

Efectos del dropjump sobre la potenciación post-activación en atletas colombianos de rendimiento

Drop jump effect over the enhancement post-activation in Colombian high performance athletes

*Carlos Andrés Wheeler-Botero, **Carlos Alberto Ramos-Parraci, **Felipe Augusto Reyes-Oyola

*Escuela Nacional del Deporte (Colombia), **Universidad del Tolima (Colombia)

Resumen. El objetivo de la presente investigación fue estudiar los efectos de la Potenciación Post-Activación (PPA) en la aceleración de los atletas velocistas colombianos, de tal forma que se propongan diferentes métodos de entrenamiento, con el propósito de mejorar el rendimiento de los deportistas. Participaron nueve atletas velocistas de la Selección Colombia Juvenil de Atletismo (4 hombres: Edad 16,9±.3 años; peso corporal 63,0±6,6kg; talla 171,5±6,6cm; y, 5 mujeres: edad: 17,1±.4 años; peso corporal 63,0±6,7kg; talla 174,2±8,5cm). Se aplicó el Protocolo de Bosco (Abalakov, Drop Jump y Multisaltos en 15s) con el fin de determinar el estímulo potenciador y la prueba de 30 m con salida detenida pre y post estímulo potenciador. Para evaluar el efecto del estímulo potenciador en los resultados del test de Abalakov y la prueba de aceleración en 30m, se realizó la prueba de *t* Student para muestras relacionadas, con una significación de $p < .05$. La normalidad en el comportamiento de las variables se comprobó a través del resultado obtenido por la prueba de Shapiro Wilk, aplicado a muestras menores de 30 individuos. Todos los atletas evidenciaron una mejora luego de aplicarse el estímulo potenciador, tanto en el test de Abalakov como en la prueba de aceleración en 30 m; presentando diferencia significativa en las medias de los resultados de los velocistas en el test de Abalakov ($p = .000$) y la prueba de aceleración de 30 m ($p = .002$) antes y después de un estímulo potenciador.

Palabras claves: potenciación post-activación, drop jump, aceleración, deportistas, atletismo.

Abstract. The objective of this research was to study the effects of post-activation potentiation (PAP) on the acceleration of some young Colombian sprinters, in order to propose different training methods, aiming to enhance their performance. Nine athletes from the Colombian national youth team participated in the study. (4 men: age = 16,9±.3; body weight 63,0±6,6kg; height 171,5±6,6cm; and, 5 women: age 17,1±.4 years old, body weight 63,0±6,7kg, height 174,2±8,5cm). Bosco Protocol was applied (Abalakov drop jump and repeat-jump in 15s) with the purpose of determining the booster stimulus and also the 30m test with static start pre and post booster stimulus. *t* Student test was conducted for samples in relation with a significance of $p < .05$ to evaluate the effect of the booster stimulus in the results of the Abalakov test and the 30m acceleration test. The normality in the variable's behavior was proven through the Shapiro Wilk test, applied to samples fewer than 30 individuals. Every single athlete showed signs of improvement after the booster stimulus was applied both in the Abalakov test and the 30m acceleration test; presenting significant differences in the average of the sprinters results in the Abalakov test ($p = .000$) and the 30m acceleration test ($p = .002$) before and after the booster stimulus.

Keywords: post-activation potentiation, drop jump, acceleration, athletes, track and field.

Introducción

El rendimiento deportivo ha tomado protagonismo en la actualidad, y gracias a los avances tecnológicos, acompañados de la necesidad de progreso del ser humano y, el aumento del interés por las diferentes áreas relacionadas con la consecución de altos logros, se han desarrollado diferentes métodos de entrenamiento, los cuales buscan objetivos cada vez más específicos y presentan diversas técnicas para mejorar el rendimiento en deportistas de alto nivel, entrenando las capacidades condicionales desde un diseño metodológico basados en la aplicación de la fisiología en el mejoramiento del cuerpo humano (Hartmann et al., 2015).

Ahora bien, en deportes donde se hace necesario desarrollar altas demandas de fuerza en tiempos muy cortos, se han descrito métodos específicos que buscan mejorar dicha capacidad del músculo para realizar este tipo de fuerza (Van Abbema et al., 2015), de tal forma que se permita mejorar el rendimiento del atleta, diseñando un entrenamiento individualizado, en el cual se mejoren las características de su modalidad deportiva.

Además, teniendo en cuenta que la fuerza y la velocidad serían factores determinantes del rendimiento deportivo y la consecución de logros, especialmente en las pruebas atléticas de velocidad, se han investigado a fondo diferentes

métodos de entrenamiento, con el propósito de generar adaptaciones a corto y largo plazo en las características neuromusculares y por ende, mejorar la velocidad y la aplicación de fuerza en dichas pruebas (Tillin & Bishop, 2009).

Basados en lo anterior, se han descrito diferentes métodos de entrenamiento que persiguen objetivos y propósitos relacionados con el mejoramiento de la capacidad de contracción muscular rápida y con mayor efectividad (Behringer et al., 2016), y más aún, en las modalidades deportivas donde la velocidad es la capacidad física predominante, en las cuales, el atleta a medida que alcanza su máximo nivel, debe mejorar la capacidad para desarrollar fuerza en cortos periodos de tiempo durante la carrera, especialmente en los tiempos de contacto (Franco-Márquez et al., 2015).

