIÓN	64
6. CONCLUSIONES.....	76
7. LIMITACIONES Y PERPECTIVAS FUTURAS DE ESTUDIO.....	79
8. IMPLICACIÓN PARA EL ÁMBITO ESCOLAR.....	80
9. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS	82
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXO 1. LISTADO DE ABREVIATURAS.....	97
ANEXO 2. AGRADECIMIENTOS	98
ANEXO 3. COMITÉ DE ÉTICA	99
ANEXO 4. CURRÍCULUM VITAE	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de la intensidad relativa (porcentaje de la una repetición máxima; 1RM) y la velocidad media registrada durante cada sesión por un grupo de entrenamiento que ajustaba la carga (panel A) o no la ajustaba (panel B).....	13
Figura 2. Relación carga-velocidad modelada a partir de los métodos de múltiples puntos y de dos puntos para estimar la una repetición máxima (1RM) en el ejercicio de press de banca.....	16
Figura 3. Continuo del entrenamiento de fuerza basado en la velocidad destacando el énfasis variable sobre la velocidad dentro de un programa de entrenamiento.....	17
Figura 4. Cambios en la velocidad media a lo largo de una serie de 10 repeticiones realizada en el ejercicio de sentadilla cuando los sujetos reciben varias formas de CR (verbal o visual) o fueron alentados en comparación con una condición de control.....	19
Figura 5. Cambios en la velocidad media a lo largo de una intervención de cuatro semanas con el ejercicio de salto vertical con contramovimiento sobrecargado mediante la administración de diferentes frecuencias de retroalimentación aumentada.....	23
Figura 6. Sujeto realizando el ejercicio de sentadilla libre.....	40
Figura 7. Sujeto realizando el ejercicio de press de banca lanzado en máquina Smith.....	41
Figura 8. Comparación de los valores de velocidad media obtenidos durante el ejercicio de press de banca realizado con conocimiento de resultados (CR) o sin conocimiento de resultados (control) ante diferentes cargas submáximas.....	52
Figura 9. Validez de la estimación de la una repetición máxima obtenida a partir del método de múltiples puntos con conocimiento de resultados (CR; círculos negros), método de múltiple puntos sin conocimiento de resultados (control; círculos blancos), método de dos puntos con CR (cuadrados negros) y método de dos puntos sin CR (cuadrados blancos) durante el ejercicio de press de banca.....	54

Figura 10. Gráficos de Bland-Altman mostrando las diferencias entre la una repetición máxima (1RM) real y estimada obtenida a partir del método de múltiples puntos con conocimiento de resultados (CR; panel superior izquierdo), método de múltiples puntos sin CR (control; panel superior derecho), el método de dos puntos con CR (panel inferior izquierdo) y el método de dos puntos sin CR (panel inferior derecho) durante el ejercicio de press de banca.....55

Figura 11. Diferencias en la velocidad media para los ejercicios de sentadilla (paneles izquierdos) y press de banca (paneles derechos) entre las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza con conocimiento de resultados (CR; círculos blancos) y sin CR (control, círculos negros).....58

Figura 12. Diferencias en la velocidad pico para los ejercicios de salto con contramovimiento (paneles izquierdos) y press de banca lanzado (paneles derechos) entre las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza con conocimiento de resultados (CR; círculos blancos) y sin CR (control, círculos negros).....59

Figura 13. Diferencias en velocidad pico para los ejercicios de salto con contramovimiento (panel superior) y press de banca lanzado (panel inferior) entre las condiciones de retroalimentación: no conocimiento de resultados (CR_{no} ; círculos negros), conocimiento de resultados mitad (CR_{mitad} ; círculos blancos), conocimiento de resultados inmediato ($CR_{inmediato}$; cuadrados negros) y conocimiento de resultados promediado ($CR_{promedio}$; cuadrados blancos).....62

Figura 14. Diferencias estandarizadas (intervalo de confianza al 95%) en velocidad pico para los ejercicios de salto con contramovimiento (panel superior) y press de banca lanzado (panel inferior) entre la condición de control (no conocimiento de resultados; CR_{no}) y mitad conocimiento de resultados mitad (CR_{mitad} ; círculos negros), conocimiento de resultados

Influencia del conocimiento de resultados por parte del docente/entrenador en las sesiones de entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución

inmediato ($CR_{\text{inmediato}}$; triángulos blancos) y conocimiento de resultados promediado (CR_{promedio} ; cuadrados negros).....63

Figura 15. Circuito con el propio peso para alumnos con poca o ninguna experiencia.....81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de los principales aspectos metodológicos de los diferentes estudios que componen la presente Tesis Doctoral.....	28
Tabla 2. Resumen de los resultados principales obtenidos en cada uno de los tres estudios que componen la presente Tesis Doctoral.	49
Tabla 3. Fiabilidad intrasesión para los valores de velocidad media obtenidos durante el ejercicio de press de banca realizado con conocimiento de resultados (CR) o sin conocimiento de resultados (control) ante diferentes cargas submáximas.	51
Tabla 4. Análisis de varianza de medidas repetidas de tres vías (ANOVA) que comparan la magnitud del rendimiento de la velocidad durante las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza y al desarrollo de la potencia entre la condición de retroalimentación, el tipo de ejercicio y el número de serie.....	57
Tabla 5. Coeficiente de correlación de Pearson obtenido de los ejercicios evaluados para las diferencias en la velocidad promedio de toda la sesión de entrenamiento entre ambas condiciones de retroalimentación.....	60
Tabla 6. Análisis de varianza de medidas repetidas de tres vías (ANOVA) que compara la magnitud de la velocidad pico entre la condición de retroalimentación, el tipo de ejercicio y el número de serie.....	61

RESUMEN

Existe evidencia sólida respecto a los múltiples beneficios del entrenamiento de fuerza para las diferentes edades (Izquierdo et al., 2021; Maestroni et al., 2020). Sin embargo, los profesionales del deporte han tratado de encontrar mejores enfoques de prescribir y monitorizar objetivamente la intensidad y el volumen durante las sesiones de entrenamiento de fuerza (Suchomel et al., 2021). El avance de la tecnología deportiva ha contribuido a la proliferación del entrenamiento de fuerza basado en la velocidad (inglés: “*velocity-based resistance training*”) como un metodología contemporánea que permite la individualización de la intensidad (cargas) y el volumen (número de series y repeticiones) en función de la preparación diaria del deportista (Weakley, McLaren, et al., 2020; Weakley, Ramirez-Lopez, et al., 2020). Además, una de las potenciales aplicaciones prácticas de esta metodología consiste en medir la velocidad del movimiento en tiempo real para que los deportistas puedan recibir retroalimentación aumentada (cualquier información proporcionada a partir una fuente externa sobre el movimiento) durante los entrenamientos (Mann et al., 2015; Nevin, 2019). La investigación previa ha demostrado la importancia de proporcionar conocimiento de resultado (CR; cuando la información del movimiento se presenta cuantitativamente; por ejemplo, altura de salto) durante el entrenamiento de fuerza para aumentar la motivación y la competitividad de los deportistas (Weakley et al., 2019), lo que a su vez puede traducirse en mayores respuestas agudas y crónicas al entrenamiento (Keller et al., 2014; Weakley et al., 2019). Sin embargo, los posibles beneficios de proporcionar CR basado en el rendimiento de velocidad durante los procedimientos de evaluación de los deportistas han sido poco investigados (Brady et al., 2017). Del mismo modo, una serie de factores metodológicos (por ejemplo, la carga levantada, el ejercicio realizado o la frecuencia de administración) deberían ser considerados porque podrían influir en la eficacia a la hora proporcionar CR durante las sesiones de entrenamiento basadas en la velocidad de ejecución.

En base a estas necesidades identificadas en la literatura científica, el objetivo principal de la presente Tesis Doctoral fue refinar la aplicación del entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución en la práctica deportiva. Para dar respuesta a este objetivo contamos con tres estudios publicados en el *Journal Citation Reports*, cuyos objetivos fueron: determinar si la provisión verbal de CR basado en el rendimiento de velocidad durante el ejercicio de press de banca libre influye en la fiabilidad intrasesión y la magnitud de los valores de velocidad media registrados contra un rango de cargas submáximas, así como la precisión del perfil carga-velocidad individualizado para estimar la una repetición máxima (1RM) (**estudio 1**); evaluar los efectos agudos de proporcionar CR sobre el rendimiento de la velocidad de la barra durante las sesiones de entrenamiento de fuerza orientadas al desarrollo de la fuerza y la potencia muscular (**estudio 2**); y explorar el impacto de diferentes frecuencias de administración de CR (inmediatamente después de cada repetición [$CR_{inmediato}$], inmediatamente después de la primera mitad de las repeticiones de cada serie [CR_{mitad}], promedio de las repeticiones inmediatamente después de completar cada serie [$CR_{promedio}$] o no se proporciona ninguna información [CR_{no}]) sobre el rendimiento de velocidad durante una sesión de entrenamiento orientada al desarrollo de la potencia del tren inferior y superior (**estudio 3**).

Los resultados de la presente Tesis Doctoral ponen de manifiesto que: (1) la provisión verbal de CR basado en el rendimiento de velocidad inmediatamente después de realizar cada repetición durante un procedimiento de evaluación de press de banca puede ser una estrategia simple y efectiva para aumentar la precisión de las mediciones (**estudio 1**); (2) la provisión verbal de CR basado en el rendimiento de velocidad inmediatamente después de realizar cada repetición puede incrementar la calidad de los entrenamientos independientemente de su orientación, aunque los efectos positivos del CR parecen ser más acentuados durante las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza en comparación con las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la potencia (**estudio 2**); la frecuencia de

administración del CR tuvo un impacto en el rendimiento de velocidad durante las series sucesivas de entrenamiento y, específicamente, la provisión de CR_{inmediato} reportó las mayores ganancias agudas en el rendimiento balístico del tren inferior y superior (**estudio 3**). Tomados en conjunto, la presente Tesis Doctoral apoya la provisión instantánea de CR como una herramienta simple y eficaz de optimizar el rendimiento en los procedimientos de evaluación y/o mejorar la calidad de los entrenamientos.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Beneficios del entrenamiento de fuerza

Existe evidencia sólida respecto a los múltiples beneficios del entrenamiento de fuerza para las diferentes edades (Izquierdo et al., 2021; Lloyd et al., 2014; Maestroni et al., 2020). Por un lado, la participación regular de los niños y adolescentes en el entrenamiento de fuerza induce adaptaciones positivas en la salud y condición física, así como mejorar el rendimiento deportivo (Behringer et al., 2010; Falk & Tenenbaum, 1996; Myers et al., 2017). Por ejemplo, desde el punto de la salud, se ha demostrado que el entrenamiento de fuerza mejora la composición corporal, el perfil lipídico, la densidad mineral ósea y salud esquelética, la salud psicológica y el bienestar, la sensibilidad a la insulina en adolescentes con sobrepeso o la función cardíaca en niños obesos (Lloyd et al., 2014; Myers et al., 2017; Stricker et al., 2020). Además, desde el punto de vista de la aptitud física, se ha demostrado que diversas modalidades de entrenamiento de fuerza (por ejemplo, el entrenamiento pliométrico) no solo puede provocar mejoras significativas en el rendimiento de fuerza muscular, potencia muscular, velocidad de carrera, cambios de dirección, lanzamientos o en las habilidades motoras generales (Faigenbaum, 2000; Lesinski et al., 2020), sino que también puede reducir el riesgo de lesión y favorecer la rehabilitación de los jóvenes deportistas (Granacher et al., 2016; Stricker et al., 2020). Sin embargo, es importante tener en cuenta que todos estos beneficios van a depender de que los programas de entrenamiento de fuerza estén supervisados por profesionales cualificados y sean consistentes con las necesidades, objetivos y habilidades de los niños y adolescentes (Lloyd et al., 2014). En este sentido, la importancia de una educación eficaz por parte de profesionales cualificados es fundamental, ya que tempranas experiencias positivas en educación física se han asociado con un estilo de vida más activo (Kirk, 2005).

Por otro lado, un creciente cuerpo de evidencia ha demostrado que el entrenamiento de fuerza se trata un medio eficaz para contrarrestar los efectos del envejecimiento sobre la

función neuromuscular y la capacidad funcional (Fragala et al., 2019; Hunter et al., 2004). En este sentido, los programas de entrenamiento de fuerza permiten mejorar la fragilidad física, el rendimiento físico, la masa muscular, la calidad muscular, la densidad ósea, la salud metabólica, la sensibilidad a la insulina, las condiciones de salud crónicas, la calidad de vida, el bienestar psicológico, la vida independiente prolongada y el riesgo reducido de caídas y fracturas en adultos mayores (Fragala et al., 2019; Hunter et al., 2004; Izquierdo et al., 2021). Además, el entrenamiento de fuerza puede mejorar la capacidad metabólica del músculo esquelético, mejorando la homeostasis de la glucosa, previniendo la acumulación de lípidos intramusculares, aumentando la capacidad de las enzimas oxidativas y glucolíticas o mejorando la absorción de aminoácidos y la síntesis de proteínas, entre otros procesos (Fragala et al., 2019). Sin embargo, a pesar de que tanto la investigación como la experiencia clínica indiquen que el entrenamiento de fuerza es seguro para los adultos mayores, los programas de entrenamiento deben ser supervisados por profesionales cualificados que atiendan a los principios de individualización, periodización y progresión (Fragala et al., 2019; Izquierdo et al., 2021) Además, es importante destacar que estos programas de entrenamiento de fuerza se pueden adaptar (con equipo portátil y alternativas de ejercicio sentado) para acomodar a los adultos mayores que residen en centros de vida asistida y de enfermería especializada.

Finalmente, con respecto al rendimiento deportivo, el entrenamiento de fuerza también se trata de un método efectivo para mejorar el “*fitness muscular*”, es decir, la capacidad de generar fuerza muscular (Bird et al., 2005). La mejora de la fuerza muscular no solo se ha asociado con unas características fuerza-tiempo mejoradas (por ejemplo, la tasa de desarrollo y la potencia mecánica externa), un mayor rendimiento de habilidades deportivas generales (por ejemplo, saltar, carreras de velocidad o cambios de dirección) o habilidades deportivas específicas, sino que también se ha asociado con efectos de potenciación mejorados y menores tasas de lesión (Kraemer & Ratamess, 2004; Suchomel et al., 2016). En definitiva, la literatura

sugiere que una mayor fuerza muscular sustenta muchos atributos físicos y de rendimiento y puede tener una gran influencia en la mejora del rendimiento general del deportista (Suchomel et al., 2016).

1.2. Inconvenientes de la metodología tradicional del entrenamiento de fuerza

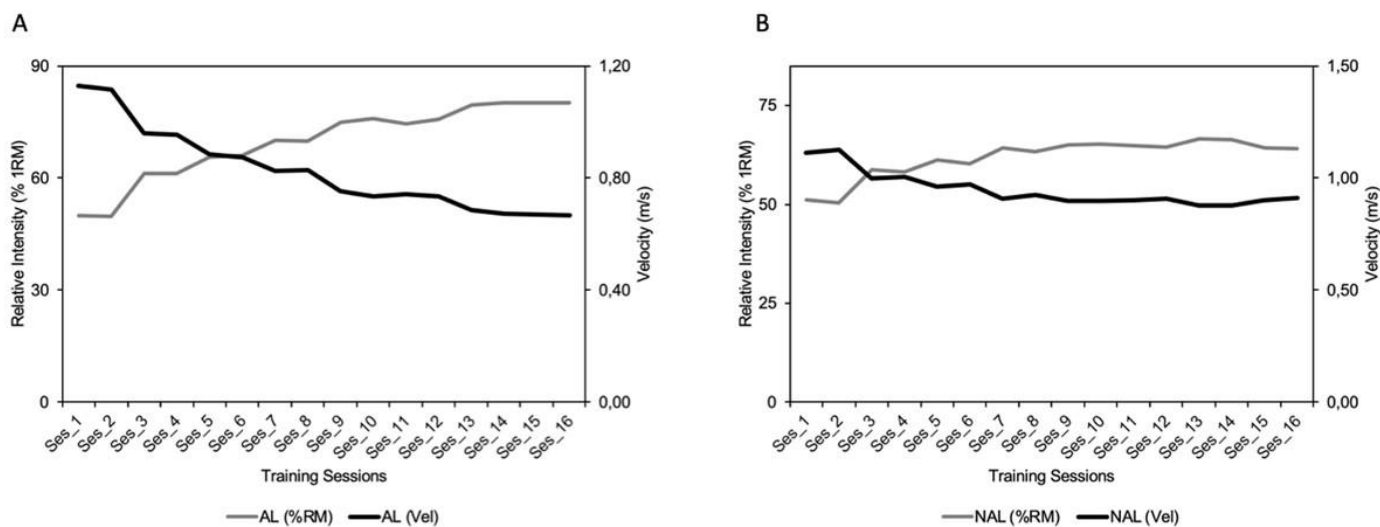
El entrenamiento de fuerza es ampliamente reconocido como un método eficaz para mejorar el rendimiento deportivo porque da como resultados aumentos en la fuerza e hipertrofia muscular, producción de potencia y velocidad o resistencia muscular (Kraemer & Ratamess, 2004). Sin embargo, el diseño de los programas de entrenamiento de fuerza es un proceso complejo que requiere la monitorización y manipulación de diversas variables (por ejemplo, la intensidad, el volumen, la velocidad de movimiento, los períodos de descanso, el tipo y el orden de los ejercicios y la frecuencia) que define el estímulo de entrenamiento (Bird et al., 2005; Kraemer & Ratamess, 2004). Por tanto, el conocimiento de los procesos que desencadena la combinación de las distintas variables de entrenamiento es esencial puesto que directamente influyen el tipo y la magnitud de las respuestas agudas del sistema neural, endocrino y músculo esquelético y, en consecuencia, las adaptaciones funcionales y neuromusculares al entrenamiento (Rodríguez-Rosell et al., 2018). Entre las variables que pueden ser manipuladas para configurar el estímulo de entrenamiento, la intensidad y el volumen son los factores más críticos a considerar cuando se diseñan los programas de entrenamiento de fuerza (Benedict, 1999; Fry, 2004; Mangine et al., 2015). Por lo tanto, un problema recurrente que deben enfrentar los profesionales del deporte es como prescribir y monitorear con precisión estas dos variables (García-Ramos et al., 2021; Gonzalez-Badillo et al., 2017; Rodríguez-Rosell, Yáñez-García, Mora-Custodio, et al., 2020).

Por un lado, la intensidad del entrenamiento ha sido tradicionalmente definida a partir de la carga relativa levantada (comúnmente expresada como un porcentaje de la carga máxima

que puede ser levantada una sola vez, es decir, la 1RM) o de la carga máxima que se puede levantar un determinado número de repeticiones para cada serie (es decir, la 1RM puede estimarse a partir del máximo número de repeticiones realizado con una carga submáxima a través de diversas ecuaciones de regresión; por ejemplo, $10RM = 75\%$ de la 1RM) (Bird et al., 2005; Pereira & Gomes, 2003). Sin embargo, estos métodos presentan una serie de desventajas potenciales. Concretamente, la determinación directa de la 1RM a partir de un solo levantamiento máximo puede aumentar el riesgo de lesiones cuando se realiza de manera incorrecta o por sujetos inexpertos, requiere de un máximo esfuerzo físico y psicológico, consume mucho tiempo y tal vez no sea práctico para grupos grandes (Bazuelo-Ruiz et al., 2015; García-Ramos, Haff, Pestana-Melero, Perez-Castilla, et al., 2018; González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010). Además, como la 1RM es un valor dinámico que fluctúa con los cambios en el estado fisiológico o psicológico del deportista a lo largo de un programa de entrenamiento de fuerza (especialmente en deportistas principiantes), debe evaluarse con frecuencia para prescribir con precisión la carga relativa (**Figura 1**) (Moore & Dorrell, 2020; Suchomel et al., 2021). De hecho, la fuerza máxima puede cambiar sustancialmente debido a factores relacionados con el entrenamiento, como la fatiga acumulada u otros factores estresantes relacionados con la vida (por ejemplo, la falta de sueño, una nutrición inadecuada, el estrés, etc.) (Jiménez-Reyes et al., 2021; Mann et al., 2015). Del mismo, se ha demostrado que la precisión de las ecuaciones basada en el máximo número de repeticiones al fallo muscular puede verse influenciada por varios factores, como la cantidad de repeticiones realizadas, el tipo de ejercicio, la velocidad del levantamiento, el historial de entrenamiento o el sexo (Braith et al., 1993; Sakamoto & Sinclair, 2006; Wood et al., 2002). Finalmente, se debe tener en cuenta que la frecuente realización de levantamientos máximos o de repeticiones hasta el fallo muscular puede inducir una fatiga excesiva que puede interferir con los objetivos del entrenamiento (Pareja-Blanco et al., 2017; Perez-Castilla et al., 2019).

Figura 1

Evolución de la intensidad relativa (porcentaje de la una repetición máxima; 1RM) y la velocidad media registrada durante cada sesión por un grupo de entrenamiento que ajustaba la carga (panel A) o no la ajustaba (panel B)



Nota. Tomado de Jiménez-Reyes et al. (2021).

Por otro lado, el volumen de entrenamiento generalmente se determina a partir del número total de series y repeticiones realizado durante una sesión de entrenamiento (Bird et al., 2005; Kraemer & Ratamess, 2004). Por tanto, cuando se prescribe el volumen de entrenamiento, una práctica habitual es definir un número específico de repeticiones para completar en cada serie de entrenamiento para todos los sujetos. Sin embargo, se ha encontrado que el número máximo de repeticiones que se pueden completar contra una carga relativa (% 1RM) presenta una gran variabilidad entre los sujetos (García-Ramos, Torrejón, Feriche, Morales-Artacho, et al., 2018; Gonzalez-Badillo et al., 2017; Sakamoto & Sinclair, 2006). De este modo, si durante una sesión de entrenamiento de fuerza todos los sujetos realizan el mismo número de repeticiones por serie contra la misma carga relativa (por ejemplo, 75% 1RM), es posible que estén ejerciendo un nivel de esfuerzo o grado de fatiga diferente (es decir, el número real de repeticiones realizadas en una serie en relación con el número máximo de

repeticiones que se pueden completar contra una carga determinada, o en términos generales, la relación entre lo que se hace y lo que se puede hacer), ya que el número de repeticiones que se dejan en reserva en cada serie puede diferir considerablemente entre los sujetos (Gonzalez-Badillo et al., 2017; Rodríguez-Rosell, Yáñez-García, Mora-Custodio, et al., 2020; Rodríguez-Rosell, Yáñez-García, Sánchez-Medina, et al., 2020). Tomados en conjunto, estas limitaciones pueden conducir a un estímulo de entrenamiento inconsistente, lo que podría resultar en adaptaciones de rendimiento divergentes entre los deportistas. En consecuencia, los profesionales del deporte han tratado de encontrar mejores enfoques de prescribir y monitorizar objetivamente la intensidad y el volumen durante las sesiones de entrenamiento de fuerza (Suchomel et al., 2021).

1.3. Entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución

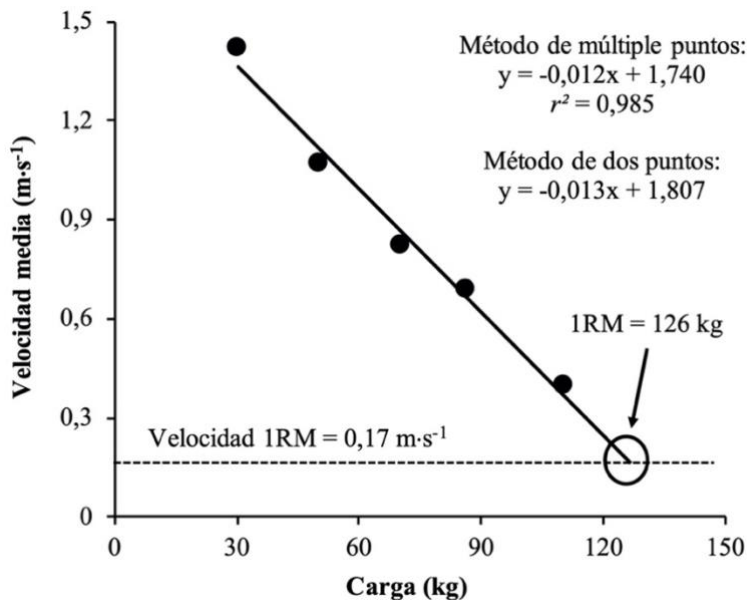
Hoy en día es posible obtener medidas precisas e instantáneas de la velocidad del movimiento durante el entrenamiento de fuerza gracias a la proliferación y al avance de la tecnología deportiva (Banyard, Nosaka, Sato, et al., 2017; Pérez-Castilla, Piepoli, Garrido-Blanca, et al., 2019; Weakley, Morrison, et al., 2021). El desarrollo de dispositivos como los transductores de posición lineal (Harris et al., 2010) ha contribuido al establecimiento de un método contemporáneo para prescribir el entrenamiento de fuerza que se conoce como entrenamiento de fuerza basado en la velocidad (término en Inglés: “*velocity-based resistance training*”). El entrenamiento de fuerza basado en la velocidad se trata de una metodología de entrenamiento objetiva que permite la individualización de la intensidad (cargas) y el volumen (número de series y repeticiones) en función de la preparación diaria del deportista (Weakley, McLaren, et al., 2020; Weakley, Ramirez-Lopez, et al., 2020). En primer lugar, la monitorización de la velocidad permite una prescripción precisa de la intensidad porque la velocidad del movimiento está fuertemente relacionada tanto con la carga relativa (es decir, la relación carga-

velocidad) (Conceição et al., 2016; García-Ramos, Pestaña-Melero, Pérez-Castilla, Rojas, et al., 2018; Pérez-Castilla et al., 2020) como con el número máximo de repeticiones que se pueden realizar antes de llegar al fallo muscular (es decir, la relación XRM-velocidad) (García-Ramos, Torrejón, Feriche, Morales-Artacho, et al., 2018). De este modo, es posible estimar la 1RM a partir de la relación carga-velocidad individualizada (García-Ramos, Haff, Pestaña-Melero, Perez-Castilla, et al., 2018; Jovanonic & Flanagan, 2014; McBurnie et al., 2019). Específicamente, la monitorización de la velocidad media ante múltiples cargas (es decir, el método de múltiples puntos) o sólo dos cargas (es decir, el método de dos puntos) permite la estimación de la 1RM a través de un modelo de regresión lineal simple como la carga asociada con el velocidad de la 1RM (Garcia-Ramos et al., 2018) (**Figura 2**). En segundo lugar, la reducción de la velocidad de los levantamientos dentro de las series también puede usarse como un indicador simple y práctico del nivel de esfuerzo debido a las fuertes correlaciones observadas entre la pérdida de velocidad y las diferentes medidas mecánicas, metabólicas y perceptuales de fatiga (Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011; Weakley, McLaren, et al., 2020).

