

Efectos de la sentadilla profunda y media sentadilla sobre la potencia muscular en ciclistas de pista

Effects of deep squats and half squats on muscular power in track cyclists

Nicolas Andres Medina Giraldo, Nicolas Paredes-Lozano, Diego Fernando Orejuela-Aristizabal, Luis Fernando González Arango, Yecid Mina-Paz

Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte (Colombia)

Resumen. Este estudio determinó el impacto de un programa de entrenamiento destinado a mejorar la potencia mediante la sentadilla profunda y la media sentadilla. Participaron nueve atletas registrados en la Liga Vallecaucana de Ciclismo. Se realizaron mediciones de tiempo en una distancia de 60 metros con salida detenida en bicicleta, así como el salto contra movimiento (CMJ) y la repetición máxima (RM) antes y después de un periodo de entrenamiento de 4 semanas. Los participantes se distribuyeron en tres grupos: el grupo 1 realizó la media sentadilla, el grupo 2 llevó a cabo la sentadilla profunda, y el grupo 3 se sometió a ambos ejercicios. Se observaron cambios significativos en los valores de tiempo en los 60 metros para el grupo 2, que mejoró (de 9.35 ± 1.18 s a 9.19 ± 1.19 s), en contraste con los otros dos grupos que no experimentaron mejoras significativas. El grupo 2 también mostró mejoras en los valores de CMJ (de $37.24 \text{ cm} \pm 6.22$ cm a $40.75 \text{ cm} \pm 5.12$ cm), al igual que el grupo 3 (de $33.17 \text{ cm} \pm 3.12$ cm a $35.07 \text{ cm} \pm 5.56$ cm). En cambio, el grupo 1 no presentó mejorías en estos resultados. En cuanto a la RM, todos los grupos superaron sus marcas iniciales. En resumen, el ejercicio de sentadilla profunda demostró ser más efectivo para mejorar el rendimiento en todas las pruebas, incluso con un periodo de entrenamiento breve, independientemente del ángulo de ejecución del ejercicio.

Palabras claves: Colombia, Fuerza, Ciclismo.

Abstract. This study determined the impact of a training program aimed at enhancing power through deep squats and half squats. Nine athletes registered in the Vallecaucana Cycling League participated in the study. Measurements of time over a distance of 60 meters with a stationary bike start, as well as countermovement jump (CMJ) and one-repetition maximum (RM), were taken before and after a 4-week training period. Participants were divided into three groups: group 1 performed half squats, group 2 executed deep squats, and group 3 underwent both exercises. Significant changes were observed in the time values over 60 meters for group 2, showing improvement (from 9.35 ± 1.18 s to 9.19 ± 1.19 s), in contrast to the other two groups that did not experience significant improvements. Group 2 also demonstrated improvements in CMJ values (from $37.24 \text{ cm} \pm 6.22$ cm to $40.75 \text{ cm} \pm 5.12$ cm), as did group 3 (from $33.17 \text{ cm} \pm 3.12$ cm to $35.07 \text{ cm} \pm 5.56$ cm). Conversely, group 1 did not show improvements in these results. Regarding RM, all groups exceeded their initial marks. In summary, the deep squat exercise proved to be more effective in enhancing performance in all tests, even with a short training period, regardless of the execution angle of the exercise.

Keywords: Colombia, Strength, Cycling.

Fecha recepción: 01-02-24. Fecha de aceptación: 05-10-24

Yecid Mina-Paz

yemipa@gmail.com

Introducción

En deportes que predomina la implementación de trabajos de fuerza-potencia como los tiempo y marca, también se involucra la resultante de la potenciación post-activación (PAP) la cual emprende un aumento en el rendimiento muscular posterior a un estímulo de contracción neuromuscular de forma momentánea (Gómez-Carmona, Bastida-Castillo, y Pino-Ortega, 2017), siendo esta, dependiente de diferentes variables como lo son el nivel de fuerza individual, la experiencia en entrenamiento de fuerza, el tipo de actividad, el número de series y el tipo de carga utilizada (Seitz & Haff, 2016). Estos elementos serán claves tanto para los deportistas como para los dirigentes deportivos al momento de desarrollar y aplicar métodos adecuados que facilitarán el logro de metas tanto a nivel individual como grupal.

Con relación a la dirección y ejecución de planes de entrenamiento de fuerza en la preparación física, específicamente en deportes individuales como el ciclismo de pista,

es importante verificar en el macrociclo, tanto en el manejo de cargas como en la selección de ejercicios que permitan la obtención de los resultados requeridos. Este deporte al desarrollar predominantemente sus niveles de fuerza en el tren inferior vemos que como ejercicio base para la ganancia de fuerza-potencia la sentadilla es llevada en práctica en cualquier lugar del mundo, no solamente en estos deportes. No obstante, este ejercicio como muchos otros tiene diferentes variables en la ejecución por ejemplo la cuchilla o sentadilla profunda, donde la realización es correcta al momento de la ruptura de los 90° de la cadera al descender, mientras que la sentadilla o $\frac{1}{2}$ sentadilla se limita el descenso hasta los 90° . En este caso saber cuál de estas variables del mismo ejercicio base implementar en las sesiones para ciclistas de pista es la cuestión y cómo podría desarrollar en mayor medida los niveles de fuerza-potencia, en especial la fuerza útil en este deporte.