En este sentido, se puede considerar la velocidad de contracción como un indicador de rendimiento, y por tal motivo, es fundamental profundizar en la entrenabilidad de esta capacidad, por medio de contenidos cada vez más específicos, nuevas metodologías para mejorar el rendimiento del deportista, basados en procesos investigativos, programas y protocolos que generen un mejoramiento en las capacidades directamente relacionadas con la especificidad de cada deporte (Cihangiroglu et al., 2004; Verkoshanski- & Biru, 1987).

Dentro de los métodos más estudiados y utilizados para mejorar la velocidad se encuentran: el entrenamiento de la fuerza, la pliometría, entrenamiento de carrera, carreras en cuesta, carreras resistidas, entre otros (García-Manso et al., 2015); sin embargo, se ha descrito un método llamado potenciación post-activación, un fenómeno muscular que

ha sido estudiado y discutido por diferentes expertos en el entrenamiento de la fuerza durante décadas (Cappa & Behm, 2013), y que permite evidenciar claramente el efecto potenciador a nivel muscular que genera la realización de un ejercicio de características maximales o balísticas previo a la ejecución de un gesto explosivo (Quiroga et al., 2010).

Se ha propuesto que un ejercicio básico como estímulo previo, genera una «huella en el sistema neuromuscular», que permite excitar el sistema nervioso, facilitando de esta manera el incremento del rendimiento al realizar ejercicios de potencia (Verkhoshanski- & Biru, 1987). No obstante, algunos estudios proponen que es el sistema muscular el que queda estimulado y no el sistema nervioso, atribuyendo aquellas mejoras a las cadenas livianas de miosina que quedan fosforiladas, y a la vez, de un aumento del volumen de calcio intra citoplasmático (Cappa & Behm 2011; Sale, 2002).

En cuanto a la pliometría, esta ha sido utilizada a lo largo del tiempo en el campo del entrenamiento de la fuerza y la velocidad como método para mejorar el rendimiento en acciones musculares explosivas (Martínez-Rodríguez et al., 2017; Picón-Martínez et al., 2019). A pesar que pocos estudios demuestran como la contracción pliométrica puede llegar a generar un efecto potenciador previo a una prueba de velocidad (Franco-Márquez et al., 2015); la cual sería de gran ayuda para velocistas experimentados que han alcanzado el máximo de su rendimiento y presentan poca mejoría o estancamiento en su marca, siendo la ejecución de un gesto pliométrico como un *Drop Jump* o salto con caída se puede llegar a realizar con gran facilidad previo a una prueba de velocidad en una competencia formal (Tillin & Bishop, 2009).

Dado lo anterior, se hace referencia al entrenamiento específico de velocidad, con el método de Potenciación Post-Activación (PPA), incrementado transitoriamente la producción de fuerza explosiva tras un estímulo excitador que requiera de una contracción máxima o cercana a la máxima (Hodgson, Docherty & Robbins, 2005) y apareciendo como una alternativa ideal para mejorar la potencia muscular (Bomfim Lima et al., 2011). En este sentido, la PPA se ha definido como el incremento transitorio de la fuerza muscular tras una actividad contráctil previa (Sale, 2002; De Villarreal, Izquierdo & Gonzalez-Badillo, 2011), por ejemplo, un salto o una carrera de corta duración, lo cual podría aumentar la capacidad de desarrollar fuerza por unidad de tiempo pico, y por ende, aumentar el rendimiento.

Además, se ha demostrado que la realización de estímulos de PPA genera mejoras en el rendimiento de deportistas entrenados (Swanik et al., 2016). Sin embargo, se debe considerar el hecho de que los deportistas presentan características individuales, por lo cual se hace necesario determinar el tiempo óptimo de estimulación PPA en cada sujeto, de tal forma que genere el efecto deseado y no lo contrario (Da Silva-Grigoletto et al., 2011).

Considerando que esta metodología ha sido ampliamente descrita en la literatura, y teniendo en cuenta que ha demostrado mejoras estadísticamente significativas en la capacidad de realizar fuerza por unidad de tiempo, inclusive en personas que presentan niveles altos de entrenamiento (Tillin & Bishop, 2009), esta investigación, tiene como objetivo, estudiar los efectos de la PPA en la aceleración de los atletas velocistas colombianos, de tal forma que se propongan dife-

rentes métodos de entrenamiento, con el propósito de mejorar el rendimiento de los deportistas locales, regionales y nacionales.

Metodología

Participantes

Nueve atletas velocistas de la Selección Colombia Juvenil de Atletismo (4 hombres: Edad 16,9±.3 años; peso corporal 63,0±6,6kg; talla 171,5±6,6cm; y, 5 mujeres: edad: 17,1±.4 años; peso corporal 63,0±6,7kg; talla 174,2±8,5cm). Los criterios de inclusión para la muestra fueron: a) Estar dentro de los 8 mejores atletas de 100m, 200m y 400m planos del ranking nacional del año 2018 (publicado por la Federación Colombiana de Atletismo); como criterios de exclusión, se determinaron los siguientes: a) haber sufrido alguna lesión seis meses previos a la realización de las pruebas, y, b) presencia de dolor en miembros inferiores o en el tronco en el momento de la realización del estudio.

