

TRABAJO FIN DE GRADO

-

Revisión bibliográfica
GRADO EN CIENCIAS DE LA
ACTIVIDAD FÍSICA Y EL
DEPORTE

UNIVERSIDAD MIGUEL
HERNÁNDEZ DE ELCHE

MÉTODOS DE POTENCIACIÓN
POST-ACTIVACIÓN

ÍNDICE

1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	pág 3-4
1.1 ¿Qué es la Potenciación Post-Activación?	
1.2 ¿Qué mecanismos fisiológicos la regulan?	
1.3 ¿Consecuencias agudas y crónicas?	
2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN (METODOLOGÍA).....	pág 4-5
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (DESARROLLO).....	pág 6-13
Tabla resumen (ver Anexos)	
4. DISCUSIÓN.....	pág 13-14
4.1 Aspectos generales	
4.2 Niveles de fuerza iniciales	
4.2.1 Tipo de fibra	
4.2.2 Sistema nervioso	
4.3 Nivel actual de fatiga	
4.3.1 Intensidad-Duración	
4.4 Experiencia pasada de entrenamiento	
4.5 Efecto en las variables de rendimiento	
5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	pág 15
6. BIBLIOGRAFÍA.....	pág 16-17
7. ANEXOS.....	pág 18-30
7.1 Revisión bibliográfica – Tabla resumen	

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1 ¿Qué es la Potenciación Post-Activación?

La potenciación post-activación se define como un incremento del rendimiento muscular después de una contracción muscular que podría ser una MVC (contracción máxima voluntaria), una contracción tetánica o series de impulsos nerviosos. Ha sido demostrado que algunos tipos de estímulos pueden incrementar las contracciones musculares, el RFD (Rate Force Development) y los movimientos explosivos (Xenofondos et al. 2010).

1.2 ¿Qué mecanismos fisiológicos la regulan?

La potenciación post-activación en el músculo esquelético es un fenómeno aceptado y reconocido. Sin embargo, los mecanismos responsables de la potenciación no están conocidos en su totalidad. Se conoce que la potenciación se incrementa en los músculos fatigados comparado con los que están sin fatigar. Se piensa que si la fatiga y la potenciación están directamente relacionados, un programa de entrenamiento debería incrementar la PAP y reducir la fatiga de manera paralela (Rassier and Herzog 2001).

Tres mecanismos principales han sido propuestos para explicar el fenómeno de PAP:

- La explicación más clara es el aumento en la fosforilación de las cadenas de miosina debido al incremento de la cinética del Ca^{+2} , liberado del retículo sarcoplasmático. Además la kinasa de las cadenas de miosina, que es responsable de generar más ATP disponible al complejo actina-miosina, incrementa el ratio de unión de los puentes actina-miosina.
- Otra explicación es el incremento del reclutamiento en cantidad y tamaño de las unidades motoras. El incremento de la actividad neural puede generar el reclutamiento de más unidades motoras rápidas, mejor sincronización de las unidades motoras así como una reducción de la inhibición presináptica o el aumento de impulsos nerviosos centrales.
- Otro factor relacionado es el incremento de la rigidez muscular que favorece la transmisión de fuerzas en la cadena cinética de movimientos globales. (Chatzopoulos et al. 2007; Xenofondos A. et al. 2010).

1.3 ¿Consecuencias agudas y crónicas?

La consecuencia principal de la PAP se enmarca en el concepto de "fintess-fatigue", el cuál sugiere que, como resultado del entrenamiento (aplicación de cargas), se acumulan las características del fitness y la fatiga.

La fatiga enmascara la capacidad de manifestar los efectos del fitness, así que el tiempo que la fatiga permanezca, el rendimiento se verá reducido. Si se reduce el volumen de aplicación de las cargas, se reduce la fatiga a una velocidad superior al fitness, aumentando el rendimiento.

Desde el punto del vista del rendimiento, este concepto teórico puede ser visto como un factor a largo plazo o un factor a corto plazo (Stone et al. 2008).

