

Efecto en la Potencia de un Plan por Modelamiento en Atletas del INDER Medellín Effects on the Power of the Young Athletes from INDER Medellín with a Modelating Plan

Carlos Alberto Agudelo Velásquez, Mariluz Ortiz Uribe, Gustavo Ramón Suárez
Universidad de Antioquia (Colombia)

Resumen. A 83 sujetos de nueve modalidades deportivas se aplicó un plan de desarrollo de la potencia por Modelamiento ejecutado por los preparadores físicos (PF) del *Team* Medellín, del INDER (Instituto Municipal de Deportes de Medellín). La intervención se realizó para todos los deportistas, en el gimnasio ubicado en la Unidad Deportiva Atanasio Girardot (UDAG) de la ciudad de Medellín. Los 83 sujetos se distribuyeron aleatoriamente empleando números aleatorios (62 al grupo experimental (GE) y 21 al grupo control (GC)). De estos 41 fueron masculinos (49.4%), prioritariamente del estrato socio económico dos (56 para el 67.5%), con un promedio edad de 15.9 años (± 3), una masa corporal media de 53.2 kg (± 18.8) y una talla de 144.5 cm (± 53.7). Para la medición de la potencia se empleó un encoder lineal T-Force® (Dynamic measurement system), una cabina Smith, un sistema mecánico de graduación del ángulo de la rodilla en la media sentadilla. Para la medición se capacitaron y estandarizaron tres evaluadores. El procedimiento de medición empleó cargas progresivas hasta obtener la máxima potencia. Se aplicó una planeación de acuerdo a lo estipulado en Modelamiento, concentrando la componente de fuerza-potencia. El plan de entrenamiento para el grupo experimental duró ocho semanas, dos veces por semana, iniciando tres microciclos básicos de potencia (con cargas de baja intensidad, 30%), luego dos microciclos de fuerza-potencia (intensidad media, 40-50%) y terminando con dos microciclos de potencia-velocidad (intensidad media, 50%). Los resultados mostraron un incremento significativo ($p < .05$) de la potencia máxima (14% con relación al pre test) del grupo experimental, mientras que en el grupo control (que realizó actividades deportivas sin entrenamiento de potencia) no mostró incrementos significativos. Se llegó a la conclusión de que, al aplicar un plan por Modelamiento basado en cargas bajas por carácter del esfuerzo, es decir, realizando siempre menos repeticiones de las posibles, a una alta velocidad se mejora significativamente la potencia de atletas jóvenes.

Palabras claves: Evaluación de la potencia, carácter del esfuerzo, atletas jóvenes.

Abstract. A modelating plan for development was implemented to 83 subjects from nine different sport fields by the physical trainers from Team Medellín, by INDER (Local sports institution of Medellín). The completion was developed with all athletes, in the gymnasium located in the Atanasio Girardot Sport Complex in Medellín. The 83 subjects were distributed randomly using shuffle numbers (62 to the experimental group and 21 to the control group). From those 41 were male (49.4%), mainly from number two social standing, according to Colombia establishments (56 meaning 67.5%), with an age average of 15.9 years old (± 3), 53.2kg of body weight and 144.5cm height (± 53.7). The T-Force® (Dynamic measurement system) and the Smith cabin (A adjustable mechanical system for the knee angle) were applied to the power measurement to which three evaluators were trained for. This measuring procedure used progressive charges until the maximum power capacity was obtained. Due to Modelating theories a specific plan was applied, with strength-power component as the focused variant. The training plan for the experimental group lasted eight weeks, twice a week, beginning with three basic power micro cycles (with low intensity charges, 30%), then two strength-power micro cycles (middle intensity, 40-50%) and two power-speed micro cycles (middle intensity, 50%) at last. The results show a maximum power significant growth ($p < .05$, 14% compared with the pre-test) in the experimental group, since the control group (which did sports without power training) remained standardized. As a conclusion, applying a modelating plan based on low charges in term of effort, always attaining less repetitions than the possible amount in higher speed, increases significantly the power in young athletes.

Keywords: Power evaluation, effort comprehension, young athletes.

