

**Potenciación post-activación con saltos para mejorar velocidad en 30m. Efecto en atletas chilenos entrenados**

**Postactivation potentiation with jumps to improve speed in 30m. Effect on trained Chilean athletes**

Enzo Moraga-Maureira <sup>1,2</sup> ([enzomoragam@gmail.com](mailto:enzomoragam@gmail.com))

Annahy Morales Mira <sup>3</sup> ([annahy.morales.m@gmail.com](mailto:annahy.morales.m@gmail.com))

<sup>1</sup> Universidad de Granada, España.

<sup>2</sup> Colegio del Verbo Divino, Chile.

<sup>3</sup> Universidad Mayor, Chile.

## Resumen

**Objetivo:** Comprobar la utilidad de 2 protocolos de saltos y la combinación de estos, como ejercicios potenciadores para mejorar la velocidad en 30 metros en atletas entrenados chilenos. **Metodología:** Experimento simple ciego aleatorio, medidas repetidas. Se evaluó la velocidad de los sujetos con fotocélulas en 30 metros después de un calentamiento base. Se realizaron 3 sesiones posteriores con protocolo calentamiento más protocolo Potenciación Post Activación (PPA) vertical, protocolo PPA horizontal y protocolo PPA combinado. **Resultados:** a través de la prueba ANOVA de un factor de medidas repetidas se comprobó que no existen diferencias significativas en protocolos de PPA ( $p=0,61$ ) en velocidad media (m/s) en 30m. Ni en tiempos (s) de 30m ( $p=0,63$ ), 20m ( $p=0,39$ ) y 10m ( $p=0,39$ ). **Conclusión:** Los protocolos PPA con saltos usados no tienen efecto estadístico sobre la velocidad de 30 metros. Las respuestas individuales dependen del uso o no de los saltos en su entrenamiento habitual.

**Palabras claves:** Potenciación post activación, Velocidad, Saltos, Rendimiento.

## Abstract

**Aims:** To verify the usefulness of 2 jumping protocols and the combination of these, as enhancing exercises to improve speed in 30 meters in trained Chilean athletes. **Methodology:** Randomized single-blind experiment, repeated measures. Subjects were tested for speed with photocells at 30 meters after a base warm-up. 3 subsequent sessions were carried out with a warm-up protocol plus a vertical Post Activation Potentiation (PAP) protocol, a horizontal PAP protocol, and a combined PAP protocol. **Results:** through the ANOVA test of a factor of repeated measures, it was verified that there are no significant differences in PAP protocols ( $p=0.61$ ) in average speed in 30m. Neither in times (s) of 30m ( $p=0.63$ ), 20m ( $p=0.39$ ) and 10m ( $p=0.39$ ).

**Conclusion:** The PAP protocols with jumps used in this study have no statistical effect on the speed of 30 meters. The individual performance depend on the use or not of the jumps in their habitual training.

**Keywords:** Post activation potentiation, Sprints, Jumps, Performance.

## Introducción

La potenciación post activación (PPA) es un fenómeno muy estudiado, el cual tiene como origen investigaciones realizadas en los años 80 que buscaban realzar el rendimiento deportivo producto de un trabajo de fuerza previo. Investigaciones explicativas han dado soporte biomecánico y biológico a la PPA (Sale, 2002. Hamada, 2000). Se han descrito tres mecanismos por los cuales ocurre este proceso: 1) fosforilación de las cadenas ligeras de miosina; 2) reclutamiento de unidades motoras en orden superior y; 3) ángulo de penación de un musculo (Tillin y Bishop, 2009). En la práctica la potenciación post activación se logra gracias a la combinación de un ejercicio de acondicionamiento, seguido de una actividad explosiva de carácter biomecánica similar (Mcbride et al., 2005). En la actualidad se han estudiado muchos ejercicios potenciadores, siendo los más utilizados los ejercicios con pesos cercanos al máximo (De Oliveira et al., 2017, Healy et al., 2017).