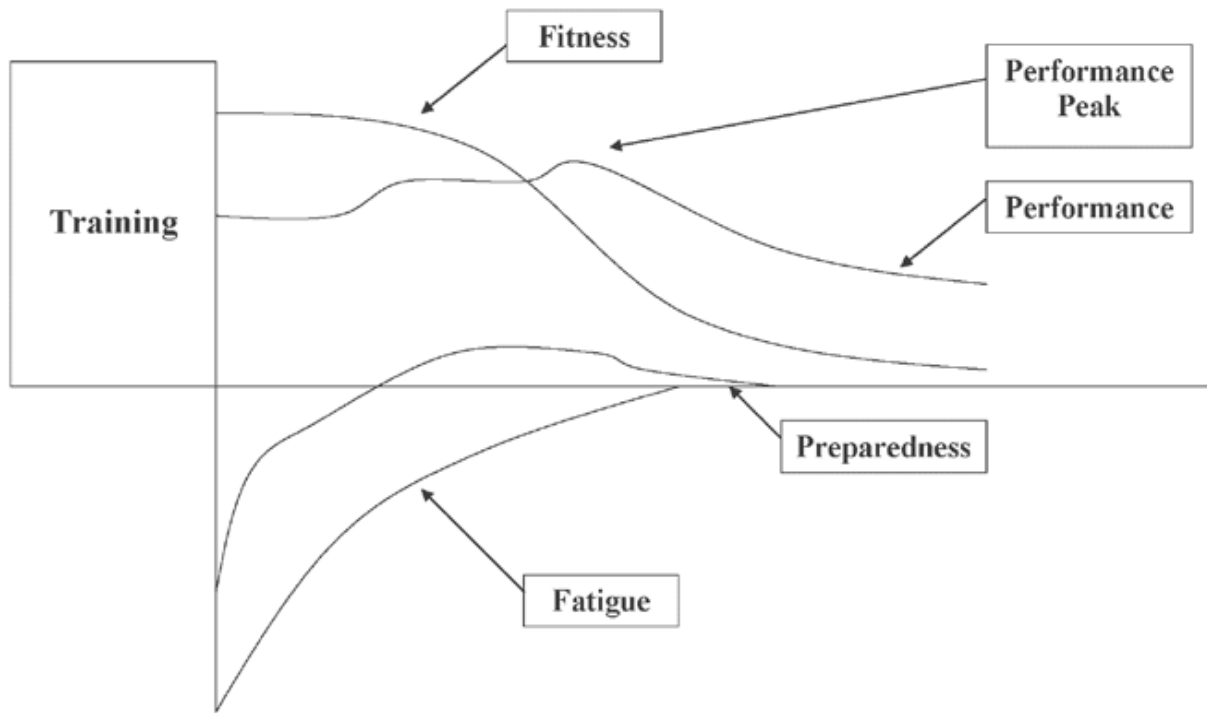


Figura 1. Relación rendimiento en función de potenciación y fatiga.

El rendimiento óptimo se obtiene cuando la fatiga desaparece pero el efecto potenciador todavía permanece (Hodgson et al. 2005).

2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN (METODOLOGÍA)