Los participantes, al igual que sus padres o responsables de su cuidado, fueron informados de manera verbal y escrita sobre los objetivos del estudio, los beneficios y posibles riesgos de su participación, así como del procedimiento relacionado con la recolección de datos; de esta forma, se realizó la respectiva firma del consentimiento informado. Este estudio fue elaborado siguiendo las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación de la República de Colombia planteadas en la Resolución No. 8430 de 1993 (Ministerio de Salud, 1993), así como las recomendaciones éticas para la investigación científica en el deporte y el ejercicio físico (Harriss & Atkinson, 2015) y los principios éticos para la investigación en seres humanos de la Declaración de Helsinki (WMA, 2017).

Instrumentos y procedimiento

El estudio se realizó durante dos días consecutivos. En el primer día se ejecutó la prueba de saltos, siguiendo los parámetros del Protocolo de Bosco (Abalakov, Drop Jump y Multisaltos en 15s) (Bosco, 2000; Bosco, Luhtanen & Komi, 1983; Garrido Chamorro et al., 2012) en la plataforma de contacto marca AxonJump «T» (Axon Bioingeniería Deportiva, 2005) y, el segundo día, la prueba de 30m con salida detenida (Hopkins, Schabert & Hawley, 2001; Hunter, Marshall & McNair, 2004; Moir et al., 2004). En los dos días, las pruebas se realizaron a la misma hora (7:00hrs).

Pruebas de salto

En la ejecución de las pruebas de saltos sobre la plataforma de contacto AxonJump, se plantearon cuatro momentos para la recolección de los datos, los cuales se describen a continuación: *Momento Uno*: Calentamiento de 5min de trote, 5 saltos bipodales horizontales con 1 minuto de recuperación entre cada uno de ellos y 5 saltos bipodales verticales con 1 minuto de recuperación entre cada uno de ellos; *Momento Dos*: Evaluación de la altura máxima de salto aplicando el test de Abalakov con los parámetros del Protocolo de Bosco (Bosco, 2000; Bosco et al., 1983; Garrido Chamorro et al., 2012; Sánchez-Ferlosio, 2005; Vittori, 1990); *Momento Tres*: Cálculo de la altura ideal de caída en el test Drop Jump y multisaltos verticales en 15s (Garrido-Chamorro et al., 2012;

Sánchez-Ferlosio, 2005; Vittori, 1990). En el Drop Jump, se le permitió al deportista realizar saltos desde diferentes alturas, con periodos de descanso entre 30 y 40s entre cada uno de ellos, con la finalidad de establecer la altura óptima de caída de acuerdo al índice Q (tiempo de contacto / el tiempo de vuelo) (Garrido-Chamorro et al., 2012). En el test de multisaltos en 15s, los atletas realizaron saltos continuos sobre la plataforma de contacto con el objetivo de valorar el índice de rendimiento individual de cada atleta (número de saltos en los que mantiene la máxima capacidad de producir potencia y la eficiencia neuromuscular); *Momento Cuatro*: Aplicación del estímulo potenciador (Saltos desde la altura individual donde cada atleta presenta el mejor índice Q, el número de saltos desde dicha altura lo determinó el test de 15", donde se evaluó cuantos saltos con eficiencia neuromuscular hacía cada atleta. Después de cada salto desde la altura ideal, se permitió una pausa de 30s entre cada salto). Se le solicitó a cada atleta realizar nuevamente el salto de Abalakov minuto a minuto, hasta el minuto ocho, con el fin de encontrar el momento donde aumentaba la altura del salto, siendo este el minuto ideal de cada atleta donde se generaba el efecto potenciador (aumento de la altura del salto).

Prueba de 30m con salida detenida

Al siguiente día, se adecuó la pista atlética para la evaluación del tiempo en 30m con salida detenida (Hopkins et al., 2001; Hunter et al., 2004; Moir et al., 2004) pre y post estímulo potenciador. La velocidad se midió con el sistema de cronómetro automático programable de gran precisión, conformado por dos plataformas de contacto AxonJump «T». La primera plataforma se ubicó al inicio de los 30m y la segunda, finalizando dicha distancia. El sistema de cronómetro se programó para que se activara cuando el atleta hiciera contacto con la primera plataforma y se detuviera al contacto con la segunda plataforma, arrojando la velocidad y tiempo alcanzado en el tramo recorrido. Al ultimarse los detalles de adecuación de los parámetros para la recolección de los datos, se procedió de la siguiente manera: *Momento Uno*: Calentamiento de 5min de trote, Calentamiento de 5min de trote, 5 saltos bipodales horizontales con 1 minuto de recuperación entre cada uno de ellos y 5 saltos bipodales verticales con 1 minuto de recuperación entre cada uno de ellos; *Momento Dos*: Evaluación del tiempo de ejecución del test de 30m con salida detenida (Hopkins et al., 2001; Hunter et al., 2004; Moir et al., 2004) sin la participación del estímulo potenciador; *Momento Tres*: Después de 5min se ejecutó el estímulo potenciador para cada atleta estimado en el día 1 (número de saltos desde la altura indicada para cada atleta); *Momento Cuatro*: El tiempo de pausa posterior al estímulo, se determinó a partir del minuto donde el deportista logró mayor altura en el salto Abalakov posterior al estímulo potenciador del Drop jump, evaluado en el día 1 y trascurrida esta pausa se pasó a valorar el tiempo de ejecución del test de 30 m con salida detenida (Hopkins et al., 2001; Hunter et al., 2004; Moir et al., 2004) post estímulo potenciador.