Introducción

Algunos análisis de los modelos de periodización y planificación plantean la necesidad de evolucionar los métodos de forma específica e incluso los modelos de forma general (Issurin, 2010; Costa, 2013). Planificar por Modelamiento (Agudelo, 2012) ha resultado efectivo en diferentes deportes, algunos son: rugby (Agudelo & García, 2016), natación (Beltrán, 2016) y tenis de campo (Parada, Muñoz, Álvarez & Agudelo, 2018), o cuando se utilizó como referente para concentrar cargas de la preparación física en deportes de combate como: judo, lucha, esgrima y taekwondo (Agudelo & Ortiz, 2020)

La inclusión de cargas de potencia es un factor importante para el rendimiento deportivo (Baker, 2001; Kawamori & Haff, 2004; Bevan et al. 2010; Haff & Nimphius, 2012; Takafumi, Kuniaki, Nakamura & Higuchi, 2018). El «carácter del esfuerzo» (González-Badillo, Sánchez, Pareja & Rodríguez,

2017) se presenta como un método viable para aplicar estímulos de potencia, por la importancia que da a la velocidad de ejecución (González-Badillo & Ribas, 2002), ya que la alta velocidad se favorece con la movilización de pesos relativamente bajos con respecto a la RM (repetición máxima), como se observa en el trabajo de Kawamori & Haff (2004).

La duración de este tipo de intervenciones destinadas a mejorar la potencia es variada, pero ocho semanas parece ser coincidente en varios trabajos que han logrado resultados positivos: Meylan et al. (2013), Hernández & García (2012) y Hernández & García (2013)

Para la medición de la potencia, existen varios medios, pero uno usual y confiable es el T-Force (Gómez-Piriz, Trigo, Cabello & Puga, 2012; Albarracín et al. 2012; López-Gullón et al. 2011; Sañudo et al. 2016; Raya-González et al. 2017).

El objetivo del estudio fue analizar las posibles mejoras en la potencia de atletas jóvenes como efecto de aplicar cargas de potencia a través de un plan por Modelamiento, con tareas de fuerza a alta velocidad concentradas de forma unidimensional y atendiendo a la individualización de cada sujeto, midiendo el posible efecto de tal intervención a través de T-Force.

Material y Método

Diseño

Fue un estudio longitudinal con mediciones pre-test y pos-test, con grupo control y con grupos definidos a conveniencia, por su pertenencia al programa Team Medellín del INDER por lo que se trató de un diseño cuasi-experimental. Tuvo como variable independiente un plan de desarrollo de la potencia muscular por modelamiento y como variable dependiente el valor de la potencia obtenido con un T-Force al aplicar un test de carga incremental.

Participantes

Participaron voluntariamente 83 deportistas pertenecientes al Team Medellín, del INDER, los cuales practicaban nueve diferentes disciplinas (ver tabla 4). Como criterios de inclusión se tuvieron en cuenta: a) ser deportista activo del programa Team Medellín, durante al menos los cinco meses previos al experimento, b) tener aprobación médica para practicar actividad física, c) no consumir sustancias estupefacientes ni consideradas doping, d) firmar el acta de asentimiento o consentimiento informado. Como criterios de exclusión se estableció una inasistencia al 10% de las sesiones de entrenamiento. Los sujetos fueron asignados por conveniencia a los grupos: GE y GC. El GE realizó el plan por Modelamiento de la potencia mientras que el GC continuó realizando los entrenamientos propios de cada disciplina, pero sin entrenamiento de la potencia.

Variables

Variable independiente

De acuerdo con los principios del Modelamiento, la variable que se concentró como componente de la preparación física de los equipos fue la fuerza con las denominaciones por micro que se plantean en la tabla 1: básico de potencia, potencia-fuerza y potencia-velocidad de acuerdo con la indicación del modelamiento de poder denominar los micros por su objetivo real (Agudelo, 2012). Los ejercicios utilizados durante la intervención fueron: sentadilla, peso muerto, remo de espalda y press banca, por su adaptabilidad a cualquier deporte, ya que se trata de los ejercicios básicos de flexión y extensión en miembros superiores e inferiores.

Tabla 1.

Plan de Intervención: Variable Independiente

Semana	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Básico de Potencia															
Microciclos	Básico de Potencia															
Carácter del Esfuerzo	8(30)	8(30)	8(30)	8(30)	8(30)	8(30)	8(30)	8(30)	8(25)	8(25)	8(25)	8(25)	8(22)	8(22)	8(22)	8(22)
Frecuencia	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ejercicios por sesión	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Tiempo de recuperación entre serie	2'	2'	2'	2'	2'	2'	2'	2'	2'	2'	2'	2'	2'	2'	2'	2'
Velocidad de ejecución	Máxima en la fase concéntrica															

Variable dependiente

La potencia máxima fue la variable dependiente y se definió como el valor máximo obtenido en la realización de una media sentadilla. La potencia equivale al producto de la fuerza instantánea por la velocidad instantánea. Para su medición se empleó el encoder lineal T-Force® el cual ha sido considerado como el gold estándar para medir esta variable (Lanza de Andrés & Sañudo, 2019). Para medir la potencia máxima en la media sentadilla se estandarizó la forma de la posición de los evaluados para lo que fueron necesarios tres procesos:

1. Posición de los pies en el piso. Mediante una plomada, colocada en la mitad de la barra, se proyectó la posición vertical de la barra sobre el piso. Lo mismo se hizo con otros dos puntos equidistantes 20 cm del centro de la barra. Con tres puntos proyectados sobre el piso se trazó una línea recta. Esta línea recta fue el sistema de referencia para que los evaluados colocaran los talones. La separación de los pies fue simétrica y a comodidad de los evaluados (Imagen 1).