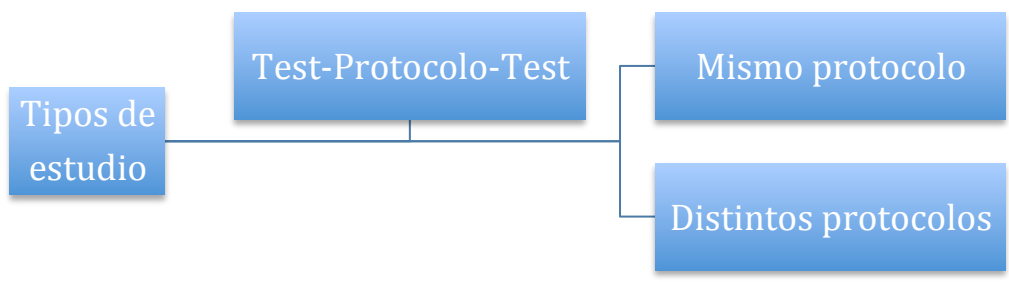
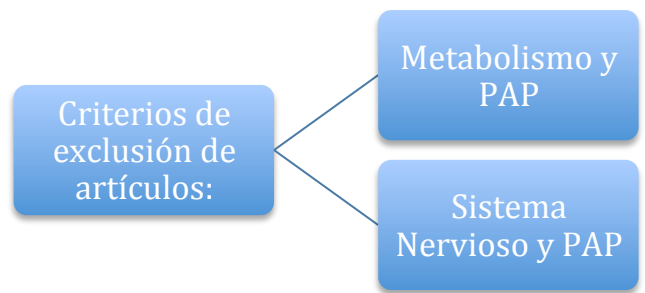
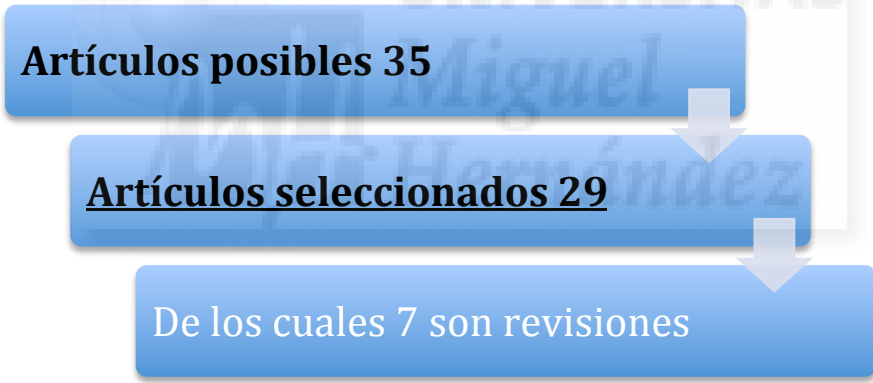