Dicho esto, el objetivo general de la investigación consistió en analizar los efectos de un programa de entrenamiento de la potencia muscular, a partir de la cuchilla y la sentadilla,

en ciclistas de la modalidad de pista de fondo categoría juvenil. Con ello, de encontrarse un resultado relevante ante alguna de las ejecuciones, se buscará contribuir al mejoramiento del rendimiento deportivo de los ciclistas y en igual medida a los diferentes lectores que deseen llevar e integrar lo planteado. A su vez, se enfatiza en la contribución a la literatura e investigación latinoamericana en materia de ciclismo de pista, siendo un deporte en proceso de crecimiento y de auge en su población. Al mismo tiempo, la estructuración de la referencia teórica de la investigación se realizó bajo diferentes conceptos y resultados de documentos consultados, aclarando que su variedad de temáticas es debida a que, la literatura, en cuanto a la preparación física de fuerza-potencia en ciclismo de pista, es escasa y por tal razón se consideró tomar los diferentes aportes desde los contextos nacional e internacional. En este sentido se muestran los efectos de un programa de entrenamiento de la potencia muscular, a partir de la sentadilla profunda y media sentadilla, en ciclistas de la modalidad de pista de fondo categoría juvenil (16-18) para la temporada 2021.

Materiales y Métodos

Participantes

Participaron nueve deportistas (16 - 18 años) de ciclismo de pista especialistas en semifondo, activos y con al menos 1 año de entrenamiento en preparación física con pesas. Todos fueron objeto de estudio y cada grupo realizó un método de entrenamiento: sentadilla (grupo 1), cuclilla (grupo 2) y combinación de ambas (grupo 3) (tres deportistas por cada grupo). Se obtuvo consentimiento y asentimiento informado de todos los participantes mediante firma de un documento escrito previa explicación de los investigadores, todo lo anterior antes de recolectar datos, pero luego de que el protocolo fuera revisado por el Comité de ética de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte y aprobado el día 21 de febrero del 2021 con número 126.17.162

Antropometría

Se realizaron medidas antropométricas para ver las características físicas de la población, de igual forma la composición corporal de los deportistas se obtuvo a través de la báscula Omron Full Body Sensor. Todas estas mediciones fueron desarrolladas por un profesional con ISAK 2

Prueba de Repetición Máxima (RM)

Como protocolo para la prueba se utilizó el de Casas Jiménez, A. (2005), que consiste en realizar la medición de RM en el ejercicio de sentadilla. Los sujetos realizaron una flexión de cadera y rodilla hasta llegar a 90° de flexión de rodillas, esto fue determinado con un goniómetro. A continuación, el sujeto realizó una extensión de cadera y rodi-

llas, realizando el máximo número de repeticiones ejecutadas correctamente con una carga suficiente para realizar menos de 15 repeticiones, si lograba sobrepasarlas, tras un tiempo de 4-5 minutos de recuperación, se aumentó la carga en 5kg hasta que el sujeto logre el fallo. El último peso realizando correctamente entre 1-12 repeticiones era el considerado para estimar 1RM, para esto se realizaron de 3 a 4 ejecuciones.

Prueba de 60 m Desde Salida Detenida

Se midió el tiempo que realizaron los deportistas desde la salida hasta completar el total de metros.

El protocolo para la salida detenida está basado en la relación de la bicicleta (avance) el cual tiene que ser el reglamentario de la categoría 52x16. los deportistas estarán sostenidos y saldrán posterior a una cuenta regresiva.

Prueba de Salto Contramovimiento (CMJ)

Partiendo de la extensión de rodillas en bipedestación, este salto consiste en realizar un movimiento rápido de flexión de rodillas, para consecutivamente y sin pausa alguna efectuar extensión de las rodillas y realizar un salto vertical al máximo posible. Evalúa la fuerza explosiva con reutilización de energía elástica, pero sin aprovechamiento del reflejo miotático. Denominado por otros autores como test de fuerza concéntrico-elástica-explosiva (Vélez, 1992) o test de fuerza explosivo-elástica (Vittori, 1990).

Procedimientos

El pretest I consistió en una prueba de RM indirecto en sentadilla que se calculó con la fórmula de brzycki (Brzycki, 1993), el pretest II consistió en un salto contra movimiento (CMJ) que fue analizado por medio de la plataforma de Fuerza AMTI600600, con frecuencia de muestreo de 1000Hz y asociado a ello fueron procesados videos por la aplicación My Jump 2 de Carlos Balsalobre (Balsalobre-Fernández, 2015) y el pretest III fue una prueba de 60 metros salida detenida en campo abierto.

Se realizó dos veces la prueba de CMJ de la cual se tomó el mejor salto de cada uno de los deportistas. Se realizó análisis con la plataforma de Fuerza AMTI600600, con frecuencia de muestreo de 1000Hz. Los videos de los saltos fueron procesados por medio de la aplicación My Jump 2 de Carlos Balsalobre. El proceso para la aplicación de este test consistió en hacerles medidas a los deportistas de longitud de pierna que iban desde el trocánter hasta la punta del pie, y en posición de sentadilla a 90° desde el trocánter hasta el suelo. Posteriormente estos datos eran ingresados, junto a los videos, a la aplicación para la obtención de los resultados.