Uno de los factores básicos de esta novedosa metodología que debe ser considerado para maximizar las adaptaciones funcionales y neuromusculares es la ejecución de todas las repeticiones con el máximo esfuerzo durante los entrenamientos (Davies et al., 2017; Gonzalez-Badillo et al., 2014). Consecuentemente, otra de las potenciales aplicaciones prácticas del entrenamiento de fuerza basado en la velocidad consiste en medir la velocidad del movimiento en tiempo real para que los deportistas puedan recibir retroalimentación aumentada durante los entrenamientos (Mann et al., 2015; Nevin, 2019). Tomando todas estas aplicaciones prácticas en conjunto (Weakley, Mann, et al., 2021), no es sorprendente que previos hayan mostrado comparables o incluso superiores adaptaciones de entrenamiento después de un programa entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución en

Figura 2

Relación carga-velocidad modelada a partir de los métodos de múltiples puntos y de dos puntos para estimar la una repetición máxima (1RM) en el ejercicio de press de banca



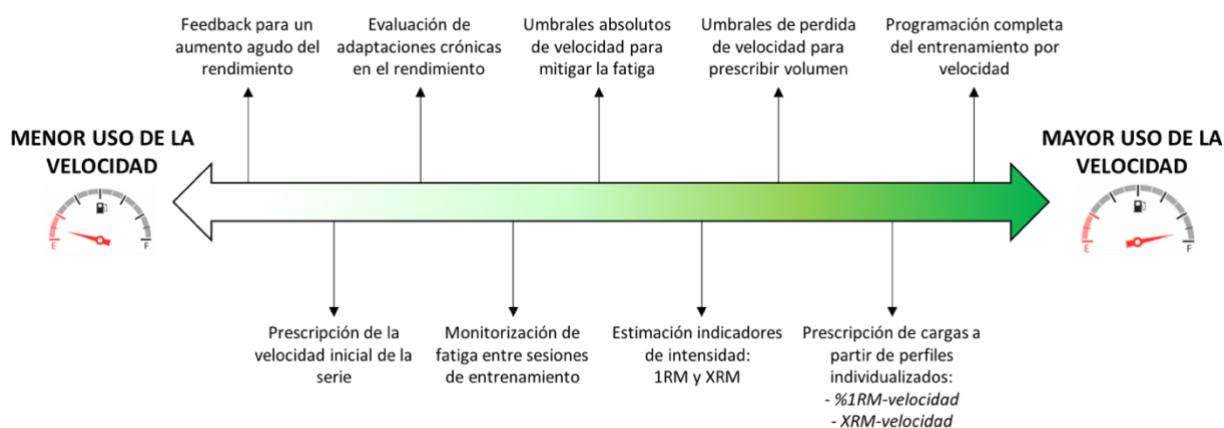
Nota. La flecha indica donde la recta de regresión alcanza una velocidad de 0,17 m·s⁻¹ que se asocia con la velocidad de la 1RM. Las ecuaciones de regresión y el coeficiente de determinación se indican para ambos métodos.

comparación con un programa de entrenamiento de fuerza tradicional (es decir, la carga se prescribe en base a la 1RM previamente establecida), incluso con una reducción significativa del estrés o volumen total de entrenamiento (Dorrell et al., 2020; Orange et al., 2020). Sin embargo, una posible explicación de estos hallazgos podría atribuirse al hecho de proporcionar retroalimentación aumentada durante el entrenamiento de fuerza basado en la velocidad y no durante el entrenamiento de fuerza tradicional (Larsen et al., 2021). Debe tenerse en cuenta que la integración del entrenamiento de fuerza basado en la velocidad se encuentra en un continuo que se puede utilizar con diferente énfasis (por ejemplo, como complemento al entrenamiento de fuerza tradicional al proporcionar retroalimentación aumentada o en todas las facetas de la programación del entrenamiento de fuerza [Figura 3]) (Weakley, Mann, et al., 2021). En este

sentido, el t3pico de la presente Tesis Doctoral consiste en refinar ciertos factores metodol3gicos del entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecuci3n a la hora de proporcionar retroalimentaci3n aumentada durante los procedimientos de evaluaci3n o entrenamientos de los deportistas.

Figura 3

Continuo del entrenamiento de fuerza basado en la velocidad destacando el 3nfasis variable sobre la velocidad dentro de un programa de entrenamiento



Nota. Adaptado de Weakley, Mann, et al. (2021).

1.4. Aportaci3n de conocimiento de resultados basado en el rendimiento de velocidad

La retroalimentaci3n aumentada (t3rmino en Ingl3s: “*augmented feedback*”) se define como cualquier informaci3n proporcionada a partir una fuente externa (por ejemplo, el entrenador o un dispositivo inform3tico) sobre el movimiento, que se conoce como CR cuando la informaci3n se presenta cuantitativamente (por ejemplo, la velocidad del movimiento o la altura del salto) o como *conocimiento del rendimiento* cuando la informaci3n se presenta cualitativamente, es decir, se informa sobre la calidad del movimiento ejecutado (por ejemplo, la angulaci3n de rodilla durante un salto vertical) (Walchli et al., 2016). La investigaci3n previa ha demostrado la importancia de proporcionar CR durante el entrenamiento de fuerza para

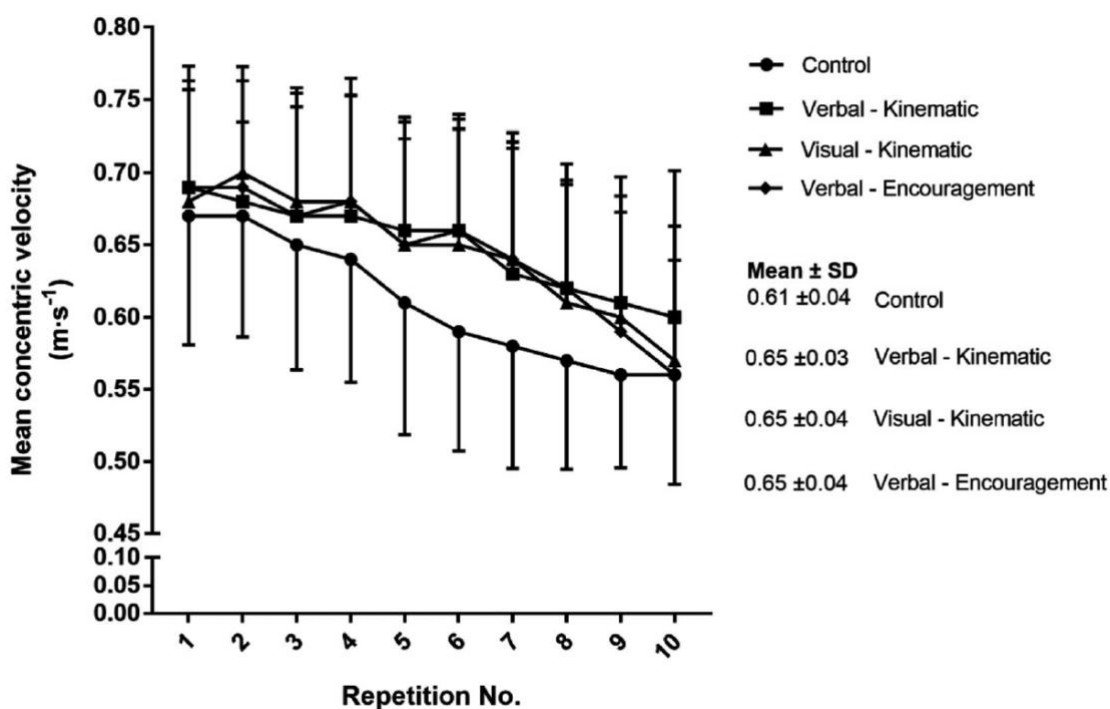
aumentar la motivación y la competitividad de los deportistas (Weakley et al., 2019), lo que a su vez puede traducirse en mayores respuestas agudas y crónicas al entrenamiento (Keller et al., 2014; Weakley et al., 2019) (**Figura 4**). Sin embargo, aunque se ha demostrado ampliamente la eficacia de proporcionar CR basado en el rendimiento velocidad durante el entrenamiento de fuerza (Argus et al., 2011; Nagata et al., 2020; Randell et al., 2011a; Weakley, Wilson, et al., 2020), los posibles beneficios de proporcionar CR basado en el rendimiento de velocidad durante los procedimientos de evaluación de los deportistas han sido menos investigados (Brady et al., 2017). Del mismo modo, una serie de factores metodológicos (por ejemplo, la carga levantada, el ejercicio realizado o la frecuencia de administración) deberían ser considerados porque podrían influir en la eficacia a la hora proporcionar CR durante las sesiones de entrenamiento basadas en la velocidad de ejecución.

En referencia a los procedimiento de evaluación, la velocidad alcanzada al levantar una carga submáxima con el máximo esfuerzo se trata de un frecuente indicador de rendimiento (Baker & Newton, 2006; Gonzalez-Badillo et al., 2014), que se justifica por la alta fiabilidad de la velocidad de movimiento observada para diferentes ejercicios de entrenamiento tales como las variantes del press de banca (García-Ramos, Haff, Jiménez-Reyes, et al., 2018; Miller et al., 2020; Stock et al., 2011). Es importante tener en cuenta que el press de banca es probablemente el ejercicio más utilizado para evaluar el rendimiento de empuje de la parte superior del cuerpo (Radaelli et al., 2015; Speranza et al., 2016). Sin embargo, se desconoce si la fiabilidad de la velocidad del movimiento podría verse influida por la provisión de CR basado en el rendimiento de velocidad durante el protocolo de evaluación del press de banca. En el estudio de Randell et al. (2011b) se exploró la fiabilidad de la velocidad del movimiento durante una sesión de entrenamiento de fuerza realizada con el ejercicio de salto vertical sobrecargado. Estos autores mostraron que la provisión de CR basada en la velocidad pico aumentó la consistencia en el rendimiento de velocidad de sesiones de entrenamiento

consecutivas en comparación con no recibir ningún CR. Por lo tanto, sería importante dilucidar si la provisión de CR durante un procedimiento de evaluación del press de banca podría afectar a la fiabilidad y la magnitud del rendimiento de velocidad registrado ante diferentes cargas submáximas.

Figura 4

Cambios en la velocidad media a lo largo de una serie de 10 repeticiones realizada en el ejercicio de sentadilla cuando los sujetos reciben varias formas de CR (verbal o visual) o fueron alentados en comparación con una condición de control



Nota. Tomado de Weakley, Wilson, et al. (2020)

Además, investigaciones previas han demostrado que la 1RM del press de banca se puede estimar con precisión a partir de la relación carga-velocidad individualizada (García-Ramos, Haff, Pestaña-Melero, et al., 2018; Jovanovic & Flanagan, 2014; McBurnie et al., 2019). Debe tenerse en cuenta que la 1RM se considera la principal referencia para evaluar la

fuerza dinámica máxima de un individuo y para prescribir las cargas durante los programas de entrenamiento de resistencia (Bird et al., 2005). Por ejemplo, García-Ramos, Haff, Pestaña-Melero, et al. (2018) observaron que el método de dos puntos fue capaz de predecir la 1RM con una alta precisión sólo durante las variantes concéntrica y excéntrica-concéntrica del ejercicio de press de banca. Pérez-Castilla, Piepoli, Garrido-Blanca, et al. (2019) revelaron una precisión comparable en la estimación de la 1RM de press de banca solo concéntrica para los métodos de múltiples puntos y dos puntos utilizando diferentes marcas de transductores de posición lineal. Sin embargo, una limitación de los estudios antes mencionados es que el ejercicio de press de banca se realizó en una máquina Smith (es decir, el movimiento de la barra se restringe completamente en el plano vertical), mientras que la gran mayoría de deportistas usan pesas libres para entrenar (McBurnie et al., 2019). Por lo tanto, sería importante dilucidar si la 1RM del press de banca realizado con peso libre (es decir, la barra puede moverse libremente en cualquier dirección del espacio) también se puede estimar con una aceptable precisión a partir de la relación carga-velocidad individualizada modelada por los métodos de múltiples puntos y de dos puntos, así como si la precisión en la estimación de la 1RM podría verse afectada por la provisión de CR basado en el rendimiento de velocidad durante el protocolo de evaluación.

Con respecto a los posibles factores metodológicos, la investigación previa ha demostrado la importancia de proporcionar CR sobre el rendimiento de velocidad para aumentar la calidad del entrenamiento y promover adaptaciones superiores a corto y largo plazo durante las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza (Weakley et al., 2019; Weakley, Wilson, et al., 2020) y al desarrollo de la potencia (Argus et al., 2011; Nagata et al., 2020; Randell et al., 2011a). Es importante destacar que ambas modalidades de entrenamiento son comúnmente utilizadas para promover adaptaciones neuromusculares selectivas (Haff & Nimphius, 2012; Suchomel et al., 2016), siendo las principales diferencias

la carga levantada y la especificidad del patrón de movimiento (Cormie et al., 2011). Los ejercicios tradicionales de entrenamiento (por ejemplo, la sentadilla o el press de banca) se realizan típicamente contra cargas externas pesadas ($\geq 75\%$ de la 1RM) dentro de los programas de entrenamiento orientados al desarrollo de la fuerza, mientras que los ejercicios de entrenamiento balísticos (por ejemplo, el salto vertical con contramovimiento o el press de banca lanzado) se realizan comúnmente contra cargas externas ligeras-moderadas ($<50\%$ de la 1RM) dentro de los programas de entrenamiento orientados al desarrollo de la potencia (Cormie et al., 2011; Dorrell et al., 2020). Parece razonable especular que la provisión de CR podría ser más efectiva durante las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la potencia en comparación con las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza debido al rango más amplio de velocidades que se pueden alcanzar durante los ejercicios balísticos ante cargas ligeras (García-Ramos, Haff, Jiménez-Reyes, et al., 2018; Pérez-Castilla, Jiménez-Reyes, et al., 2021). Sin embargo, ningún estudio ha examinado si el efecto positivo del CR sobre el rendimiento de velocidad difiere entre las sesiones de entrenamiento con distinta orientación.

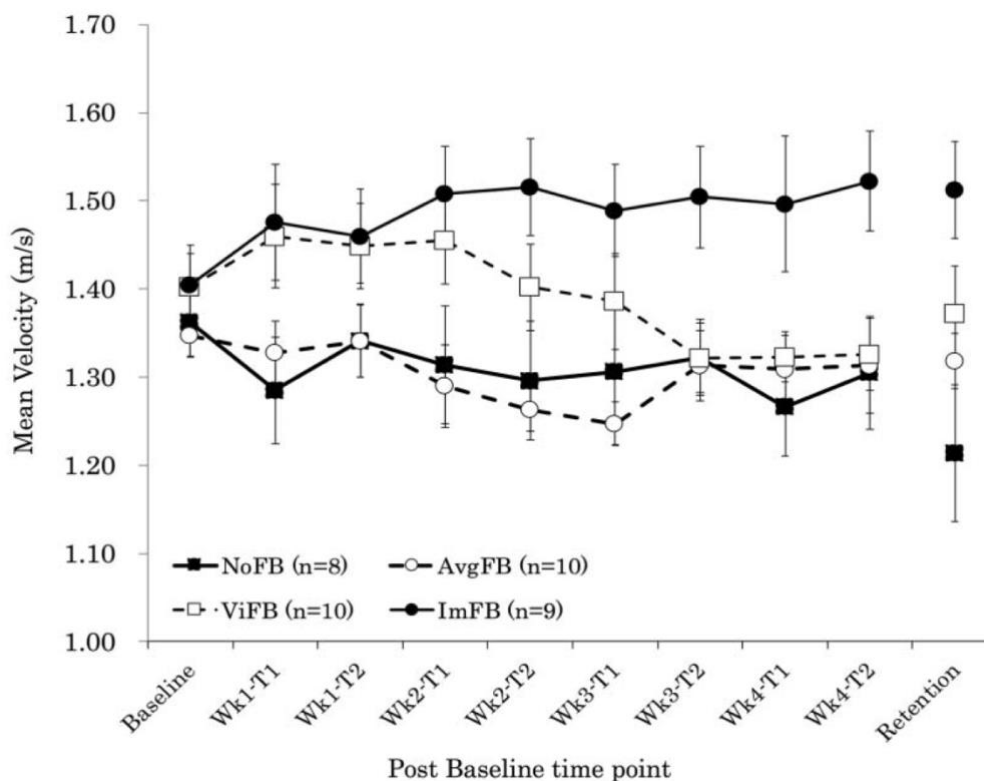
Por otro lado, es posible que la frecuencia de administración del CR se trate de uno de los factores más influyentes que afecte al rendimiento de las sesiones de entrenamiento. En este sentido, se ha tratado de explorar el efecto de diferentes frecuencias de CR sobre el rendimiento en salto (Keller et al., 2014; Nagata et al., 2020). En el estudio de Keller et al. (2014), los sujetos completaron cuatro semanas de entrenamiento de salto con caída (es decir, “*drop jump*”) con un grupo que recibió CR_{inmediato}, un grupo que recibió CR_{mitad} y un grupo control (CR_{no}). Estos autores informaron una mayor mejora en el rendimiento de la altura del salto en el grupo CR_{inmediato} (+ 14%), seguido del grupo CR_{mitad} (+ 10%) y finalmente el grupo CR_{no} (+ 6%). En el contexto del entrenamiento de fuerza basado en la velocidad, Nagata et al. (2020) diseñaron un programa de entrenamiento de salto vertical con contramovimiento sobrecargado

de 4 semanas con un grupo $CR_{inmediato}$, un grupo que recibió el $CR_{promedio}$, un grupo que recibió visualmente conocimiento del rendimiento después de completar cada serie (CR_{visual}), así como un grupo de control (CR_{no}). Nagata et al. (2020) también encontraron mejoras superiores en el rendimiento de la velocidad media después del entrenamiento para el grupo $CR_{inmediato}$ en comparación con los otros grupos (**Figura 5**). Sin embargo, a diferencia de los resultados observados por Keller et al. (2014) para el grupo CR_{mitad} , Nagata et al. (2020) no reportaron mejoras para los grupos $CR_{promedio}$ y CR_{visual} . La discrepancia en los hallazgos antes mencionados puede deberse a diferencias en las frecuencias relativas de CR (20% del tiempo en el estudio de Nagata et al. (2020) versus 50% del tiempo en el estudio de Keller et al. (2014)). Por lo tanto, se necesita más investigación para obtener una visión más exhaustiva de los efectos agudos de las distintas frecuencias de administración de CR (CR_{no} , CR_{mitad} , $CR_{inmediato}$ y $CR_{promedio}$) sobre el rendimiento de velocidad durante el entrenamiento de fuerza balístico (es decir, ejercicios en los que se aplica fuerza a lo largo de todo el rango de movimiento).

Finalmente, existen hallazgos divergentes en la literatura científica con respecto a los beneficios agudos de proporcionar $CR_{inmediato}$ basado en el rendimiento de velocidad durante las sesiones de entrenamiento de fuerza orientadas al desarrollo de la fuerza o la potencia. Argus et al. (2011) informaron un mayor rendimiento de velocidad (+ 1,3%) en múltiples series del ejercicio de press de banca lanzado realizado contra una carga de 40 kg al proporcionar verbalmente CR de velocidad en jugadores profesionales de rugby. Además, Weakley et al. (2019) observaron un mayor rendimiento de velocidad (+ 7,6%) durante una serie de entrenamiento realizada con el ejercicio sentadilla al 65% de la 3RM cuando se proporcionó visualmente CR de velocidad en jugadores de rugby adolescentes. Una de las posibles razones de estos hallazgos divergentes podría ser el tipo de ejercicio (Weakley et al., 2019; Weakley, Wilson, et al., 2020). Es plausible que los ejercicios de la parte inferior del cuerpo (por ejemplo,

Figura 5

Cambios en la velocidad media a lo largo de una intervención de cuatro semanas con el ejercicio de salto vertical con contramovimiento sobrecargado mediante la administración de diferentes frecuencias de retroalimentación aumentada



Nota. Tomado de Nagata et al. (2020).

sentadilla) presenten un mayor margen de mejora que los ejercicios de la parte superior del cuerpo (por ejemplo, press de banca) debido a la mayor cantidad de masa muscular involucrada en el ejercicio. Sin embargo, hasta donde sabemos, el beneficio potencial del $CR_{inmediato}$ sobre el rendimiento de la velocidad nunca se ha comparado entre ejercicios de la parte inferior y la parte superior del cuerpo dentro del mismo estudio. Además, se ha planteado la hipótesis de que la frecuencia óptima de CR puede depender de la complejidad de la tarea (Keller et al., 2014; Nagata et al., 2020). Por ejemplo, se ha demostrado que la realización de tareas motoras complejas como el movimiento tipo slalom (Wulf et al., 1998), el tiro con rifle (Mononen et

al., 2003) o el salto con caída (Keller et al., 2014) se mejora en mayor medida con una alta frecuencia de CR, mientras que las frecuencias más bajas de CR pueden ser más beneficiosas en tareas motoras más simples, como la tarea de modelado de palancas (Winstein & Schmidt, 1990). Por lo tanto, también sería importante comparar el efecto de diferentes frecuencias de CR sobre la velocidad del movimiento entre diferentes ejercicios multiarticulares (por ejemplo, salto vertical con contramovimiento versus press de banca lanzado) dentro de un mismo estudio. Por último, se ha señalado anteriormente que existe una gran variabilidad entre sujetos en la eficacia a la hora de proporcionar CR durante el entrenamiento de fuerza (Argus et al., 2011). Los rasgos de personalidad parecen jugar un papel importante en la respuesta altamente variable al CR durante las sesiones de entrenamiento (Weakley, Wilson, et al., 2020). Por ejemplo, Weakley, Wilson, et al. (2020) observaron una fuerte relación inversa entre el nivel concienciación y los cambios en la velocidad de la barra cuando los sujetos fueron verbalmente alentados. Para arrojar más luz sobre las respuestas individuales al CR durante los entrenamientos, parece importante dilucidar si los sujetos que presentan un mayor aumento en el rendimiento de velocidad después de recibir CR en un ejercicio también experimentan mayores beneficios durante otros ejercicios.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivo general

- ◆ Indagar y mejorar la aplicación del entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución, tanto en la práctica deportiva como en el ámbito escolar.

2.2. Objetivos e hipótesis específicos

Los objetivos e hipótesis específicos de la presente Tesis Doctoral se han abordado a través de tres publicaciones científicas:

Estudio I: *Velocity performance feedback during the free-weight bench press testing procedure: An effective strategy to increase the reliability and one repetition maximum accuracy prediction.*

- ◆ **Objetivos:** determinar si la provisión verbal de CR basado en el rendimiento de velocidad durante el ejercicio de press de banca libre influye en (I) la fiabilidad intrasesión y la magnitud de los valores de velocidad media registrados contra un rango de cargas submáximas y (II) la precisión del perfil carga-velocidad individualizada para estimar la 1RM.
- ◆ **Hipótesis:** (I) la provisión de CR basado en el rendimiento de velocidad durante un procedimiento de evaluación del ejercicio de press de banca aumentaría tanto la fiabilidad como la magnitud de la velocidad alcanzada ante distintas cargas relativas (Randell et al., 2011b; Weakley et al., 2019) y (II) la provisión de CR basado en el rendimiento de velocidad durante el test de carga incremental también mejoraría la precisión de la relación carga-velocidad individualizada para estimar la 1RM en el ejercicio de press de banca.

Estudio II: *Effect of augmented feedback on velocity performance during strength-oriented and power-oriented resistance training sessions.*

- ◆ **Objetivos:** (I) evaluar los efectos agudos de proporcionar CR sobre el rendimiento de la velocidad de la barra durante las sesiones de entrenamiento de fuerza orientadas al desarrollo de la fuerza y la potencia, (II) dilucidar si los posibles beneficios de proporcionar CR basado en el rendimiento de velocidad difieren entre los ejercicios de la parte inferior del cuerpo (sentadilla y salto vertical con contramovimiento) y de la parte superior del cuerpo (press de banca y press de banca lanzado) y (III) determinar

si los sujetos que demuestran mayores beneficios a la hora de proporcionar CR en un ejercicio también experimentará mayores beneficios durante los otros ejercicios.

- ◆ **Hipótesis:** (I) la provisión de CR induciría incrementos superiores en el rendimiento de velocidad durante las sesiones de entrenamiento de fuerza orientadas al desarrollo de la potencia en comparación con las sesiones de entrenamiento de fuerza orientadas al desarrollo la fuerza debido al rango más amplio de velocidades que se pueden alcanzar durante los ejercicios balísticos de carga ligera, (II) el aumento en el rendimiento de velocidad al proporcionar CR sería mayor para los ejercicios de la parte inferior del cuerpo en comparación con los ejercicios de la parte superior del cuerpo debido a la mayor cantidad de masa muscular involucrada en los ejercicios de la parte inferior del cuerpo (Weakley et al., 2019) y (III) las correlaciones positivas se observarían entre los diferentes ejercicios para la magnitud de los cambios en el rendimiento de velocidad cuando se proporciona CR, ya que el efecto de proporcionar CR basado en el rendimiento de velocidad parece estar influenciado por la personalidad de los sujetos (Weakley, Wilson, et al., 2020).

Estudio III: *Velocity performance feedback during ballistic training: Which is the optimal frequency of feedback administration?*

- ◆ **Objetivo:** explorar el impacto de diferentes frecuencias de administración de CR ($CR_{inmediato}$, CR_{mitad} , $CR_{promedio}$ o CR_{no}) sobre el rendimiento de velocidad durante una sesión de entrenamiento orientada al desarrollo de la potencia del tren inferior y superior.

Hipótesis: (I) el $CR_{inmediato}$ induciría ganancias superiores de velocidad en comparación con las otras frecuencias de administración de CR (Keller et al., 2014; Nagata et al., 2020) y las mejoras en el rendimiento de velocidad para las frecuencias de

administración de CR serían mayores para el ejercicio de la parte inferior del cuerpo (salto vertical con contramovimiento) en comparación con el ejercicio de la parte superior del cuerpo (press de banca lanzado) debido a una mayor masa muscular involucrada en el ejercicio y la mayor complejidad de la tarea.

Finalmente, la aportación de conocimiento de resultados es una de las acciones que habitualmente tiene que realizar un maestro/a o profesor/a en su intervención docente y, especialmente, en materias como la Educación Física. Por tanto, como ejemplo de aplicabilidad de los resultados obtenidos en los tres estudios anteriormente mencionados, se pretende (I) mejorar las estrategias de aportación de conocimiento de resultados por parte del docente con el fin de mejorar los resultados de aprendizaje y perspectivas del alumnado, así como (II) diseñar actividades, tareas o ejercicios para el trabajo de la fuerza basado en la velocidad de ejecución. Estos objetivos específicos se abordarán resumidamente en el apartado de Implicaciones para el Ámbito Escolar.

3. MATERIAL Y MÉTODO

Los aspectos principales referidos a este apartado se exponen resumidamente en la **Tabla 1**. Del mismo modo, se facilita información de una manera más exhaustiva de los diferentes subapartados de este punto (muestra, diseño, procedimiento y análisis estadístico) para cada uno de los tres estudios que componen la presente Tesis Doctoral:

Objetivo I: *Velocity performance feedback during the free-weight bench press testing procedure: An effective strategy to increase the reliability and one repetition maximum accuracy prediction (Estudio I).*

Influencia del conocimiento de resultados por parte del docente/entrenador en las sesiones de entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución

Tabla 1

Resumen de los principales aspectos metodológicos de los diferentes estudios que componen la presente Tesis Doctoral

ESTUDIO	MUESTRA	DISEÑO	PROCEDIMIENTO	ANÁLISIS ESTADÍSTICO
Velocity performance feedback during the free-weight bench procedure: An effective strategy to increase the reliability and one repetition maximum accuracy prediction.	-n=15 (edad = 20,5 ± 3,0 años; masa corporal = 74,3 ± 8,8 kg; estatura = 1,75 ± 0,06 m, 1RM relativa en press de banca = 1,08 ± 0,22). -Todos los sujetos eran físicamente activos y tenían experiencia en el entrenamiento de fuerza.	-Diseño cruzado aleatorizado. -Se realizaron una sesión de familiarización y determinación de la 1RM y dos sesiones de evaluación.	-En un orden aleatorizado, se realizaron 3 repeticiones al 40% de la 1RM, 2 repeticiones al 55% y 70% de la 1RM y 1 repetición al 85% de la 1RM. -La diferencia entre las dos sesiones fue que en una sesión se proporcionó verbalmente CR y en la otra no. -Se usó un transductor de velocidad lineal (T-Force System; Ergotech, Murcia, España) para medir la velocidad media de la barra.	- La fiabilidad se evaluó mediante el CV y el CCI (modelo 3.1). -Se realizó un ANOVA de dos vías (condición de retroalimentación [CR y control] × carga [40-55-70-85% 1RM]) para comparar la magnitud de la velocidad media. -Se realizó un ANOVA de dos vías (condición de retroalimentación [CR y control] × método de predicción [método de múltiples puntos y método de dos puntos]) para comparar las diferencias absolutas entre la 1RM real y estimada. -Pruebas <i>t</i> para muestras relaciones, <i>g</i> , <i>r</i> , <i>S_{yx}</i> y gráficos de Bland-Altman se usaron para examinar la validez concurrente de los métodos de predicción.
Effect of augmented feedback on velocity performance during strength-oriented and power-oriented resistance training sessions	-n=17 (edad= 20,2 ± 2,7 años; masa corporal = 71,9 ± 7,9 kg; estatura = 1,76 ± 0,06 m; 1RM en sentadilla = 107,6 ± 22,9 kg; 1RM en press de banca = 70,7 ± 14,6 kg). -Todos los sujetos eran físicamente activos y tenían experiencia en el entrenamiento de fuerza.	-Diseño cruzado aleatorizado. -Se realizaron una sesión de familiarización y determinación de la 1RM en sentadilla y press de banca y cuatro sesiones de evaluación en un orden	-Las dos sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza consistieron en 4 series de 5 repeticiones al 75% de la 1RM con los ejercicios de sentadilla y press de banca. -Las dos sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la potencia muscular consistieron en 4	-Se realizó un ANOVA de tres vías (condición de retroalimentación [CR y control], tipo de ejercicio [tren inferior y tren superior] y número de serie [1, 2, 3 y 4]) para comparar el rendimiento de velocidad media o pico. -Se utilizó <i>r</i> para cuantificar la asociación entre los ejercicios de las diferencias en velocidad entre las condiciones de CR y control.