2. Ángulo de la rodilla (α). Utilizando un goniómetro manual de brazos extensibles y empleando como referencia el trocánter mayor, el maléolo externo y el punto medio de la rodilla, se estableció la posición tanto del muslo como de la pierna para formar 90° . Este ángulo limitó la altura del cajón (Imagen 1)

3. Altura del banco (h). Empleando cajones y tablillas de dimensiones conocidas se tomó la altura sobre el piso a la cual el sujeto adoptó la posición de 90° (Imagen 1).



Figura 1. Procesos para estandarizar la postura en la media sentadilla. A la izquierda, proyección vertical de la barra sobre el piso y línea de referencia para los talones. En el centro, la altura del banco. A la derecha, el ángulo de la rodilla.

Para la estandarización de la colocación del encoder sobre el piso, se siguió un proceso similar al anterior, pues el cable del encoder debe estar colocado de manera perpendicular para no alterar la dirección de la tensión. Para ello se empleó de nuevo una plomada que se colocó encima del orificio de origen del cable. Una vez obtenida esta proyección, se demarcó con cinta de enmascarar la posición del encoder en el piso para controlar los posibles cambios accidentales de posición del mismo. Sobre la barra, también se delimitó la posición del enganche para controlar su estabilidad (Imagen 2).

Para la medición de la potencia se inició con una carga equivalente a la mitad del peso corporal. Con esta carga se solicitó al participante bajar de manera controlada hasta tocar con la masa glútea el banco colocado en su parte posterior. Una vez se estableció el contacto, el participante debió iniciar el proceso de extensión de la rodilla a la máxima velocidad posible. Se permitieron tres intentos para cada carga y



Figura 2. Proceso para la estandarización de la colocación del encoder sobre el piso y del enganche sobre la barra. A la izquierda, colocación de la plomada sobre el orificio del cable para asegurar la perpendicularidad. En el centro, delimitación de la posición del encoder sobre el piso. A la derecha, delimitación de la posición del enganche sobre la barra.

se registró el mayor valor. Luego de tres minutos de descanso, se repitió el proceso, pero incrementando la carga 10 kg. La prueba terminó cuando el valor de la potencia, con relación al valor previo, disminuyó.

Procedimiento

En reunión general con los participantes se les explicó el objetivo de la investigación, los riesgos y beneficios de participar en la misma y la posibilidad de retirarse cuando lo quisieran sin ninguna consecuencia. Luego se pasó a realizar la recolección de la firma del consentimiento informado de cada atleta y en el caso de los menores de edad se exigió adicionalmente la firma de su respectivo acudiente responsable. En sesión posterior se realizó la toma de las medidas antropométricas (talla, masa corporal, IMC), las mediciones relacionadas con la realización de la media sentadilla y la realización de una simulación de la prueba para evitar los sesgos de desconocimiento previo. En la misma sesión contestaron un cuestionario para establecer la edad, estrato socioeconómico, el deporte practicado, los años de entrenamiento, y demás variables controladas en el estudio. Posteriormente se definió con cada entrenador el horario de intervención y se procedió a seleccionar los sujetos del GE en cada modalidad, a los que se les aplicó el plan de entrenamiento basado en el Modelamiento para el desarrollo de la fuerza-velocidad (potencia) como componente del entrenamiento físico a concentrar en los atletas de cada modalidad.

Una semana previa al inicio de la aplicación del plan de entrenamiento se realizó el pretest para la medición de la potencia. A los deportistas y a los entrenadores se les advirtió: que no deberían previamente haber realizado ejercicios máximos de fuerza o de resistencia en los dos días previos a la evaluación, haber dormido ocho horas en la noche anterior de manera tranquila, no haber ingerido alimento dos horas antes de la evaluación y no haber ingerido caféina ni bebidas estimulantes. Una semana después de terminado el plan de intervención se realizó el postest para el cual se siguieron los mismos requerimientos que para el pretest.