Parámetros Metodológicos del Programa De Fuerza Muscular

El programa de entrenamiento de fuerza tuvo una du-

ración de 4 semanas. El método de aplicación fue por repeticiones. Se hicieron 2 sesiones semanales, en las cuales se implementaron 2 microciclos corrientes de 192 repeticiones, 1 de choque y 1 de restablecimiento respectivamente. En el programa se hace una dosificación de las cargas haciendo un manejo de intensidad por medio de los porcentajes de RM determinados por el pretest haciendo así una individualización. Los medios utilizados en el programa son: barras (20kg), discos y plataformas.

En las primeras dos semanas se entrena con un porcentaje de 65% de la RM como intensidad fundamental, con variantes en los volúmenes. En la semana 3 (choque) se implementa una intensidad del 70% como carga fundamental del microciclo. Y por último en la semana 4 (restablecimiento) se les disminuye la carga al 60% de intensidad. esto con el fin de darles un descanso para la aplicación del post-test. Lo cual nos permitirá determinar correctamente los hallazgos requeridos por el programa implementado.

Durante la aplicación del programa de fuerza se les tuvo que hacer un énfasis y corrección de la técnica de sentadilla a los deportistas al principio del programa, debido a que algunos de ellos presentaban falencias en esta. Por algunas dificultades externas al programa, dos de los 11 deportistas iniciales no concluyeron el programa porque su asistencia total estuvo por debajo del 90%, por tal motivo los análisis se realizaron con nueve deportistas.

Resultados

El presente estudio evaluó el efecto de tres tipos de protocolos de entrenamiento de sentadilla (media sentadilla, sentadilla profunda y un protocolo combinado) sobre diversos parámetros corporales y de rendimiento en un grupo de participantes. Se incluyeron medidas antropométricas, de composición corporal, y pruebas físicas antes y después de un periodo de intervención. Los resultados se presentan en nueve tablas que detallan los cambios en porcentaje de grasa corporal, perímetros de muslo y pantorrilla, pliegues cutáneos, fuerza máxima, rendimiento en salto contramovimiento (CMJ) y velocidad en carrera de 60 metros.

Antropometría

Tabla 1.
Porcentaje de grasa corporal, iniciales y finales

Grupo	Promedio \pm Desviación estándar (%). Inicial.	Promedio \pm Desviación estándar (%). Final.
Grupo 1 (media sentadilla)	16.63 \pm 5.96	15.63 \pm 6.27
Grupo 2 (sentadilla profunda)	21.13 \pm 13.35	19.77 \pm 12.95
Grupo 3 (Combinado)	16.87 \pm 8.54	16.63 \pm 8.32

Los cambios en la composición corporal, medidos a través del porcentaje de grasa, mostraron disminuciones en los tres grupos, con una reducción más notable en los participantes que realizaron sentadilla profunda (Tabla 1). Esto sugiere un impacto positivo del entrenamiento sobre la disminución de grasa corporal, especialmente en protocolos más exigentes.

Los perímetros del muslo y pantorrilla indicaron variaciones mínimas en la mayoría de los grupos (Tablas 2, 3 y 4). Sin embargo, el grupo de sentadilla profunda evidenció un incremento leve en las medidas finales del perímetro del muslo medio y pantorrilla, sugiriendo una posible mejora en el desarrollo muscular localizado.

En cuanto a los pliegues cutáneos (Tablas 5 y 6), los resultados mostraron reducciones en el grupo de media sentadilla, especialmente en los pliegues de las pantorrillas y muslos derechos. Por otro lado, el grupo de sentadilla profunda presentó incrementos en los pliegues del muslo izquierdo, mientras que los participantes del grupo combinado mostraron una tendencia a mantener o incrementar los valores de pliegues cutáneos, lo cual podría estar relacionado con cambios en la distribución del tejido adiposo.

En las evaluaciones de fuerza máxima (RM en sentadilla) (Tabla 7), todos los grupos mostraron mejoras significativas, destacándose el grupo de media sentadilla con el mayor incremento en los valores promedio finales. Esto confirma la efectividad del protocolo en el desarrollo de fuerza máxima en ejercicios específicos.

Las pruebas de rendimiento explosivo (CMJ) evidenciaron mejoras en la altura del salto, tiempo de vuelo y potencia en el grupo de sentadilla profunda (Tabla 8), con incrementos estadísticamente significativos en potencia ($p < 0.05$). Este hallazgo subraya la eficacia de la sentadilla profunda en el desarrollo de fuerza explosiva y coordinación neuromuscular.

Finalmente, los resultados de la prueba de velocidad en 60 metros desde salida detenida (Tabla 9) mostraron una mejora estadísticamente significativa ($p < 0.05$) en el grupo de sentadilla profunda, mientras que los otros grupos evidenciaron ligeros incrementos en los tiempos finales.

Tabla 2.