Influencia del conocimiento de resultados por parte del docente/entrenador en las sesiones de entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución

		<p>contrabalanceado: dos orientadas al desarrollo de la fuerza máxima en una semana y otras dos orientadas al desarrollo de la potencia muscular en otra semana.</p>	<p>series de 5 repeticiones al 30% de la 1RM con los ejercicios de salto vertical con contramovimiento y press de banca lanzado.</p> <p>-La diferencia entre las sesiones fue que en una sesión se proporcionó verbalmente CR (velocidad media para ejercicios tradicional y velocidad pico para ejercicios balísticos) y en la otra no.</p> <p>-Se usó un transductor de velocidad lineal (T-Force System; Ergotech, Murcia, España) para medir la velocidad media o pico de la barra.</p>	
<p>Velocity performance feedback during ballistic training: Which is the optimal frequency of feedback administration?</p>	<p>-n=15 (edad = $19,9 \pm 2,7$ años; masa corporal = $72,0 \pm 8,0$ kg; estatura = $1,76 \pm 0,06$ m; 1RM en sentadilla = $110,7 \pm 22,9$ kg; 1RM en press de banca = $73,1 \pm 13,8$ kg).</p> <p>-Todos los participantes eran físicamente activos y tenían experiencia en el entrenamiento de fuerza.</p>	<p>-Diseño cruzado aleatorizado.</p> <p>-Se realizaron una sesión para las medidas antropométricas y la determinación de la 1RM en sentadilla y press de banca y cuatro sesiones de evaluación.</p>	<p>-En cada sesión se realizó 3 series de 6 repeticiones al 30% de la 1RM con los ejercicios salto vertical con contramovimiento y press de banca lanzado</p> <p>-La única diferencia entre las sesiones fue que se utilizó una sola frecuencia de CR: CR_{no}, CR_{mitad}, CR_{inmediato} y CR_{promedio}.</p> <p>-Se usó un transductor de velocidad lineal (T-Force System; Ergotech, Murcia, España) para medir la velocidad de la barra.</p>	<p>-Se realizó un ANOVA de tres vías (condición de retroalimentación [CR_{no}, CR_{mitad}, CR_{inmediato} y CR_{promedio}], tipo de ejercicio [tren inferior y tren superior] y número de serie [1, 2 y 3]) para comparar el rendimiento de velocidad pico.</p>

Influencia del conocimiento de resultados por parte del docente/entrenador en las sesiones de entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución

Nota. CR, conocimiento de resultados; CV, coeficiente de variación; CCI, coeficiente de correlación intratraclase; ANOVA, análisis de la varianza; r , coeficiente de correlación de Pearson; g , tamaño del efecto g de Hedge; S_{yx} , error estándar de la estimación; CR_{no}, los participantes no recibieron retroalimentación durante la sesión; CR_{mitad}, los participantes recibieron retroalimentación del rendimiento de velocidad después de la primera mitad de las repeticiones de cada serie; CR_{inmediato}, los participantes recibieron retroalimentación del rendimiento de velocidad inmediatamente después de cada repetición; CR_{promedio}, los participantes recibieron retroalimentación sobre el promedio del rendimiento de la velocidad de cada serie.

◆ **Muestra:**

Quince hombres estudiantes universitarios en Ciencias del Deporte se ofrecieron como voluntarios para participar en este estudio (media \pm desviación estándar [DS]: edad = $20,5 \pm 3,0$ años [rango: 18-29 años], masa corporal = $74,3 \pm 8,8$ kg, estatura = $1,75 \pm 0,06$ m, 1RM relativa en press de banca = $1,08 \pm 0,22$). Todos los sujetos eran físicamente activos y tenían $1,6 \pm 0,9$ años de experiencia en entrenamiento de fuerza. Ninguno de ellos informó ninguna limitación física, problema de salud o lesión musculoesquelética que pudiera comprometer la prueba. Se pidió a los sujetos que evitaran cualquier ejercicio extenuante durante el transcurso del estudio. Todos los sujetos fueron informados de los procedimientos que se utilizarían y firmaron un formulario de consentimiento informado por escrito antes de iniciar el estudio. Sin embargo, los sujetos desconocían el objetivo del estudio (efecto de la provisión de CR, ya que les dijimos que necesitaban realizar dos sesiones idénticas porque estábamos interesados en explorar la fiabilidad de las mediciones). El protocolo del estudio se adhirió a los principios de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad de Granada (n° 988/CEIH/2019).

◆ **Diseño:**

Se utilizó un diseño cruzado aleatorizado para evaluar el efecto de proporcionar CR basado en el rendimiento de velocidad durante un procedimiento de evaluación del ejercicio de press de banca sobre la fiabilidad y magnitud de los valores de la velocidad media registrados ante un rango de cargas submáximas, así como la precisión de la relación carga-velocidad individualizada para estimar la 1RM en el ejercicio de press de banca. Los sujetos fueron evaluados en tres sesiones separadas por 48-72 horas. La 1RM en press de banca libre se determinó en la primera sesión. Las sesiones dos y tres se realizaron en un orden aleatorio y consistieron en tres repeticiones contra el 40% de la 1RM, dos repeticiones contra el 55% de

la 1RM y 70% de la 1RM y una repetición contra el 85% de la 1RM, que fueron seguidos por intentos para la determinación directa de la 1RM. La única diferencia entre ambas sesiones experimentales es que en una sesión los sujetos recibieron CR y en la otra sesión no se proporcionó CR (control). Las dos repeticiones con mayor velocidad media ante cada carga se utilizaron para los análisis de fiabilidad, mientras que sólo se utilizó la repetición con la mayor velocidad media para la comparación de las magnitudes. No se determinó la fiabilidad de la velocidad media al 85% de la 1RM porque sólo se realizó una repetición. Las sesiones de evaluación se realizaron a la misma hora del día para cada sujeto (± 1 hora) y bajo condiciones ambientales similares ($\approx 22^\circ$ C y $\approx 60\%$ de humedad).

◆ **Procedimiento:**

La primera sesión se utilizó para familiarizar a los sujetos con el levantamiento de cargas submáximas a la máxima velocidad y para determinar la 1RM en el ejercicio de press de banca libre siguiendo una prueba estándar de cargas incrementales (García-Ramos, Haff, Pestaña-Melero, et al., 2018). El calentamiento consistió en estiramientos dinámicos, ejercicios de movilidad de brazos y hombros y una serie de cinco repeticiones del ejercicio de press de banca realizado con una carga externa de 10 kg. A partir de entonces, la carga externa se incrementó de 15 a 1 kg hasta que se logró la carga de la 1RM. El número medio de cargas evaluadas fue de $8,2 \pm 0,9$. El intervalo de descanso se fijó en cuatro minutos y se realizaron 1-2 repeticiones con cada carga.

Las sesiones dos y tres comenzaron con el mismo calentamiento descrito para la primera sesión. Luego, los sujetos descansaron durante tres minutos y posteriormente realizaron tres repeticiones contra el 40% de la 1RM, dos repeticiones contra el 55% de la 1RM y 70% de la 1RM y una repetición contra el 85% de la 1RM (la carga se prescribió en base a la 1RM determinada previamente). Posteriormente, los sujetos realizaron un máximo de cinco

intentos para determinar la 1RM. El descanso entre repeticiones se fijó en 15 segundos y el descanso entre series se fijó en cuatro minutos. A los sujetos siempre se les indicó que realizaran todas las repeticiones a la máxima velocidad intencionada (García-Ramos, Haff, Pestaña-Melero, et al., 2018), pero en una sesión recibieron CR sobre el rendimiento de velocidad y en otra sesión no se les proporcionó CR (control). La velocidad media se proporcionó verbalmente como CR por parte del investigador principal a un volumen ligeramente más alto que el volumen de conversación normal (Argus et al., 2011). No se proporcionó ningún otro estímulo para ninguna de las condiciones (Argus et al., 2011; Weakley et al., 2019).

El ejercicio de press de banca se realizó de acuerdo con la técnica estándar de posición de contacto corporal de 5 puntos (cabeza, parte superior de la espalda y glúteos firmemente en el banco con ambos pies apoyados en el suelo). Los sujetos iniciaron la tarea sosteniendo la barra con el ancho de agarre seleccionado por ellos mismos y con los codos completamente extendidos. Desde esta posición, bajaron la barra de forma controlada hasta tocar el pecho a la altura del esternón, y luego levantaron la barra lo más rápido posible hasta que sus codos alcanzaron la extensión completa (técnica “touch-and-go”). A los sujetos no se les permitió hacer rebotar la barra en el pecho y ni levantar el tronco del banco. Si no se cumplían estas condiciones, se repetía el ensayo. Dos ayudantes estaban presentes a cada lado de la barra para garantizar la seguridad.

- Métodos de predicción de la 1RM:

La relación carga-velocidad individual se determinó a partir de la velocidad media registrada contra cuatro cargas (40-55-70-85% de la 1RM; es decir, método de múltiples puntos) o solo dos cargas (40-85% de la 1RM; es decir, método de dos puntos) aplicando un modelo de regresión lineal (García-Ramos et al., 2018). A continuación, la 1RM en press de banca se

estimó a partir de la relación carga-velocidad individual como la carga (kg) asociada a una velocidad media de $0,17 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (García-Ramos, Haff, Pestaña-Melero, et al., 2018). Tenga en cuenta que se ha demostrado que $0,17 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ es la velocidad de la 1RM durante el ejercicio de press de banca (Loturco et al., 2017). Por lo tanto, se estimaron cuatro valores de la 1RM en el presente estudio (dos métodos de predicción [múltiples puntos y dos puntos] y dos condiciones de retroalimentación [CR y Control]).

○ Equipamiento:

La estatura (Seca 202, Seca Ltd., Hamburgo, Alemania) y la masa corporal (TBF-300A, Tanita Corporation of America Inc., Arlington Heights, IL, EEUU) se midieron en la primera sesión de evaluación. Se fijó un transductor de velocidad lineal (T-Force System; Ergotech, Murcia, España) con una correa a una barra de metal delgada (10 kg) y directamente se muestrearon los datos de velocidad-tiempo a una frecuencia de 1000 Hz. La velocidad media (es decir, la velocidad promedio desde que la velocidad de la barra comienza a ser positiva hasta que la velocidad de la barra es $0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) fue la variable analizada en el presente estudio. La validez y fiabilidad del sistema T-Force para el registro de la velocidad media se ha informado previamente (Pérez-Castilla, Piepoli, Delgado-García, et al., 2019).

◆ **Análisis estadístico:**

Los datos se presentan como medias y DS. La distribución normal de los datos fue confirmada por la prueba de Shapiro-Wilk ($P > 0,05$). La fiabilidad se evaluó mediante el coeficiente de variación (CV) y el coeficiente de correlación intraclase (CCI; modelo 3,1) con sus correspondientes intervalos de confianza (IC) del 95%. La fiabilidad se determinó como aceptable a través de un $\text{CV} \leq 10\%$ y un $\text{CCI} \geq 0,70$ (Cormack et al., 2008). La relación entre dos CV se utilizó para comparar la fiabilidad de los valores de la velocidad media entre las

condiciones de retroalimentación por separado para cada carga. Se consideró que la menor proporción importante de CV era superior a 1,15 (Fulton et al., 2009). Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de dos vías de medidas repetidas (condición de retroalimentación [CR y control] × carga [40-55-70-85% de la 1RM]) para comparar la magnitud de la velocidad media. Se aplicó otro ANOVA de dos vías (condición de retroalimentación [CR y control] × método de predicción [método de múltiples puntos y método de dos puntos]) sobre las diferencias absolutas entre la 1RM real y la estimada. La corrección de Greenhouse Geisser se utilizó cuando se violó la esfericidad. Por otro lado, la validez de los métodos de predicción de la 1RM con respecto a la 1RM real se examinó mediante pruebas t para muestras relacionadas, el tamaño del efecto g de Hedge (g), el coeficiente de correlación de Pearson (r), el error estándar de la estimación (S_{yx}) y los gráficos de Bland-Altman. La magnitud del tamaño del efecto se interpretó de la siguiente manera: *trivial* ($< 0,20$), *pequeña* (0,20-0,59), *moderada* (0,60-1,19), *grande* (1,20-2,00) y *muy grande* ($> 2,00$) (Hopkins et al., 2009). La fuerza de los coeficientes r se interpretó de la siguiente manera: *trivial* ($< 0,10$), *pequeña* (0,10-0,29), *moderada* (0,30-0,49), *alta* (0,50-0,60), *muy alta* (0,70-0,89) o *prácticamente perfecta* ($> 0,90$) (Hopkins et al., 2009). Los métodos de predicción de la 1RM se consideraron altamente válidos si se cumplían los siguientes criterios: g trivial, r prácticamente perfecto y S_{yx} (< 5 kg) (Pérez-Castilla, Piepoli, Garrido-Blanca, et al., 2019). La significación estadística se aceptó a un nivel de $P < 0,05$. Todas las evaluaciones de fiabilidad se realizaron mediante una hoja de cálculo personalizada (Hopkins, 2000), mientras que otros análisis estadísticos se realizaron con el paquete de software SPSS (IBM SPSS versión 22.0, Chicago, IL, EEUU).

Objetivo II: *Effect of augmented feedback on velocity performance during strength-oriented and power-oriented resistance training sessions (Estudio II).*

◆ **Muestra:**

Diecisiete hombres estudiantes universitarios en ciencias del deporte se ofrecieron como voluntarios para participar en este estudio (media \pm DS: edad = $20,2 \pm 2,7$ años [rango: 18-29 años], masa corporal = $71,9 \pm 7,9$ kg, estatura = $1,76 \pm 0,06$ m, 1RM de sentadilla = $107,6 \pm 22,9$ kg, 1RM de press de banca = $70,7 \pm 14,6$ kg). Todos los sujetos eran físicamente activos y tenían $1,5 \pm 0,9$ años de experiencia en entrenamiento de fuerza (Weakley et al., 2017). Los sujetos no presentaron lesiones recientes o dolor musculo esquelético que pudieran comprometer el rendimiento evaluado. Se pidió a los sujetos que evitaran cualquier ejercicio extenuante durante el transcurso del estudio. Todos los sujetos fueron informados de los procedimientos que se utilizarían y firmaron un formulario de consentimiento informado por escrito antes de iniciar el estudio. El protocolo del estudio se adhirió a los principios de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad de Granada (n° 988/CEIH/2019).

◆ **Diseño:**

Se utilizó un diseño cruzado aleatorizado para evaluar el efecto agudo de proporcionar CR sobre el rendimiento de velocidad en múltiples series durante sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza y la potencia. Después de una sesión preliminar que incluyó mediciones antropométricas y la evaluación de la 1RM durante los ejercicios de sentadilla y press de banca, los sujetos fueron evaluados en cuatro ocasiones durante dos semanas consecutivas. En un orden contrabalanceado, se realizaron dos sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza en una semana y dos sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la potencia en otra semana. Las sesiones de entrenamiento estuvieron separadas por al menos 48 horas. La única diferencia entre ambas sesiones realizadas dentro de la misma semana fue que en una sesión los sujetos recibieron CR después de cada repetición y en otra

sesión no se proporcionó CR (control). Todas las sesiones se llevaron a cabo en el laboratorio de investigación de la Universidad bajo la supervisión directa de un investigador calificado, a la misma hora del día para cada sujeto (± 1 hora), y en condiciones ambientales similares ($\approx 22^\circ \text{C}$ y $\approx 60\%$ de humedad).

◆ **Procedimiento:**

- Composición corporal y evaluación de la 1RM (Sesión 1):

La estatura (Seca 202, Seca Ltd., Hamburgo, Alemania) y la masa corporal (TBF-300A, Tanita Corporation of America Inc., Arlington Heights, IL, EEUU) se mediaron al comienzo de la sesión. El calentamiento consistió en carrera continua, estiramientos dinámicos y ejercicios de movilidad articular. Después del calentamiento, los sujetos descansaron durante tres minutos antes de realizar una prueba estándar de carga incremental durante los ejercicios de sentadilla y press de banca (García-Ramos, Pestaña-Melero, Pérez-Castilla, Rojas, et al., 2018; Pérez-Castilla et al., 2020). La carga externa inicial se estableció en 20 kg para ambos ejercicios. Se ejecutaron tres repeticiones con cargas ligeras (velocidad media $> 1,00 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), dos repeticiones con cargas medias ($0,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \leq \text{velocidad media} \leq 1,00 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) y una repetición con cargas pesadas (velocidad media $< 0,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). El descanso entre las condiciones de carga se fijó en cuatro minutos. Se alentó a los sujetos de levantar la barra lo más rápido posible y se registró la velocidad media de todas las repeticiones con un transductor de velocidad lineal (T-Force System; Ergotech, Murcia, España). Las características específicas de los procedimientos de evaluación de sentadilla y press de banca fueron las siguientes:

- ❖ Procedimiento de evaluación de sentadilla: La carga se incrementó en incrementos de 20 kg cuando la velocidad media fue superior a $0,75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ y en 10 kg cuando la velocidad media varió de $0,75$ a $0,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. La prueba finalizó cuando los sujetos no pudieron obtener una velocidad media superior a $0,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. El número medio de cargas

evaluadas fue de $5,1 \pm 0,8$. La velocidad media registrada ante las diferentes condiciones de carga se utilizó para modelar las relaciones carga-velocidad individualizadas mediante un modelo de regresión lineal, y la 1RM en press de banca libre se estimó como la carga asociada a una velocidad media de $0,33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Pérez-Castilla et al., 2020). Decidimos no realizar una evaluación directa de la 1RM durante el ejercicio sentadilla porque algunos sujetos nunca habían realizado una prueba de la 1RM con este ejercicio y esto podría comprometer la precisión de la medición y aumentar el riesgo de lesión (Niewiadomski et al., 2008).

- ❖ Procedimiento de evaluación del press de banca: La carga se incrementó en incrementos de 10 kg hasta que la velocidad media fue menor de $0,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. A partir de ese momento, la carga se incrementó de 5 kg a 1 kg hasta alcanzar la carga de la 1RM. El número medio de cargas probadas fue de $7,7 \pm 1,3$.

- Protocolos de entrenamiento de fuerza (Sesiones 2-5):

Cada sesión comenzó con el mismo calentamiento general descrito para la primera sesión. El calentamiento específico consistió en una serie de 10, 5 y 2 repeticiones al 40%, 60% y 80% de la 1RM, respectivamente. Las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza consistieron en cuatro series de cinco repeticiones al 75% de la 1RM durante los ejercicios de sentadilla y press de banca. Las sesiones de entrenamiento de fuerza orientadas al desarrollo de la potencia consistieron en cuatro series de cinco repeticiones al 30% de la 1RM durante los ejercicios de salto vertical con contramovimiento y press de banca lanzado. Las sesiones de entrenamiento orientadas a la fuerza se realizaron con una barra de peso libre, mientras que se utilizó una máquina Smith (GervaSport, Madrid, España) durante las sesiones de entrenamiento orientadas a la potencia. Los ejercicios de la parte inferior del cuerpo siempre se realizaron antes que los ejercicios de la parte superior del cuerpo. El período de descanso entre ejercicios

se fijó en cinco minutos y se implementaron tres minutos de descanso entre series sucesivas del mismo ejercicio.

Se instruyó a los sujetos para que realizaran todas las repeticiones a la velocidad máxima intencionada (García-Ramos, Pestaña-Melero, Pérez-Castilla, Rojas, et al., 2018), pero en una sesión recibieron CR del rendimiento de velocidad y en otra sesión no se proporcionó CR (control). La velocidad media (sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza) o la velocidad pico (sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la potencia) fueron proporcionadas por el investigador principal durante la condición CR inmediatamente después de realizar cada repetición a un volumen ligeramente más alto que el volumen de conversación normal (Argus et al., 2011). No se proporcionó ningún otro estímulo para ninguna de las condiciones (Argus et al., 2011; Weakley et al., 2019). La velocidad de la barra de todas las repeticiones se registró con un transductor de velocidad lineal (T-Force System; Ergotech, Murcia, España) a una frecuencia de muestreo de 1.000 Hz. La velocidad promedio de cada serie o de toda la sesión de entrenamiento (velocidad media para sesiones de entrenamiento de orientadas al desarrollo de la fuerza y velocidad pico para sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la potencia) se comparó entre las condiciones CR y control (Argus et al., 2011). Las características de los cuatro ejercicios evaluados fueron las siguientes:

- ❖ Sentadilla: los sujetos iniciaron el movimiento en una posición completamente extendida con los pies separados aproximadamente al ancho de los hombros y la barra sujeta por la espalda al nivel del acromion. Desde esta posición, se les pidió que descendieran con un movimiento continuo hasta que la parte superior de los muslos estuviera paralela al suelo (sentadilla paralela), e inmediatamente después volver a la posición inicial lo más rápido posible. La profundidad de la sentadilla se controló individualmente por medio de un cordón elástico colocado debajo de las caderas de los

sujetos (**Figura 6**) (McBride et al., 2010). Se instruyó a los sujetos para que mantuvieran una presión constante de la barra hacia abajo durante todo el movimiento y no se les permitió saltar.

Figura 6

Sujeto realizando el ejercicio de sentadilla libre



- ❖ Press de banca lanzado: la técnica de ejecución fue idéntica a la del press de banca con la única diferencia de que se instruyó a los sujetos para que lanzaran la barra lo más alto posible. Dos ayudantes fueron los responsables de agarrar la barra durante su movimiento descendente (**Figura 7**) (Pestaña-Melero et al., 2018).
- ❖ Salto vertical con contramovimiento: la técnica de ejecución fue idéntica a la sentadilla con la única diferencia de que se instruyó a los sujetos que saltaran lo más alto posible después de realizar un contramovimiento hasta un ángulo de rodilla de aproximadamente 90° (García-Ramos et al., 2017).

Figura 7.

Sujeto realizando el ejercicio de press de banca lanzado en máquina Smith.



- ❖ Press de banca: los sujetos iniciaron la tarea sosteniendo la barra con los codos completamente extendidos y usando un ancho de agarre seleccionado por ellos mismos, que se midió y mantuvo constante en cada levantamiento. Los sujetos bajaron la barra de forma controlada hasta tocar el pecho a la altura del esternón, e inmediatamente después levantaron la barra lo más rápido posible hasta que sus codos alcanzaron la extensión completa (técnica “*touch-and-go*”). Los sujetos utilizaron la técnica estándar de posición de contacto corporal de cinco puntos (cabeza, parte superior de la espalda y glúteos firmemente en el banco con ambos pies apoyados en el suelo) y no se les permitió hacer rebotar la barra en el pecho ni levantar el tronco del banco.

◆ **Análisis estadístico:**

Los datos se presentan como medias y DS. La distribución normal de los datos fue confirmada por la prueba de Shapiro-Wilk ($P > 0,05$). Un ANOVA de tres vías (condición de retroalimentación [CR y Control] \times tipo de ejercicio [tren inferior y tren superior] \times número de serie [1, 2, 3 y 4]) con pruebas post hoc de Bonferroni que se aplicó a los resultados de velocidad (velocidad media o velocidad pico). La corrección de Greenhouse-Geisser se utilizó cuando se violó la esfericidad. La magnitud de las diferencias se evaluó mediante g , que se interpretó utilizando la siguiente escala: *trivial* ($< 0,20$), *pequeña* (0,20-0,59), *moderada* (0,60-1,19), *grande* (1,20-2,00) y *muy grande* ($> 2,00$) (Hopkins et al., 2009). Finalmente, se utilizó el coeficiente r para cuantificar la asociación entre los ejercicios evaluados (sentadilla, salto vertical con contramovimiento, press de banca y press de banca lanzado) de las diferencias brutas en el rendimiento de velocidad entre las condiciones CR y control (Weakley, Wilson, et al., 2020). Los criterios para interpretar la magnitud de las correlaciones r fueron: *trivial* (0,00-0,09), *pequeña* (0,10-0,29), *moderada* (0,30-0,49), *grande* (0,50-0,69), *muy grande* (0,70-0,89), *casi perfecta* (0,90-0,99) y *perfecta* (1,00) (Hopkins et al., 2009). Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete de software SPSS (IBM SPSS versión 25.0, Chicago, IL, EEUU). Alpha se fijó en un nivel de $P < 0,05$.

Objetivo III: *Velocity performance feedback during ballistic training: Which is the optimal frequency of feedback administration?(Estudio III).*

◆ **Muestra:**

Quince hombres estudiantes universitarios en Ciencias del Deporte se ofrecieron como voluntarios para participar en este estudio (edad = $19,9 \pm 2,7$ años [rango: 18-29 años], masa corporal = $72,0 \pm 8,0$ kg, estatura = $1,76 \pm 0,06$ m, 1RM en sentadilla = $110,7 \pm 22,9$ kg, 1RM

en press de banca = $73,1 \pm 13,8$ kg; los datos se presentan como media \pm DS). Todos los sujetos eran físicamente activos y tenían $1,4 \pm 0,7$ años de experiencia en entrenamiento de fuerza. Los sujetos tenían experiencia previa con el protocolo de evaluación como parte de un estudio preliminar (Jiménez-Alonso et al., 2020). Además, ninguno de los sujetos tuvo lesiones o dolor muscular esquelético que pudiera comprometer el rendimiento evaluado. Se pidió a los sujetos que evitaran cualquier ejercicio extenuante durante el transcurso del estudio. Todos los sujetos fueron informados de los procedimientos que se utilizarían y firmaron un formulario de consentimiento informado por escrito antes de iniciar el estudio. El protocolo del estudio se adhirió a los principios de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad de Granada (n° 988/CEIH/2019).

◆ **Diseño:**

Se utilizó un diseño cruzado aleatorio para comparar el efecto de diferentes frecuencias de administración de CR sobre el rendimiento balístico de la parte inferior y superior del cuerpo. Los sujetos fueron evaluados en cinco sesiones separadas por 48-72 horas. La primera sesión se utilizó para medidas antropométricas y para determinar la 1RM durante los ejercicios de sentadilla y press de banca. Las sesiones 2-5 fueron idénticas (tres series de seis repeticiones al 30% de la 1RM durante los ejercicios de salto vertical con contramovimiento y press de banca lanzado) con la única diferencia de que se utilizó una sola frecuencia de CR (CR_{no} , CR_{mitad} , $CR_{inmediato}$ y $CR_{promedio}$) en cada sesión. Todas las sesiones se llevaron a cabo en el laboratorio de investigación de la Universidad a la misma hora del día para cada sujeto (± 1 hora), y en condiciones ambientales similares ($\approx 22^\circ$ C y $\approx 60\%$ de humedad).