Estudios sobre el uso de los saltos o métodos *pliométricos* como un medio para potenciar el rendimiento del *sprint* han demostrado efectos mejorando el rendimiento, como es el caso de Bomfim et al. (2011), quienes encontró resultados positivos, estudiando el efecto en el tiempo (s) al aplicar un protocolo de *drop jump* en atletas bien entrenados, presentando mejoras del *sprint* en un 2,4% y 2,7% después de 10 y 15 minutos, respectivamente ( $p < 0,05$ ). Así también, Turner et al. (2015) estudiaron la PPA con el ejercicio de acondicionamiento *alternate-leg bounding* (saltos alternados) con el objetivo de examinar la influencia de estos en el rendimiento de la aceleración de velocidad, demostrando mejora en la aceleración de 10m *sprint* a los 4 minutos de aplicar el protocolo ( $1,8 \pm 3,3\%$ ,  $p = 0,047$ ) con respecto al control.

En este contexto esta investigación, busca responder si es posible que algún protocolo de saltos, o combinación de estos, como ejercicio potenciador pueda influir positivamente sobre el rendimiento en velocidad en 30m en atletas chilenos. Siendo útil para incluirlo previo a una competición o simplemente para la activación del entrenamiento diario.

## Método

### Muestra

Se realizó un estudio experimental intragrupo, transversal de medidas repetidas, pre- post. La muestra del estudio fueron 10 deportistas de sexo masculino con criterios de inclusión: 17 a 25 años. Especialistas en 100m con marca inferior a 11,8 segundos. Activos y compitiendo. Experiencia atlética mínimo 4 años. Criterios de exclusión: Atletas que no hayan completado el total de evaluaciones. Atletas lesionados durante las evaluaciones. Atletas menores de edad sin la autorización de tutor para ser parte de las evaluaciones. Todos firmaron consentimiento informado. La muestra fue por conveniencia de los investigadores, no representativa de ninguna población. Fue supervisada por comité de ética de U. Mayor en conformidad con la declaración de Helsinki.

Los sujetos investigados (n=10) se encuentran dentro de la siguiente caracterización:

Tabla 1. Descripción de los sujetos participantes del estudio

Características	Media	Desv. típ.
Peso (kg)	73,97	8,4693
Talla (cm)	178,6	5,461
IMC	23,13	1,9505
Edad (años)	19,9	2,514
Tiempo entrenando (años)	5,9	2,514
Marca referencia 100m (s)	11,429	0,27262

### Instrumentos

Para la medición del tiempo de carrera se utilizaron tres Fococélulas chronojump Boscosystem ®, con su respectivo Encoder chronojump Boscosystem ® que procesó los datos a través del Software chronojump Versión 1.7.0 ®. La partida se realizó al accionar un dispositivo de botón que conecta un sensor que inicia la cuenta al retirar la mano de él, llamado por el fabricante “foot swich”, de Boscosystem ®. Se utilizó un cajón de madera de 50 x 50 cm y de altura 30 cm para la el salto desde caída (drop jump). Se utilizó una balanza Tanita 2001 Scale, con una precisión de 0,2 kg., para la medición de la masa (kg).

Además de una huincha de medir metálica de uso casero para la medición de altura de los sujetos con una precisión de 0,1 cm.

### Procedimiento

Los procedimientos se llevaron a cabo en pista atlética de un colegio privado de Las Condes en los meses de noviembre y diciembre de 2017, con horarios entre las 16 y 18 horas. Las intervenciones estuvieron separadas con 48 horas y de forma aleatoria, para evitar posibles efectos cruzados con la prueba anterior. Sesión de control: Medición de masa y talla, luego comenzar por el calentamiento dinámico, que consistió en 5 minutos de trotar a un ritmo suave y 10 min de estiramiento dinámico, seguidos por 4 minutos de pausa, donde los sujetos procedieron a calzar sus zapatillas de competición (con clavos) y a continuación la prueba de 30 metros desde posición en 3 apoyos. Al terminar la sesión de control son familiarizados con los tipos de saltos que son incluidos en los diferentes protocolos, con el fin de estandarizar su ejecución posterior.