Análisis estadístico

La información recolectada fue ingresada y organizada en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, y luego fue analizada mediante el paquete estadístico IBM SPSS versión 25.

La estadística descriptiva incluyó cálculos sobre la media y la desviación estándar de la edad, el peso, la estatura y el índice de masa corporal de los atletas.

Para evaluar el efecto que tiene el estímulo potenciador en los resultados del test de Abalakov y la prueba de aceleración en 30m, se realizó la prueba de *t* Student para muestras relacionadas, con una significación de $p < .05$. La normalidad en el comportamiento de las variables se comprobó a través del resultado obtenido por la prueba de Shapiro Wilk, aplicada a muestras menores de 30 individuos.

Resultados

Los resultados se presentarán de acuerdo con los momentos establecidos en el Procedimiento de Recolección de la Información para la prueba de salto y la prueba de valoración de la aceleración en 30m con salida detenida, respectivamente.

En la tabla 1 se muestran los resultados iniciales obtenidos por los atletas al realizar el test de Abalakov (ABK-I), sin activación previa.

Tabla 1.
Resultados individuales del test de Abalakov sin activación previa

Participantes	Género	ABK-I Sin Activación Previa (cm)
Atleta 1	Masculino	42,9
Atleta 2	Masculino	61,6
Atleta 3	Masculino	63,0
Atleta 4	Masculino	54,1
Atleta 5	Femenino	38,5
Atleta 6	Femenino	41,8
Atleta 7	Femenino	38,5
Atleta 8	Femenino	39,6
Atleta 9	Femenino	36,3

Nota. * Resultados iniciales del test de Abalakov en centímetros.

Al calcular el estímulo potenciador de cada atleta a través del test de Drop Jump y multisaltos en 15s, se obtuvieron los resultados presentados en la tabla 2.

Los resultados del test de Abalakov luego de aplicar el estímulo potenciador (ABK-P)

durante los primeros 8min, buscando identificar el tiempo óptimo de potenciación para cada atleta (Tabla 3).

Tabla 2.
Resultados individuales de la altura ideal del test de Drop jump y el número de saltos con mayor eficiencia determinado en el test de multisaltos en 15s.

Participantes	Género	Estímulo Potenciador	
		Altura de Caída (cm)	Multisaltos (número de saltos con el mejor índice de rendimiento individual)
Atleta 1	Masculino	50	2
Atleta 2	Masculino	40	2
Atleta 3	Masculino	50	2
Atleta 4	Masculino	40	2
Atleta 5	Femenino	50	3
Atleta 6	Femenino	40	2
Atleta 7	Femenino	50	2
Atleta 8	Femenino	30	2
Atleta 9	Femenino	40	6
$\bar{X} \pm DE^V$		43,3 \pm 7,07	2,56 \pm 1,33

Nota. ^V Media \pm Desviación estándar

Considerando el estímulo potenciador de cada atleta (altura de caída del DropJump y número de saltos con el mejor índice de rendimiento individual), se pudo determinar que los atletas 1, 3, 4, 6 y 9 lograron un tiempo de potenciación óptimo al tercer minuto; el quinto atleta lo efectúa al cuarto minuto; mientras que el segundo, el séptimo y octavo atleta lo hacen hasta el sexto minuto (tabla 3).

En la tabla 4 se presentan los resultados de la prueba de aceleración en 30m antes y después del estímulo potenciador, teniendo en cuenta altura de caída del DropJump y número de saltos con el mejor índice de rendimiento individual y los

Tabla 3.
Tiempo Óptimo de Potenciación de cada atleta

Participantes	Género	Tiempo Óptimo de Potenciación (min) ⁵								X±DE ^v
		1min	2min	3min	4min	5min	6min	7min	8min	
Atleta 1	Masculino	42,0	43,2	45,3	44,3	43,1	42,6	42,8	42,4	43,21±1,08
Atleta 2	Masculino	62,0	61,8	62,3	62,8	63,0	63,5	63,1	62,1	62,57±,60
Atleta 3	Masculino	63,8	65,1	66,4	66,0	66,1	64,4	63,9	63,3	64,87±1,19
Atleta 4	Masculino	55,8	58,6	59,3	59,0	57,3	55,2	55,2	54,6	56,87±1,90
Atleta 5	Femenino	38,8	39,2	41,7	42,0	40,9	41,2	38,4	38,8	40,12±1,46
Atleta 6	Femenino	43,6	44,8	46,5	45,5	43,6	42,2	41,7	41,3	43,65±1,86
Atleta 7	Femenino	38,8	38,8	39,4	39,5	41,2	43,8	42,6	42,9	40,87±2,01
Atleta 8	Femenino	38,8	38,5	39,1	39,4	39,0	39,9	40,7	40,8	39,62±,87
Atleta 9	Femenino	37,4	38,2	38,5	38,1	36,9	37,2	37,0	37,2	37,61±,64
X±DE ^v		47,77±10,97	47,57±10,04	48,72±10,94	48,51±10,96	47,9±11,08	49,1±10,3	47,26±10,54	47,04±10,14	***

Nota. ⁵Resultados del test de Abalakov en centímetros durante los 8 primeros minutos
^vMedia±Desviación estándar

Tabla 4.
Resultados individuales del test de Abalakov y la prueba de aceleración en 30m antes y después del estímulo potenciador.