◆ **Procedimiento:**

- Composición corporal y evaluación de la 1RM (Sesión 1):

La estatura (Seca 202, Seca Ltd., Hamburgo, Alemania) y la masa corporal (TBF-300A, Tanita Corporation of America Inc., Arlington Heights, IL, EEUU) se midieron al comienzo de la sesión. El calentamiento consistió en carrera continua, estiramientos dinámicos y ejercicios de movilidad articular. Después del calentamiento, los sujetos descansaron tres minutos antes de realizar una prueba de carga incremental estándar durante los ejercicios de sentadilla y press de banca (García-Ramos et al., 2019; Pérez-Castilla et al., 2020). La carga externa inicial se estableció en 20 kg para ambos ejercicios. Se ejecutaron tres repeticiones con cargas ligeras (velocidad media $> 1,00 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), dos repeticiones con cargas medias ($0,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \leq$ velocidad media $\leq 1,00 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) y una repetición con cargas pesadas (velocidad media $< 0,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). El descanso entre las condiciones de carga se fijó en cuatro minutos. Se alentó a los sujetos de levantar la barra lo más rápido posible y se registró la velocidad media de todas las repeticiones con un transductor de velocidad lineal (T-Force System; Ergotech, Murcia, España). Las características específicas de los procedimientos de evaluación de la sentadilla y press de banca fueron las siguientes:

- ❖ Procedimiento de evaluación de sentadilla: la carga se incrementó en incrementos de 20 kg cuando la velocidad media fue superior a $0,75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ y en 10 kg cuando la velocidad media varió de $0,75$ a $0,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. La prueba finalizó cuando los sujetos no pudieron obtener una velocidad media superior a $0,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. El número medio de cargas evaluadas fue de $4,9 \pm 0,8$. La velocidad media registrada ante las diferentes condiciones de carga se utilizó para modelar las relaciones carga-velocidad individualizadas mediante un modelo de regresión lineal, y la 1RM en sentadilla se estimó como la carga asociada con una velocidad media de $0,33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Pérez-Castilla et al., 2020). Decidimos no evaluar la 1RM por el método directo porque algunos sujetos

nunca habían realizado una prueba de la 1RM con el ejercicio de sentadilla y esto podría comprometer la precisión de la medición y aumentar el riesgo de lesión (Niewiadomski et al., 2008). Los sujetos iniciaron el movimiento en una posición completamente extendida con los pies separados aproximadamente al ancho de los hombros y la barra sujeta por la espalda al nivel del acromion. Desde esta posición, se les pidió que descendieran con un movimiento continuo hasta que la parte superior de los muslos estuviera paralela al suelo (sentadilla paralela), e inmediatamente después volver a la posición inicial lo más rápido posible. A los sujetos se les indicó que mantuvieran una presión de la barra constante hacia abajo durante todo el movimiento y no se les permitió saltar.

- ❖ Procedimiento de evaluación de press de banca: la carga se incrementó en incrementos de 10 kg hasta que la velocidad media fue menor de $0,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. A partir de ese momento, la carga se incrementó de 5 a 1 kg hasta alcanzar la carga de la 1RM. El número medio de cargas evaluadas fue de $7,9 \pm 1,2$. Los sujetos iniciaron la tarea sosteniendo la barra con los codos completamente extendidos y utilizando un ancho de agarre seleccionado por ellos mismos, que se midió y mantuvo constante en cada levantamiento. Los sujetos bajaron la barra de forma controlada hasta tocar el pecho a la altura del esternón, e inmediatamente después levantaron la barra lo más rápido posible hasta que sus codos alcanzaron la extensión completa (técnica “*touch-and-go*”). Los sujetos utilizaron la técnica estándar de posición de contacto corporal de cinco puntos (cabeza, parte superior de la espalda y glúteos firmemente en el banco con ambos pies apoyados en el suelo) y no se les permitió hacer rebotar la barra en el pecho ni levantar el tronco del banco.

○ Protocolos de entrenamiento (Sesiones 2-5):

Cada sesión comenzó con el mismo calentamiento general descrito para la primera sesión. El calentamiento específico consistió en una serie de 10, 5 y 2 repeticiones al 40%, 60% y 80% de la 1RM, respectivamente. Al finalizar el calentamiento, los sujetos realizaron tres series de seis repeticiones al 30% de la 1RM durante los ejercicios de salto vertical con contramovimiento y press de banca lanzado. Decidimos utilizar el 30% de la 1RM porque es la carga óptima para la máxima producción de potencia durante los ejercicios de salto con contramovimiento y press de banca lanzado (Soriano et al., 2015; Soriano et al., 2017). Se indicó a los sujetos que saltaran lo más alto posible después de realizar un contramovimiento hasta un ángulo de rodilla de aproximadamente 90° durante el salto vertical con contramovimiento o que lanzaran la barra lo más alto posible durante el press de banca lanzado. Los dos ejercicios se realizaron en una máquina Smith (GervaSport, Madrid, España). El salto vertical con contramovimiento siempre se realizó antes del press de banca lanzado. Se produjo una pausa de un segundo después de la finalización de cada repetición para que se pudiera proporcionar verbalmente CR del rendimiento de velocidad o ningún CR (Argus et al., 2011). El período de descanso entre ejercicios y series sucesivas del mismo ejercicio se fijó en cinco minutos. La única diferencia entre las cuatro sesiones experimentales fue la frecuencia CR utilizada:

- ❖ CR_{no}: los sujetos no recibieron ningún CR durante la sesión (sirvió como condición de control).
- ❖ CR_{mitad}: los sujetos recibieron CR del rendimiento de velocidad después de la primera mitad de repeticiones de cada serie.
- ❖ CR_{inmediato}: los sujetos recibieron CR del rendimiento de velocidad inmediatamente después de cada repetición.

- ❖ $CR_{promedio}$: los sujetos recibieron CR del rendimiento de velocidad promedio de cada serie.

El investigador principal proporcionó verbalmente la velocidad pico como CR a un volumen ligeramente más alto que el volumen de conversación normal (Argus et al., 2011). Se utilizó la velocidad pico en lugar de la velocidad media porque se obtiene con mayor fiabilidad durante los ejercicios de salto con contramovimiento y press de banca lanzado (García-Ramos, Haff, Jiménez-Reyes, et al., 2018; Pérez-Castilla, Jiménez-Reyes, et al., 2021). No se reportó ningún otro estímulo para ninguna de las condiciones de retroalimentación (Argus et al., 2011; Weakley et al., 2019). La velocidad pico de todas las repeticiones se registró con un transductor de velocidad lineal (T-Force System; Ergotech, Murcia, España) a una frecuencia de muestreo de 1.000 Hz. Se comparó el promedio de la velocidad pico de cada serie o de toda la sesión entre las condiciones de retroalimentación (Argus et al., 2011).

◆ **Análisis estadístico:**

Los datos se presentan como medias y DS. La distribución normal de los datos fue confirmada por la prueba de Shapiro-Wilk ($P > 0,05$). Se aplicó un ANOVA de tres vías (condición de retroalimentación [CR_{no} , CR_{mitad} , $CR_{inmediato}$ y $CR_{promedio}$] \times tipo de ejercicio [salto vertical con contramovimiento y press de banca lanzado] \times número de serie [1, 2 y 3]) a los valores de velocidad pico. La corrección de Greenhouse-Geisser se utilizó cuando se violó la prueba de esfericidad de Mauchly y se identificaron diferencias por pares utilizando correcciones post-hoc de Bonferroni. La magnitud de las diferencias se evaluó mediante el tamaño del efecto d de Cohen (d ; calculado como la diferencia media bruta dividida por la DS combinada de las condiciones comparadas) y su respectivo IC del 95%. Se utilizó la siguiente escala para interpretar la magnitud d : *trivial* ($< 0,20$), *pequeña* (0,20-0,59), *moderada* (0,60-1,19), *grande*

(1,20-2,00) y *muy grande* (> 2,00) (Hopkins et al., 2009). Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete de software SPSS (IBM SPSS versión 25.0, Chicago, IL, EEUU). La significación estadística se aceptó a un nivel de $P < 0,05$.

4. RESULTADOS

Los principales resultados de cada estudio se muestran a modo resumen en la **Tabla 2**. A continuación, se detallan los resultados para cada uno de los tres estudios que componen la presente Tesis Doctoral:

Objetivo I: Velocity performance feedback during the free-weight bench press testing procedure: An effective strategy to increase the reliability and one-repetition maximum accuracy prediction (Estudio I).

◆ Fiabilidad y magnitud de la velocidad media registrada ante cargas submáximas:

La velocidad media reportó una fiabilidad aceptable para ambas condiciones de retroalimentación (es decir, CR y control) ante todas las cargas submáximas ($CV \leq 5,10\%$; $CCI \geq 0,79$) (**Tabla 3**). La condición de CR proporcionó la velocidad media con una mayor fiabilidad ante la carga del 40% de la 1RM (CV: conocimiento de resultados = 2,41%, control = 3,54%; CV ratio = 1,47), pero no se observaron diferencias importantes para la fiabilidad (CV ratio $\leq 1,15$) ante las cargas más pesadas.

El ANOVA aplicado sobre los valores de velocidad media reveló un efecto principal significativo para condición de retroalimentación ($F_{(1,14)} = 11,9$; $P = 0,004$) y carga ($F_{(3,42)} = 559,9$; $P < 0,001$), así como para la interacción condición de retroalimentación \times carga ($F_{(3,42)} = 3,5$; $P = 0,025$). Los principales efectos revelaron (I) una mayor velocidad media para la condición de CR, (II) una disminución progresiva de la velocidad media con el incremento de

Tabla 2

Resumen de los resultados principales obtenidos en cada uno de los tres estudios que componen la presente Tesis Doctoral

Estudio	Resultados
<p><i>Velocity performance feedback during the free-weight bench press testing procedure: An effective strategy to increase the reliability and one repetition maximum accuracy prediction.</i></p>	<p>La condición de CR proporcionó una mayor fiabilidad (CV: CR = 2,41%, control = 3,54%; CV ratio = 1,47) y magnitud ($P = 0,001$, $g = 0,78$) para la velocidad media registrada ante el 40% de la 1RM, pero no se observaron diferencias significativas para la fiabilidad (CV ratio $\leq 1,15$) ni para la magnitud ($P \geq 0,058$; rango $g = 0,00-0,32$) para las cargas más pesadas.</p> <p>La precisión en la estimación de la 1RM fue mayor para la condición CR (errores absolutos: método de múltiples puntos = $3,1 \pm 2,3$ kg; método de dos puntos = $3,5 \pm 2,1$ kg) comparado con la condición de control (errores absolutos: $4,1 \pm 1,9$ kg para los métodos de múltiples y dos puntos).</p>
<p><i>Effect of augmented feedback on velocity performance during strength-oriented and power-oriented resistance training sessions.</i></p>	<p>Se observaron mayores velocidades de salida durante las cuatro series de entrenamiento orientado al desarrollo de la fuerza (desde 4,6% a 11,6%) o al desarrollo de la potencia (desde 1,4% a 3,5%).</p> <p>Los incrementos en el rendimiento de velocidad durante la condición de CR fueron mayores para el ejercicio de salto vertical con contramovimiento ($2,25 \pm 0,14$ vs. $2,18 \pm 0,17$ m·s⁻¹; 3,0%) que para el ejercicio de press de banca lanzado ($2,33 \pm 0,13$ vs. $2,29 \pm 0,11$ m·s⁻¹; 1,7%) y comparables para los ejercicios de sentadilla ($0,59 \pm 0,07$ vs. $0,55 \pm 0,06$ m·s⁻¹; 7,5%) y press de banca ($0,47 \pm 0,09$ vs. $0,44 \pm 0,07$ m·s⁻¹; 7,8%).</p> <p>Las diferencias entre condiciones de retroalimentación para la velocidad obtenida durante el ejercicio de press de banca lanzado se correlacionaron positivamente con las diferencias entre condiciones de retroalimentación para la velocidad obtenida durante los ejercicios de sentadilla ($r = 0,524$; $P = 0,031$) y salto vertical con contramovimiento ($r = 0,662$; $P = 0,004$), mientras que las correlaciones restantes no alcanzaron la significación estadística ($r \leq 0,370$; $P \geq 0,123$).</p>

Influencia del conocimiento de resultados por parte del docente/entrenador en las sesiones de entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución

<p><i>Velocity performance feedback during ballistic training: Which is the optimal frequency of feedback administration?</i></p>	<p>En comparación con la condición de control (CR_{no}), la condición de CR_{inmediato} reportó el mayor rendimiento de velocidad (1,9-5,3%), seguido de la condición de CR_{mitad} (1,3-3,6%) y la condición de CR_{promedio} (0,7-4,3%).</p> <p>La magnitud de los incrementos de velocidad fue similar para los ejercicios de salto vertical con contramovimiento (rango: 1,7%-4,3%) y press de banca lanzado (rango: 1,3%-5,3%), excepto para la condición de CR_{promedio} en la que mayores beneficios se observaron para el ejercicio de salto vertical con contramovimiento (de 0,7% a 4,3%) comparado con el ejercicio de press de banca lanzado (de 1,2% a 2,5%) con el incremento del número de series.</p>
---	--

Nota. CR, conocimiento de resultados; CV, coeficiente de variación; *g*, tamaño del efecto *g* de Hedges; 1RM, una repetición máxima; *r*, coeficiente de correlación de Pearson; CR_{no}, los participantes no recibieron retroalimentación durante la sesión; CR_{mitad}, los participantes recibieron retroalimentación del rendimiento de velocidad después de la primera mitad de las repeticiones de cada serie; CR_{inmediato}, los participantes recibieron retroalimentación del rendimiento de velocidad inmediatamente después de cada repetición; CR_{promedio}, los participantes recibieron retroalimentación sobre el promedio del rendimiento la velocidad de cada serie.

Influencia del conocimiento de resultados por parte del docente/entrenador en las sesiones de entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución

Tabla 3

Fiabilidad intrasesión para los valores de velocidad media obtenidos durante el ejercicio de press de banca realizado con conocimiento de resultados (CR) o sin conocimiento de resultados (control) ante diferentes cargas submáximas

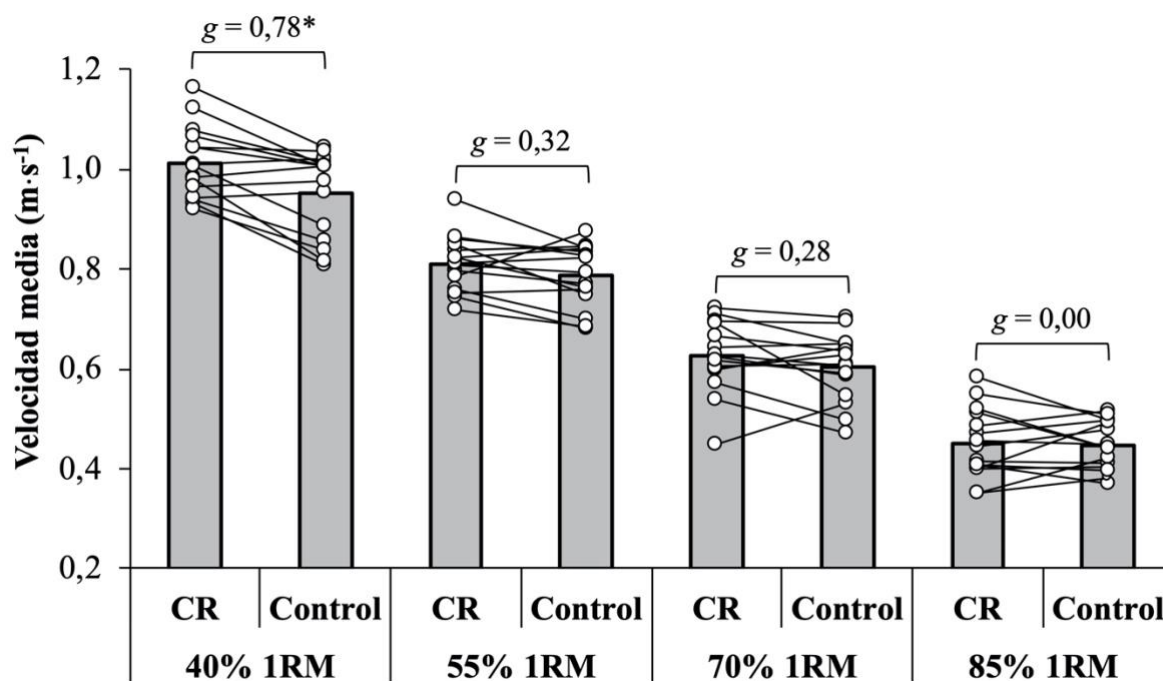
Carga	Condición	Repetición 1 (m·s⁻¹)	Repetición 2 (m·s⁻¹)	CV (%) (IC 95%)	CCI (IC 95%)
40% 1RM	CR	0,99 ± 0,07	1,00 ± 0,08	2,41 (1,77, 3,81)*	0,91 (0,76, 0,97)
	Control	0,93 ± 0,09	0,94 ± 0,09	3,54 (2,59, 5,58)	0,88 (0,69, 0,96)
55% 1RM	CR	0,79 ± 0,06	0,80 ± 0,06	3,56 (2,61, 5,62)	0,79 (0,49, 0,92)
	Control	0,78 ± 0,07	0,77 ± 0,06	3,10 (2,27, 4,89)	0,89 (0,71, 0,96)
70% 1RM	CR	0,61 ± 0,08	0,61 ± 0,08	4,97 (3,64, 7,84)	0,86 (0,64, 0,95)
	Control	0,59 ± 0,06	0,58 ± 0,07	5,10 (3,74, 8,05)	0,81 (0,53, 0,93)

Nota. 1RM, una repetición máxima; CV, coeficiente de variación; CCI, coeficiente de correlación intraclase; IC 95%, intervalo de confianza al 95%. *, diferencias importantes en la fiabilidad entre las condiciones de retroalimentación (CV ratio > 1,15).

la carga y (III) una disminución de las diferencias a favor de la condición de CR con el incremento de la carga. Las comparaciones por pares revelaron que la condición de CR proporcionó valores de velocidad media más altos ante la carga del 40% de la 1RM ($P = 0,001$; $g = 0,78$), pero no se observaron diferencias significativas ante las cargas más pesadas ($P \geq 0,058$; rango $g = 0,00-0,32$) (Figura 8).

Figura 8

Comparación de los valores de velocidad media obtenidos durante el ejercicio de press de banca realizado con conocimiento de resultados (CR) o sin conocimiento de resultados (control) ante diferentes cargas submáximas



Nota. 1RM, una repetición máxima; g, tamaño del efecto g de Hedges. *, diferencias significativas entre las condiciones de CR y de control ($P < 0,05$; t de Student para muestras relacionadas).

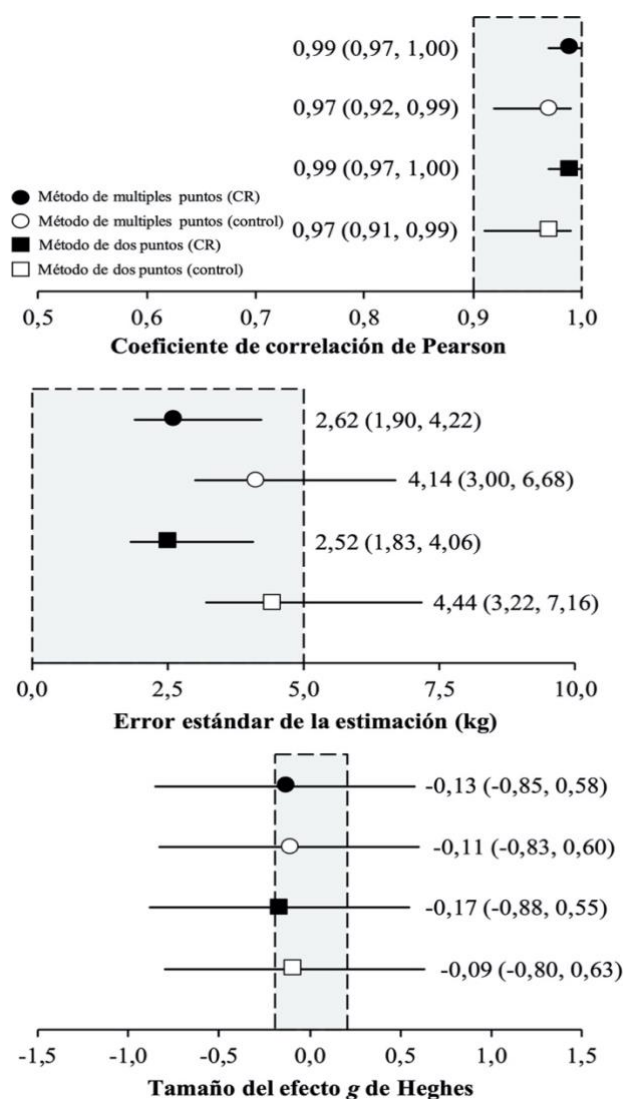
- Validez de los métodos de predicción de la 1RM:

No hubo diferencias significativas ($P = 0,800$, $g = 0,02$) y las correlaciones fueron prácticamente perfectas ($r = 0,96$) para la 1RM real entre las condiciones CR ($79,1 \pm 18,3$ kg) y control ($79,4 \pm 17,3$ kg). La velocidad de la 1RM no difirió significativamente ($P = 0,724$, $g = 0,00$) entre las condiciones de CR ($0,17 \pm 0,01$ m·s⁻¹) y de control ($0,17 \pm 0,03$ m·s⁻¹), pero la correlación entre las dos condiciones fue trivial ($r = 0,10$). El ANOVA aplicado sobre las diferencias absolutas entre la 1RM real y estimada no reveló un efecto principal significativo para condición de retroalimentación ($F_{(1,14)} = 1,1$; $P = 0,305$), método de predicción ($F_{(1,14)} = 1,2$; $P = 0,292$) o su interacción ($F_{(1,14)} = 0,6$; $P = 0,438$). Sin embargo, las diferencias absolutas fueron ligeramente más bajas para la condición de CR (método de múltiples puntos = $3,1 \pm 2,3$ kg; método de dos puntos = $3,5 \pm 2,1$ kg) en comparación con la condición de control (método de múltiples puntos y de dos puntos = $4,1 \pm 1,9$ kg).

Los métodos de predicción de la 1RM se consideraron altamente válidos, tanto para la condición de CR ($g \leq 0,17$; $r \geq 0,99$; $S_{yx} \leq 2,62$ kg) como para la condición de control ($g \leq 0,11$; $r \geq 0,97$; $S_{yx} \leq 4,44$ kg) (**Figura 9**). Los gráficos de Bland-Altman revelaron una sobreestimación baja y comparable de la 1RM real para las condiciones de CR (rango: 2,63-3,20 kg) y de control (rango: 1,47-2,03 kg), mientras que los errores aleatorios fueron ligeramente más altos para la condición de control (rango = 3,99-4,28 kg) en comparación con la condición CR (rango = 2,61-2,87 kg) (**Figura 10**).

Figura 9

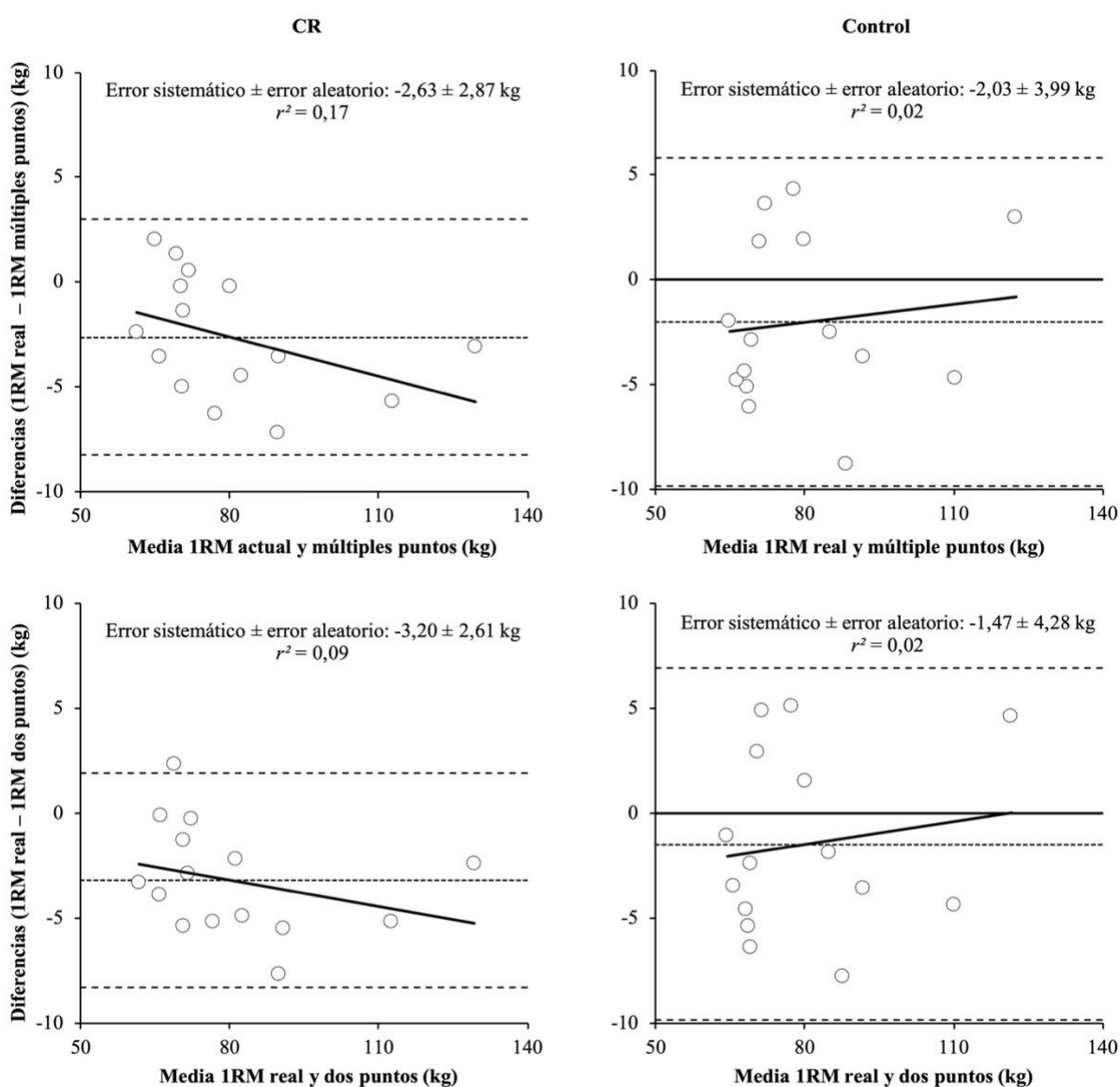
Validez de la estimación de la una repetición máxima obtenida a partir del método de múltiples puntos con conocimiento de resultados (CR; círculos negros), método de múltiple puntos sin conocimiento de resultados (control; círculos blancos), método de dos puntos con CR (cuadrados negros) y método de dos puntos sin CR (cuadrados blancos) durante el ejercicio de press de banca



Nota. La validez fue evaluada a través del coeficiente de correlación de Pearson (panel superior), el error estándar de la estimación (panel medio) y el tamaño del efecto g de Heghes (panel inferior) con sus correspondientes intervalos de confianza al 95%. El área gris representa un buen nivel de validez.

Figura 10

Gráficos de Bland-Altman mostrando las diferencias entre la una repetición máxima (1RM) real y estimada obtenida a partir del método de múltiples puntos con conocimiento de resultados (CR; panel superior izquierdo), método de múltiples puntos sin CR (control; panel superior derecho), el método de dos puntos con CR (panel inferior izquierdo) y el método de dos puntos sin CR (panel inferior derecho) durante el ejercicio de press de banca



Nota. Cada gráfico refleja el error sistemático y el límite de acuerdo al 95% ($\pm 1,96$ SD; líneas discontinuas), junto con la línea de regresión (línea sólida). El error sistemático \pm error aleatorio junto con la fuerza de la relación (r^2) es representado.