Perímetro del muslo superior, inicial y final

	Grupo	Promedio \pm Desviación estándar (cm). Inicial.	Promedio \pm Desviación estándar (cm). Final.
Muslo superior derecho	Grupo 1 (media sentadilla)	56.13 \pm 5.23	55.90 \pm 6.94
	Grupo 2 (sentadilla profunda)	55.13 \pm 3.35	56.10 \pm 4.60
	Grupo 3 (Combinado)	55.00 \pm 1.00	54.67 \pm 1.89
Muslo superior izquierdo	Grupo 1 (media sentadilla)	55.25 \pm 5.74	55.13 \pm 6.18
	Grupo 2 (sentadilla profunda)	54.38 \pm 3.99	55.83 \pm 5.11
	Grupo 3 (Combinado)	54.83 \pm 0.76	54.83 \pm 1.11

Tabla 3.

Perímetro del muslo medio, inicial y final

	Grupo	Promedio \pm Desviación estándar (cm). Inicial.	Promedio \pm Desviación estándar (cm). Final.
Muslo medio derecho	Grupo 1 (media sentadilla)	53.13 \pm 5.23	53.67 \pm 5.97
	Grupo 2 (sentadilla profunda)	51.35 \pm 3.99	53.43 \pm 4.08
	Grupo 3 (Combinado)	52.00 \pm 2.60	52.50 \pm 1.50
Muslo medio izquierdo	Grupo 1 (media sentadilla)	53.13 \pm 5.23	52.83 \pm 5.58
	Grupo 2 (sentadilla profunda)	50.85 \pm 3.77	52.17 \pm 4.07
	Grupo 3 (Combinado)	51.67 \pm 2.02	52.20 \pm 0.53

Tabla 4.

Perímetro de la pantorrilla, inicial y final

	Grupo	Promedio \pm Desviación estándar (cm). Inicial.	Promedio \pm Desviación estándar (cm). Final.
Pantorrilla derecha	Grupo 1 (media sentadilla)	35.80 \pm 3.06	35.50 \pm 3.60
	Grupo 2 (sentadilla profunda)	34.88 \pm 1.75	36.50 \pm 1.80
	Grupo 3 (Combinado)	35.00 \pm 2.60	35.33 \pm 3.33
Pantorrilla izquierda	Grupo 1 (media sentadilla)	35.63 \pm 3.33	35.27 \pm 3.75
	Grupo 2 (sentadilla profunda)	34.55 \pm 1.32	36.60 \pm 1.85
	Grupo 3 (Combinado)	34.17 \pm 1.89	35.33 \pm 3.33

Tabla 5.

Pliegue de los muslos, iniciales y finales.

	Grupo	Promedio \pm Desviación estándar (cm). Inicial.	Promedio \pm Desviación estándar (cm). Final.
Muslo derecho	Grupo 1 (media sentadilla)	8.75 \pm 3.30	7.67 \pm 3.79
	Grupo 2 (sentadilla profunda)	10.50 \pm 5.45	10.67 \pm 7.23
	Grupo 3 (Combinado)	12.33 \pm 7.51	12.00 \pm 4.58
Muslo izquierdo	Grupo 1 (media sentadilla)	9.00 \pm 2.58	7.67 \pm 3.79
	Grupo 2 (sentadilla profunda)	10.50 \pm 5.45	11.00 \pm 7.81
	Grupo 3 (Combinado)	12.33 \pm 6.66	14.00 \pm 3.61

Tabla 6.

Pliegue de las pantorrillas, iniciales y finales.

	Grupo	Promedio \pm Desviación estándar (cm). Inicial.	Promedio \pm Desviación estándar (cm). Final.
Pantorrilla derecha	Grupo 1 (media sentadilla)	5.75 \pm 1.26	4.67 \pm 1.15
	Grupo 2 (sentadilla profunda)	9.00 \pm 3.94	9.00 \pm 5.20
	Grupo 3 (Combinado)	6.67 \pm 2.52	7.00 \pm 2.00
Pantorrilla izquierda	Grupo 1 (media sentadilla)	5.75 \pm 1.26	5.00 \pm 1.00
	Grupo 2 (sentadilla profunda)	8.75 \pm 3.88	8.33 \pm 4.93
	Grupo 3 (Combinado)	7.50 \pm 2.29	7.33 \pm 2.52

Tabla 7.

Repetición máxima en sentadilla (RM), iniciales y finales.

	Grupo	Promedio \pm Desviación estándar (kg). Inicial.	Promedio \pm Desviación estándar (kg). Final.
	Grupo 1 (media sentadilla)	102.75 \pm 17.29	122.00 \pm 36.00
	Grupo 2 (sentadilla profunda)	83.50 \pm 11.70	98.67 \pm 18.58
	Grupo 3 (Combinado)	80.67 \pm 8.62	98.00 \pm 19.31

Prueba CMJ, RM y 60 metros desde salida detenida

Tabla 8.

Salto contramovimiento (CMJ), iniciales y finales.