Atleta	Género	ABK-1 (cm) ^o	Acel-1 (s) ^o	Estímulo potenciador ^{o2}				ABK-P (cm) ^{o2}	Acel-P (s) ^{o2}	% mejora ABK	% mejora Acel
				Altura (cm)	# de saltos	Tiempo (min) ²					
1	Masculino	42,9	4,00	50	2	3	45,3	3,95	5,6	1,3	
2	Masculino	61,6	3,96	40	2	6	63,5	3,88	3,1	2,0	
3	Masculino	63,0	4,01	50	2	3	66,4	3,97	5,4	1,0	
4	Masculino	54,1	4,00	40	2	3	59,3	3,77	9,6	5,8	
5	Femenino	38,5	4,22	50	3	4	42,0	4,02	9,1	4,7	
6	Femenino	41,8	4,37	40	2	3	46,5	4,01	11,2	8,2	
7	Femenino	38,5	4,26	50	2	6	42,9	4,12	11,4	3,3	
8	Femenino	39,6	4,37	30	2	6	40,8	4,01	3,0	8,2	
9	Femenino	36,3	4,26	40	6	3	38,5	4,00	6,1	6,1	
X		46,25*	4,16*	---	---	---	49,46*	3,97*	---	---	

Nota. ^oResultados iniciales del test de Abalakov (cm)

^oResultados iniciales del test de aceleración en 30m (s)

^{o2}Estímulo potenciador: salto con caída

Altura del banco en cm

²Tiempo óptimo de potenciación en minutos

^oResultados de test de Abalakov (cm) posterior al estímulo de potenciación

^{o2}Resultados de la prueba de aceleración en 30m (s) posterior al estímulo de potenciación

* Nivel de significancia $p < .05$

tiempos óptimos encontrados para cada deportista.

En este sentido, todos los atletas evidenciaron una mejora luego de aplicarse el estímulo potenciador, tanto en el test de Abalakov como en la prueba de aceleración en 30m, esta mejora se representó en porcentajes, y de acuerdo a la prueba.

Se presentó diferencia significativa en las medias de los resultados de los velocistas en el test de Abalakov ($p=.000$) y la prueba de aceleración de 30 m ($p=.002$) antes y después de un estímulo potenciador.

Discusión

El presente estudio, al igual que en diferentes hallazgos, sugiere la realización de un protocolo de potenciación de salto con caída y saltos continuos en el tiempo de potenciación indicado individualmente, con el fin de incrementar la actividad de fuerza posterior, así como lo sugieren Bomfim Lima et al. (2011) y Hartmann et al. (2015); sin embargo, hay que anotar que para dichas investigaciones, los autores determinaron el efecto de un salto como PPA sobre la carrera de velocidad y un salto con contramovimiento (CMJ), lo cual sería inespecífico a las características reales de competencia, mientras nuestro estudio se centró en los resultados individuales de cada una de las pruebas del Protocolo de Bosco (Abalakov, Drop Jump y Multisaltos en 15s) (Bosco, 2000; Bosco et al., 1983; Garrido-Chamorro et al., 2012) que nos conllevaron a la posterior construcción del estímulo potenciador, controlando con mayor precisión la posibilidad de que el atleta llegue a la fatiga e imposibilitando la oportunidad de que surja el efecto de potenciación.

Teniendo en cuenta que el objetivo de esta investigación fue evaluar la aceleración en los 30m con salida detenida pre y post potenciación, tomando los valores antes y después de un estímulo potenciador en los corredores de velocidad de la Selección Colombia Juvenil de Atletismo, se

evidencia el hecho de que la potenciación post activación trae mejoras en el rendimiento deportivo de los atletas de modalidades relacionadas con la velocidad, demostrando diferencias significativas en la reducción de los tiempos de carrera en el test de 30m con salida detenida. Lo anterior, aplicado al mundo deportivo sería considerado como un método de entrada en calor efectivo, que podría ser utilizado por los entrenadores de Atletismo previo a las competencias, con el fin de mejorar los resultados de los atletas y aumentar el nivel deportivo.

Ahora bien, al contrastar la literatura científica con respecto a las pautas metodológicas que se deben tener para garantizar la PPA, coincidimos con Picón-Martínez et al. (2019) donde los

investigadores plantean los parámetros apropiados para cualquier metodología que tenga por objetivo beneficiarse de la PPA, entre los que se destacan: a) tipo de ejercicio y medio utilizado, b) intensidad y volumen del esfuerzo, y descanso post esfuerzo; la adecuada manipulación de estas variables permitirá mejorar el rendimiento explosivo en sujetos entrenados.