Manejo e interpretación de los datos

Todos los datos antropométricos y de la evaluación de potencia fueron recogidos en una hoja de Excel en planillas diseñadas para tal efecto. Estos datos fueron revisados para evitar errores de digitalización. Una vez depurada la base de datos se exportó al paquete estadísticos IBM SPSS v 23.0. Para la descripción de las variables categóricas se usó la frecuencia y el porcentaje. Para la descripción de las variables continuas o de razón, inicialmente se aplicó la prueba de Shapiro Wilk para definir normalidad. Cuando los datos cumplieron con los criterios de normalidad ($p > .05$), para la descripción de los datos se usó la media, la desviación estándar y para comparar medias se usó la *t* de Student; en caso contrario, se usó la mediana, el rango intercuartílico, las pruebas de Wilcoxon o la *U* de Mann Whitney. El valor de significancia se estableció en .05.

Control de sesgos

1. De medición: Se establecieron protocolos para la toma de medidas y se capacitó a tres evaluadores para que realizaran todas las mediciones, tanto en el pretest como en el

postest.

2. De intervención: Todos los entrenadores fueron capacitados en la aplicación de los ejercicios, en la intensidad de las cargas, en la cantidad de repeticiones a realizar, en los tiempos de descanso de manera que los planes realizados por los deportistas presentaron las mismas características.

3. Ambientales: Los ejercicios fueron realizados en las condiciones ambientales de la ciudad.

4. Equipamiento: Se emplearon los mismos equipos y gimnasios puesto que el Team Medellín acoge a todos sus usuarios a entrenar la preparación física en el mismo gimnasio, además todos usaron los mismos equipos, ubicados en la UDAG

5. Horarios de entrenamiento: Los horarios en los cuales se ejecutaron los planes no fueron los mismos para todos los grupos de participantes, pero si fueron los mismos para cada uno de los deportes.

Operacionalización de las variables

En la tabla 2 se resumen las variables estudiadas.

Tabla 2. Operacionalización de las variables

Variable	Tipo	Unidad de medición	Equipo/Fuente	
Edad	Continua	Años (0.0)	Documento identidad	
Masa corporal	Razón	Kilogramos (0.0)	Balanza	Detecto 100 gr precisión
Estrato socioeconómico	Ordinal	1, 2, 3, 4, 5, 6	Factura servicios	Detecto 1mm precisión
Deporte	Nominal	Natación artística Natación Boxeo Karate Voleibol Ciclo montañismo Ultimate Balonmano Taekwondo	Entrenadores Deportistas	Variables Sociodemográficas
Género	Nominal	Masculino Femenino		
Grupo	Nominal	Experimental Control		Investigativa
Potencia máxima	Razón	Vatios 0.0	Encoder Lineal T-Force	Dependiente
Plan de entrenamiento	Categórica	Por modelamiento Sin plan		Independiente

Aspectos éticos

Para este estudio se obtuvo aval de ética por parte del Comité de Ética de la Investigación del Instituto Universitario de Educación Física y Deporte según acta 055 del 5 de marzo de 2019, lo que implicó todo el protocolo de información, firma de consentimientos informados y la implementación de normas de seguridad. Tal Comité de Ética fue creado por la Resolución 113 del Consejo de Instituto del 1 de junio de 2015 de la Universidad de Antioquia. Este aval se obtuvo atendiendo a la recomendación del Ministerio de Salud de Colombia cuando se trata de intervenciones con seres humanos, así sea con riesgos mínimos como es el caso. (Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia).

Planteamiento de Hipótesis

La hipótesis nula (H_0): Un plan de fuerza-velocidad, estructurado a través del Modelamiento, con una duración de 8 semanas, no produce cambios significativos en la potencia máxima de jóvenes deportistas pertenecientes al Team Medellín.

La hipótesis alterna (H_A): Un plan de fuerza-velocidad, estructurado a través del Modelamiento, con una duración de 8 semanas, produce cambios significativos en la potencia máxima de jóvenes deportistas pertenecientes al Team Medellín.

Resultados

Desde la tabla 3 a la tabla 10 se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 3.

Variables antropométricas de los participantes.

	N	Media	Desv. Est.
Edad (años)	83	15.9	3.0
Masa (Kg)	83	53.2	18.8
Talla (cm)	83	144.5	53.7

Tabla 4.

Distribución por deportes de los participantes.

	Deporte	n	%
Natación artística	Natación	12	14.5
	Boxeo	5	6.0
	Karate	6	7.2
	Voleibol	15	18.1
	Ciclo montaña	8	9.6
	Ultimate	2	2.4
	Balonmano	11	13.3
	Taekwondo	7	8.4
	TOTAL	83	100%

Tabla 5.

Distribución por géneros de los participantes.

Género	Frecuencia	Porcentaje
Masculino	41	49.4
Femenino	42	50.6

Tabla 6.

Estrato socio económico de los participantes

Estrato socioeconómico n %		
1	3	3.6
2	56	67.5
3	13	15.7
4	7	8.4
5	4	4.8
TOTAL	83	100%

Tabla 7.