Tabla 2. Descripción de los protocolos utilizados en el estudio

Protocolos	Control	Protocolo de saltos verticales (SV):	Protocolo de saltos horizontales (SH):	Protocolo combinado (SV+SH):
Ejercicio de acondicionamiento	Prueba de 30 mts.	2X5 Saltos desde caída 30 cm ( <i>drop jump</i> )	2X 10 saltos alternados desde parado ( <i>alternate leg bound</i> )	2X5 saltos desde caída 30 cm + 2X 10 saltos alternados desde parado
Pausas	No es necesario	Micro-pausa de 15 segundos. y macro-pausa de 1 minuto	Pausa de 1 min.	Pausa de saltos desde caída: Micro-pausa de 15 s. y macro-pausa de 1 min. Pausa de saltos alternados: 1 min.

Sesiones de intervención: comenzaron con un calentamiento dinámico, que consistió en 5 minutos de trotar a un ritmo suave y 10 min de estiramiento dinámico, a continuación son informados del protocolo de PPA que corresponde según sorteo simple anteriormente ejecutado, para luego realizarlo según indicaciones previas, seguidos por 4 minutos de pausa, donde los sujetos procedieron a calzar sus zapatillas de competición (con clavos) y a continuación la prueba de 30 metros desde posición en 3 apoyos.

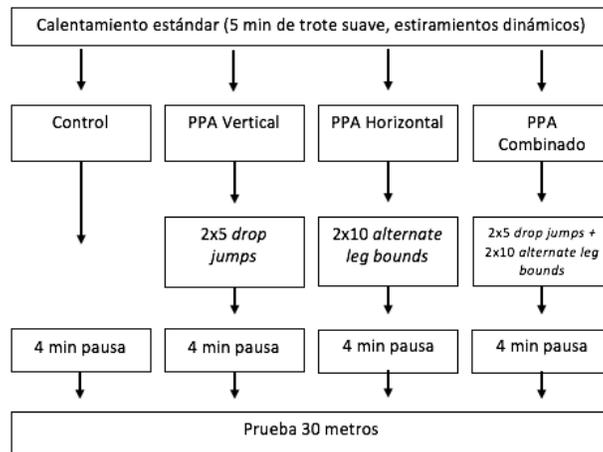


Figura 1: Esquema de procedimiento.

#### Análisis de datos

Para el tratamiento estadístico de los datos se emplearon el software GraphPad Prism 6° edición. Se analizaron en las siguientes variables: Tiempo (en segundos) en 10, 20 y 30 metros para el control y cada una de las intervenciones; Velocidad media (en metros por segundo) para el total de la prueba (30m), en el control y cada una de las intervenciones. Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, para muestras pequeñas (menores a 30 sujetos). El análisis de normalidad arrojó que los datos se distribuyeron normalmente. A través de la prueba de análisis de la varianza de un factor (ANOVA de un factor) con medidas repetidas se comparó las medias de velocidad (m/s) en 30 metros, además de los tiempos (s) en 10m, 20m, y 30m, con el objetivo conocer si existen diferencias significativas entre los tipos de protocolos y el control.

## Resultados

Se realizaron el análisis de varianza de medidas repetidas de 1 vía (ANOVA) para comparar los efectos de los protocolos de PPA en la velocidad media (m/s) de 30 metros ( $p = 0,61$ ). El siguiente grafico presenta la velocidad media en (m/s) 30 metros, en cada uno de los protocolos. En el eje X se presenta control y protocolos de PPA vertical, horizontal y combinado y en eje Y la velocidad media (m/s) correspondiente a la prueba de 30 metros.

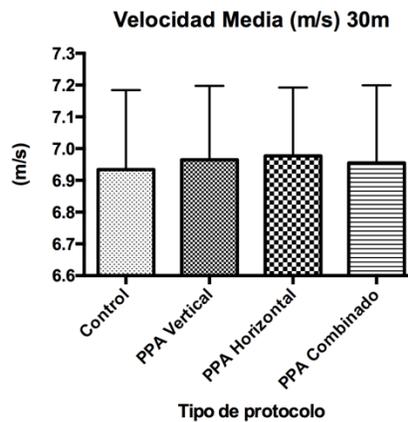


Figura 2. Gráfico de la velocidad media (m/s) 30 metros, en cada uno de los protocolos.