	CMJ	Grupo	Promedio \pm Desviación estándar. Inicial.	Promedio \pm Desviación estándar (kg). Final.
Altura (cm)		Grupo 1 (media sentadilla)	48.78 \pm 4.38	46.97 \pm 3.27
		Grupo 2 (sentadilla profunda)	37.24 \pm 6.22	40.75 \pm 5.12*
		Grupo 3 (Combinado)	33.17 \pm 3.12	35.07 \pm 5.56
Tiempo de vuelo (ms)		Grupo 1 (media sentadilla)	630.25 \pm 28.29	6.18.67 \pm 21.50
		Grupo 2 (sentadilla profunda)	549.67 \pm 47.34	575.67 \pm 36.95
		Grupo 3 (Combinado)	519.67 \pm 24.83	533.67 \pm 42.50
Velocidad (m/s)		Grupo 1 (media sentadilla)	1.55 \pm 0.07	1.52 \pm 0.06
		Grupo 2 (sentadilla profunda)	1.35 \pm 0.12	1.41 \pm 0.09

	Grupo 3 (Combinado)	1.27 ± 0.06	1.31 ± 0.11
Fuerza (N)	Grupo 1 (media sentadilla)	1791.34 ± 229.30	1747.04 ± 346.15
	Grupo 2 (sentadilla profunda)	1367.16 ± 383.24	1437.99 ± 384.40
	Grupo 3 (Combinado)	1283.07 ± 307.51	1325.84 ± 347.99
Potencia (w)	Grupo 1 (media sentadilla)	2757.63 ± 242.19	2646.14 ± 492.08
	Grupo 2 (sentadilla profunda)	1858.97 ± 622.74	2041.43 ± 624.06*
	Grupo 3 (Combinado)	1647.72 ± 459.20	1757.83 ± 573.55

* = p < 005

Tabla 9.

Tiempo en 60 metros desde salida detenida, iniciales y finales.

Grupo	Promedio ± Desviación estándar (s). Inicial.	Promedio ± Desviación estándar (s). Final.
Grupo 1 (media sentadilla)	8.36 ± 0.19	8.54 ± 0.78
Grupo 2 (sentadilla profunda)	9.35 ± 1.18	9.19 ± 1.19*
Grupo 3 (Combinado)	9.53 ± 1.00	9.65 ± 0.99

* = p < 005

Descripción de la comparación de eficiencia en el ángulo de ejecución de la sentadilla profunda y sentadilla media frente a el desarrollo de la potencia muscular y la técnica en la salida detenida

Potencia- Ángulos

Según los resultados obtenidos por medios de los pretest y postest la realización de la sentadilla profunda tiene un alto efecto positivo frente a la ganancia de potencia muscular. Esto se ve reflejado en la prueba de salto contramovimiento, los deportistas de este grupo fueron quienes obtuvieron los mejores resultados después de la aplicación del plan de entrenamiento con una duración de 1 mes.

Cabe decir que el entrenamiento de potencia, sea cual sea el ángulo de ejecución aumenta la fuerza máxima, como vimos en los 3 grupos distintos que tuvieron mayor desempeño en las pruebas finales. Todos los grupos trabajaron con un porcentaje entre el 35 y 75% del RM de cada uno, siendo los deportistas del grupo de media sentadilla los que obtuvieron el mayor incremento en su RM final.

Técnica – Ángulos

Uno de los hallazgos es que la ejecución de la media sentadilla no tuvo ningún beneficio frente a la disminución del tiempo en la prueba de salida detenida. Por otro lado, el grupo de deportistas que realizó la sentadilla profunda durante todo el plan de entrenamiento mejoraron significativamente en todos los test realizados, sin embargo otro grupo que realizó este mismo ejercicio pero combinándolo con la ejecución de media sentadilla no obtuvo los mismos resultados, puede deberse a que al restringir el movimiento completo estamos inhibiendo la participación del más fibras musculares, por lo tanto va a ver una menor excitación en los músculos del tren inferior.

Discusión

En este estudio, se compararon los efectos de tres tipos de entrenamiento de sentadilla en distintas variables físicas de un grupo de deportistas: la media sentadilla, la sentadilla pro-

funda y un entrenamiento combinado. Los resultados obtenidos en la evaluación de la antropometría, el rendimiento en la prueba de velocidad de 60 metros, la potencia muscular y la técnica, junto con otros aspectos relevantes relacionados con estos temas, permiten hacer una discusión amplia y detallada en torno a los hallazgos principales.

Antropometría

El análisis de la composición corporal fue fundamental para entender cómo el tipo de sentadilla afecta el rendimiento físico. En términos de reducción del porcentaje de grasa corporal, el grupo que realizó la sentadilla profunda mostró una disminución significativa (del 21.13% al 19.77%), seguido por el grupo combinado. Estos resultados indican que la mayor profundidad en la ejecución de la sentadilla tiene un impacto más favorable en la reducción de grasa, probablemente debido a un mayor reclutamiento muscular. En cuanto a la ganancia de masa muscular, el grupo de sentadilla profunda también presentó un aumento significativo en el perímetro del muslo superior y medio, lo que no se observó de forma tan pronunciada en los otros grupos.

De manera similar, el análisis antropométrico durante el programa de fuerza mostró una disminución del porcentaje de grasa corporal en todos los grupos, pero destacó el grupo de cuclilla (sentadilla profunda), que redujo su grasa corporal en un 1.36%, lo cual refleja las mayores adaptaciones en la masa muscular. Este hallazgo está alineado con investigaciones previas que sugieren que ejercicios que involucran un mayor rango de movimiento, como la sentadilla profunda, estimulan más fibras musculares y promueven una mejor composición corporal (Fonseca et al., 2022; García-Chaves et al., 2021).