Objetivo II: *Effect of augmented feedback on velocity performance during strength-oriented and power-oriented resistance training sessions (Estudio II).*

El ANOVA reveló un efecto principal significativo para la condición de retroalimentación, tanto para las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza como al desarrollo de la potencia (velocidad más alta para la condición de CR), pero el tipo de ejercicio (velocidad más alta para el ejercicio de sentadilla) y el número de series (disminución progresiva de la velocidad con el incremento en el número de series) sólo fueron significativas para el protocolo de entrenamiento orientado al desarrollo de la fuerza (**Tabla 4**). La única interacción significativa (condición de retroalimentación × tipo de ejercicio) se observó para el protocolo de entrenamiento orientado al desarrollo de la potencia debido a un mayor incremento en la velocidad de salida durante la condición de CR para el ejercicio de salto con contramovimiento (+ 3,0%) en comparación con el ejercicio de press de banca lanzado (+ 1,7%). Las respuestas individuales y la magnitud de las diferencias entre las condiciones de CR y control para las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza y la potencia se representan en la **Figura 11** y **12**, respectivamente. Las diferencias entre condiciones de retroalimentación para la velocidad obtenida durante el ejercicio de press de banca lanzado se correlacionaron positivamente con las diferencias entre condiciones de retroalimentación para la velocidad obtenida durante los ejercicios de sentadilla ($r = 0,524$; $P = 0,031$) y salto con contramovimiento ($r = 0,662$; $P = 0,004$), mientras que las correlaciones restantes no alcanzaron la significación estadística ($r \leq 0,370$; $P \geq 0,123$) (**Tabla 5**).

Influencia del conocimiento de resultados por parte del docente/entrenador en las sesiones de entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución

Tabla 4

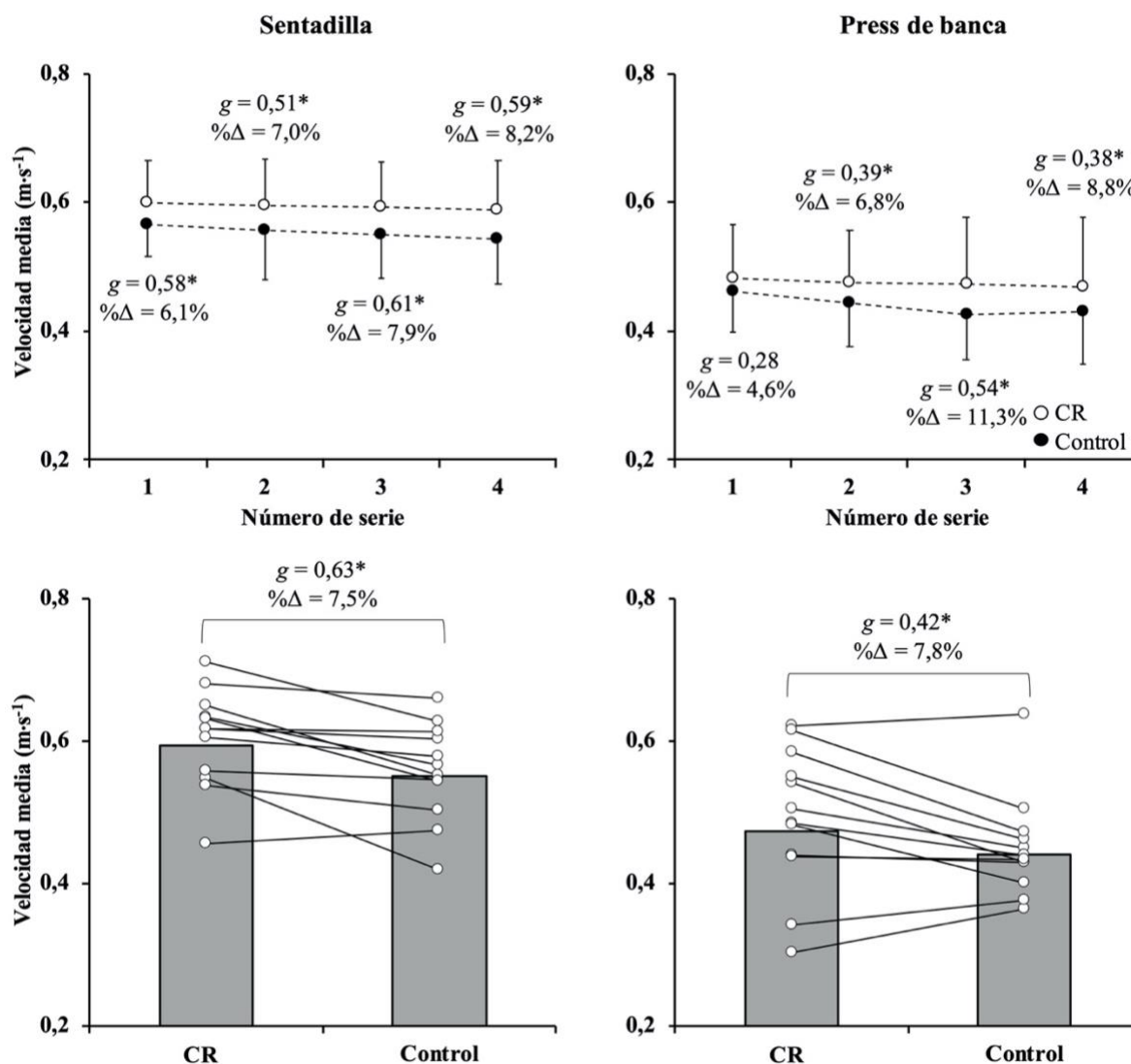
Análisis de varianza de medidas repetidas de tres vías (ANOVA) que comparan la magnitud del rendimiento de la velocidad durante las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza y al desarrollo de la potencia entre la condición de retroalimentación, el tipo de ejercicio y el número de serie

Protocolo	Condición de retroalimentación	Tipo de ejercicio	Número de serie ($m \cdot s^{-1}$)				ANOVA	
			1	2	3	4	Principales efectos	Interacciones
Fuerza	CR	S	0,60 ± 0,07	0,59 ± 0,07	0,59 ± 0,07	0,59 ± 0,08	R: $F_{(1,16)} = 26,6; P < 0,001$ E: $F_{(1,16)} = 36,3; P < 0,001$ S: $F_{(3,48)} = 5,1; P = 0,014$	R × E: $F_{(1,16)} = 0,1; P = 0,777$
		PB	0,48 ± 0,08	0,47 ± 0,08	0,47 ± 0,10	0,47 ± 0,11		R × S: $F_{(3,48)} = 1,3; P = 0,285$
	Control	S	0,56 ± 0,05	0,56 ± 0,08	0,55 ± 0,07	0,54 ± 0,07		E × S: $F_{(3,48)} = 0,5; P = 0,670$
		PB	0,46 ± 0,06	0,44 ± 0,07	0,43 ± 0,07	0,43 ± 0,08		R × E × S: $F_{(3,48)} = 0,4; P = 0,724$
Potencia	CR	CMJ	2,25 ± 0,15	2,24 ± 0,15	2,26 ± 0,12	2,25 ± 0,15	R: $F_{(1,16)} = 16,4; P < 0,001$ E: $F_{(1,16)} = 3,7; P = 0,073$ S: $F_{(3,48)} = 1,2; P = 0,313$	R × E: $F_{(1,16)} = 5,7; P = 0,029$
		PBT	2,33 ± 0,13	2,33 ± 0,13	2,32 ± 0,14	2,32 ± 0,15		R × S: $F_{(3,48)} = 0,4; P = 0,749$
	Control	CMJ	2,20 ± 0,15	2,18 ± 0,21	2,18 ± 0,15	2,18 ± 0,17		E × S: $F_{(3,48)} = 0,2; P = 0,875$
		PBT	2,30 ± 0,16	2,28 ± 0,20	2,28 ± 0,15	2,28 ± 0,16		R × E × S: $F_{(3,48)} = 0,2; P = 0,668$

Nota. CR, conocimiento de resultado; S, sentadilla; PB, press de banca; CMJ, salto con contramovimiento; PBL, press de banca lanzado; R, condición de retroalimentación; E, tipo de ejercicio; S, número de serie. Los valores descriptivos para la velocidad media (sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza) y velocidad pico (sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la potencia) son presentados como medias y desviación estándar.

Figura 11

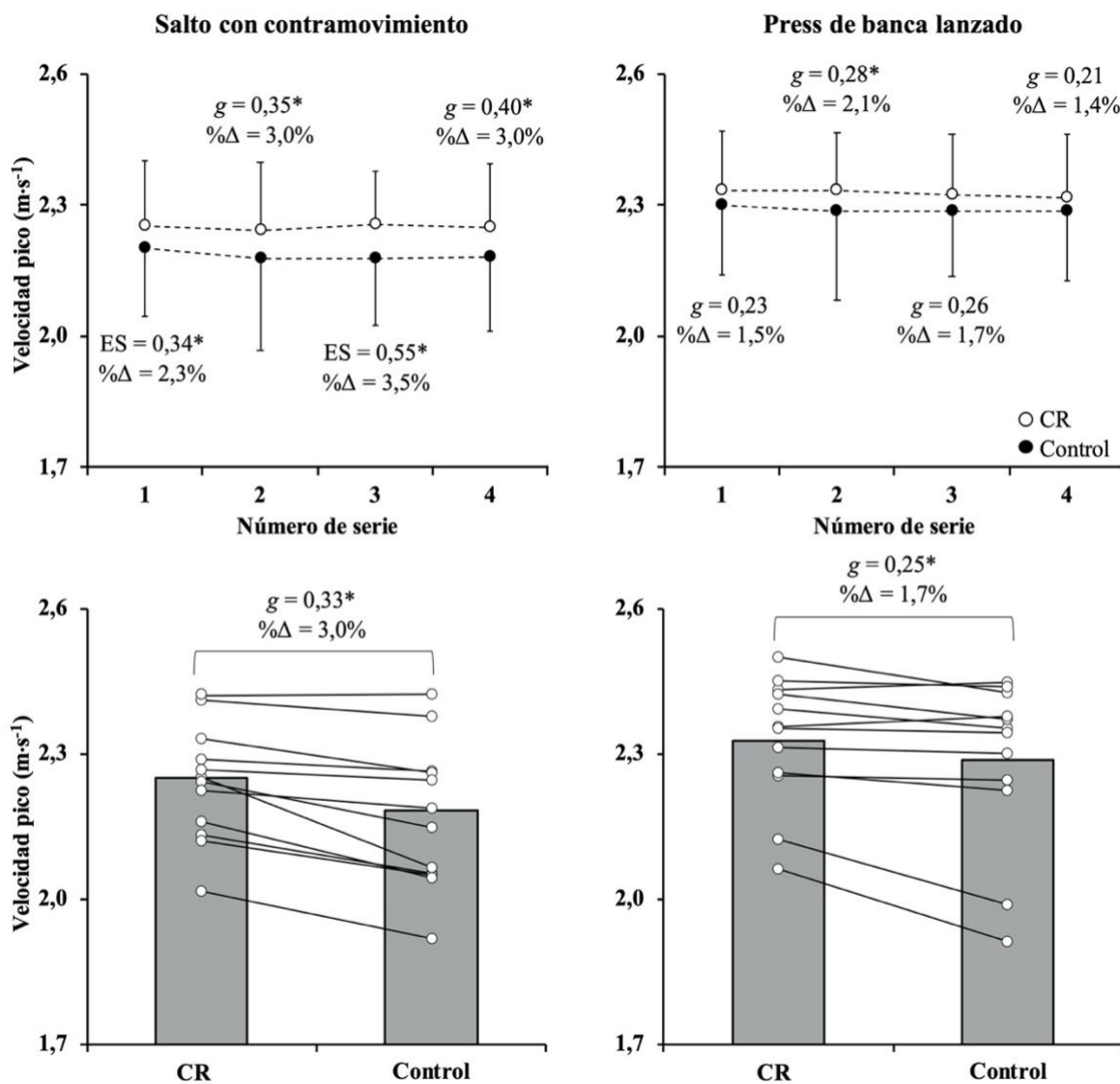
Diferencias en la velocidad media para los ejercicios de sentadilla (paneles izquierdos) y press de banca (paneles derechos) entre las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza con conocimiento de resultados (CR; círculos blancos) y sin CR (control, círculos negros)



Nota. El valor promedio de cada serie (paneles superiores) o de toda la sesión de entrenamiento (paneles inferiores) son representados. g , tamaño del efecto g de Hedges; $\% \Delta$, diferencia porcentual ($CR - control/control \times 100$). *, diferencias significativas entre las condiciones de CR y de control ($P < 0,05$; t de Student para muestras relacionadas).

Figura 12

Diferencias en la velocidad pico para los ejercicios de salto con contramovimiento (paneles izquierdos) y press de banca lanzado (paneles derechos) entre las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza con conocimiento de resultados (CR; círculos blancos) y sin CR (control, círculos negros)



Nota. El valor promedio de cada serie (paneles superiores) o de toda la sesión de entrenamiento (paneles inferiores) son representados. g , tamaño del efecto g de Hedges; $\% \Delta$, diferencia porcentual ($CR - control/control \times 100$). *, diferencias significativas entre las condiciones de CR y de control ($P < 0,05$; t de Student para muestras relacionadas).

Tabla 5

Coeficiente de correlación de Pearson obtenido de los ejercicios evaluados para las diferencias en la velocidad promedio de toda la sesión de entrenamiento entre ambas condiciones de retroalimentación

	S	PB	CMJ
PB	$r = -0,291$		
CMJ	$r = 0,370$	$r = -0,388$	
PBT	$r = 0,524^*$	$r = -0,264$	$r = 0,662^*$

Nota. S, sentadilla; BP, press de banca; CMJ, salto con contramovimiento; PBT, press de banca lanzado. *, correlación significativa ($P < 0,05$).

Objetivo III: *Velocity performance feedback during ballistic training: Which is the optimal frequency of feedback administration?(Estudio III).*

El ANOVA reveló un efecto principal significativo para la condición de retroalimentación ($CR_{inmediato} > CR_{mitad} = CR_{promedio} > CR_{no}$) y el número de la serie (mayor velocidad para la serie 2 en comparación con las series 1 y 3) (**Tabla 6**). Se observaron dos interacciones significativas: condición de retroalimentación \times número de serie (diferencias más bajas para la velocidad pico entre las condiciones de retroalimentación en la serie 1 en comparación con las series 2 y 3) y condición de retroalimentación \times tipo de ejercicio \times número de serie (mayores aumentos para la velocidad pico durante el salto con contramovimiento en comparación con el press de banca lanzado con los sucesivos conjuntos) (**Figura 13**). Las diferencias estandarizadas entre las condiciones de frecuencia experimental y de control para los ejercicios de salto vertical con contramovimiento y press de banca lanzado se muestran en la **Figura 14**.

Influencia del conocimiento de resultados por parte del docente/entrenador en las sesiones de entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución

Tabla 6

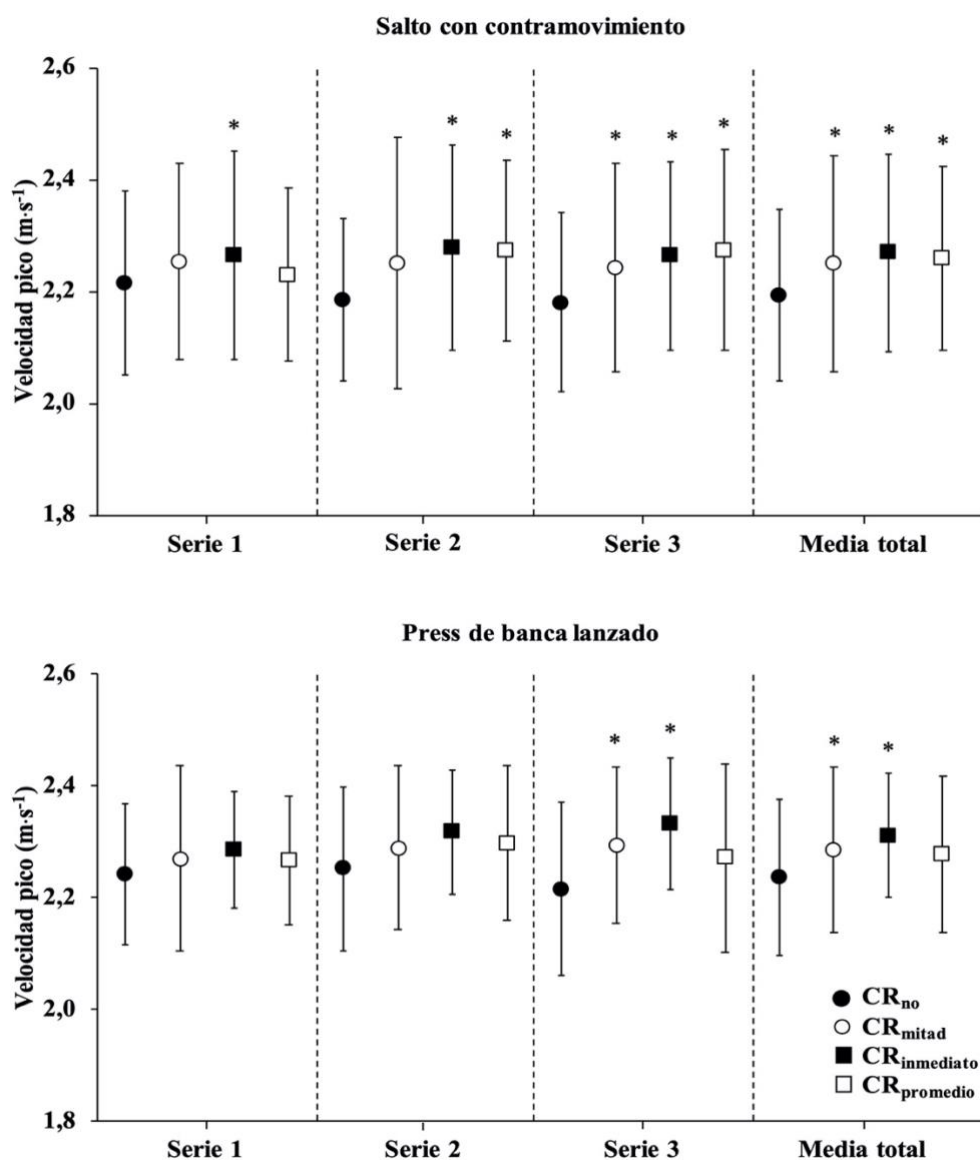
Análisis de varianza de medidas repetidas de tres vías (ANOVA) que compara la magnitud de la velocidad pico entre la condición de retroalimentación, el tipo de ejercicio y el número de serie

Condición de retroalimentación	Tipo de ejercicio	Número de serie (m·s ⁻¹)			ANOVA	
		1	2	3	Principales efectos	Interacciones
CR _{no}	CMJ	2,22 ± 0,16	2,19 ± 0,15	2,18 ± 0,16	R: F _(3,42) = 13,3; P < 0,001 E: F _(1,14) = 0,4; P = 0,533 S: F _(2,28) = 4,4; P = 0,021	R × E: F _(3,42) = 0,3; P = 0,806
	PBT	2,24 ± 0,13	2,25 ± 0,15	2,22 ± 0,16		
CR _{mitad}	CMJ	2,25 ± 0,18	2,25 ± 0,22	2,24 ± 0,19		R × S: F _(6,84) = 2,9; P = 0,043
	PBT	2,27 ± 0,17	2,29 ± 0,15	2,29 ± 0,14		E × S: F _(2,28) = 1,2; P = 0,313
CR _{inmediato}	CMJ	2,26 ± 0,19	2,28 ± 0,18	2,26 ± 0,17		R × E × S: F _(6,84) = 2,9; P = 0,014
	PBT	2,29 ± 0,10	2,32 ± 0,11	2,33 ± 0,12		
CR _{promedio}	CMJ	2,23 ± 0,16	2,27 ± 0,16	2,27 ± 0,18		
	PBT	2,27 ± 0,12	2,30 ± 0,14	2,27 ± 0,17		

Nota. CR_{no}, los participantes no recibieron retroalimentación durante la sesión; CR_{mitad}, los participantes recibieron retroalimentación del rendimiento de velocidad después de la primera mitad de las repeticiones de cada serie; CR_{inmediato}, los participantes recibieron retroalimentación del rendimiento de velocidad inmediatamente después de cada repetición; CR_{promedio}, los participantes recibieron retroalimentación sobre el promedio del rendimiento la velocidad de cada serie; CMJ, salto con contramovimiento; PBT, press de banca lanzado; R, condición de retroalimentación; E, tipo de ejercicio; S, número de serie. Los valores descriptivos se presentan como medias y desviación estándar.

Figura 13

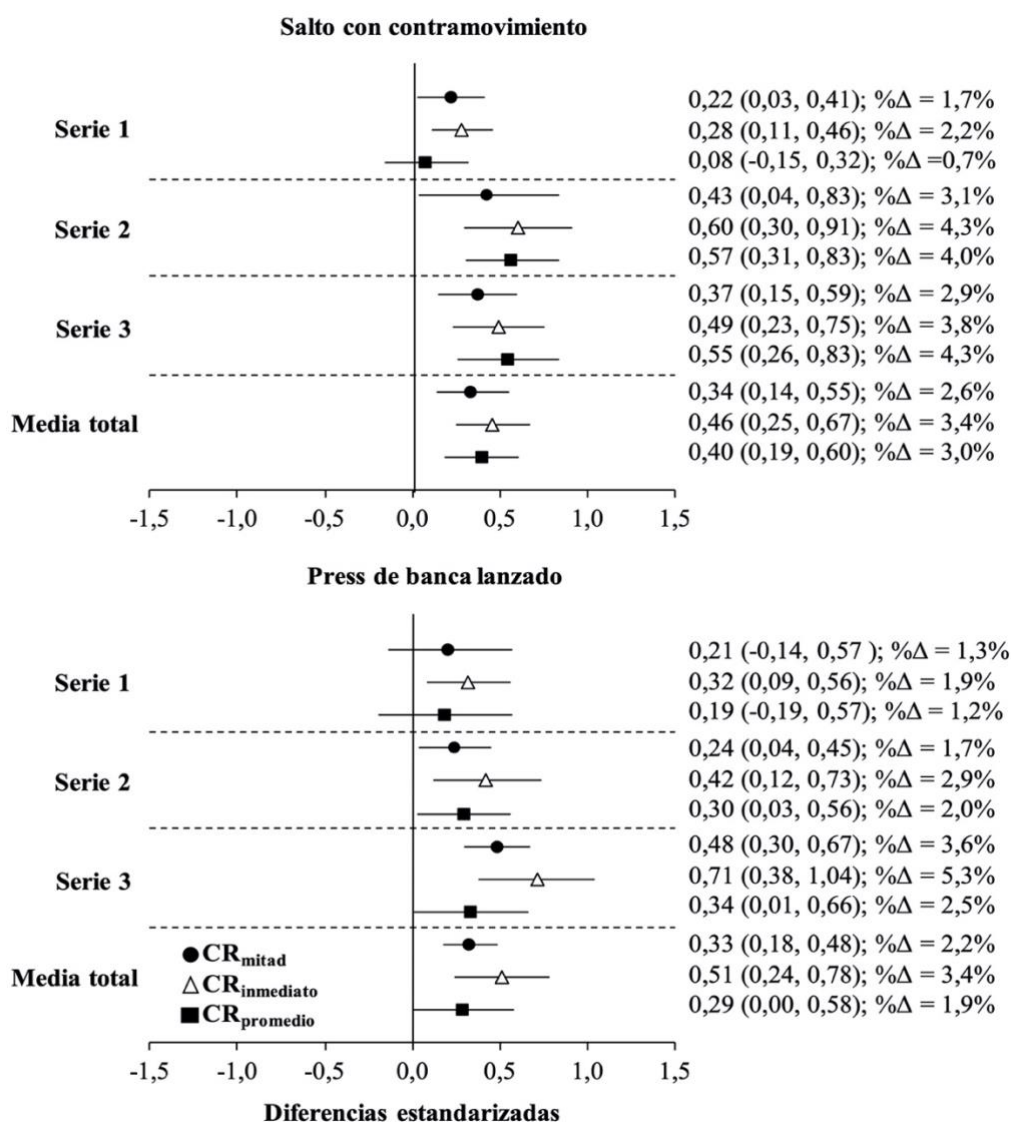
Diferencias en velocidad pico para los ejercicios de salto con contramovimiento (panel superior) y press de banca lanzado (panel inferior) entre las condiciones de retroalimentación: no conocimiento de resultados (CR_{no} ; círculos negros), conocimiento de resultados mitad (CR_{mitad} ; círculos blancos), conocimiento de resultados inmediato ($CR_{inmediato}$; cuadrados negros) y conocimiento de resultados promediado ($CR_{promedio}$; cuadrados blancos)



Nota. La velocidad promedio de cada serie (1, 2 y 3) o de toda la sesión (media total) son representados. *, diferencias significativas en comparación con CR_{no} ($P < 0,05$; análisis de la varianza con corrección por Bonferroni).

Figura 14

Diferencias estandarizadas (intervalo de confianza al 95%) en velocidad pico para los ejercicios de salto con contramovimiento (panel superior) y press de banca lanzado (panel inferior) entre la condición de control (no conocimiento de resultados; CR_{no}) y mitad conocimiento de resultados mitad (CR_{mitad} ; círculos negros), conocimiento de resultados inmediato ($CR_{inmediato}$; triángulos blancos) y conocimiento de resultados promediado ($CR_{promedio}$; cuadrados negros)



Nota. La velocidad promedio de cada serie (1, 2 y 3) o de toda la sesión (media total) son representados. % Δ , diferencia porcentual (experimental – control/control \times 100).

5. DISCUSIÓN

A continuación, se discuten los principales resultados de cada estudio que componen la presente Tesis Doctoral con respecto a los hallazgos previos reportados en la literatura científica:

Objetivo I: *Velocity performance feedback during the free-weight bench press testing procedure: an effective strategy to increase the reliability and one repetition maximum accuracy prediction (Estudio I).*

Los objetivos del presente estudio fueron evaluar si la provisión verbal de CR basado en el rendimiento de velocidad puede aumentar la fiabilidad y la magnitud de los resultados de velocidad registrados contra un rango de cargas submáximas, así como la precisión en la estimación de la 1RM a partir de la relación carga-velocidad individualizada durante el ejercicio de press de banca. Los principales hallazgos revelaron (I) una fiabilidad muy alta y comparable de la velocidad media para ambas condiciones de retroalimentación, pero al 40% de la 1RM la fiabilidad fue mayor para la condición CR, (II) la velocidad media fue generalmente más alta para la condición CR pero las diferencias con respecto a la condición de control disminuyó con el incremento de la carga, y (III) los métodos de múltiples puntos y de dos puntos reportaron una alta y comparable precisión en la estimación de la 1RM en press de banca, aunque la precisión fue ligeramente mayor para la condición CR. Tomados en conjunto, estos resultados sugieren que la provisión verbal de CR basado en el rendimiento de velocidad inmediatamente después de realizar cada repetición durante un procedimiento de evaluación de press de banca podría ser una estrategia simple y efectiva para aumentar la precisión de las mediciones.

Un requisito básico de cualquier prueba física es que los resultados sean consistentes cuando se repite la medición (Hopkins, 2000). De acuerdo con estudios previos que han examinado la fiabilidad de la velocidad media durante el ejercicio de press de banca realizado contra un rango de cargas submáximas (García-Ramos, Haff, Jiménez-Reyes, et al., 2018; Miller et al., 2020; Stock et al., 2011), nuestros hallazgos revelaron una fiabilidad intrasesión aceptable para todas las cargas evaluadas. Sin embargo, según los resultados de Randell et al. (2011b) quienes demostraron que proporcionar CR instantáneo basado en la velocidad pico mejoró la consistencia del rendimiento del salto vertical sin contramovimiento sobrecargado durante sesiones consecutivas de entrenamiento, planteamos la hipótesis de que la provisión de CR basado en el rendimiento de velocidad durante un procedimiento de evaluación de press de banca aumentaría tanto la fiabilidad como la magnitud de los resultados de velocidad recogidos contra cargas individuales. Esta hipótesis sólo fue respaldada parcialmente porque la condición CR sólo proporcionó una mayor fiabilidad y magnitud de la velocidad media para el 40% de la 1RM, pero no se observaron diferencias significativas en la fiabilidad ni en la magnitud de la velocidad media con cargas más altas. Cabe destacar que los beneficios de proporcionar CR en los valores de la velocidad media disminuyeron progresivamente con el incremento de la carga. Estos resultados podrían explicarse por la mayor fatiga acumulada al levantar cargas pesadas. Específicamente, aunque la provisión de CR basada en el rendimiento de velocidad podría aumentar la motivación de los sujetos al levantar cargas tanto ligeras como pesadas, la mayor fatiga inducida por levantar cargas pesadas puede evitar que se logre un mayor rendimiento en las repeticiones posteriores. Estos resultados apoyan colectivamente la provisión de CR basado en el rendimiento de velocidad cuando se prueba el rendimiento mecánico contra cargas submáximas, especialmente cuando se prueban cargas ligeras (< 50% de la 1RM).