Prueba de Normalidad: Shapiro-Wilk

		Estadístico	Sig.
Grupo Experimental (GE)	Pretest	0.96	0.05
	Posttest	0.94	0.01
Grupo Control (GC)	Pretest	0.98	0.91
	Posttest	0.97	0.83

Tabla 8.

Estadísticos Descriptivos del resultado para los grupos: GE y GC

Grupo	Prueba	N	Mínimo	Máximo	Mediana	Q1	Q3	RIC
GE	Pretest	62	117	683	299	230	403	173
	Posttest	62	171	748	343	257	452	195
GC	Pretest	21	160	859	468	177	699	
	Posttest	21	210	750	467	154	540	

Tabla 9.

Comparación entre los grupos: GE y GC al inicio y al final del experimento

Grupo	N	Rango promedio	U de Mann-Whitney	Z	Sig. asintótica (bilateral)
Pretest	GE	62	36.76	-	0.001
	GC	21	57.48	3.404	
Posttest	GE	62	37.88	396	0.007
	GC	21	54.17	2.676	

Tabla 10.

Comparación del Pre-test y Pos-test del GE mediante la prueba de Rangos de Wilcoxon.

Prueba de rangos de Wilcoxon	N	Rango promedio	Z	Sig. asintótica (bilateral)
Rangos negativos	15 ^a	20.77	-	
Rangos positivos	47 ^b	34.93	-4.663 ^b	0.000
Empates	0 ^c			

Se encontró que el GE no presentó distribución normal, por lo que su comparación interna se debe hacer con la prueba de rangos de Wilcoxon, y se debe mostrar para su descripción la mediana y rangos intercuartílicos (RIC) en tanto que el GC presenta distribución normal lo que indica que su comparación intra grupal se hace con la T de Student, y se describe con la media y la desviación estándar, dadas las características de normalidad encontradas para la comparación entre grupos se utilizó la prueba U de Mann-Whitney.

Discusión

De acuerdo a los valores presentados en la tabla 8, los dos grupos presentaron diferencias significativas en la po-

tencia máxima al inicio del experimento, pero no presentaron diferencias al final del mismo. En este caso, existió un comportamiento diferente al tradicional de los diseños experimentales, es decir, para iniciar el experimento los dos grupos deben ser homogéneos (sin diferencias significativas en sus medias) y deben existir diferencias al final, a favor del grupo experimental, siendo considerada esta situación como una evidencia de que la variable independiente fue la única causante de la variación de la variable dependiente. Esta situación de homogeneidad al inicio del experimento no se pudo lograr por la cantidad de grupos de deportistas y por haberse seleccionado los grupos control y experimental a conveniencia. A pesar de ello, aunque el grupo experimental inició con valores menores de potencia, al final del experimento incrementó de manera significativa sus valores de potencia de manera que no existieron diferencias con el grupo control.

Al realizar las comparaciones intragrupo para evidenciar si existieron diferencias entre el pretest y el posttest del grupo experimental, los resultados mostrados en la tabla 8 permiten afirmar que la potencia, la cual se incrementó en un 14.7% (44V/299V), fue estadísticamente diferente, siendo los valores del posttest mayores que los del pretest. Es decir, el plan por Modelamiento para la potencia muscular de estos deportistas modifica los mecanismos neuromusculares de manera que la potencia muscular se modifica de manera positiva. Al realizar las mismas comparaciones en el grupo control, los valores de la tabla 8 muestran que los valores fueron prácticamente iguales (468V vs 467V, en el pretest y posttest, respectivamente). Los valores de la tabla 8 permiten afirmar que no existieron diferencias significativas entre los valores comparados. Con base en este conjunto de hallazgos, se puede afirmar que el plan de entrenamiento por Modelamiento produce modificaciones positivas significativas sobre la potencia muscular de los deportistas, que con los valores hallados en el grupo control permiten corroborar que la única causa posible de estas modificaciones fue la aplicación del plan de entrenamiento, lo que implica rechazar la hipótesis nula.

En este estudio se aplicaron cargas concentradas de potencia dos veces por semana atendiendo a dos recomendaciones: 1. Para el ejercicio de media sentadilla, que es el utilizado para el pre-test y pos-test: entre el 45-60% de 1RM es una carga suficiente para desarrollar la potencia (Kawamori & Haff, 2004) y 2. Usar una alta velocidad en las repeticiones a realizar, tal y como en el estudio de González-Badillo & Ribas (2002).

La aplicación de las intervenciones representó aproximadamente la tercera parte de las repeticiones posibles de realizar y se tuvo permanente control por parte de los entrenadores que tal realización fuese a la máxima velocidad posible, para desarrollar así fuerza simultáneamente con la velocidad tal y como lo hicieron los estudios de Cappa (2000) y Loturco, et al. (2016).