En los resultados obtenidos en nuestro estudio, queda claramente evidenciado que la manipulación de los parámetros como tipo de ejercicio (intenso), tipo de pausa (recuperación del ejercicio previo) y la individualización del tiempo donde se presenta la mejor PPA, permite obtener los mejores resultados en los atletas objeto de estudio.

En cuanto al tipo de estímulo potenciador, un estudio realizado por Moran Camacho (2013), demostró que el ejercicio de sentadilla realizado en una máquina YOYO isoinercial, generó un estímulo potenciador que mejoró el rendimiento en el salto CMJ y a su vez la reducción en el tiempo de ejecución en las distancias de 10m y 20m a máxima velocidad, lo cual podría tener gran similitud con nuestro estudio, puesto que el Drop Jump desde la altura ideal de caída, presenta una fuerte y veloz contracción en la fase excéntrica del movimiento, lo que justificaría los resultados positivos encontrados en nuestro estudio.

Siguiendo con el parámetro intensidad del ejercicio potenciador, de igual manera que en el estudio mencionado anteriormente, McLaren (2014) plantea en su investigación realizada con 29 atletas de nivel universitario y con experiencia mínima de 12 meses en entrenamiento de fuerza, la utilización de ejercicio potenciador la sentadilla con una intensidad del 90% de la RM individual, encontrando mejoras significativas ($p = .014$) en los tiempos para distancias de 10m y 40m.

Aunque el ejercicio potenciador utilizado en nuestro estudio no está determinado por un porcentaje de 1RM para conocer la intensidad, si lo está por la altura optima de caída

o drop, donde cada uno de los atletas presentó el mejor índice Q (ratio tiempo de vuelo tiempo de contacto) y esto indica que cada uno de los atletas evaluados hizo el salto posterior al aterrizaje con la mayor intensidad posible. Estas características clasifican los saltos con rebote o pliométricos como ejercicios de alta intensidad neuromuscular, estando en concordancia con los ejercicios potenciadores planteados por los estudios anteriores, donde una de las principales características es la intensidad alta o máxima de cada uno de ellos para generar posteriormente una activación benéfica en el sprint.

En cuanto al tiempo óptimo para potenciar al deportista, teniendo en cuenta la relación ideal entre estímulo y recuperación, son pocos los investigadores que se han detenido en esta variable, entre estos Kilduff et al. (2007) demostró en un estudio realizado con jugadores profesionales de rugby, que el tiempo ideal de potenciación se daba entre 8 y 12 min posteriores a estímulos de sentadilla con cargas superiores al 90% de la 1RM individual, en este mismo estudio se encontró que la fatiga afecta el efecto potenciador en tiempos entre 20s y 2min de pausa.

Los resultados obtenidos en nuestra investigación son diferentes con los del estudio anterior, ya que los atletas evaluados, presentaron los mejores efectos potenciadores en promedio con tiempos de recuperación entre 6 y 8min, mientras en nuestro estudio todos potenciaron antes del 6min. Con esto podemos concluir que la recuperación completa es una de las variables más importantes a tener presente cuando se quieren tener beneficios de la potenciación post activación, también subrayar que las potenciaciones se dan de forma diferente en el tiempo entre individuos.

Entendiendo la dinámica de los deportes de tiempo y marca como el atletismo y específicamente las pruebas de velocidad, un estímulo potenciador como saltos pliométricos 5 a 10min antes del inicio de la prueba, podrían ser beneficiosos para el atleta, teniendo presente dos de las variables más importantes para generar una mejor potenciación como es la intensidad del ejercicio y el tiempo de pausa óptimo para que la fatiga disminuya y el ejercicio siguiente al estímulo intenso se vea favorecido.

Otro estudio donde se analiza la PPA versus la fatiga generada, fue realizado por Tillin & Bishop (2009), donde se concluye que la relación ideal, estímulo vs. tiempo de recuperación, está dada por el tipo de ejercicio que se aplique como activador y el volumen del mismo. Los autores concluyen que entre mayor sea el volumen del ejercicio potenciador menor es el efecto potenciador por la fatiga que genera este en el sistema neuromuscular y metabólico. Por tal motivo recomienda ejercicios con muy bajo volumen e intensidad máxima para no afectar la potenciación.

Los saltos pliométricos cumplen con esta primicia, intensidad máxima y corta duración, beneficiando esto, los efectos de la PPA como quedó demostrado en nuestro estudio.

Existen unos pocos estudios donde también se debate el efecto positivo sobre la fuerza, la potencia y la velocidad posterior a un estímulo de fuerza, y en ese sentido, investigadores como Yustres Amores et al. (2015), concluyen en su estudio realizado con nadadores y atletas, los efectos sobre el tiempo de vuelo, el tiempo de reacción y la distancia de entrada al agua, posterior a estímulos con sentadilla con

cargas altas y sentadilla en YOYO isoinercial, donde no encuentran diferencias significativas en las variables analizadas y en los efectos de los ejercicios utilizados.