El IMC (índice de masa corporal) también se vio afectado por el tipo de sentadilla. El grupo de cuclilla mostró un incremento de esta variable, mientras que la media sentadilla tendió a reducir el IMC. "No quiere decir que estos cambios pongan a los deportistas en riesgo de sobrepeso o desnutrición, ya que todos los integrantes están en un rango saludable según las tablas indicativas de la OMS (2019)". Este incremento en el IMC se correlacionó con los aumentos en los perímetros musculares, observando ganancias en la masa muscular en el

tren inferior, tal como se ha demostrado en otros estudios sobre los efectos de la fuerza en deportes cíclicos (Candia-Luján et al., 2018; Calderón López et al., 2024).

2. Tiempo en 60 metros desde salida detenida

El rendimiento en la prueba de velocidad de 60 metros mejoró significativamente en el grupo que realizó sentadilla profunda, lo que no se observó en los otros grupos. "En el test de 60 metros, el grupo que ejecutó sentadilla profunda mejoró un 1.7% con respecto al pretest, mientras que el grupo de media sentadilla disminuyó su velocidad un 1.6%", lo que demuestra claramente la superioridad de la sentadilla profunda en la mejora de la capacidad explosiva y la velocidad. Este hallazgo es consistente con estudios como los de Hartmann (2012), que afirman que la sentadilla profunda mejora la capacidad dinámica de velocidad-fuerza de los extensores de cadera y rodilla, esenciales en deportes como el ciclismo.

Al comparar con investigaciones previas, estos resultados concuerdan con estudios que muestran que una mayor profundidad en la sentadilla activa más grupos musculares involucrados en la cadena posterior, como los glúteos e isquiotibiales, lo que a su vez mejora la velocidad máxima. En línea con los hallazgos de Hartmann (2012), esto refuerza la importancia del rango de movimiento completo para optimizar la transferencia de fuerza en actividades que requieren explosividad, tal como lo han señalado estudios sobre el rendimiento en el sprint (Nigussie & Tegegne, 2024; Picón-Martínez et al., 2019).

Potencia muscular y técnica

En términos de potencia muscular, los resultados mostraron que la sentadilla profunda fue la más efectiva para mejorar el rendimiento en pruebas de salto vertical y fuerza explosiva. "La cuclilla (sentadilla profunda) predomina en los diferentes indicadores de la potencia", ya que mejoró en varios aspectos clave: la velocidad del salto aumentó 0.06 m/s, la altura alcanzada subió 3.5 cm, y la fuerza y potencia del salto incrementaron 70.8 N y 182.5 W, respectivamente". Este crecimiento en la potencia se observó en el grupo de cuclilla, mientras que la media sentadilla no solo no mostró mejoras, sino que presentó valores negativos en algunos indicadores.

Este fenómeno ha sido estudiado en diversos contextos, incluyendo el baloncesto y el fútbol, donde se ha observado que el entrenamiento de fuerza y potencia en rangos completos de movimiento mejora la capacidad de realizar acciones explosivas, como saltos y cambios de dirección (Fonseca et al., 2022; García-Chaves et al., 2021). La sentadilla profunda se ha destacado como un ejercicio óptimo para maximizar la activación muscular en las fases concéntricas, mientras que la combinación de sentadillas mostró mejoras moderadas en la fuerza explosiva (Sánchez-Sixto & Floría, 2017).

Los resultados del presente estudio confirman que el entrenamiento con sentadilla profunda es más efectivo en términos de reducción del porcentaje de grasa corporal, aumento

del perímetro del muslo, mejora en la velocidad de carrera y en la potencia muscular, en comparación con la media sentadilla o el entrenamiento combinado. "Ejecutar la cuclilla en un programa de fuerza para ciclistas de semifondo genera una ganancia en la tasa de fuerza útil, potencia muscular y velocidad en el gesto técnico", lo que refuerza el papel crucial de este ejercicio en la preparación física de deportes que demandan alta fuerza explosiva y resistencia muscular (Candia-Luján et al., 2018; Calderón López et al., 2024).

Si bien todos los grupos incrementaron su fuerza máxima en más de un 18%, el grupo combinado fue el que más destacó, con un aumento del 21.5%. "Esto sugiere que para buscar el aumento de la fuerza máxima, la combinación de la cuclilla y la media sentadilla puede ser la mejor estrategia". Este resultado concuerda con estudios que sugieren que la combinación de estrategias de fuerza puede optimizar el desarrollo muscular y el rendimiento (Neves et al., 2024; Loturco et al., 2017).

Finalmente, es importante considerar otros factores que podrían haber influido en los resultados, como el estado de entrenamiento del atleta, la fase de su ciclo deportivo y la dosificación de las cargas. "No se puede descartar que factores como la alimentación y la fase en la que se encuentre el deportista jueguen un papel importante en los resultados observados". En futuras investigaciones, sería útil analizar cómo estos elementos, junto con la intensidad del entrenamiento de fuerza, impactan las adaptaciones observadas en la fuerza y la composición corporal en deportistas.

Conclusiones

La cuclilla o también llamada sentadilla profunda mostró ser un ejercicio muy completo para los deportistas de ciclismo, su ejecución durante todo el plan de entrenamiento hizo subir notablemente el rendimiento en cada una de las pruebas postest.

Es suficiente un entrenamiento de fuerza realizado 2 veces por semana durante 4 semanas para lograr un aumento en la fuerza máxima en deportistas de ciclismo entre los 15 y 18 años de edad.