Debido a los avances tecnológicos, los métodos de predicción de la 1RM basados en la velocidad del movimiento han ganado popularidad entre los profesionales de la fuerza y el

acondicionamiento (Banyard, Nosaka, & Haff, 2017; Pérez-Castilla, Piepoli, Garrido-Blanca, et al., 2019; Ruf et al., 2018). El método más común y también probablemente el más preciso para estimar la 1RM a partir de la velocidad del movimiento consiste en determinar la relación carga-velocidad individualizada mediante el registro de los valores de la velocidad media contra varias cargas submáximas y, posteriormente, la 1RM se puede obtener aplicando un modelo de regresión lineal como la carga asociada con la velocidad de la 1RM (García-Ramos et al., 2018). Todavía es discutible si la velocidad de la 1RM debe individualizarse o la misma velocidad de la 1RM debe usarse para todos los sujetos (García-Ramos et al., 2019), mientras que estudios previos han revelado que el registro de la velocidad media contra sólo dos cargas (es decir, método de dos puntos) podría proporcionar una estimación precisa de la 1RM durante el ejercicio de press de banca realizado en una máquina Smith (García-Ramos, Haff, Pestaña-Melero, et al., 2018; Pérez-Castilla, Piepoli, Garrido-Blanca, et al., 2019). Este es el primer estudio que ha explorado la posibilidad de predecir la 1RM a través del método de dos puntos durante el ejercicio de press de banca libre. Esta es una pregunta de investigación importante porque investigadores anteriores han sugerido que la precisión de los métodos de predicción de la 1RM basados en la velocidad del movimiento podría verse comprometida durante los ejercicios de peso libre (Banyard, Nosaka, & Haff, 2017; Ruf et al., 2018) que se utilizan más comúnmente en el entrenamiento. Por ejemplo, Banyard, Nosaka, & Haff (2017) y Ruf et al. (2018) observaron grandes errores absolutos al predecir la 1RM a partir de la relación carga-velocidad individualizada durante el ejercicio de sentadilla con peso libre (de 10,6 a 17,2 kg) y los ejercicios de peso muerto (de 9,1 a 13,7 kg), respectivamente. Sin embargo, se observaron errores absolutos más bajos en el presente estudio para el ejercicio de press de banca libre (de 1,1 a 8,8 kg) y estos errores absolutos fueron comparables a los errores absolutos reportados para el ejercicio de press de banca realizado en una máquina Smith (de 0,0 a 11,6 kg) (García-Ramos, Haff, Pestaña-Melero, et al., 2018; Pérez-Castilla, Piepoli, Garrido-Blanca, et al.,

2019). Por lo tanto, parece que la viabilidad de la relación carga-velocidad individualizada para predecir la 1RM está más influenciada por el tipo de ejercicio (por ejemplo, press de banca versus peso muerto) que por el modo de ejecución (guiado por máquina versus peso libre). Esta suposición podría ser respaldada además por Balsalobre-Fernández et al. (2021) quienes revelaron una relación carga-velocidad más fuerte (es decir, menor S_{xy}) para el ejercicio de press de banca en comparación con los ejercicios de sentadilla y peso muerto libre, así como, por otros estudios que han revelado una fiabilidad aceptable y comparable del rendimiento velocidad para los mismos ejercicios realizados con peso libre o en una máquina Smith (García-Ramos, Haff, Jiménez-Reyes, et al., 2018; Miller et al., 2020; Stock et al., 2011). Por lo tanto, en línea con investigaciones previas realizadas con el ejercicio de press de banca realizado en una máquina Smith (García-Ramos, Haff, Pestaña-Melero, et al., 2018; Pérez-Castilla, Piepoli, Garrido-Blanca, et al., 2019), los resultados del presente estudio también sugieren que la 1RM en ejercicio de press de banca libre puede obtenerse con una alta precisión a partir de la relación carga-velocidad individualizada. Es de destacar que se obtuvo una precisión comparable cuando se modeló la relación carga-velocidad registrando la velocidad media contra cuatro cargas (40-55-70-85% de la 1RM) o sólo dos cargas (40-85% de la 1RM), lo que apoya el método de dos puntos para una predicción precisa de la 1RM durante el ejercicio de press de banca libre.

Varios estudios han demostrado la efectividad de proporcionar $CR_{inmediato}$ para aumentar la calidad del entrenamiento (es decir, velocidades de movimiento más altas) probablemente debido a un aumento en la motivación y competitividad de los atletas (Argus et al., 2011; Randell et al., 2011a; Weakley, Wilson, et al., 2020). También se espera que la provisión de CR basado en el rendimiento de velocidad aumente la consistencia de los resultados de velocidad (Randell et al., 2011b) y, en consecuencia, planteamos la hipótesis de que la provisión de $CR_{inmediato}$ durante una prueba de carga incremental también mejoraría la

precisión de la relación carga-velocidad individualizada para estimar la 1RM en press de banca libre. Es importante destacar que una evaluación precisa de la 1RM de un individuo es útil para prescribir las cargas durante las sesiones de entrenamiento de resistencia y para monitorear el progreso durante el ciclo de entrenamiento (Bird et al., 2005). Nuestra hipótesis se confirmó ya que la precisión en la estimación de la 1RM fue mayor para la condición CR (es decir, menores errores absolutos y aleatorios). La mayor precisión probablemente se debió a la mayor fiabilidad de la velocidad media para la carga de 40% de la 1RM. Por lo tanto, se alienta a los profesionales del deporte a proporcionar CR_{inmediato} del rendimiento de la velocidad durante las evaluaciones de carga incremental realizadas para estimar la 1RM a partir de la relación carga-velocidad individualizada. Desde un punto de vista práctico, un procedimiento rápido y preciso para estimar la 1RM en el ejercicio de press de banca consistiría en la aplicación del método de dos puntos (3 repeticiones contra $\approx 40\%$ de la 1RM [velocidad media $\approx 1,00 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$] y 1-2 repeticiones contra $\approx 85\%$ de la 1RM [Velocidad media $\approx 0,40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$]) mientras proporciona verbalmente CR basado en el rendimiento de velocidad después de cada repetición.

Objetivo II: *Effect of augmented feedback on velocity performance during strength-oriented and power-oriented resistance training session (Estudio II).*

Este estudio fue diseñado para evaluar los efectos agudos de proporcionar verbalmente CR basado en el rendimiento de velocidad sobre el mantenimiento de la velocidad en múltiples series durante sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza y la potencia. El principal hallazgo de este estudio reveló que la CR basado en el rendimiento de velocidad mejoró la velocidad de ejecución durante las sesiones de entrenamiento tanto orientadas al desarrollo de la fuerza como de la potencia. Sin embargo, también es importante señalar que (I) se observaron mayores incrementos en el rendimiento de la velocidad durante la condición

de CR para las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza en comparación con las orientadas al desarrollo de la potencia, (II) el efecto positivo de CR se mantuvo en las cuatro series, (III) el incremento en el rendimiento de velocidad durante la condición CR fue mayor para el salto vertical con contramovimiento en comparación con el press de banca lanzado, pero no se obtuvieron diferencias significativas entre los ejercicios de sentadilla y press de banca, y (IV) los sujetos que mostraron un mayor efecto de CR en el rendimiento de velocidad en un ejercicio generalmente no mostró un mayor efecto positivo en otros ejercicios. Estos resultados apoyan firmemente que la provisión verbal de CR basado en el rendimiento de velocidad inmediatamente después de realizar cada repetición aumenta la calidad del entrenamiento (es decir, la velocidad del movimiento) durante las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la potencia y, especialmente, a la fuerza.

La provisión de CR_{inmediato} demostró ser beneficiosa para el mantenimiento de la velocidad durante las sesiones de entrenamiento orientadas tanto al desarrollo de la fuerza como al desarrollo de la potencia. Los mecanismos subyacentes responsables de estas ganancias inmediatas en el rendimiento se han atribuido a (I) un aumento en la motivación y competitividad de los atletas (Weakley et al., 2019) y (II) a un cambio en el foco de atención de una fuente de información interna a una externa (Nagata et al., 2020). Aunque las sesiones de entrenamiento generalmente consisten en múltiples series de varios ejercicios, estudios previos han examinado los efectos agudos del CR basado en el rendimiento de velocidad en una sola serie de entrenamiento (Weakley et al., 2019; Weakley, Wilson, et al., 2020) o durante múltiples series de un sólo ejercicio (Argus et al., 2011; Weakley et al., 2019). El presente estudio examinó si los efectos positivos del CR persisten durante las sesiones típicas de entrenamiento que consisten en múltiples series de dos ejercicios básicos. Nuestros hallazgos muestran que el efecto beneficioso del CR basado en el rendimiento de velocidad fue muy consistente en los diferentes conjuntos para los cuatro ejercicios analizados en este estudio

(sentadilla, salto vertical con contramovimiento, press de banca y press de banca lanzado). Estos resultados están en línea con Argus et al. (2011) y Weakley et al. (2019), quienes observaron durante la condición de CR un incremento de velocidad comparable para tres series consecutivas de press de banca lanzado y salto vertical sin contramovimiento, respectivamente. Por lo tanto, los resultados del presente estudio agregan evidencia adicional que respalda la provisión verbal de CR basado en el rendimiento de velocidad como una estrategia efectiva para mejorar la calidad de las sesiones de entrenamiento que constan de múltiples series y ejercicios. Tenga en cuenta también que la provisión CR frecuentemente a lo largo de un programa de entrenamiento puede promover adaptaciones neuromusculares superiores a largo plazo (Nagata et al., 2020; Randell et al., 2011a; Weakley et al., 2019).

Hasta donde sabemos, esta es la primera investigación que examina los efectos agudos de la proporcionar verbalmente CR sobre el rendimiento de velocidad entre sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza y la potencia. Dado que se puede alcanzar un rango más amplio de velocidades durante los ejercicios balísticos de carga ligera, planteamos la hipótesis de que la provisión de CR induciría incrementos superiores en el rendimiento de la velocidad para las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la potencia que para las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza. Sin embargo, esta hipótesis fue rechazada ya que el beneficio de suministrar CR resultó ser mayor para la sesión de entrenamiento orientada al desarrollo de la fuerza (7,5-7,8%) en comparación con la sesión de entrenamiento orientada al desarrollo de la potencia (1,7-3,0%). El incremento en el rendimiento de velocidad para la condición CR fue similar a los cambios reportados en la literatura científica durante sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza (Weakley et al., 2019; Weakley, Wilson, et al., 2020) y la potencia (Argus et al., 2011). Por ejemplo, Argus et al. (2011) demostraron mejoras del 1,3% en el rendimiento de velocidad en múltiples series del ejercicio press de banca lanzado cuando se proporcionó verbalmente una

CR_{inmediato} del rendimiento de velocidad después de cada repetición. Weakley et al. (2019) mostraron una mejora del 7,6% en el rendimiento de velocidad en sentadilla durante una sola serie de entrenamiento al proporcionar visualmente CR_{inmediato} del rendimiento de velocidad. Por lo tanto, aunque siempre se debe recomendar la provisión de CR del rendimiento de velocidad para mejorar la calidad del entrenamiento, los profesionales deben ser conscientes de que se espera que los efectos positivos del CR aumenten durante las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza.

Se ha planteado la hipótesis de que la provisión de CR_{inmediato} del rendimiento de velocidad podría ser más beneficiosa durante los ejercicios de cuerpo completo o de la parte inferior del cuerpo en comparación con los ejercicios de la parte superior del cuerpo debido a la mayor masa muscular involucrada (Argus et al., 2011; Weakley et al., 2019; Weakley, Wilson, et al., 2020). Por ejemplo, Argus et al. (2011) observaron una mejora del 1,3% en el ejercicio de press de banca lanzado, mientras que Weakley, Wilson, et al. (2020) demostraron una mejora del 6,6% en el ejercicio sentadilla cuando el CR se proporcionó verbalmente después de completar cada repetición. Sin embargo, hasta donde sabemos, la influencia del CR basado en el rendimiento de velocidad en los ejercicios de la parte inferior y superior del cuerpo nunca se ha comparado dentro del mismo estudio. Nuestra hipótesis de que los beneficios del CR se acentuarían para los ejercicios de la parte inferior del cuerpo se confirmó para los ejercicios balísticos realizados ante una carga ligera (salto vertical con contramovimiento = 3,0% y press de banca lanzado = 1,7%) pero no para los ejercicios tradicionales realizados ante una carga alta (sentadilla = 7,9% y press de banca = 7,8%). A pesar de que estos resultados contribuyen a expandir el cuerpo de conocimiento actual, la investigación futura debería proporcionar una visión más completa de los mecanismos subyacentes responsables de tales discrepancias entre los ejercicios según la naturaleza del movimiento evaluado (tradicional frente a balístico).

Un estudio reciente de Weakley, Wilson, et al., (2020) ha demostrado una gran relación inversa entre las diferencias brutas en el rendimiento de velocidad entre una condición de CR y control y el nivel de concienciación cuando se alentaba verbalmente a los sujetos durante el entrenamiento. Weakley, Wilson, et al. (2020) sugirieron que las personas con bajos niveles de concienciación pueden beneficiarse en mayor medida del estímulo verbal que de otras formas de retroalimentación aumentada (por ejemplo, CR verbal o visual de la velocidad). Dado que las respuestas a la provisión de CR parecen depender de los rasgos de personalidad, planteamos la hipótesis de que se observaría una correlación positiva entre los diferentes ejercicios para la magnitud de los cambios en el rendimiento de la velocidad entre las condiciones CR y control. Rechazando nuestra hipótesis, en general no se observaron correlaciones significativas entre los ejercicios para los cambios en el rendimiento de la velocidad después de la condición CR. De acuerdo con el estudio de Argus et al. (2011), quienes encontraron una alta variabilidad en la respuesta individual a la condición CR durante el ejercicio press de banca lanzado, nuestros resultados proporcionan evidencia adicional que demuestra que los sujetos que experimentan mayores beneficios durante la condición CR en un ejercicio no necesariamente tienen mayores beneficios en otros ejercicios. Estos resultados pueden atribuirse a mecanismos psicológicos (por ejemplo, baja motivación) que están asociados con la tarea en sí, pero esta hipótesis debe examinarse en estudios futuros. Por lo tanto, los profesionales deben identificar los ejercicios en los que muestran efectos positivos de la administración de CR y promover principalmente la retroalimentación durante estos ejercicios.

Objetivo III: *Velocity performance feedback during ballistic training: Which is the optimal frequency of feedback administration?(Estudio III).*

Este estudio fue diseñado para explorar el impacto de la frecuencia CR en el rendimiento balístico de la parte inferior y superior del cuerpo. El principal hallazgo del presente estudio reveló un impacto de la condición de frecuencia CR en el rendimiento de velocidad en series sucesivas de ejercicios de salto con contramovimiento y press de banca lanzado. Todas las condiciones de administración aumentaron el rendimiento de la velocidad en comparación con la condición de control, pero la condición CR_{inmediato} fue la más efectiva. La magnitud de los incrementos de velocidad fue similar para los ejercicios de salto con contramovimiento y press de banca lanzado, excepto para la condición CR_{promedio} en la que se observaron mayores beneficios para el salto vertical con contramovimiento en comparación con el press de banca lanzado con el incremento en el número de series. Estos resultados apoyan fuertemente la provisión verbal de CR_{inmediato} para inducir mejoras agudas en el rendimiento balístico de la parte inferior y superior del cuerpo.

Un creciente cuerpo de investigación ha demostrado la efectividad del CR_{inmediato} basado en el rendimiento de velocidad no solo para maximizar el rendimiento mecánico durante el entrenamiento de fuerza (Argus et al., 2011; Weakley et al., 2019; Weakley, Wilson, et al., 2020) sino también para contribuir a adaptaciones superiores de entrenamiento (Nagata et al., 2020; Randell et al., 2011a; Weakley et al., 2019). Los mecanismos responsables de las mayores velocidades de movimiento durante el entrenamiento se han atribuido a un aumento de la motivación y competitividad (Weakley et al., 2019) y también al cambio de un foco de atención interno a uno externo (Wulf et al., 2010). De acuerdo con investigaciones anteriores, el estudio actual mostró una mejora general del 3,4% en el rendimiento de velocidad cuando se proporcionó verbalmente CR_{inmediato}. Más importante aún, a diferencia de estudios anteriores que sólo examinaron el efecto agudo del CR basado en el rendimiento de velocidad en una sola serie de entrenamiento (Weakley et al., 2019; Weakley, Wilson, et al., 2020), nuestros resultados revelaron un efecto más pronunciado del CR basado en el rendimiento de velocidad

para la segunda y la tercera serie en comparación con la primera serie de la sesión de entrenamiento (**ver Figura 11**). Estos hallazgos no concuerdan con los demostrados por Argus et al. (2011), quienes observaron un incremento de velocidad comparable (de 1,3% a 1,6%) cuando se proporcionó verbalmente CR durante tres series consecutivas del ejercicio press de banca lanzado, probablemente porque el calentamiento no fue adecuado para preparar a los atletas para el máximo esfuerzo. Por lo tanto, el presente estudio proporciona evidencia adicional que respalda la provisión de $CR_{inmediato}$ durante el entrenamiento balístico para aumentar el rendimiento de la velocidad durante las sucesivas series de entrenamiento.

Un aspecto metodológico que puede influir en los efectos de proporcionar CR basado en el rendimiento de velocidad durante el entrenamiento de fuerza es la frecuencia de administración (Nagata et al., 2020). Apoyando nuestra hipótesis, el $CR_{inmediato}$ exhibió el rendimiento de velocidad más alto, seguido de las condiciones CR_{mitad} y $CR_{promedio}$, y finalmente la condición de control (CR_{no}) demostró las salidas de velocidad más bajas (**ver Figura 14**). Estos hallazgos están en línea con estudios previos que muestran mayores mejoras en el rendimiento del salto con el uso de CR más frecuente (Keller et al., 2014; Nagata et al., 2020). Sin embargo, a diferencia de Nagata et al. (2020), quienes no encontraron mejoras en el rendimiento de velocidad con frecuencias inferiores de CR después de un programa de entrenamiento de cuatro semanas con el ejercicio salto con contramovimiento sobrecargado, las condiciones CR_{mitad} y $CR_{promedio}$ mostraron un rendimiento mayor que la condición de control en el presente estudio. Estos hallazgos están de acuerdo con estudios previos que informaron mejoras en el rendimiento de la altura del salto (Keller et al., 2014) y el rendimiento de “arrancadas” potencia (Winchester et al., 2008) con bajas frecuencias relativas de administración de CR (\approx 50-60% del tiempo) durante el entrenamiento. Por lo tanto, es importante tener en cuenta que, aunque CR debe proporcionarse preferiblemente inmediatamente después de cada repetición ($CR_{inmediato}$) para inducir la mayor mejora aguda en

el rendimiento balístico, las frecuencias relativas de CR más bajas (CR_{mitad} y $CR_{promedio}$) también podrían ser una alternativa viable cuando no dispongamos de dispositivos sofisticados (por ejemplo, transductores de posición lineales) que proporcionen retroalimentación de velocidad en tiempo real de cada repetición. Por ejemplo, una aplicación móvil de bajo costo y fácil de usar llamada iLOAD[®] se ha desarrollado recientemente para proporcionar información en tiempo real de la velocidad promedio de un conjunto de múltiples repeticiones (es decir, $CR_{promedio}$) utilizando el temporizador y la calculadora del teléfono (De Sá et al., 2019). Recientemente se ha demostrado que la aplicación iLOAD[®] es capaz de monitorizar la velocidad media de las series de entrenamiento con una aceptable fiabilidad y validez durante los ejercicios de sentadilla y press de banca no realizados hasta el fallo (Pérez-Castilla, Boullosa, et al., 2021).

Se ha sugerido que los beneficios agudos de proporcionar CR basado en el rendimiento de velocidad podrían magnificarse durante los movimientos de múltiples articulaciones que involucran una gran masa muscular (por ejemplo, ejercicios de todo el cuerpo o de la parte inferior del cuerpo) (Argus et al., 2011; Weakley et al., 2019; Weakley, Wilson, et al., 2020). También se ha indicado que la provisión de CR podría tener un mayor efecto durante tareas motoras complejas (Keller et al., 2014; Nagata et al., 2020). Sin embargo, hasta donde sabemos, el efecto agudo de la administración de CR sobre el rendimiento de la velocidad nunca se ha comparado dentro de un mismo estudio entre diferentes ejercicios de entrenamiento. El ejercicio de salto vertical con contramovimiento involucra más masa muscular y es un movimiento más complejo que el ejercicio press de banca lanzado. Por lo tanto, planteamos la hipótesis de que las mejoras en el rendimiento de velocidad durante la condición $CR_{inmediato}$ serían mayores para el salto con contramovimiento en comparación con el press de banca lanzado. Rechazando nuestra hipótesis, la magnitud de las ganancias de velocidad para las diferentes condiciones de retroalimentación fue generalmente comparable para ambos

ejercicios. La única excepción se observó para la condición $CR_{promedio}$, que informó un mayor incremento en el rendimiento de velocidad para el salto vertical con contramovimiento en comparación con el press de banca lanzado con el incremento en el número de series. Aunque los hallazgos actuales cuestionan que los efectos de la administración de CR sobre el rendimiento de la velocidad difieran entre los ejercicios, se necesitan más estudios para respaldar esta afirmación.

6. CONCLUSIONES

La conclusión general de la presente Tesis Doctoral en relación al **estudio I** sugiere que la provisión verbal de CR basado en el rendimiento de velocidad inmediatamente después de realizar cada repetición durante un procedimiento de evaluación de press de banca puede ser una estrategia simple y efectiva para aumentar la precisión de las mediciones (es decir, mayor fiabilidad de la velocidad ante carga submáximas y una mayor precisión de la 1RM estimada). Respecto al **estudio 2**, se concluye que la provisión verbal de CR basado en el rendimiento de velocidad inmediatamente después de realizar cada repetición puede incrementar la calidad de los entrenamientos independientemente de su orientación, aunque los efectos positivos del CR parecen ser más acentuados durante las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza en comparación con las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la potencia. Finalmente, el **estudio 3** revela que la frecuencia de administración del CR tiene un impacto en el rendimiento de velocidad durante las series sucesivas de entrenamiento y, específicamente, la provisión de $CR_{inmediato}$ reportó las mayores ganancias agudas en el rendimiento balístico del tren inferior y superior. Tomados en conjunto, la presente Tesis Doctoral apoya la provisión instantánea de CR como una herramienta simple y eficaz de optimizar el rendimiento en los procedimientos de evaluación y/o mejorar la calidad de los entrenamientos.

Las conclusiones específicas para cada uno de los estudios que componen la presente Tesis Doctoral fueron:

Objetivo 1: *Velocity performance feedback during the free-weight bench press testing procedure: an effective strategy to increase the reliability and one repetition maximum accuracy prediction (Estudio I).*

- ◆ La provisión verbal de $CR_{\text{inmediato}}$ basado en el rendimiento de velocidad es una estrategia eficaz para aumentar la fiabilidad y la magnitud de la velocidad registrada ante cargas submáximas, siendo estos beneficios superiores ante las cargas más ligeras.
- ◆ La provisión verbal de $CR_{\text{inmediato}}$ basado en el rendimiento de velocidad también parece ser una estrategia eficaz para aumentar la precisión de la relación carga-velocidad individualizada a la hora predecir la 1RM en el ejercicio de press de banca libre. Específicamente, el registro de la velocidad media contra sólo dos cargas ($\approx 40\%$ de la 1RM y $\approx 85\%$ de la 1RM; es decir, el método de dos puntos) puede proporcionar una estimación precisa de la 1RM durante el ejercicio de press de banca libre.

Objetivo II: *Effect of augmented feedback on velocity performance during strength-oriented and power-oriented resistance training sessions (Estudio II).*

- ◆ La provisión verbal de $CR_{\text{inmediato}}$ basado en el rendimiento de velocidad es una estrategia eficaz para aumentar la calidad del entrenamiento (es decir, la velocidades de ejecución) durante las sesiones de entrenamiento orientadas tanto al desarrollo de la fuerza como al desarrollo de la potencia muscular. No obstante, el efecto positivo del CR parece magnificarse durante las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la fuerza en comparación con las sesiones de entrenamiento orientadas al desarrollo de la potencia.

- ◆ La cantidad de masa muscular involucrada en el ejercicio se asoció positivamente con el incremento en el rendimiento de la velocidad durante la condición CR para ejercicios balísticos (salto vertical con contramovimiento > press de banca lanzado) pero no para ejercicios tradicionales (sentadilla = press de banca).
- ◆ Los individuos que experimentan mayores beneficios durante la condición CR en un ejercicio no necesariamente tienen mayores beneficios en otros ejercicios. Por tanto, los entrenadores deben identificar los ejercicios en los que la provisión de CR es beneficiosa para ciertos deportistas y priorizar la administración de CR durante estos ejercicios.

Objetivo III: *Velocity performance feedback during ballistic training: Which is the optimal frequency of feedback administration? (Estudio III).*

- ◆ La provisión de CR_{inmediato} basada en el rendimiento de velocidad fue la frecuencia de administración más apropiada para inducir mejoras mecánicas agudas durante el entrenamiento balístico.
- ◆ Cuando los profesionales no tienen dispositivos sofisticados disponibles (por ejemplo, transductores de posición lineal) también podrían recomendarse las otras frecuencias de administración (CR_{mitad} y CR_{promedio}), aunque las ganancias inmediatas en el rendimiento de la velocidad fueron menores en comparación con la condición de CR_{inmediato}.
- ◆ La provisión verbal de CR podría ser igualmente eficaz para aumentar el rendimiento de la velocidad durante los ejercicios balísticos de la parte inferior del cuerpo (salto vertical con contramovimiento) y la parte superior del cuerpo (press de banca lanzado), mientras que los efectos positivos del CR parecen magnificarse con el incremento en el número de series.

7. LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS DE ESTUDIO

Los estudios que componen la presente Tesis Doctoral presentan una serie de limitaciones que deben ser reconocidas. La principal limitación fue la muestra de estudio que estuvo compuesta por hombres físicamente activos con experiencia limitada en el entrenamiento y, en consecuencia, se desconoce si los hallazgos actuales pueden diferir en sujetos con mayor experiencia de entrenamiento. Por ejemplo, es posible que la respuesta psicológica (es decir, factores motivacionales) pueda deberse a la novedad de proporcionar verbalmente CR por primera vez (Weakley et al., 2019) o que las ganancias en el rendimiento de velocidad se deben predominantemente a un mejor reclutamiento de unidades motoras (Argus et al., 2011; Weakley et al., 2019). Por tanto, los estudios futuros deberían investigar el efecto de diferentes frecuencias de administración de CR en mujeres o sujetos más experimentados. Por otro lado, se debe considerar que la respuesta asociada con la provisión verbal de CR pueda ser específica del sujeto, como demostró Weakley, Wilson, et al. (2020) que las personas con bajo nivel de concienciación pueden beneficiarse en mayor medida del estímulo verbal durante el entrenamiento. Los futuros estudios deberían investigar el canal más apropiado a la hora de proporcionar CR (verbal o visual) según los rasgos de personalidad de cada sujeto. Del mismo modo, ya que los efectos del CR sobre el rendimiento de la velocidad dependen de la motivación y competitividad (Weakley et al., 2019), la evaluación del estado psicológico de los sujetos podría haber contribuido a explicar la variabilidad observadas en las respuesta individualizada a la provisión de CR. Finalmente, cabe señalar que se produjo una pausa momentánea de un segundo después de completar cada repetición para que los sujetos pudieran escuchar y procesar la información (Argus et al., 2011). Los estudios futuros deberían investigar cómo el descanso entre repeticiones podría influir en el procesamiento de la información, así como en el mantenimiento de la velocidad y, en consecuencia, en las adaptaciones al entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución.