En este sentido, se recomienda realizar estudios sobre diferentes poblaciones y con distintos tipos de ejercicios que den mayor sustento científico y respuestas claras sobre los efectos positivos que genera la PPA sobre las diferentes variables neuromusculares, fuerza, potencia, velocidad y aceleración. Con esto se podría llegar a estandarizar protocolos para facilitar su aplicación práctica en campo, ya que la mayoría de los estudios se han realizado en condiciones de laboratorio poco reproducibles en campo.

Conclusiones

- El estímulo potenciador indicado por los investigadores para la ejecución de la activación obtuvo resultados positivos en todos los atletas evaluados.
- La Potenciación Post-Activación genera diferencias significativas en el test de 30m con salida detenida, siendo las mujeres quienes se benefician más del estímulo potenciador.
- La potenciación tiene un tiempo individual para cada deportista, y es justo en este momento donde se presentó la mejora neuromuscular.
- La utilización de un salto con caída hace más práctica la aplicación del estímulo potenciador en competencias, ya que gran parte de los estudios realizados que se encuentran en la literatura científica han realizado potenciación con ejercicios de sobre carga (sentadillas) y estos materiales no es posible tenerlos en el sitio de la prueba.

Referencias

- Axon Bioingeniería Deportiva. (2005). Manual Del Usuario Axon Jump ES | Ventana (Informática) | Archivo de Computadora | Prueba Gratuita de 30 Días | Scribd. 79. Retrieved April 28, 2020 (<https://es.scribd.com/document/156455012/Manual-Del-Usuario-Axon-Jump-ES>).
- Behringer, M., Schüren, T., McCourt M. & Mester, J. (2016). Efficacy of Manual versus Free-Weight Training to Improve Maximal Strength and Performance for Microgravity Conditions. *Journal of Sports Sciences*, 34(7), 630–636. doi: 10.1080/02640414.2015.1066025
- Bomfim Lima, J. C., Marin, D. P., Barquilha, G, Da Silva, L. O., Puggina, E. F., Pithon-Curi, T. C. & Hirabara, S. M. (2011). Acute Effects of Drop Jump Potentiation Protocol on Sprint and Countermovement Vertical Jump Performance. *Human Movement*, 12(4), 324–330. doi: 10.2478/v10038-011-0036-4
- Bosco, C. (2000). *La Fuerza Muscular. Aspectos Metodológicos*. Barcelona: INDE.
- Bosco, C., Luhtanen, P. & Komi, P. V. (1983). A Simple Method for Measurement of Mechanical Power in Jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50(2), 273–282. doi: 10.1007/BF00422166
- Cappa, D. F. & Behm, D. G. (2011). Training Specificity of Hurdle vs. Countermovement Jump Training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10), 2715–2720. doi: 10.1519/JSC.0b013e318208d43c
- Cappa, D. F. & Behm, D. G. (2013). Neuromuscular Characteristics of Drop and Hurdle Jumps with Different Types of Landings.