Se utilizaron ocho semanas de intervención para trabajar la potencia, lo que coincide con trabajos de potencia como: Meylan, et al. (2013), Hernández & García (2012) y Hernández & García (2013).

Las ganancias encontradas por los integrantes del grupo experimental coinciden en valores con las diferencias presentadas entre luchadores amateur y luchadores de élite

(López-Gullón et al., 2011) lo que permite valorar como importante el cambio logrado con la metodología propuesta.

En el estudio de Raya-González et al. (2017), realizado con 16 futbolistas, se midieron las mejoras en potencia, utilizando también T-Force y comparando dos metodologías de entrenamiento, aplicadas a dos grupos de futbolistas jóvenes con edad promedio de 16.6 ± 0.3 años, se reportaron mejoras después de la sexta semana de intervención entre el seis y el 10%, para el caso de la potencia. Este reporte, que incluye los valores más altos de ambas metodologías, está por debajo de las mejoras con el Modelamiento que llegó al 14% entre pre-test y pos-test. Es de destacar que en este estudio la intervención se realizó por ocho semanas, a diferencia del estudio citado, el cual duró 10 semanas.

También en jóvenes futbolistas españoles se mejoró la potencia en un 8.5%, también por debajo de las mejoras porcentuales logradas en el presente estudio de potencia, al aplicar una metodología de entrenamiento de fuerza con ejercicios como: cargada de fuerza, media sentadilla, salto cargado y saltos continuos de 40 y 50 cm, durante ocho semanas más entrenamiento de fútbol, a diferencia del grupo control que solo hizo los entrenamientos habituales específicos (Hernández & García, 2015). El estudio incluyó 40 sujetos con una experiencia en trabajo de fuerza inferior a 1 año y edad promedio de $17.29 \pm .791$

Velasco et al. (2015) analizaron el efecto de dos tipos de entrenamiento complejo sobre la fuerza máxima y la potencia en atletas de cuatro modalidades diferentes: fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol en dos grupos uno de 50 sujetos y otro de 40, que trabajaron durante seis semanas, se reportan mejoras de potencia en promedio del 6%. En las conclusiones de este trabajo se propone a futuro trabajar con cargas más bajas, en aras de propiciar mejoras más significativas en esta variable. En el presente estudio se tuvo como principio de planeación el hecho de realizar la menor carga posible, en concordancia con lo propuesto por Velasco et al. (2015)

En Naclerio (2006), luego de una intervención de 20 a 26 semanas, la potencia media se incrementó sólo entre un tres y 11%. Para mejoras del 13% reporta que se requirió un trabajo de 46 semanas.

El estudio de Hakikinen et al. (2017), con poblaciones diferentes de adultos jóvenes 30 ± 5 años ($n = 8$) y ancianos 61 ± 4 años ($N = 10$), no mostró diferencias significativas en potencia luego de entrenar con métodos periodizados de fuerza por 10 semanas.

Conclusiones

Este estudio demostró que el Modelamiento es una alternativa para desarrollar la potencia máxima de miembros inferiores de atletas jóvenes que presenta resultados superiores a algunos estudios con los que fue comparado en poblaciones semejantes con tiempos semejantes. También cuando se comparó con un estudio de poblaciones adultas que pretendieron desarrollar la potencia el efecto de la metodología por Modelamiento mostró mejores resultados porcentuales.

La concentración de tareas de potencia por ocho semanas, realizadas con cuatro ejercicios por sesión durante aproximadamente 30 minutos de trabajo real lograron mejoras

estadísticamente significativas en la potencia medida a través de un test de carga incremental con T-Force.

Entrenar la fuerza-potencia con pesos suficientemente bajos para lograr una alta velocidad, de ejecución durante la carga de intervención (por las ocho semanas), y de acuerdo con el resultado del test inicial de carga incremental, logrando de esta forma atender a las necesidades individualizadas (Modelamiento), propició para este grupo de atletas, mejorar los resultados de forma significativa de la variable Potencia.

Se propone en futuras investigaciones trabajar con control directo de la potencia durante condiciones de entrenamiento con instrumentos como el BlueBrain o el SmartCoach dadas sus condiciones semejantes de medición (Martínez & Fernández, 2016) o con métodos de entrenamiento combinados que reportan haber mejorado la potencia en Taekwondo (Guillén, et al. 2020)

Agradecimientos

Al Instituto Municipal de Deportes de Medellín INDER que prestó su escenario, preparadores físicos y atletas para este convenio investigativo con el Instituto Universitario de Educación Física de la Universidad de Antioquia.

Los autores manifiestan no tener conflicto de intereses y haber aportado en todos los procesos de la investigación y aclaran que la investigación de base se financió a través de horas en los planes de trabajo docente de los autores, pagadas por la Universidad de Antioquia.