8. IMPLICACIÓN PARA EL ÁMBITO ESCOLAR

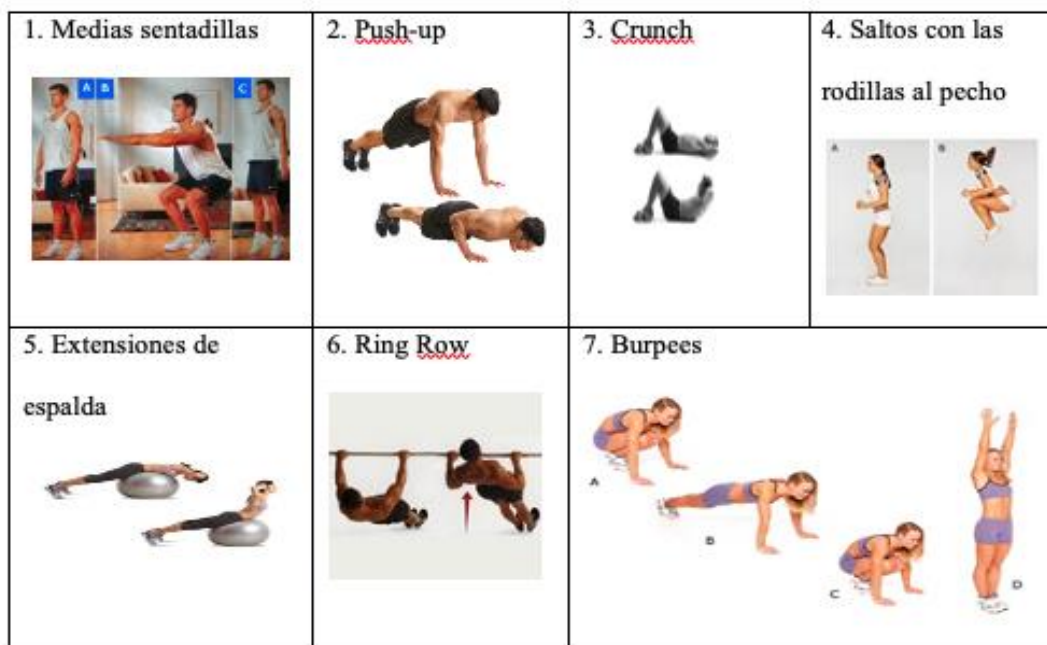
La aportación de conocimiento de resultados es una de las acciones que habitualmente tiene que realizar un maestro o profesor en su intervención docente y, especialmente, en materias como la Educación Física. En este sentido, aunque es difícil de extrapolar al ámbito escolar donde se priorizan las formas jugadas o ejercicios con autocargas, los docentes podrían utilizar el entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución como una novedosa metodología de entrenamiento y/o evaluación en sus clases de Educación Física. De hecho, la aportación de conocimiento de resultados basado en la velocidad no sólo podría mejorar la motivación y competitividad del alumnado, sino también inducir mayores adaptaciones a largo plazo.

Esta metodología de entrenamiento principalmente se aplica en el ámbito deportivo, donde la tecnología disponible permite medir la velocidad de desplazamiento de la barra en una serie de ejercicios multiarticulares que son ejecutados en un plano vertical. Sin embargo, en el ámbito escolar, como consecuencia del desarrollo y la proliferación de la tecnología deportiva, los docentes pueden medir la velocidad de ejecución con simples aplicaciones móviles al alcance de todos. Por ejemplo, *My Lift* usa la cámara de alta velocidad disponible en la mayoría de smartphones para medir a posteriori la velocidad a la que se realiza la repetición de un ejercicio. Esta aplicación es muy intuitiva y fácil de usar: simplemente se necesita medir el rango de movimiento con una cinta métrica, grabar una repetición del ejercicio deseado y seleccionar su inicio y final con la navegación imagen-a-imagen. En cambio, *iLoad* proporciona conocimiento de resultados en tiempo real de la velocidad promedio de todas las repeticiones de una serie de entrenamiento usando el temporizador y la calculadora del Smartphone. Brevemente, se requiere que el usuario mida la duración de la serie de entrenamiento e indique el número total de repeticiones realizadas y la distancia vertical recorrida por la barra durante una sola repetición. En caso de no disponer de

smartphones o tablets, los docentes podrían también usar escalas de percepción de velocidad (Bautista et al., 2014) o simplemente alentar a los estudiantes (por ejemplo, ¡Sigue así!, ¡Buen trabajo!, ¡Vamos!) (Weakley, Wilson, et al., 2020). Sin embargo, es importante garantizar un correcto aprendizaje técnico de los diferentes ejercicios de entrenamiento y/o evaluación de la fuerza antes de proporcionar conocimiento de resultados con la intención de que el alumnado realice cada repetición con el máximo esfuerzo. Finalmente, en el caso de no poder monitorizar la velocidad de ejecución, los docentes podrían proporcionar conocimiento de resultados de otros indicadores de rendimiento. Por ejemplo: en salto horizontal, se puede informar al estudiante de la longitud saltada, en el lanzamiento del balón medicinal, se puede comunicar la distancia de lanzamiento, y en el salto vertical, se podría reportar la altura del salto.

Figura 15

Circuito con el propio peso para alumnos con poca o ninguna experiencia



Nota. Se proporcionaría conocimiento de resultados de la velocidad de ejecución para los ejercicios 1, 2 y 6 usando la aplicación *iLoad*, mientras que se alentaría (por ejemplo: ¡Sigue así!) a los alumnos durante los ejercicios 3, 4, 5 y 7.

A modo de ejemplo, se presenta un circuito de entrenamiento de fuerza, en el que se ilustra cómo se podría utilizar la aportación de conocimiento de resultados. El circuito puede ser corto (9-12 ejercicios) o largo (12-15 ejercicios) en el que se realizan 2-3 circuitos de 15-20 repeticiones con un descanso de 90 segundos entre ejercicios y de 3-5 minutos entre circuitos (**Figura 15**).

9. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS

La presente Tesis Doctoral ha dado como resultado la publicación de tres artículos científicos en revistas internacionales indexadas en *Journal Citation Reports*. Dos artículos están publicados online en la revista *Journal of Strength and Conditioning Research* (índice de impacto de 2.775, segundo cuartil en *Sport Sciences*) y un artículo está publicado en el número 1 del volumen 25 de la revista *Motor Control* (índice de impacto de 1.422, cuarto cuartil en *Sport Sciences*). A pesar de su reciente año de publicación, estos trabajos han recibido más de 800 lecturas, 12 recomendaciones y 14 citas según la plataforma *ResearchGate*. Además, los resultados se han presentado en las charlas “*Efectos de la fuerza muscular en la salud, rehabilitación y rendimiento deportivo*”, celebradas los días 23, 24 y 25 de septiembre de 2020 por la Red Iberoamericana de Conocimientos Pleokinetic y Universidad de Las Américas, así como también en las VIII Jornadas de Doctorado en Ciencias de la Educación, celebradas en Granada los días 16 y 17 de junio de 2021 por la Comisión Académica Docente del Programa de Doctorado en Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada. En definitiva, los resultados de la presente Tesis Doctoral proporcionan a los entrenadores deportivos y/o docentes una herramienta simple y eficaz de optimizar el rendimiento durante los procedimientos rutinarios de evaluación y entrenamientos de los deportistas o estudiantes como es la provisión de conocimiento de resultado basado en la velocidad de ejecución.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argus, C. K., Gill, N. D., Keogh, J. W. L., & Hopkins, W. G. (2011). Acute effects of verbal feedback on upper-body performance in elite athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(12), 3282–3287.
- Baker, D. G., & Newton, R. U. (2006). Adaptations in upper-body maximal strength and power output resulting from long-term resistance training in experienced strength-power athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 541–546.
- Balsalobre-Fernández, C., Muñoz-López, M., Marchante, D., & García-Ramos, A. (2021). Repetitions in reserve and rate of perceived exertion increase the prediction capabilities of the load-velocity relationship. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(3), 724–730.
- Banyard, H. G., Nosaka, K., & Haff, G. G. (2017). Reliability and validity of the load–velocity relationship to predict the 1RM back squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 1897–1904.
- Banyard, H. G., Nosaka, K., Sato, K., & Haff, G. (2017). Validity of various methods for determining velocity, force and power in the back squat. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(9), 1170–1176.
- Bautista, I. J., Chiroso, I. J., Chiroso, L. J., Martín, I., González, A., & Robertson, R. J. (2014). Development and validity of a scale of perception of velocity in resistance exercise. *Journal of sports science & medicine*, 13(3), 542.
- Bazuelo-Ruiz, B., Padial, P., García-Ramos, A., Morales-Artacho, A. J., Miranda, M. T., & Feriche, B. (2015). Predicting maximal dynamic strength from the load-velocity relationship in squat exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7), 1999–2005.
- Behringer, M., vom Heede, A., Yue, Z., & Mester, J. (2010). Effects of resistance training in

- children and adolescents: A meta-analysis. *Pediatrics*, 126(5), e1199–e1210.
- Benedict, T. (1999). Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: A review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(3), 289–304.
- 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. *Sports Medicine*, 35(10), 841–851.
- Brady, C., Comyns, T., Harrison, A., & Warrington, G. (2017). Focus of attention for diagnostic testing of the force-velocity curve. *Strength and Conditioning Journal*, 39(1), 57–70.
- Braith, R. W., Graves, J. E., Leggett, S. H., & Pollock, M. L. (1993). Effect of training on the relationship between maximal and sub-maximal strength. *Medicine and Science Sports Exercise*, 25(1), 132–138.
- Conceição, F., Fernandes, J., Lewis, M., González-Badillo, J. J., & Jiménez-Reyes, P., (2016). Movement velocity as a measure of exercise intensity in three lower limb exercises. *Journal of Sports Sciences*, 34(12), 1099–1106.
- Cormack, S. J., Newton, R. U., McGuigan, M. R., & Doyle, T. L. A. (2008). Reliability of measures obtained during single and repeated countermovement jumps. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(2), 131–144.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: part 2 - training considerations for improving maximal power production. *Sports Medicine*, 41(2), 125–146.
- Davies, T. B., Kuang, K., Orr, R., Halaki, M., & Hackett, D. (2017). Effect of movement velocity during resistance training on dynamic muscular strength: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 47(8), 1603–1617.

- De Sá, E. C., Ricarte Medeiros, A., Santana Ferreira, A., García Ramos, A., Janicijevic, D., & Boullosa, D. (2019). Validity of the iLOAD ® app for resistance training monitoring. *PeerJ*, 7, e7372.
- 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. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(1), 46–53.
- Faigenbaum, A. D. (2000). Strength training for children and adolescents. *Clinics in Sports Medicine*, 19(4), 593–619.
- Falk, B., & Tenenbaum, G. (1996). The effectiveness of resistance training in children. *Sports Medicine*, 22(3), 176–186.
- 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. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(8), 2019–2052.
- Fry, A. C. (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Medicine*, 34(10), 663–679.
- Fulton, S. K., Pyne, D., Hopkins, W., & Burkett, B. (2009). Variability and progression in competitive performance of paralympic swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 27(5), 535–539.
- García-Ramos, A., Jaric, S., García-Ramos, A., & Jaric, S. (2018). Two-point method: A quick and fatigue-free procedure for assessment of muscle mechanical capacities and the one-repetition maximum. *Strength and Conditioning Journal*, 40(2), 54–66.
- García-Ramos, A., Suzovic, D., & Pérez-Castilla, A. (2019). The load-velocity profiles of three upper-body pushing exercises in men and women. *Sports Biomechanics*. Online ahead of print. <https://doi.org/10.1080/14763141.2019.1597155>
- García-Ramos, A., Pestaña-Melero, F. L., Pérez-Castilla, A., Rojas, F. J., & Haff, G. G. (2018).

- Differences in the load-velocity profile between 4 bench press variants. *International Journal of Sport Physiology and Performance*, 13(3), 326–331.
- García-Ramos, A., Barboza-González, P., Ulloa-Díaz, D., Rodríguez-Perea, A., Martínez-García, D., Guede-Rojas, F., Hinojosa-Riveros, H., Chiroso-Ríos, L. J., Cuevas-Aburto, J., Janicijevic, D., & Weakley, J. (2019). Reliability and validity of different methods of estimating the one-repetition maximum during the free-weight prone bench pull exercise. *Journal of Sports Sciences*, 37(19), 2205–2212.
- García-Ramos, A., Feriche, B., Pérez-Castilla, A., Padial, P., & Jaric, S. (2017). Assessment of leg muscles mechanical capacities: Which jump, loading, and variable type provide the most reliable outcomes? *European Journal of Sport Science*, 17(6), 690–698.
- García-Ramos, A., Haff, G. G. G., Jiménez-Reyes, P., & Pérez-Castilla, A. (2018). Assessment of upper-body ballistic performance through the bench press throw exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(10), 2701–2707.
- García-Ramos, A., Haff, G. G., Pestaña-Melero, F. L., Pérez-Castilla, A., Rojas, F. J., Balsalobre-Fernández, C., & Jaric, S. (2018). Feasibility of the 2-point method for determining the 1-repetition maximum in the bench press exercise. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(4), 474–481.
- García-Ramos, A., Torrejón, A., Feriche, B., Morales-Artacho, A. J., Pérez-Castilla, A., Padial, P., & Haff, G. G. (2018). Prediction of the maximum number of repetitions and repetitions in reserve from barbell velocity. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(3), 353–359.
- García-Ramos, A., Weakley, J., Janicijevic, D., & Jukic, I. (2021). Number of repetitions performed before and after reaching velocity loss thresholds: First repetition versus fastest repetition—mean velocity versus peak velocity. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(7), 950–957.

- Gonzalez-Badillo, J. J., Rodriguez-Rosell, D., Sanchez-Medina, L., Gorostiaga, E. M., Pareja-Blanco, F., González-Badillo, J. J., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Gorostiaga, E. M., & Pareja-Blanco, F. (2014). Maximal intended velocity training induces greater gains in bench press performance than deliberately slower half-velocity training. *European Journal of Sport Science, 14*(8), 772–781.
- 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.
- Gonzalez-Badillo, J. J., Yanez-Garcia, J. M., Mora-Custodio, R., & Rodriguez-Rosell, D. (2017). Velocity loss as a variable for monitoring resistance exercise. *International Journal of Sports Medicine, 38*(3), 217–225.
- Granacher, U., Lesinski, M., Büsch, D., Muehlbauer, T., Prieske, O., Puta, C., Gollhofer, A., & Behm, D. G. (2016). Effects of resistance training in youth athletes on muscular fitness and athletic performance: A conceptual model for long-term athlete development. *Frontiers in Physiology, 7*.
- Haff, G. G., & Nimphius, S. (2012). Training principles for power. *Strength and Conditioning Journal, 34*(6), 2–12.
- Harris, N. K., Cronin, J., Taylor, K. L., Boris, J., & Sheppard, J. (2010). Understanding position transducer technology for strength and conditioning practitioners. *Strength and Conditioning Journal, 32*(4), 66–79.
- Hopkins, W. (2000). *Calculations for reliability (Excel spreadsheet)*. A New View of Statistics.
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 41*(1), 3–13.
- Hopkins, W. G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports*

- Medicine*, 30(5), 375–381.
- Hunter, G. R., McCarthy, J. P., & Bamman, M. M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Medicine*, 34(5), 329–348.
- Izquierdo, M., Merchant, R. A., Morley, J. E., Anker, S. D., Aprahamian, I., Arai, H., Aubertin-Leheudre, M., Bernabei, R., Cadore, E. L., Cesari, M., Chen, L.-K., de Souto Barreto, P., Duque, G., Ferrucci, L., Fielding, R. A., García-Hermoso, A., Gutiérrez-Robledo, L. M., Harridge, S. D. R., Kirk, B., ... Singh, M. F. (2021). International exercise recommendations in older adults (ICFSR): Expert consensus guidelines. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 25(7), 824–853.
- Jiménez-Alonso, A., García-Ramos, A., Cepero, M., Miras-Moreno, S., Rojas, F. J., & Pérez-Castilla, A. (2020). Effect of augmented feedback on velocity performance during strength-oriented and power-oriented resistance training sessions. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Online ahead of print. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003705>
- Jiménez-Reyes, P., Castaño-Zambudio, A., Cuadrado-Peñafiel, V., González-Hernández, J. M., Capelo-Ramírez, F., Martínez-Aranda, L. M., & González-Badillo, J. J. (2021). Differences between adjusted vs. non-adjusted loads in velocity-based training: consequences for strength training control and programming. *PeerJ*, 9, e10942.
- Jovanovic, M., & Flanagan, E. P. (2014). Researched applications of velocity based strength training. *J Aust Strength Cond*, 22(2), 58–69.
- Keller, M., Lauber, B., Gehring, D., Leukel, C., & Taube, W. (2014). Jump performance and augmented feedback: Immediate benefits and long-term training effects. *Human Movement Science*, 36, 177–189.
- Kirk, D. (2005). Physical education, youth sport and lifelong participation: the importance of early learning experiences. *European Physical Education Review*, 11(3), 239–255.

- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(4), 674–688.
- Larsen, S., Kristiansen, E., & van den Tillaar, R. (2021). Effects of subjective and objective autoregulation methods for intensity and volume on enhancing maximal strength during resistance-training interventions: a systematic review. *PeerJ*, 9, e10663.
- Lesinski, M., Herz, M., Schmelcher, A., & Granacher, U. (2020). Effects of resistance training on physical fitness in healthy children and adolescents: An umbrella review. *Sports Medicine*, 50(11), 1901–1928.
- Lloyd, R. S., Faigenbaum, A. D., Stone, M. H., Oliver, J. L., Jeffreys, I., Moody, J. A., Brewer, C., Pierce, K. C., McCambridge, T. M., Howard, R., Herrington, L., Hainline, B., Micheli, L. J., Jaques, R., Kraemer, W. J., McBride, M. G., Best, T. M., Chu, D. A., Alvar, B. A., & Myer, G. D. (2014). Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. *British Journal of Sports Medicine*, 48(7), 498–505.
- Loturco, I., Kobal, 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.
- Maestroni, L., Read, P., Bishop, C., Papadopoulos, K., Suchomel, T. J., Comfort, P., & Turner, A. (2020). The benefits of strength training on musculoskeletal system health: Practical applications for interdisciplinary care. *Sports Medicine*, 50(8), 1431–1450.
- Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Gonzalez, A. M., Townsend, J. R., Wells, A. J., Jajtner, A. R., Beyer, K. S., Boone, C. H., Miramonti, A. A., Wang, R., LaMonica, M. B., Fukuda, D. H., Ratamess, N. A., & Stout, J. R. (2015). The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. *Physiological Reports*, 3(8), e12472.

- Mann, J., Ivey, P., & Sayers, S. (2015). Velocity-based training in football. *Strength & Conditioning Journal*, 37(6), 52–57.
- McBride, J. M., Larkin, T. R., Dayne, A. M., Haines, T. L., & Kirby, T. J. (2010). Effect of absolute and relative loading on muscle activity during stable and unstable squatting. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(2), 177–183.
- McBurnie, A. J., Allen, K. P., Garry, M., Martin, M., Thomas, D., Jones, P. A., Comfort, P., & McMahon, J. J. (2019). The benefits and limitations of predicting one repetition maximum using the load-velocity relationship. *Strength & Conditioning Journal*, 41(6), 28–40.
- Miller, R. M., Freitas, E. D. S., Heishman, A. D., Koziol, K. J., Galletti, B. A. R., Kaur, J., & Bembem, M. G. (2020). Test-retest reliability between free weight and machine-based movement velocities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(2), 440–444.
- Mononen, K., Viitasalo, J. T., Kontinen, N., & Era, P. (2003). The effects of augmented kinematic feedback on motor skill learning in rifle shooting. *Journal of Sports Sciences*, 21(10), 867–876.
- Moore, J., & Dorrell, H. (2020). Guidelines and resources for prescribing load using velocity based training. *The International Universities Strength and Conditioning Association Journal*, 1(1).
- Myers, A. M., Beam, N. W., & Fakhoury, J. D. (2017). Resistance training for children and adolescents. *Translational Pediatrics*, 6(3), 137–143.
- Nagata, A., Doma, K., Yamashita, D., Hasegawa, H., & Mori, S. (2020). The Effect of augmented feedback type and frequency on velocity-based training-induced adaptation and retention. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(11), 3110–3117.
- Nevin, J. (2019). Autoregulated resistance training: Does velocity-based training represent the future? *Strength and Conditioning Journal*, 41(4), 34–39.
- Niewiadomski, W., Laskowska, D., Gąsiorowska, A., Cybulski, G., Strasz, A., & Langfort, J.

- (2008). Determination and prediction of one repetition maximum (1RM): Safety considerations. *Journal of Human Kinetics*, *19*(1), 109–120.
- 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.
- Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Sanchis-Moysi, J., Dorado, C., Mora-Custodio, R., Yáñez-García, J. M., Morales-Alamo, D., Pérez-Suárez, I., Calbet, J. A. L. L., & González-Badillo, J. J. (2017). Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, *27*(7), 724–735.
- Pereira, M., & Gomes, P. (2003). Muscular strength and endurance tests: Reliability and prediction of one repetition maximum — Review and new evidences. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, *9*, 336–346.
- Pérez-Castilla, A., Boullosa, D., & García-Ramos, A. (2021). Reliability and validity of the iLOAD application for monitoring the mean set velocity during the back squat and bench press exercises performed against different loads. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *35*(1), S57–S65.
- Pérez-Castilla, A., García-Ramos, A., Padial, P., Morales-Artacho, A. J., & Feriche, B. (2020). Load-velocity relationship in variations of the half-squat exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *34*(4), 1024–1031.
- Pérez-Castilla, A., Jiménez-Reyes, P., Haff, G. G., & García-Ramos, A. (2021). Assessment of the loaded squat jump and countermovement jump exercises with a linear velocity transducer: which velocity variable provides the highest reliability? *Sports Biomechanics*, *20*(2), 247–260.
- Pérez-Castilla, A., Piepoli, A., Delgado-García, G., Garrido-Blanca, G., & García-Ramos, A.

- (2019). Reliability and concurrent validity of seven commercially available devices for the assessment of movement velocity at different intensities during the bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(5), 1258–1265.
- Pérez-Castilla, A., Piepoli, A., Garrido-Blanca, G., Delgado-García, G., Balsalobre-Fernández, C., & García-Ramos, A. (2019). Precision of 7 commercially available devices for predicting bench-press 1-repetition maximum from the individual load–velocity relationship. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(10), 1442–
- Perez-Castilla, A., Suzovic, D., Domanovic, A., Fernandes, J. F. T., & Garcia-Ramos, A. (2019). Validity of different velocity-based methods and repetitions-to-failure equations for predicting the 1 repetition maximum during 2 upper-body pulling exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Online ahead of print.
- Pestaña-Melero, F. L., Jaric, S., Pérez-Castilla, A., Rojas, F. J., & García-Ramos, A. (2018). Comparison of mechanical outputs between the traditional and ballistic bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Online ahead of print.
- Radaelli, R., Fleck, S. J., Leite, T., Leite, R. D., Pinto, R. S., Fernandes, L., & Simao, R. (2015). Dose-response of 1, 3, and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1349–1358.
- Randell, A. D., Cronin, J. B., Keogh, J. W., Gill, N. D., & Pedersen, M. C. (2011a). Effect of instantaneous performance feedback during 6 weeks of velocity-based resistance training on sport-specific performance tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 87–93.
- Randell, A. D., Cronin, J. B., Keogh, J. W., Gill, N. D., & Pedersen, M. C. (2011b). Reliability of performance velocity for jump squats under feedback and nonfeedback conditions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(12), 3514–3518.

- Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Mora-Custodio, R., Torres-Torrelo, J., Ribas-Serna, J., & González-Badillo, J. J. (2020). Role of the effort index in predicting neuromuscular fatigue during resistance exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Online ahead of print. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003805>
- Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Sánchez-Medina, L., Mora-Custodio, R., & González-Badillo, J. J. (2020). Relationship between velocity loss and repetitions in reserve in the bench press and back squat exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *34*(9), 2537–2547.
- Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Torres-Torrelo, J., Mora-Custodio, R., Marques, M. C., & González-Badillo, J. J. (2018). Effort index as a novel variable for monitoring the level of effort during resistance exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *32*(8), 2139–2153.
- Ruf, L., Chéry, C., Taylor, K.-L., Chery, C., & Taylor, K.-L. (2018). Validity and reliability of the load-velocity relationship to predict the one-repetition maximum in deadlift. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *32*(3), 681–689.
- Sakamoto, A., & Sinclair, P. J. (2006). Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *20*(3), 523–527.
- Sánchez-Medina, L., & González-Badillo, J. J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *43*(9), 1725–1734.
- Soriano, M. A., Jiménez-Reyes, P., Rhea, M. R., & Marín, P. J. (2015). The optimal load for maximal power production during lower-body resistance exercises: A meta-analysis. *Sports Medicine*, *45*(8), 1191–1205.
- Soriano, M. A., Suchomel, T. J., & Marin, P. J. (2017). The optimal load for maximal power

- production during upper-body resistance exercises: A meta-analysis. *Sports Medicine*, 47(4), 757–768.
- Speranza, M. J. A., Gabbett, T. J., Johnston, R. D., & Sheppard, J. M. (2016). Effect of strength and power training on tackling ability in semiprofessional rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 336–343.
- Stock, M. S., Beck, T. W., DeFreitas, J. M., & Dillon, M. A. (2011). Test–retest reliability of barbell velocity during the free-weight bench-press exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 171–177.
- Stricker, P. R., Faigenbaum, A. D., & McCambridge, T. M. (2020). Resistance training for children and adolescents. *Pediatrics*, 145(6), e20201011.
- 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.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Medicine*, 46(10), 1419–1449.
- Walchli, M., Ruffieux, J., Bourquin, Y., Keller, M., & Taube, W. (2016). Maximizing performance: Augmented feedback, focus of attention, and/or reward? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(4), 714–719.
- Weakley, J. J. S., Till, K., Darrall-Jones, J., Roe, G. A. B., Phibbs, P. J., Read, D. B., & Jones, B. L. (2017). The influence of resistance training experience on the between-day reliability of commonly used strength measures in male youth athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 2005–2010.
- Weakley, J. J., Wilson, K. M., Till, K., Read, D. B., Darrall-Jones, J., Roe, G. A. B., Phibbs, P. J., & Jones, B. (2019). Visual feedback attenuates mean concentric barbell velocity loss and improves motivation, competitiveness, and perceived workload in male adolescent

- athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(9), 2420–2425.
- Weakley, J., Wilson, K., Till, K., Read, D., Scantlebury, S., Sawczuk, T., Neenan, C., & Jones, B. (2019). Visual kinematic feedback enhances velocity, power, motivation and competitiveness in adolescent female athletes. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 27(3), 1835–7644.
- Weakley, Jonathon, Mann, B., Banyard, H., McLaren, S., Scott, T., & Garcia-Ramos, A. (2021). Velocity-based training: From theory to application. *Strength & Conditioning Journal*, 43(2), 31–49.
- Weakley, J., McLaren, S., Ramirez-Lopez, C., Garcia-Ramos, A., Dalton-Barron, N., Banyard, H., Mann, B., Weaving, D., Jones, B. (2020). Application of velocity loss thresholds during free-weight resistance training: Responses and reproducibility of perceptual, metabolic, and neuromuscular outcomes. *Journal of Sports Sciences*, 38(5), 477–485.
- Weakley, J., Morrison, M., García-Ramos, A., Johnston, R., James, L., & Cole, M. H. (2021). The validity and reliability of commercially available resistance training monitoring devices: A systematic review. *Sports Medicine*, 51(3), 443–502.
- Weakley, J., Ramirez-Lopez, C., McLaren, S., Dalton-Barron, N., Weaving, D., Jones, B., Till, K., & Banyard, H. (2020). The effects of 10%, 20%, and 30% velocity loss thresholds on kinetic, kinematic, and repetition characteristics during the barbell back squat. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(2), 180–188.
- Weakley, J., Till, K., Sampson, J., Banyard, H., Leduc, C., Wilson, K., Roe, G., & Jones, B. (2019). The effects of augmented feedback on sprint, jump, and strength adaptations in rugby union players after a 4-week training program. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(9), 1205–1211.
- Weakley, J., Wilson, K., Till, K., Banyard, H., Dyson, J., Phibbs, P., Read, D., & Jones, B. (2020). Show me, tell me, encourage me: The effect of different forms of feedback on

- resistance training performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(11), 3157–3163.
- Winchester, J. B., McBride, J. M., Maher, M. A., Mikat, R. P., Allen, B. K., Kline, D. E., & Mcguigan, M. R. (2008). Eight weeks of ballistic exercise improves power independently of changes in strength and muscle fiber type expression. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6), 1728–1734.
- Winstein, C. J., & Schmidt, R. A. (1990). Reduced frequency of knowledge of results enhances motor skill learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16(4), 677–691.
- Wood, T. M., Maddalozzo, G. F., & Harter, R. A. (2002). Accuracy of seven equations for predicting 1-RM performance of apparently healthy, sedentary older adults. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 6(2), 67–94.
- Wulf, G., Dufek, J. S., Lozano, L., & Pettigrew, C. (2010). Increased jump height and reduced EMG activity with an external focus. *Human Movement Science*, 29(3), 440–448.
- Wulf, G., Shea, C. H., & Matschiner, S. (1998). Frequent feedback enhances complex motor skill learning. *Journal of Motor Behavior*, 30(2), 180–192.