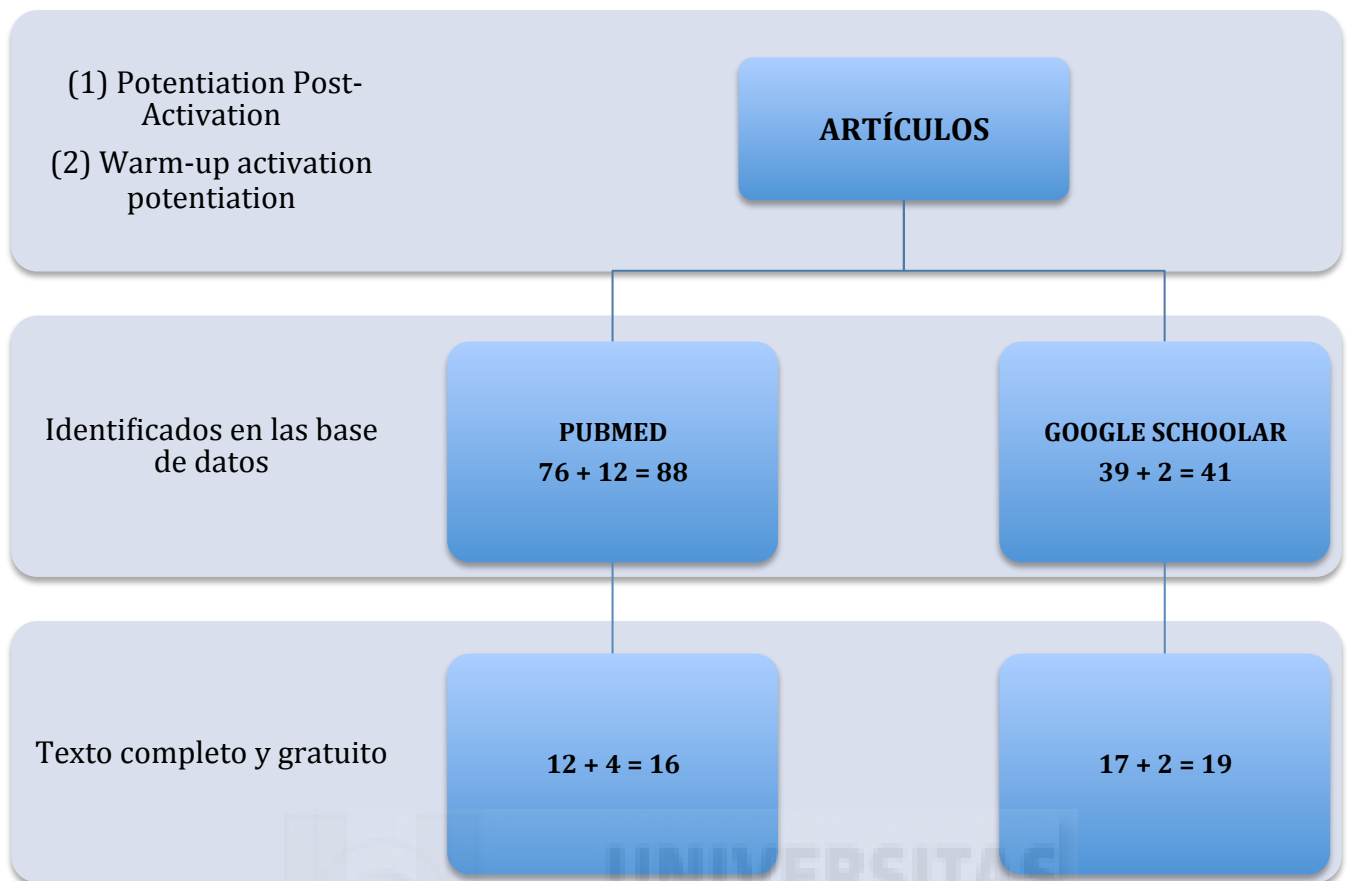
Se han utilizado bases de datos como Google Scholar y PubMed, utilizando los siguientes criterios de búsqueda:

- Palabras clave:
 - Potentiation Post-Activation
 - Warm-up activation potentiation
- Revisiones y Artículos años 2005-2015

Al no poder completar el mínimo de artículos necesario para realizar el TFG, con el criterio temporal de 2010-2015, tuve que ampliar la búsqueda al período citado, ya que muchos artículos eran del período 2006-2009.

Se han encontrado tanto revisiones como estudios concretos en diferentes grupos de población y metodologías, lo cual permite ofrecer una visión global del conocimiento actual.

A continuación un esquema sobre los pasos que se han seguido para la selección de los artículos

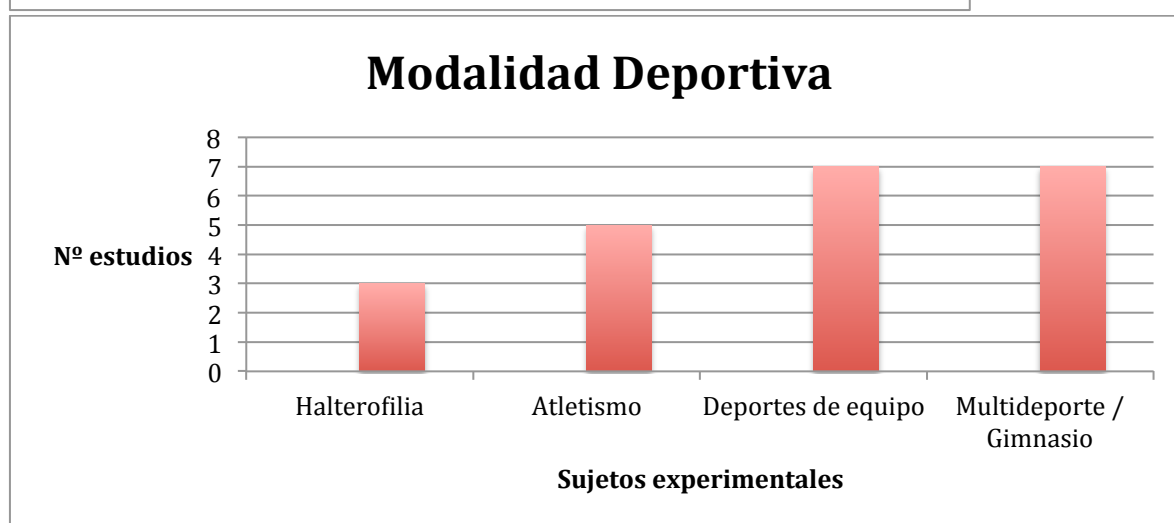
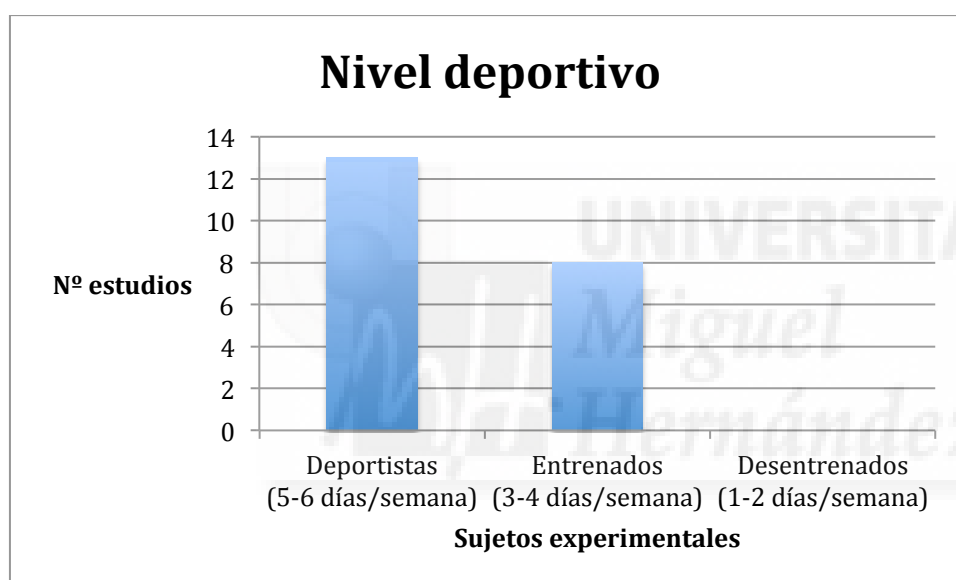


3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (DESARROLLO)

En base a la información recogida de los artículos y organizada en la tabla resumen adjunta en el Anexo 7.1, se ha procedido a relacionar las distintas variables de entrenamiento detonantes del rendimiento deportivo