Referencias

- Agudelo, C.A. (2012). *Planificación del entrenamiento deportivo por Modelamiento*. Kinesis: Armenia.
- Agudelo, C. A., & García, C. A. (2016). Efectos del entrenamiento en espacios reducidos a través de modelamiento en rugbistas. *Educación Física y Deporte*, 35 (2), 427-448. <http://doi.org/10.17533/udea.efyd.v35n2a08>
- Agudelo, C. A., & Ortiz, M. (2020). Efectos de los métodos de entrenamiento discontinuo en atletas de combate colombianos. *Educación Física y Deporte*, 38 (2). <https://doi.org/10.17533/udea.efyd.v38n2a06>
- Agudelo, C.A., Parada M.R., Muñoz, O. E., & Álvarez, E. J. (2018). Efecto de entrenar por Modelamiento para el desarrollo coordinativo en tenistas de 10-16 años. *Revista VIREF* 7 (2), 66-78. «recuperado de» <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/viref/article/view/334968/20790726>
- Albarracín, W., Bautista I., Chiroso, L. J., Martín, I., & Chiroso, I. J. (2012). Determinación del perfil «entrenados» y «no entrenados» según la velocidad de la barra en el press de banca. *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte* 8 (3), 233-252. «Recuperado de» http://dehesa.unex.es/bitstream/handle/10662/7007/1885-7019_8_3_233.pdf?sequence=1
- Baker, D. (2001). Comparison of upper-body strength and power between professional and college-aged rugby league players. *J Strength Cond Res*. 15 (1), 30-5. «recuperado de» <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11708703>
- Beltrán, D. (2016). Efecto de un Plan Modelado en 100 metros crol en nadadoras juveniles de Bogotá. *Tesis de Maestría. Universidad Tecnológica y Pedagógica de Colombia UPTC-Tunja*. «recuperado de» https://scienti.minciencias.gov.co/cv/lac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001381151
- Bevan, H.R., Bunce, P.J., Owen, N.J., Benett, M.A., Cook, C.J.,