Los siguientes gráficos presenta el efecto sobre el rendimiento en cada uno de las distancias recorridas, medidas en tiempo (s) en cada uno de los protocolos. En el eje X se presenta control y protocolos de PPA vertical, horizontal y combinado y en eje Y el tiempo en segundos correspondiente a cada tramo de la prueba de 30 metros.

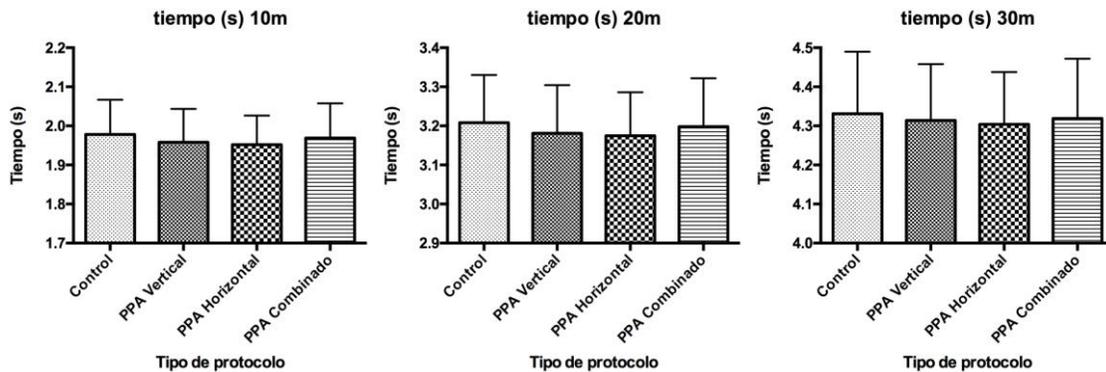


Figura 3. Gráficos de tiempos (s) en 10m, 20m y 30m en cada uno de los protocolos.

Comparaciones a través del análisis de ANOVA de un factor de medidas repetidas, sobre el tiempo en los tramos de 10m, 20m y 30m en cada uno de los protocolos del estudio, muestran que no existe diferencia significativa entre el control y cada uno de los protocolos de PPA. 10m ( $p=0,39$ ) 20m ( $p=0,36$ ), 30m ( $p=0,63$ ).

Asimismo, se informan datos obtenidos al cruzar la variable *entrena con saltos*, los cuales, dado el número reducido de sujetos de estudio no es posible demostrar influencia estadísticamente significativa de los protocolos de PPA sobre la variable velocidad.

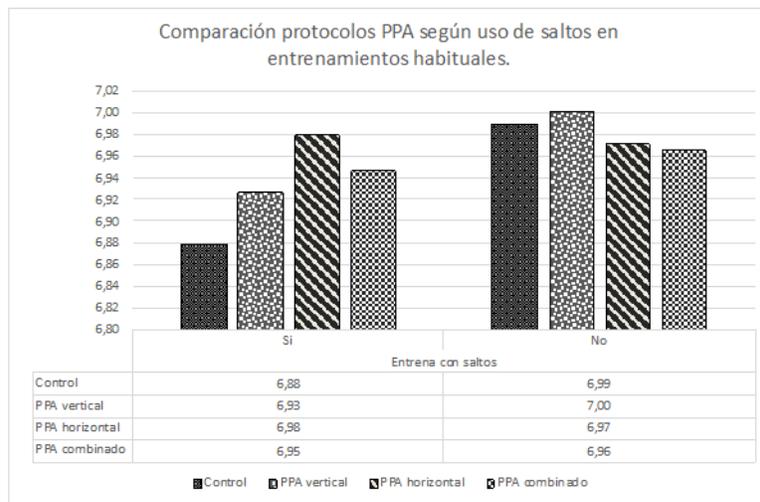


Figura 4. Gráfico de velocidad media (m/s) en 30m en cada uno de los protocolos, con datos asociados a variable “entrena con saltos” (Si 5 sujetos/No 5 sujetos)

## Discusión

Esta investigación indagó sobre los efectos de protocolos de PPA con saltos sobre el rendimiento en la prueba de 30 metros. Los resultados no permiten afirmar un impacto significativo ni positivo sobre el rendimiento en 30 metros, encontrando resultados similares entre todos los protocolos, con relación al control.