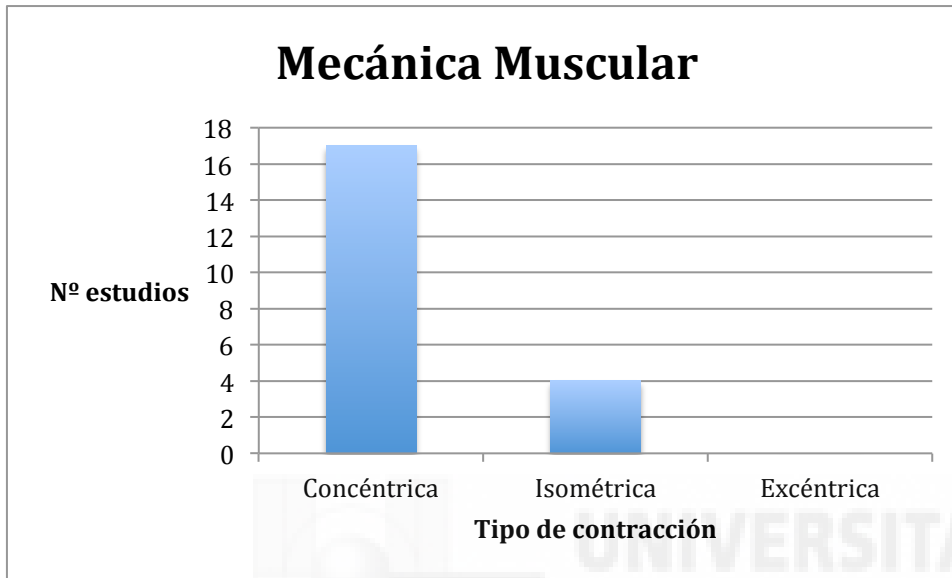
Se han seleccionado 22 estudios experimentales y 7 revisiones.

Tipo de deporte					
	Halterofilia	Atletismo	Deportes de equipo	Multideporte /Gimnasio	Total
Deportistas (5-6 días x semana)	3	4	6	0	14
Entrenados (3-4 días x semana)	0	1	1	7	8
Desentrenados (1-2 días x semana)	0	0	0	0	0
Total	3	5	7	7	22



Los métodos de PAP, como parte específica del calentamiento, son claves en el deporte de alto nivel donde se requieren elevadas prestaciones de las diferentes condiciones físicas para alcanzar el rendimiento. Además se suelen realizar con ejercicios globales que requieren de una elevada destreza técnica para su correcta ejecución. Por ello su estudio se ha centrado en los deportista, en especial de las modalidades de halterofilia, atletismo así como algunos deportes de equipo (fútbol, balonmano...).

VARIABLES DE RENDIMIENTO Tipo de contracción PAP y su efecto en las variables de rendimiento		Fuerza máxima			Potencia / RFD			Sprint			Salto CMJ -SJ			Total
		-	=	+	-	=	+	-	=	+	-	=	+	
Tipo de contracción	Concéntrica	--	1	5	1	1	4	--	--	1	1	1	6	17
	Isométrica	--	--	2	--	--	2	--	--	--	--	--	--	4
	Excéntrica	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Sub-Total		0	1	7	1	1	6	0	0	1	1	1	6	
Total		8			8			1			8			



Los estudios de PAP se han centrado en el estudio de la potencia y el RFD, así como de sus variables básicas, la fuerza y la velocidad.

En cuanto a la mecánica muscular predomina el estudio de la fase concéntrica y ejercicios combinados concéntrico-excéntrico (multisaltos). Me extraña no haber encontrado estudios con ejercicios exclusivos de fase excéntrica, siendo una variable interesante para algunas modalidades de atletismo o halterofilia.

También sería interesante analizar la realización de ejercicios excéntricos en cargas máximas y submáximas, para observar su efecto en las variables de entrenamiento, en las diferentes poblaciones así como los tiempos de recuperación requeridos.