- The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(11), 3011–3020. doi:10.1519/JSC.0b013e31828c28b3
- Cihangiroglu, M., Yildirim, H., Bozgeyik, Z., Senol, U., Ozdemir, H., Topsakal, C. & Yilmaz, S. (2004). Observer Variability Based on the Strength of MR Scanners in the Assessment of Lumbar Degenerative Disc Disease. *European Journal of Radiology*, 51(3), 202–208. doi: 10.1016/j.ejrad.2003.08.004
- Da Silva-Grigoletto, M. E., De Hoyo, M., Sañudo, B., Carrasco, L. & García-Manso, J.M. (2011). Determining the Optimal Whole-Body Vibration Dose- Response Relationship for Muscle Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 25(12), 3326–3333. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182163047
- De Villarreal, E.S.S., Izquierdo, M. & Gonzalez-Badillo, J.J. (2011). Enhancing Jump Performance after Combined vs. Maximal Power, Heavy-Resistance, and Plyometric Training Alone. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 25(12), 3274–3281. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182163085
- Franco-Márquez, F., Rodríguez-Rosell, D., González-Suárez, J. M., Pareja-Blanco, F., Mora-Custodio, R., Yañez-García, J. M. & González-Badillo, J. J. (2015). Effects of Combined Resistance Training and Plyometrics on Physical Performance in Young Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 36(11), 906-914. doi: 10.1055/s-0035-1548890
- García-Manso, J. M., Valverde, T., Arrones, L., Navarro-Valdivielso, M., Martín Dantas, E. H. & Da Silva-Grigoletto, M. E. (2015). Effects of Intra-Set Rest on the Ability to Repeat Work at Maximal Isometric Strength. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(3), 214-222.
- Garrido-Chamorro, R.P., González Lorenzo, M., Expósito, I., Sirvent Belando, J. & García Vercher, M. (2012). Valores Del Test de Bosco En Función Del Deporte - G-SE.» *PubliCE*.
- Harriss, D. J. & Atkinson, G. (2015). Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research: 2016 Update. *International Journal of Sports Medicine*, 36(14), 1121–1124. doi: 10.1055/s-0035-1565186
- Hartmann, H., Wirth, K., Keiner, M., Mickel, C., Sander, A. & Szilvas, E. (2015). Short-Term Periodization Models: Effects on Strength and Speed-Strength Performance. *Sports Medicine*, 45(10), 1373–1386. doi: 10.1007/s40279-015-0355-2
- Hodgson, M., Docherty, D. & Robbins, D. (2005). Post-Activation Potentiation: Underlying Physiology and Implications for Motor Performance. *Sports Medicine*, 35(7), 585–595. doi: 10.2165/00007256-200535070-00004
- Hopkins, W. G., Schabert, E. J. & Hawley, J. A. (2001). Reliability of Power in Physical Performance Tests. *Sports Medicine*, 31(3), 211–234. doi: 10.2165/00007256-200131030-00005.
- Hunter, J.P., Marshall, R.N. & McNair, P. (2004). Reliability of Biomechanical Variables of Sprint Running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(5), 850–861. doi: 10.1249/01.mss.0000126467.58091.38
- Kilduff, L.P., Bevan, H.R., Kingsley, M.I.C., Owen, N.J., Bennett, M.A., Bunce, P.J., Hore, A.M., Maw, J.R. & Cunningham, D.J. (2007). Postactivation Potentiation in Professional Rugby Players: Optimal Recovery. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1134–1138. doi: 10.1519/R-20996.1
- Martínez-Rodríguez, A., Mira-Alcaraz, J., Cuestas-Calero, B.J., Pérez-Turpín, J.A. & Alcaraz, P.E. (2017). La Pliometría En El Voleibol Femenino. Revisión Sistemática. *Retos. Nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 32, 208–213. doi: 10.47197/retos.v0i32.56053
- McLaren, T. (2014). Repeated Post-Activation Potentiation (PAP) Effect on Sprint Performance. *Ithaca College Theses*.
- Ministerio de Salud. (1993). *Resolución número 8430 de 1993 (Octubre 4). Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud*. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
- Moir, G., Button, C., Glaister, M. & Stone, M.H. (2004). Influence of Familiarization on the Reliability of Vertical Jump and Acceleration Sprinting Performance in Physically Active Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(2), 276–280. doi: 10.1519/R-13093.1
- Moran-Camacho, E. (2013). *El Fenómeno Potenciación Post-Activación Asociado Al Entrenamiento Muscular Con Sobrecarga Excéntrica: Efecto Sobre La Capacidad de Salto y La Velocidad En Jóvenes*. Sevilla.
- Picón-Martínez, M., Chulvi-Medrano, I., Cortell-Tormo, J.M. & Cardozo, L.A. (2019). La Potenciación Post-Activación En El Salto Vertical: Una Revisión Post-Activation Potentiation in Vertical Jump: A Review. *Retos. Nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 36(36), 44-51. doi: 10.47197/retos.v36i36.66814
- Quiroga, M.E., García-Manso, J.M., Rodríguez-Ruiz, D., Sarmiento, S., De Saa, Y. & Moreno, M.P. (2010). Relation between In-Game Role and Service Characteristics in Elite Women’s Volleyball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2316–2321. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e3812e
- Sale, D.G. (2002). Postactivation Potentiation: Role in Human Performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30(3), 138–143. doi: 10.1097/00003677-200207000-00008
- Sánchez-Ferlosio, R. (2005). Carácter y Destino. *Red: Revista de Entrenamiento Deportivo*, 19(2), 35–40.
- Swanik, K.A., Thomas, S.J. Struminger, A.H., Blive-Huxel, K.C., Kelly, J.D. & Swanik, C.B. (2016). The Effect of Shoulder Plyometric Training on Amortization Time and Upper-Extremity Kinematics. *Journal of Sport Rehabilitation*, 25(4), 315–323. doi: 10.1123/jsr.2015-0005
- Tillin, N. & Bishop, D. (2009). Factors Modulating Post-Activation Potentiation and Its Effect on Performance of Subsequent Explosive Activities. *Sports Medicine*, 39(2), 147–166. doi: 10.2165/00007256-200939020-00004
- Verkhoshanski, I.V. & Biru, A.A. (1987). Patterns in the Long-Term Body Adaptation of the Athlete to Physical Loads. *Fiziologija Cheloveka*, 13(5), 811–818. doi: 10.1007/s40279-017-0714-2
- Van Abbema, Renske, Mathieu De Greef, Céline Crajé, Wim Krijnen, Hans Hobbelen & Cees Van Der Schans. (2015). What Type, or Combination of Exercise Can Improve Preferred Gait Speed in Older Adults? A Meta-Analysis. *BMC Geriatrics*, 15(1), 1-16. doi: 10.1186/s12877-015-0061-9
- Vittori, C. (1990). El Entrenamiento de La Fuerza Para El Sprint. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 4(3), 2–8.
- WMA The World Medical Association. (2017). *Declaración de Helsinki de La AMM – Principios Éticos Para Las Investigaciones Médicas En Seres Humanos*. Recuperado de: <https://www.wma.net/es/polices-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
- Yustres-Amores, I., González-Ravé, J.M., Barragán-Castellanos, R., Calvo Rico, B. & Abellá, C.P. (2015). Variaciones Del Rendimiento En La Salida de Natación Mediante La Respuesta Aguda a Diferentes Protocolos de Entrenamiento (Tradicional o Máquina Isoinercial). *Revista Española de Educación Física y Deportes*, (411), 23-34. doi: 10.13140/RG.2.1.1091.4642