ANEXO 1. LISTADO DE ABREVIATURAS

1RM, una repetición máxima.

ANOVA, análisis de la varianza.

CR, conocimiento de resultados (es decir, información cuantitativa del movimiento).

CCI, coeficiente de correlación intraclase.

CR_{inmediato}, se proporciona conocimiento de resultados inmediatamente después de cada repetición.

CR_{mitad}, se proporciona conocimiento de resultados inmediatamente después de la primera mitad de las repeticiones de cada serie.

CR_{no}, no se proporciona conocimiento de resultados (es decir, condición de control).

CR_{promedio}, se proporciona conocimiento de resultados como promedio de las repeticiones inmediatamente después de completar cada serie.

CR_{visual}, se proporciona visualmente conocimiento del redimiendo (es decir, información cualitativa del movimiento).

CV, coeficiente de variación.

DS, desviación estándar.

d , tamaño del efecto d de Cohen.

g , tamaño del efecto g de Hedge.

IC, intervalo de confianza.

r , coeficiente de correlación de Pearson.

S_{yx} , error estándar de la estimación.

ANEXO 2. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero dar las gracias a mi madre, **Adelaida Alonso Alabarce**, por todo lo que has hecho por mí, por ser un ejemplo de superación y de lucha, por inculcarme desde el respeto y el cariño el gran valor de las cosas. A mis hermanos, **M^a Adela, Modesto y David Jiménez Alonso**, por regalarme a esas ocho maravillas de sobrinos y por supuesto por vuestra disposición constante a la ayuda. Y a mi estrella que se fue demasiado pronto, que nunca dejará de estar a mi lado.

A mi pareja y director de Tesis, **Alejandro Pérez Castilla**, por ser mi mayor ejemplo a seguir, porque sin tu ayuda y tu sacrificio esto no hubiese estado en mis planes. No cabe la mayor duda de que eres todo un ejemplo a seguir, eres constancia, trabajo, sacrificio y alegría. Gracias por ser mi compañero de vida y por apoyarme en todo momento.

A mi directora de Tesis, **María del Mar Cepero González**, por su ayuda, su apoyo, su confianza y su guía. Simplemente gracias.

A F. **Javier Rojas Ruiz, Amador García Ramos y Sergio Miras Moreno**, por su ayuda y su contribución en el desarrollo de la Tesis.

A mis amigas de toda la vida (**Tatiana, Cristina, Ana, Rocío, Paloma**, etc.) por todos los momentos vividos y los que nos quedan por vivir, y por aconsejarme en todo momento. Sois un pilar fundamental en mí.

ANEXO 3. COMITÉ DE ÉTICA

COMITÉ DE ETICA DE INVESTIGACION HUMANA UNIVERSIDAD DE GRANADA

SOLICITUD DE INFORME PARA TESIS DOCTORAL

Datos del Investigador/Doctorando:

Nombre y Apellidos: Ainara Jiménez Alonso		DNI: 74739372-K
Dpto.: Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal	Centro/Facultad: Ciencias de la Educación	
Puesto/Cargo: Estudiante de doctorado en Ciencias de la Educación		
Dirección: Campus Universitario de Cartuja		
Teléfono: 627583572	Fax:	e-mail: arania_91@hotmail.com

Datos del Director/es de la tesis:

Nombre y Apellidos: María Del Mar Cepero González		DNI: 36093586-P
Dpto.: Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal	Centro/Facultad: Ciencias de la Educación	
Puesto/Cargo: Catedrática de Universidad		
Dirección: Campus Universitario de Cartuja		
Teléfono: 958249630	Fax:	e-mail: mcepero@ugr.es

Datos del Director/es de la tesis:

Nombre y Apellidos:		DNI
Dpto.:	Centro/Facultad:	
Puesto/Cargo:		
Dirección:		
Teléfono:	Fax:	e-mail:
Título de la tesis:	INFLUENCIA DE LA APORTACIÓN DE CONOCIMIENTO RESULTADOS EN EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA BASADO EN LA VELOCIDAD DE EJECUCIÓN.	

INFORMACIÓN SOBRE EL PROTOCOLO EXPERIMENTAL

Hipótesis y objetivos

El uso de la tecnología deportiva permite proporcionar información para optimizar la prescripción y monitorización de los programas de entrenamiento de fuerza (Peart, Balsalobre-Fernández, y Shaw, 2019). Además, el avance y la proliferación de la tecnología deportiva ha favorecido el desarrollo de nuevas metodológicas de entrenamiento tales “el entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución” (Jovanonic y Flanagan, 2014; Mann, Ivey, y Sayers, 2015). El entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución presenta al menos tres aplicaciones prácticas relevantes: (1) la carga puede ajustarse diariamente para que coincida con la intensidad de entrenamiento deseada (comúnmente expresada como un porcentaje de la repetición máxima; RM) debido a la fuerte relación que existe entre la velocidad de movimiento y la carga levantada (García-Ramos, Pestaña-Melero, Pérez-Castilla, Rojas, y Haff, 2018; Perez-Castilla, Garcia-Ramos, Padial, Morales-Artacho, y Feriche, 2018),

(2) el volumen de la sesión de entrenamiento (ej., número de ejercicio por sesión, series por ejercicio o repeticiones por serie) puede prescribirse en función de la magnitud de pérdida de velocidad debido a su estrecha relación con los marcadores de fatiga neuromuscular (Sánchez-Medina y Gonzáz-Badillo, 2011), (3) la administración inmediata de conocimiento de resultados basado en la velocidad de la barra permite mejorar la motivación durante el entrenamiento y, en consecuencia, mejorar la calidad del entrenamiento (Weakley y col., 2017; Weakley y col., 2019). Sin embargo, a pesar de estas alentadoras aplicaciones prácticas, una serie de cuestiones metodológicas aún no se han resuelto y deben explorarse para refinar el uso del entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución en la práctica.

Una de las aplicaciones del entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución menos investigadas en la literatura científica consiste en la provisión de conocimiento de resultados. Está bien documentado que la provisión de conocimiento de resultados juega un rol fundamental en el aprendizaje motor y en el rendimiento deportivo (109). Más concretamente, en lo que respecta al entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución, Randel y col. (2011) observaron una mayor consistencia en el rendimiento de las series de entrenamiento durante el ejercicio de salto vertical realizado con una carga absoluta de 40 kg cuando se proporcionó un conocimiento de resultados basado en la velocidad de ejecución con respecto a una simple instrucción neutral (“realiza el movimiento tan rápido y explosivamente como sea posible”). Weakley y col. (2018) también encontraron que suministrar conocimiento de resultados de modo verbal, visual o auditivo reveló un mayor rendimiento en la serie de entrenamiento durante el ejercicio de sentadilla realizado con una carga del 75% de 3RM que únicamente proporcionar una simple instrucción neutral (“realiza la fase concéntrica del movimiento tan contundente y poderosamente como sea posible”). Estos autores no sólo observaron que proporcionar conocimiento de resultados permitía atenuar la pérdida de velocidad en la serie de entrenamiento debido a una mejora de la motivación, competitividad y percepción de carga de trabajo de los deportistas (Weakley y col., 2017), sino que también producía mayores adaptaciones al entrenamiento a largo plazo (Weakley et al., 2019). Más recientemente, Hirsch y Frost (2019) encontraron que establecer una referencia de velocidad permitía un mayor rendimiento en la serie de entrenamiento durante el ejercicio de press de banca realizado con una carga del 45%RM en comparación con una simple instrucción neutral de mover la barra “tan rápido como sea posible”. Sin embargo, los estudios que han implementado el entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución se han focalizado en mejorar el estímulo de las sesiones de entrenamiento ante una misma carga relativa (%RM) de intensidad ligera/moderada. Por tanto, se precisa de estudios que determinen si los efectos de proporcionar conocimiento de resultados están condicionados por la intensidad relativa (%RM) durante las sesiones de entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución.

Por otro lado, uno de los factores que considerablemente influyen los efectos de proporcionar conocimiento de resultados es la frecuencia (Keller, Lauber, Gehring, Leukel, y Taube, 2014; Nagata, Doma, Yamashita, Hasegawa, y Mori, 2018). Keller y col. (2014) observaron un efecto significativo sobre la altura de salto al proporcionar conocimiento de resultados a corto y a largo plazo. Más concretamente, el grupo de entrenamiento que recibió un 100% de conocimiento de resultados fue el que más mejoró tras la intervención (+14%), seguido del que recibió un 50% y un 0% de conocimiento de resultados (+10 y +6%, respectivamente). Nagata y col. (2018) también compararon los beneficios de proporcionar conocimiento de resultados a largo plazo al proporcionar diferentes tipos y frecuencias de conocimiento de resultados en el ejercicio de salto vertical sobrecargado. Estos autores observaron que el grupo de entrenamiento que recibió conocimiento de resultados inmediato para cada repetición reportó mayores velocidades de ejecución que el grupo que recibió conocimiento de resultados visual o promediado a lo largo de las series de entrenamiento, así como el que no recibió conocimiento de resultados. Sin embargo, Wulf y col. (1998) sugieren

que la frecuencia relativa óptima para proporcionar conocimiento de resultados dependía de la complejidad de la tarea, siendo el rendimiento superior después de aprender tareas complejas con alta frecuencia de conocimiento de resultados. En este contexto, se precisa de más estudios que traten de abordar si estos hallazgos son extrapolados a otros ejercicios comúnmente incluidos en los programas de entrenamiento de fuerza basados en la velocidad de ejecución (ej. Press de banca).

Objetivo general:

- Refinar la aplicación del entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución en la práctica deportiva.

Objetivos específicos e hipótesis:

- Comparar el efecto de la sobrecarga (30%RM vs. 80%RM) al proporcionar conocimiento de resultado en una sesión de entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución. Nuestra hipótesis será que la provisión de conocimiento de resultado con una sobrecarga ligera del 30%RM supondrá un mayor efecto en el rendimiento de la sesión que la provisión de conocimiento de resultados con una sobrecarga pesada del 80%.

- Comparar el uso de diferentes frecuencias (inmediato, promedio, sin proporcionar) al aportar conocimiento de resultados en una sesión de entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución, así como explorar si estos efectos están determinados por los antecedentes de entrenamiento. Nuestra hipótesis será que una mayor frecuencia de provisión de conocimiento de resultados (es decir, inmediato) supondrá un mayor efecto en el rendimiento de la sesión que una mejor frecuencia de provisión (es decir, promedio) o sin proporcionar conocimiento de resultados. Además, los participantes con una mayor experiencia de entrenamiento se verán menos beneficios de una alta frecuencia al proporcionar conocimiento de resultados que los participantes con una menor experiencia.

Material y métodos:

Descripción de la muestra:

La muestra estará formada por un mínimo de 30 participantes físicamente activos entre 18 y 30 años residentes en Granada y reclutados de entre los estudiantes del grado de Ciencias en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Los participantes deberán tener una experiencia mínima de 2 años en el entrenamiento de fuerza, así como no presentar ninguna limitación física, problema de salud o lesión muscular que pueda comprometer el rendimiento evaluado.

Descripción del proyecto:

Con objeto de dar respuesta a los objetivos planteados, se realizarán 2 proyectos de investigación consecutivos con un diseño de medidas repetidas cada uno. Los participantes acudirán a un total de 10 sesiones de evaluación durante 5 semanas consecutivas, 2 veces por semana, con 48-72 horas de descanso entre sesiones. Todas las sesiones serán monitorizadas por un transductor de velocidad lineal (T-Force System; Ergotech, Murcia, España).

El primer proyecto, consistirá en analizar el efecto de la sobrecarga de entrenamiento cuando se proporciona conocimiento de resultados basado en la velocidad de la barra durante una sesión de entrenamiento. Tras 2 sesiones de familiarización, los participantes acudirán a 4 sesiones de evaluación en un orden contrabalanceado: 2 proporcionando conocimiento de resultados y 2 sin proporcionar conocimiento de resultados. Se realizará una condición de carga (30%RM o 80%RM) por sesión para cada condición experimental. Las sesiones de entrenamiento consistirán en realizar 4 series de 6 repeticiones al 30%RM con los ejercicios de salto vertical con contramovimiento y press de banca lanzado (es decir, ejercicios balísticos) y al 80%RM con los ejercicios de sentadilla y press de banca (es decir, ejercicios tradicionales).

El descanso entre series será de 4 minutos y se proporcionará conocimiento de resultados basado en la velocidad pico o velocidad media de la barra para los ejercicios balísticos o tradicionales, respectivamente.

El segundo proyecto, consistirá en comparar la influencia de diferentes frecuencias relativas al proporcionar conocimiento de resultados basados en la velocidad de la barra durante una sesión de entrenamiento. Tras 1 sesión de familiarización, los participantes acudirán a 3 sesiones de evaluación en un orden contrabalanceado. Se evaluará un tipo de frecuencia relativa en cada sesión: conocimiento de resultados inmediato, conocimiento de resultados promedio y sin conocimiento de resultados. Las sesiones de entrenamiento consistirán en realizar 3 series de 5 repeticiones al 30%RM en el ejercicio de salto vertical con contramovimiento y press de banca lanzado. El descanso entre series será de 4 minutos y se proporcionará conocimiento de resultados basado en la velocidad pico de la barra.

Experiencia del grupo de investigación:

Nuestro grupo de investigación cuenta con una línea de investigación consolidada con más de 25 publicaciones científicas que han tratado de refinar la aplicación del entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución en la práctica deportiva. Estas publicaciones pueden ser consultadas en: <https://www.researchgate.net/project/Velocity-based-resistance-training-2>. En este sentido, el grupo de investigación ha iniciado una nueva línea de trabajo para explorar los efectos de diferentes estrategias de retroalimentación en los procedimientos de evaluación y en las sesiones de entrenamiento de los deportistas, con 2 estudios actualmente en proceso de revisión. Por lo tanto, con el desarrollo del presente proyecto se pretende consolidar esta reciente línea de trabajo en colaboración con Jonathon Weakley, investigador de la Australian Catholic University y autor de los principales estudios que abordan la presente temática de estudio. El doctor Jonathon Weakley ha colaborado recientemente con nuestro grupo de investigación con 2 estudios publicados en revistas de alto índice de impacto en nuestro área de conocimiento (22,31).

En definitiva, el grupo de investigación dispone del material y experiencia necesarios para el desarrollo del proyecto de Tesis Doctoral presentado. La experiencia acumulada del conjunto de los investigadores que colaborarán en el proyecto permite abordar con garantías algunas de las cuestiones relativas a los objetivos propuestos que actualmente presentan diversas controversias y que tienen una enorme trascendencia práctica en los procedimientos de evaluación y entrenamiento de los deportistas.

Principales referencias bibliográficas:

- Keller, M., Lauber, B., Gehring, D., Leukel, C., y Taube, W. (2014). Jump performance and augmented feedback: immediate benefits and long-term training effects. *Human Movement Science*, 36, 177-189.
- Nagata, A., Doma, K., Yamashita, D., Hasegawa, H., y Mori, S. (2018). The effect of augmented feedback type and frequency on velocity-based training-induced adaptation and retention. *Journal of Strength and Conditioning Research*. In press.
- Peart, D. J., Balsalobre-Fernández, C., y Shaw, M. P. (2019). Use of mobile applications to collect data in sport, health, and exercise science: A narrative review. *Journal of Strength and Conditioning Research*. In press.
- Randell, A. D., Cronin, J. B., Keogh, J. W., Gill, N. D., y Pedersen, M. C. (2011). Effect of instantaneous performance feedback during 6 weeks of velocity-based resistance training on sport-specific performance tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 87-93.
- Weakley, J. J., Wilson, K. M., Till, K., Read, D. B., Darrall-Jones, J., Roe, G., ... Jones, B.

- (2017). Visual feedback attenuates mean concentric barbell velocity loss, and improves motivation, competitiveness, and perceived workload in male adolescent athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. In press.
- Weakley, J., Till, K., Sampson, J., Banyard, H., Leduc, C., Wilson, K., ... Jones, B. (2019). The effects of augmented feedback on sprint, jump, and strength adaptations in rugby union players following a four week training programme. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. In press.
- Weakley, J., Wilson, K., Till, K., Banyard, H., Dyson, J., Phibbs, P., ... Jones, B. (2018). Show me, tell me, encourage me: The effect of different forms of feedback on resistance training performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. In press.
- Wulf, G. (2013). Attentional focus and motor learning: a review of 15 years. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 6(1), 77-104.
- Wulf, G., Shea, C. H., & Matschiner, S. (1998). Frequent feedback enhances complex motor skill learning. *Journal of Motor Behavior*, 30(2), 180-192

Beneficios esperados:

Los resultados que se obtengan nos permitirán establecer una base de conocimiento que permitan optimizar y refinar la aplicación del entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución en la práctica deportiva.

Posibles efectos indeseables o secundarios:

El estudio implicará una evaluación de 5 semanas de duración (10 sesiones con 42.72 horas de descanso). El uso de sobrecargas durante las evaluaciones y/o sesiones de entrenamiento puede implicar riesgo de lesión muscular/articular. No obstante, este riesgo es mínimo cuando las condiciones de entrenamiento son planificadas, individualizadas y supervisadas. Finalmente, serán arbitrados y desplegados todos los medios necesarios para evitar cualquier incidencia por medio de la evaluación de la información preliminar relacionada con el estado de salud de los participantes y por cualquier observación de síntomas durante los test y el ejercicio.

¿Existe algún tipo de contraprestación y/o seguro para los participantes?: NO

Consentimiento informado: Ver adjunto 1.

Hoja de información facilitada a los estudiantes: Ver adjunto 2.

Derecho explícito de la persona a retirarse del estudio. Garantías de confidencialidad: Si. Ver clausula en consentimiento informado.

Firma:

Fecha: En Granada, ... de noviembre de 2019

Nombre y apellidos (Investigador responsable):

María Del Mar Cepero González





**COMITE DE ETICA EN INVESTIGACION
DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA**

La Comisión de Ética en Investigación de la Universidad de Granada, visto el informe preceptivo emitido por la Presidenta del Comité en Investigación Humana, tras la valoración colegiada del Comité en sesión plenaria, en el que se hace constar que la investigación propuesta respeta los principios establecidos en la legislación internacional y nacional en el ámbito de la biomedicina, la biotecnología y la bioética, así como los derechos derivados de la protección de datos de carácter personal,

Emite un Informe Favorable en relación a la investigación titulada: 'INFLUENCIA DE LA APORTACIÓN DE CONOCIMIENTO RESULTADOS EN EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA BASADO EN LA VELOCIDAD DE EJECUCIÓN.' que dirige D./Dña. MARIA DEL MAR CEPERO GONZALEZ, con NIF 36.093.586-P, quedando registrada con el nº: 988/CEIH/2019.

Granada, a 22 de Noviembre de 2019.

EL PRESIDENTE
Fdo: Enrique Herrera Viedma



EL SECRETARIO
Fdo: Francisco Javier O'Valle Ravassa

ANEXO 4. CURRÍCULUM VITAE

I. Información Personal

Nombre: Ainara **Apellidos:** Jiménez Alonso **Fecha de nacimiento:** 24/01/1991
Género: Mujer **Nacionalidad:** Española **País de nacimiento:** España
Región: Andalucía **Provincia:** Granada **DNI:** 74739372-K
Teléfono: 627583572 **Email:** arania91@correo.ugr.es

II. Formación académica

1. Denominación del título: Graduada en Educación Primaria con mención en Educación Física.

- **Centro:** Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada.
- **Fecha de terminación de estudios:** 2010/2014.
- **Calificación:** 8,334.

2. Denominación del título: Máster Universitario en Investigación en Actividad Física y Deporte.

- **Centro:** Facultad de Ciencias de la actividad física y del deporte. Universidad de Granada.
- **Fecha de terminación de estudios:** 2015/2016.
- **Calificación:** 2,7/9.

III. Publicaciones en Revistas

1. **Jiménez-Alonso, A.**, García-Ramos, A., Cepero, M., Miras-Moreno., S, Rojas, F. J., & Pérez-Castilla, A (2020). Velocity performance feedback during the free-weight bench press testing procedure: An effective strategy to increase the reliability and one repetition maximum accuracy prediction. *Journal of Strength and Conditioning Research*, online ahead of print. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003609.

2. **Jiménez-Alonso, A.**, García-Ramos, A., Cepero, M., Miras-Moreno, S., Rojas, F. J., & Pérez-Castilla, A. (2020). Effect of augmented feedback on velocity performance during strength-oriented and power-oriented resistance training sessions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, online ahead of print. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003705.

3. Pérez-Castilla, A., **Jiménez-Alonso, A.**, Cepero, M., Miras-Moreno, S., Rojas, F. J., & García-Ramos, A. (2021). Velocity performance feedback during ballistic training: Which is the optimal frequency of feedback administration? *Motor Control*, 25, 19-32. DOI: 10.1123/mc.2020-0039.

IV. Aportaciones en Congresos

1. Título de la aportación: Aspectos metodológicos de la aportación de conocimiento de resultados en la evaluación y el entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución.

Nombre del congreso: Efectos de la fuerza muscular en la salud, rehabilitación y rendimiento deportivo.

Tipo del evento: Comunicación oral.

Ámbito: Internacional.

Año: 2020.

Lugar: Santiago, Chile (online).

Autores: Pérez-Castilla, A., **Jiménez-Alonso, A.**, Cepero, M., Miras-Moreno, S., Rojas, FJ., García-Ramos, A.

2. Título de la aportación: Diferencias de género en la influencia de la conciencia corporal objetivada sobre la ansiedad físico-social en preadolescentes.

Nombre del congreso: I congreso internacional y III congreso nacional de rendimiento deportivo, actividad física y salud y experiencias educativas en educación física.

Tipo del evento: Comunicación póster.

Ámbito: Internacional.

Año: 2021.

Lugar: Jaén, España (online).

Autores: **Jiménez-Alonso, A.**, Pérez-Castilla, A., Burgueño-Menjíbar, R., Medina-Casabón, J.

3. Título de la aportación: Influencia del modelo de enseñanza sobre la orientación a la deportividad en clase de Educación Física.

Nombre del congreso: I congreso internacional y III congreso nacional de rendimiento deportivo, actividad física y salud y experiencias educativas en educación física.

Tipo del evento: Comunicación póster.

Ámbito: Internacional.

Año: 2021.

Lugar: Jaén, España (online).

Autores: Pérez-Castilla, A., **Jiménez-Alonso, A.**, Burgueño-Menjíbar, R., Medina-Casabón, J.

4. Título de la aportación: Conocimiento de resultado durante el entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución: ¿Cuál es la frecuencia óptima de administración?

Nombre del congreso: VIII Jornadas de Doctorado en Ciencias de la Educación.

Tipo del evento: Comunicación póster.

Ámbito: Nacional.

Año: 2021.

Lugar: Granada, España (online).

Autores: Jiménez-Alonso, A., Cepero, M., Miras-Moreno, S., Rojas, F. J., García-Ramos, A., Pérez-Castilla, A.

V. Idiomas

1. CEFR Level B2. Aptis General. Fecha de examen: Diciembre, 2018.

VI. Asistencia a Charlas o Conferencias

1. Asistencia a las charlas “Efectos de la fuerza muscular en la salud, rehabilitación y rendimiento deportivo”, celebradas los días 23, 24 y 25 de septiembre de 2020 por la Red Iberoamericana de Conocimientos Pleokinetic y Universidad de Las Américas.

2. Asistencia al I Congreso Internacional y III Congreso Nacional de Rendimiento Deportivo, Actividad Física y Salud y Experiencias Educativas en Educación Física, celebrado en Jaén los días 23, 24 y 25 de abril de 2021 por la Universidad de Jaén y el Centro Universitario Sagrada Familia de Úbeda.

3. Asistencia al VIII Jornadas de Doctorado en Ciencias de la Educación, celebradas en Granada los días 16 y 17 de junio de 2021 por la Comisión Académica Docente del Programa de Doctorado en Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada.

VII. Otros Méritos

1. Curso: Monitor de ocio y tiempo libre, realizado en el año 2013, con una duración de 300 horas. Certificación emitida por Euroinnova Formación S.L.

2. Curso: Educación Infantil, realizado en Abril de 2013, con una duración de 180 horas. Certificado emitido por el Ministerio de educación, Cultura y Deporte.

3. Curso: Monitor de ocio y tiempo libre, realizado del 15 de abril al 5 de mayo del 2013, con una duración de 110 horas. Certificación emitida por Universidad Antonio de Nebrija.

4. Curso: “La programación didáctica: componentes y realización”, realizado del 10 de octubre al 3 de noviembre de 2014, con una duración de 120 horas. Certificación de la Universidad Rey Juan Carlos.

5. Curso: Nutrición, realizado en el año 2016, con una duración de 60 horas. Certificado emitido por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

6. Declaración eclesiástica de competencia académica (D.E.C.A), finalizado en 2016.

7. Curso: “Educación Emocional: de las Inteligencias Múltiples al Mindfulness”, realizado el 18 de noviembre al 12 de diciembre de 2018, con una duración de 120 horas. Certificación de la Universidad Rey Juan Carlos.

8. Curso: “Nuevas tendencias de investigación en Ciencias de la Educación”, realizado del 9 al 10 de marzo de 2020, con una duración de 16 horas. Certificación emitida como actividades formativas de la Escuela de Doctorado de Ciencias de la Educación (Universidad de Granada).

9. Curso: “Difusión y transferencia: planificación, elaboración y difusión de proyectos de innovación educativa en contextos no universitarios”, realizado los días 24 y 25 de febrero de 2021, con una duración de 8 horas. Certificación emitida como actividades formativas de la Escuela de Doctorado de Ciencias de la Educación (Universidad de Granada).

10. Curso: “Análisis notacional: nuevos horizontes de investigación en educación física, actividad física y deporte”, realizado el 11 de marzo de 2021, con una duración de 5 horas. Certificación emitida como actividades formativas de la Escuela de Doctorado de Ciencias de la Educación (Universidad de Granada).