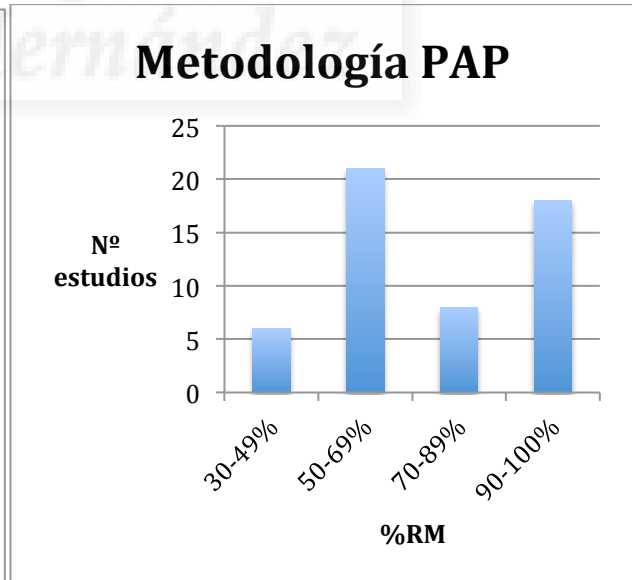
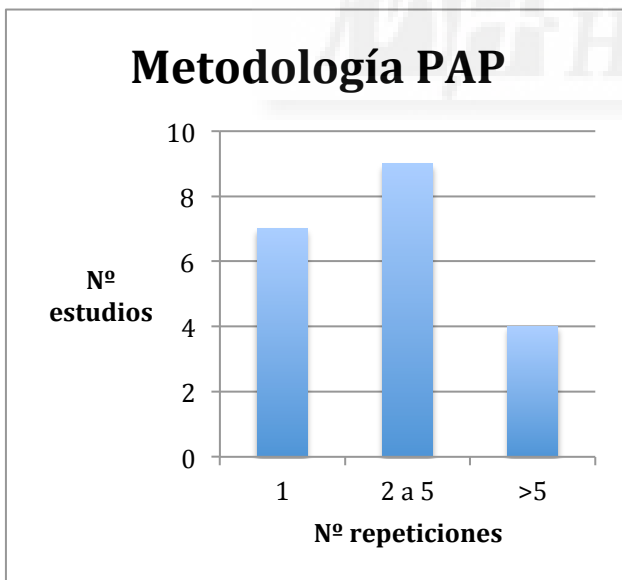
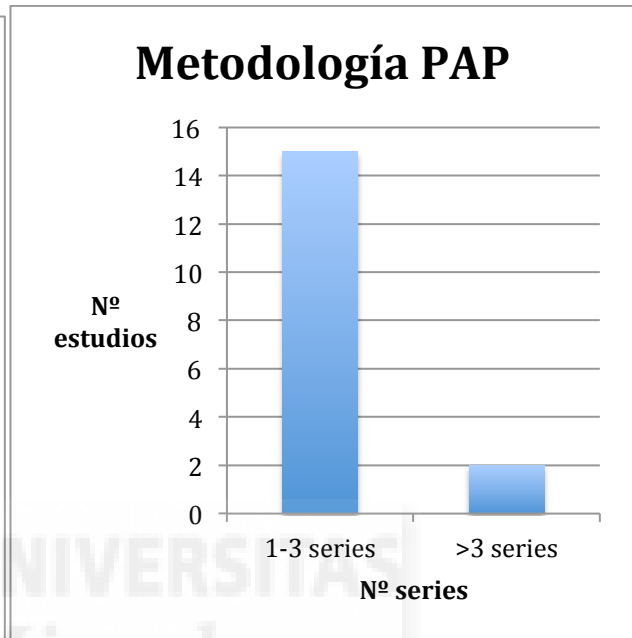
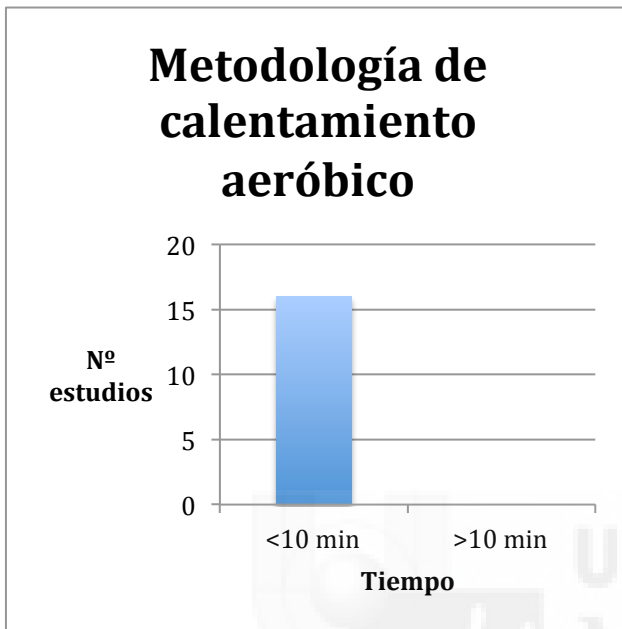
La mayoría de estudios han observado un efecto potenciador de sus metodologías de calentamiento específico en las variables de fuerza, velocidad y potencia.