Estos estudios concluyen que el rendimiento en la aceleración de velocidad se mejora después del ejercicio pliométrico. Todos estos casos de éxito mencionados corresponden con una muestra deportista o llamada comúnmente *entrenados*, sin embargo, ninguno de estos estudios detalla públicamente los parámetros con los cuales se incluyen

dentro de esta categoría, lo que genera dudas sobre el real nivel que poseen los deportistas de estudios favorables a la PPA en comparación con la presente investigación.

Otras investigaciones no demostraron efectos significativos en la mejora como es en el estudio realizado por Till y Cooke (2009), quienes evidenciaron que los sujetos de estudio no mostraron efectos significativos del grupo de ningún tratamiento de PPA en el rendimiento de *sprint* y que no hubo diferencias significativas entre ninguno de los métodos de PAP, protocolo de PPA con 5 repeticiones de *tuck jump* para potenciar el rendimiento del *sprint* en 20 metros, no encontrando efectos de PPA significativos en el rendimiento del *sprint*. El análisis de varianza de medidas repetidas no mostró diferencias significativas en el primer rendimiento de 10 m ( $p=0,258$ ) y 20 m ( $p=0,253$ ) *sprint* y el promedio de 10 m ( $p=0,215$ ), 20 m ( $p=0,388$ ) en el rendimiento entre las condiciones, tal cual como sucede en el presente estudio, el cual no presenta diferencias significativas en el rendimiento de la prueba de 30 metros independiente del tipo de protocolo de PPA usado (PPA vertical, PPA horizontal y PPA combinado), pudiendo atribuirse estos resultados a una serie de factores de diseño, como es el tipo de ejercicio de acondicionamiento, su carga y sobre todo el período de recuperación entre la AC y el movimiento explosivo tal como indica Wilson et al. (2013).

La eficacia con la que una actividad de acondicionamiento puede estimular los mecanismos de PPA y mejorar de manera aguda el rendimiento muscular depende en última instancia del equilibrio entre la fatiga y la potenciación (Tillin y Bishop, 2009), que nos da como resultado el tiempo entre PPA y la prueba de *sprint*; la elección de 4 minutos de pausa para este estudio se debe a que otros estudios han demostrado mejoras en el rendimiento del *sprint* (McBride et al., 2005, Till y Cooke, 2009, Turner et al., 2015). Sin embargo, no todos los sujetos respondieron a esta recuperación. Por lo tanto, el intervalo de descanso de 4 minutos utilizado en este estudio pudo no ser suficiente para demostrar el efecto del PPA en el rendimiento de *sprint*. Debido a la interferencia que podría provocar la condición de fatiga por el insuficiente descanso.

Una limitación de este estudio es que no existió control sobre La velocidad de ejecución de los saltos horizontales y la altura de la caída del *drop jump*. El primero de estos se presentó a los participantes con instrucción de hacer la mejor distancia posible en 10 saltos sin importar la velocidad. Para el caso del *drop jump* se estandarizó una altura de

caída para todos los sujetos, sin embargo, sería importante establecer en investigaciones futuras una altura individualizada. Tomando en consideración ambas observaciones y contrastando con los resultados encontrados por Comyns et al. (2010), que comparó el rendimiento de velocidad después de PPA con sentadillas y cargadas, encontrando mejoras significativas sólo en la cargada, (ejercicio de alta velocidad de ejecución, a diferencia de la sentadilla, que no necesariamente es rápida) confirmaría que la velocidad del movimiento de activación es importantísima a la hora de potenciar velocidad de carrera, siendo interesante incluir protocolos con fuerza basada en velocidad (VBT en inglés) que cuantifique la velocidad de ejecución y acerque a la comprensión de la PPA en esta línea.