Cargas del 40 al 75% del RM mostró ser efectiva para la ganancia de potencia muscular en los deportistas que realizaron la cuclilla durante todo el mes de entrenamiento.

El entrenamiento de la cuclilla está altamente relacionado al mejoramiento de la potencia muscular, los deportistas que realizaron este entrenamiento mejoraron su altura (cm) en el CMJ al igual que su potencia (W), la fuerza (N) y la velocidad (m/s).

El entrenamiento de fuerza es eficiente para mejorar la composición corporal de los deportistas, aunque subieron de peso todos los grupos presentaron una disminución en el porcentaje de grasa, lo que quiere decir un aumento en masa mus-

cular magra e hipertrofia, sin embargo, hay muchos otros factores que pueden estar relacionados con esto, como lo es la alimentación, las horas de sueño, cambios hormonales, entrenamiento invisible entre otros.

En general los resultados más contundentes lo tuvieron el grupo que realizó la cucullilla, se debe que al reducir el ángulo en la flexión de pierna al realizar el ejercicio hay un mayor reclutamiento de fibras musculares concentrando más el trabajo en el músculo agonista.

Referencias

- Abreu, J. L. (2014). El Método de la Investigación Research Method. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 9(3), 195-204. <http://www.spetamexico.org/v9n3/A17.9%283%29195-204.pdf>
- Baechle, T. R., Earle, R. W. (Eds.). (2008). *Essentials of strength training and conditioning*. Human kinetics.
- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., Lockey, R. A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of sports sciences*, 33(15), 1574-1579. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>
- Balsalobre-Fernández, C., Tejero-González, C. M., Campo-Vecino, J. del, Alonso-Curiel, D. (2013). The Effects of a Maximal Power Training Cycle on the Strength, Maximum Power, Vertical Jump Height and Acceleration of High-Level 400-Meter Hurdlers. *Journal of Human Kinetics*, 36(1), 119-126. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0012>
- Beardsley, C. (2012). How are partial and full squats different?. *Strength and conditioning research (online edition)*. 13 August 2012.
- Bethesda. (2005). PubMed Help, NCBI Help Manual [Internet]. Estados Unidos de América: National Center for Biotechnology Information, U.S National Library of Medicine. En línea. [Acceso 2 sept 2013]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK3830/?report=printable>.
- Bosco, C. (1987). Valoraciones funcionales de la fuerza dinámica, de la fuerza explosiva y de la potencia anaeróbica aláctica con los test de Bosco. *Apunts Medicina de l'Esport (Castellano)*, 24(093), 151-156. <https://www.apunts.org/es-valoraciones-funcionales-fuerza-dinamica-fuerza-articulo-X0213371787049762>
- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Ed. Paidotribo.
- Brzycki, M. (1993). Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of physical education, recreation & dance*, 64(1), 88-90. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07303084.1993.10606684>
- Candia-Luján, R., Núñez Escudero, B. A., Carreón Santa Cruz, K. I., De León Fierro, L. G., Carrasco-Legleu, C. E., Candia-Sosa, K. F. (2018). Similar bilateral asymmetry index of lower limbs muscle strength expressions in university students. *Retos*, 33, 34-40. <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/52934>
- Calderón López, D. A., Arango Sarmiento, A., Ocampo García, A., Martínez Montoya, J. C., Torres Cadavid, M. I. (2024). Surface electromyography during different types of squats. A narrative review. *Retos*, 57, 768-779. <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/102670>
- Earle, R. W., Baechle, T. R. (2008). *Cinética humana. Fundamentos del entrenamiento y acondicionamiento de la fuerza* (3ª ed.). NSCA.
- Fonseca, R. T., Lopes, G. C., Pinto de Castro, J. B., Valente dos Santos, L. A., Lima, B. L. P., Oliveira Filho, G. R., Moreira Nunes, R. A., Gomes de Souza Vale, R. G. (2022). Análisis del salto vertical, índice de esfuerzo percibido, dolor muscular de aparición tardía y potencia muscular máxima en jóvenes futbolistas brasileños. *Retos*, 46, 613-621. <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/94085>
- García-Chaves, D. C., Corredor-Serrano, L. F., Arboleda-Franco, S. A. (2021). Relación entre potencia muscular, rendimiento físico y competitivo en jugadores de baloncesto. *Retos*, 41, 191-198. <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/82748>
- García Manso, J. M. (2016). *La fuerza en el deporte*. Conversus.
- Gómez-Carmona, C. D., Bastida Castillo, A., Pino Ortega, J. (2017). Efecto agudo de la variación de cargas sobre la velocidad media propulsiva en press de banca y sentadilla. <https://www.redalyc.org/pdf/865/86553841003.pdf>
- González-Badillo, J., Marques, M., Sánchez-Medina, L. (2011). The importance of movement velocity as a measure to control resistance training intensity. *Journal of human kinetics*, 29(Special-Issue), 15-19. doi: 10.2478/v10078-011-0053-6
- Hartmann, H., Wirth, K., Klusemann, M., Dalic, J., Matuschek, C., Schmidtbleicher, D. (2012). Influence of squatting depth on jumping performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(12), 3243-3261. doi:10.1519/jsc.0b013e31824ede62
- Hyde, K. F. (2000). Recognising deductive processes in qualitative research. *Qualitative Market Research: An International Journal*, 3(2), 82-90. <https://doi.org/10.1108/13522750010322089>
- Jiménez, A. (2005). *Entrenamiento personal: bases, fundamentos y aplicaciones*. Barcelona: Editorial Inde.
- Loturco, I., Barbosa, A. C., Nocentini, R. K., Pereira, L. A., Kobal, R., Kitamura, K., Abad, C. C., Figueiredo, P., Nakamura, F. Y. (2016). Relationship between sprint ability and loaded/unloaded jump tests in elite sprinters. *International Journal of Sports Medicine*, 37(03), 211-218. <https://DOI:10.1519/JSC.0000000000000660>
- Loturco, I., Contreras, B., Kobal, R., Fernandes, V., Moura, N., Siqueira, F., Pereira, L. A. (2018). Vertically and horizontally directed muscle power exercises: Relationships with top-level sprint performance. *PLOS ONE*, 13(7), e0201475. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201475>
- Loturco, I., D'Angelo, R. A., Fernandes, V., Gil, S., Kobal, R., Cal Abad, C. C., Kitamura, K., Nakamura, F. Y. (2017). Jump-Squat and Half-Squat Exercises: Selective Influences on Speed-Power Performance of Elite Rugby Sevens Players. *PLOS ONE*, 12(1), e0170627. doi:10.1371/journal.pone.0170627.
- Loturco, I., Kobal, R., Maldonado, T., Piazzini, A. F., Bottino, A., Kitamura, K., Abad, C. C., Pereira, L. A., & Nakamura, F. Y. (2017). Relationship between sprint ability and loaded/unloaded jump tests in elite sprinters. *International Journal of Sports Medicine*, 38(8), 604-612. doi: 10.1519/JSC.0000000000000660
- Loturco, I., Pereira, L. A., Moraes, J. E., Kitamura, K., Cal Abad, C. C., Kobal, R., Nakamura, F. Y. (2017). Jump-Squat and