- Cunnigham, D.J., Newton, R.U., & Kilduff, L.P. (2010). Optimal loading for the development of peak power output in professional rugby players. *J Strength Cond Res*, 24(1), 43–7. doi:10.1519/JSC.0b013e3181c63c64
- Bompa, T. O. (2006). *Periodización de la fuerza*. Paidotribo: Barcelona
- Cappa, D. F. (2000). *Entrenamiento de la potencia muscular*. Mendoza, Argentina.
- Costa, I.A. (2013). Los Modelos de planificación del entrenamiento deportivo del siglo XX. *Revista electrónica de ciencias aplicadas al deporte*, 6 (22), 1-8. «Recuperado de» <https://core.ac.uk/download/pdf/49224383.pdf>
- Gómez-Piriz, P.T., Trigo, M.E., Cabello, D., & Puga, E. (2012). Confiabilidad entre instrumentos (T-Force® y Myotest®) en la valoración de la fuerza. (Inter-machine Reliability (T-Force® y Myotest®) in strength assessment). *RICYDE. Revista Internacional De Ciencias Del Deporte*, 8(27), 20-30. doi:10.5232/ricyde2012.02702
- González-Badillo, J. J., & Ribas, J. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo*. España: INDE.
- González-Badillo, J. J., Sánchez, L., Pareja, F., & Rodríguez, D. (2017). *La Velocidad de ejecución como referencia para la programación control y evaluación del entrenamiento de la fuerza*. España: Ergotech.
- Guillen, L., Rodríguez, A.F., Capote, G., Rendón, P.A., Lagla, M.E., & Rosa, M.E. (2020). Evaluación de la factibilidad de un sistema de entrenamiento combinado en el desarrollo de la fuerza explosiva de los miembros inferiores de los taekwondocas. *Retos* (39), 411-420. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.80748>
- Haff, G.G., & Nimphius S. (2012). Training principles for power. *Strength Cond J*, 34(6), 2–12. doi:10.1519/SSC.0b013e31826db467
- Häkkinen, K., Kraemer, W.J., Newton, R.U., Volek, J.S., MacCormick, M., & Häkkinen A. (2017). Los métodos combinados de entrenamiento con sobrecarga incrementan la fuerza y la potencia de hombres jóvenes y ancianos. *Revista de Educación Física* 35(4). «Recuperado de» <https://g-se.com/los-metodos-combinados-de-entrenamiento-con-sobrecarga-incrementan-la-fuerza-y-la-potencia-de-hombres-jovenes-y-ancianos-243-sa-J57cfb2711ced9>
- Hernández, Y.H., & García, J.M. (2012). Efectos de un entrenamiento específico de potencia aplicado a futbolistas juveniles para la mejora de la velocidad lineal. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, (28), 125-144. «Recuperado de» <https://www.redalyc.org/pdf/2742/274224368008.pdf>
- Hernández, Y.H., & García, J.M. (2013). Efectos de un entrenamiento específico de potencia aplicado a futbolistas juveniles para la mejora de la velocidad con cambio de dirección. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, (31), 17-36. «Recuperado de» <https://www.redalyc.org/pdf/2742/274229586002.pdf>
- Hernández, Y.H., & García, J.M. (2015). Efectos de un entrenamiento específico de potencia aplicado a futbolistas juveniles para la mejora de la potencia en el salto. *Riccafd: Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* 4 (1), 2841. «Recuperado de» https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/15572/Potencia_Futbol_Yuri.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Issurin, V.B. (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sport Med* 40(3), 189-206. doi: 10.2165/11319770-000000000-00000.
- Kawamori, N., & Haff, G.G. (2004). The optimal training load for the development of muscular power. *Strength Cond J*, 18(3), 675–684. «Recuperado de» https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2004/08000/The_Optimal_Training_Load_for_the_Development_of.51.aspx
- Lanza de Andrés, D., & Sañudo, B. (2019). Análisis de las diferencias en la velocidad media en función de los diferentes ángulos de grabación en un test incremental de press banca empleando la app My Lift. *Trabajo de fin de grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de Sevilla. Sevilla*. «recuperado de» <https://hdl.handle.net/11441/91111>
- López-Gullón, J. M., García-Pallarés, J., Berengui, R., Martínez-Moreno, A., Morales, V., Torres-Bonete, M.D., & Díaz, A. (2011). Factores físicos y psicológicos predictores del éxito en lucha olímpica. *Revista de Psicología del deporte* 20(2), 573-588. «Recuperado de» <https://ddd.uab.cat/pub/revpsidep/19885636v20n2/19885636v20n2p573.pdf>
- Loturco, I., Nakamura, F.Y., Kobal, R., Gil, S., Cal Abad, C.C., Cuniyochi, R., Pereira, L.A., & Roschel, H. (2015). Training for Power and Speed. Effects of increasing or decreasing jump squat velocity in elite young soccer players. *J Strength Cond Res*, 29(10), 2771–2779. doi:10.1519/JSC.0000000000000951
- Martínez, L.M., & Fernández, R. (2016). Comparación de dos dispositivos de medición de potencia y trabajo durante ejercicio de fuerza con tecnología inercial flywheel. *Retos*, 29, 144-148 «Recuperado de» <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5400861>
- Meylan, C.M., Cronin, J.B., Oliver, J.L., Hopkins, W.G. & Contreras, B. (2013). The effect of maturation on adaptations to strength training and detraining in 11-15 year-olds. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sport* 24(3), 456-164 <https://doi.org/10.1111/sms.12128>. *Retos* (29), 144-148 <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/41308/25966>
- Naclerio, F. (2000). Entrenamiento de Fuerza y Potencia en Niños y Jóvenes. *Journal Publice*. «Recuperado de» <https://g-se.com/entrenamiento-de-fuerza-y-potencia-en-ninos-y-jovenes-805-sa-957cfb2718a5db>
- Raya-González, J., Suárez-Arrones, L., Moreno-Puentadura M., Ruiz-Márquez, J., & Sáez de Villarreal, E. (2017). Efectos en el rendimiento a corto plazo de dos programas de entrenamiento neuromuscular con diferente orientación aplicados en fútbol elite U-17. *RICYDE: Revista Internacional de Ciencias del Deporte* 48, 88-103. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/710/71050358001.pdf>
- Sañudo, B., Rueda, D., Pozo-Cruz, B., De Hoyo, M., & Carrasco, L. (2016). Validation of a video Analysis Software Package for Quantifying Movement Velocity in Resistance Exercises. *Journal of Strength and Conditioning* 30 (10), 2934-294. DOI:10.1519/JSC.0000000000000563
- Takafumi, K., Kuniaki, H., Nakamura, N., & Higuchi, M. (2018). Influence of different loads on Force-Time characteristics during Back Squats. *Journal of Sport Science & Medicine* 17 (4), 617-622 PMID: 30479530
- Velasco, J. M. I., Castan, J. C. R., da Silva, L. O., López, L. M. M., Marcolin, E., & Campo, S. S. (2015). Efectos de dos tipos de entrenamiento complejo en fuerza máxima y potencia en jugadores jóvenes de deportes colectivos. *RBPFEF - Revista Brasileira De Prescrição E Fisiologia Do Exercício*, 9(53), 290-302. «Recuperado de» <http://www.rbpfef.com.br/index.php/rbpfef/article/view/803>