Una revisión sistemática de Lesinski et al. (2013) concluye que la individualización en los mecanismos de PPA es la clave para lograr éxito en la velocidad, sobre todo en deportistas experimentados o de Elite. Muy similar con lo ocurrido en este estudio donde la experiencia previa con saltos genera una tendencia a la mejora, lo que sería necesario incluir en las futuras investigaciones.

A pesar de que los resultados no son concluyentes, la utilidad dentro del deporte podría llegar a ser importante, teniendo en cuenta que los resultados en las pruebas de velocidad (deporte competitivo) consideran centésimas e incluso milésimas en caso de empates. Lo que daría un espacio de utilidad real, en el conocimiento de la respuesta individual de atletas a las actividades que realizan como activación, con el fin de mejorar su rendimiento o evitar actividades desfavorables antes de realizar pruebas de *sprint*.

**Conflictos de interés:** Los autores declaran no tener conflictos de interés asociados.

**Financiación:** No se contó con ningún tipo de recursos externos.

**Contribución de los autores:** Ambos autores realizaron tareas a la par, en el marco de una tesis para optar al grado de Magister en entrenamiento deportivo (U. Mayor).

## Referencias

- Bomfim, J., Marin, D., Barquilha, G., Da Silva, L., Puggina, E., Pithon-Curi, T. and Hirabara, S. (2011). Acute Effects of Drop Jump Potentiation Protocol on Sprint and Countermovement Vertical Jump Performance. *Human Movement*, 12(4).
- Comyns, T., Harrison, A. and Hennessy, L. (2010). Effect of Squatting on Sprinting Performance and Repeated Exposure to Complex Training in Male Rugby Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(3), 610-618.
- De Oliveira J J, Harley Crisp A, Reis Barbosa C G, de Souza e Silva A, Júlio Baganha R, (2017). Effect of Postactivation Potentiation on Short Sprint Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Asian J Sports Med.* 8(4), e14566. 10.5812/asjrm.14566.
- Hamada, T., Sale, D., MacDougall, J. and Tarnopolsky, M. (2000). Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology*, 88(6), 2131-2137.
- Healy, R. and Comyns, T. (2017). The Application of Postactivation Potentiation Methods to Improve Sprint Speed. *Strength and Conditioning Journal*, 39(1), 1-9.
- Lesinski M., Muehlbauer T., Büsch D., Granacher U. (2014). Effects of complex training on strength and speed performance in athletes: a Systematic Review. *Sportverletzung Sportschaden : Organ der Gesellschaft für Orthopädisch Traumatologische Sportmedizin.* 28. 10.1055/s-0034-1366145.
- McBride, J., Nimphius, S. and Erickson, T. (2005). The Acute Effects of Heavy-Load Squats and Loaded Countermovement Jumps on Sprint Performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 893.
- Sale, D. (2002). Postactivation Potentiation: Role in Human Performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30(3), 138-143.
- Seitz, L., de Villarreal, E. and Haff, G. (2014). The Temporal Profile of Postactivation Potentiation Is Related to Strength Level. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(3), 706-715.

- Till, K. and Cooke, C. (2009). The Effects of Postactivation Potentiation on Sprint and Jump Performance of male academy soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1960-1967.
- Tillin, N. and Bishop, D. (2009). Factors Modulating Post-Activation Potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39(2), 147-166.
- Turner, A., Bellhouse, S., Kilduff, L. and Russell, M. (2015). Postactivation Potentiation of Sprint Acceleration Performance Using Plyometric Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(2), 343-350.
- Wilson, J., Duncan, N., Marin, P., Brown, L., Loenneke, J., Wilson, S., Jo, E., Lowery, R. and Ugrinowitsch, C. (2013). Meta-Analysis of Postactivation Potentiation and Power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 854-859.