- Half-Squat Exercises: Selective Influences on Speed-Power Performance of Elite Rugby Sevens Players. *PLOS ONE*, 12(1), e0170627. doi:10.1371/journal.pone.0170627.
- Matar, W. (2008). *Leistungssreserve Springen. Salto de reserva de rendimiento. Manual de entrenamiento pliométrico para todos los deportes* [alemán]. Münster, Alemania: Philippka.
- Neves, P. P., Ruivo Alves, A., Almeida Marinho, D., Ferraz, R., Garrido, N., Marques, M. C., Pereira Neiva, H. (2024). The impact of general and/or specific warm-up on power and velocity during squat and bench-press training. *Retos*, 53, 28–35. <https://doi.org/10.47197/retos.v53.101851>
- Nigussie, Y. T., & Tegegne, Z. M. (2024). Effects of continuous, interval, and combined training methods on middle- and long-distance runners' performance. *Retos*, 58, 418–425. <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/102976/79318>
- Picón-Martínez, M., Chulvi-Medrano, I., Cortell-Tormo, J. M., Cardozo, L. A. (2019). La potenciación post-activación en el salto vertical: una revisión. *Retos*, 36, 44–51.
- Sánchez-Sixto, A., & Floría, P. (2017). Efecto del entrenamiento combinado de fuerza y pliometría en variables biomecánicas del salto vertical en jugadoras de baloncesto. *Retos*, 31, 114–122. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i31.53340>
- Suarez-Arrones, L., Saez de Villarreal, E., Núñez, F. J., Di Salvo, V., Petri, C., Buccolini, A., ... & Mendez-Villanueva, A. (2018). Entrenamiento de sobrecarga excéntrica durante la temporada en jugadores de fútbol de élite: efectos sobre la composición corporal, la fuerza y el rendimiento de velocidad. *PLOS ONE*, 13(10), e0205332. doi:10.1371/journal.pone.0205332.
- Vélez, M. (1992). El entrenamiento de fuerza para la mejora del salto. *Apunts*, 29, 139-156. <https://www.apunts.org/en-pdf-X0213371792052916>
- Vittori, C. (1990). El entrenamiento de la fuerza para el sprint. *Revista de Entrenamiento Deportivo (R.E.D.)*, 4(3), 2-8.
- Wilson, G. J. (1998). Fuerza y potencia en el deporte. En: Anatomía aplicada y biomecánica en el deporte (3ª ed.). J. Bloomfield, T. R. Ackland, & B. C. Elliott (Eds.), Berlín, Alemania: Blackwell, pp. 110–208.
- Zacharia, E., Spiliopoulou, P., Methenitis, S., Stasinaki, A.-N., Zaras, N., Papadopoulos, C., Terzis, G. (2019). Changes in muscle power and muscle morphology with different volumes of fast eccentric half-squats. *Sports*, 7(7), 164. doi:10.3390/sports7070164.

Datos de los/as autores/as:

Nicolas Andres Medina Giraldo
Nicolas Paredes-Lozano
Diego Fernando Orejuela-Aristizabal
Luis Fernando González Arango
Yecid Mina-Paz

nicolasmg00@gmail.com
Nico.paredes.9905@gmail.com
Diego.orejuela@endeporte.edu.co
luisf.gonzalez@endeporte.edu.co
yemipa@gmail.com

Autor/a
Autor/a
Autor/a
Autor/a
Autor/a