VARIABLES DE RENDIMIENTO Metodología de calentamiento		Aeróbico		Volumen					Total
		-10 min	+10 min	Series		Reps			
				1-3	+3	1	2-5	+5	
Intensidad	30%-49%	3	--	1	--	1	--	1	6
	50%-69%	12	--	5	--	--	2	2	21
	70%-89%	--	--	3	1	--	4	--	8
	90%-100%	1	--	6	1	6	3	1	18
Total		16	--	15	2	7	9	4	//

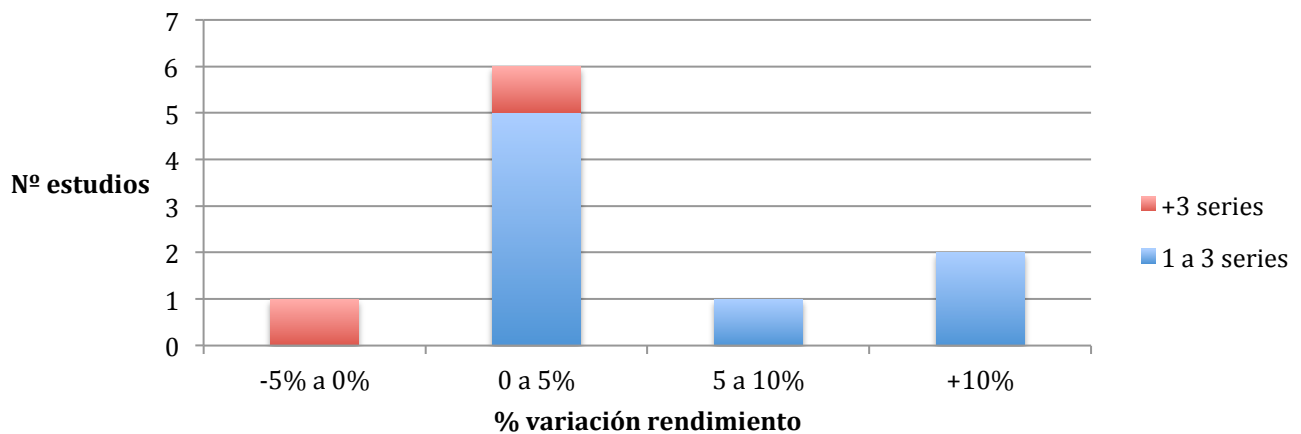
Notas:

- Tenemos un estudio de electroestimulación con cargas del 90%-100% y otro estudio de pliometría en multisaltos con autocarga.
- Si no se especifica la intensidad aeróbica, lo valoramos como carga suave (50-69%).

Número de estudios		
Variación del RFD al aplicar PAP	1-3 series PAP	+3 series PAP
-5% a 0%	--	1
0 a 5%	5	1
5 a 10%	1	--
+10%	2	--



Variación del RFD tras la PAP



En la metodología de calentamiento de PAP predomina la alta intensidad y el bajo volumen.

El calentamiento general se ha caracterizado en todos los estudios por ejercicios aeróbicos con una duración inferior a 10min, lo cuál se explica por la necesidad de evitar la acumulación de fatiga neuromuscular.

Se han realizado pocas series y repeticiones para poder mantener una intensidad elevada así como asegurar la máxima calidad de la ejecución en movimientos globales.

Es interesante destacar que los investigadores han focalizado sus estudios en dos bloques de carga:

- Potencia de tren inferior (50-69%)
- Fuerza máxima (90%-100%)

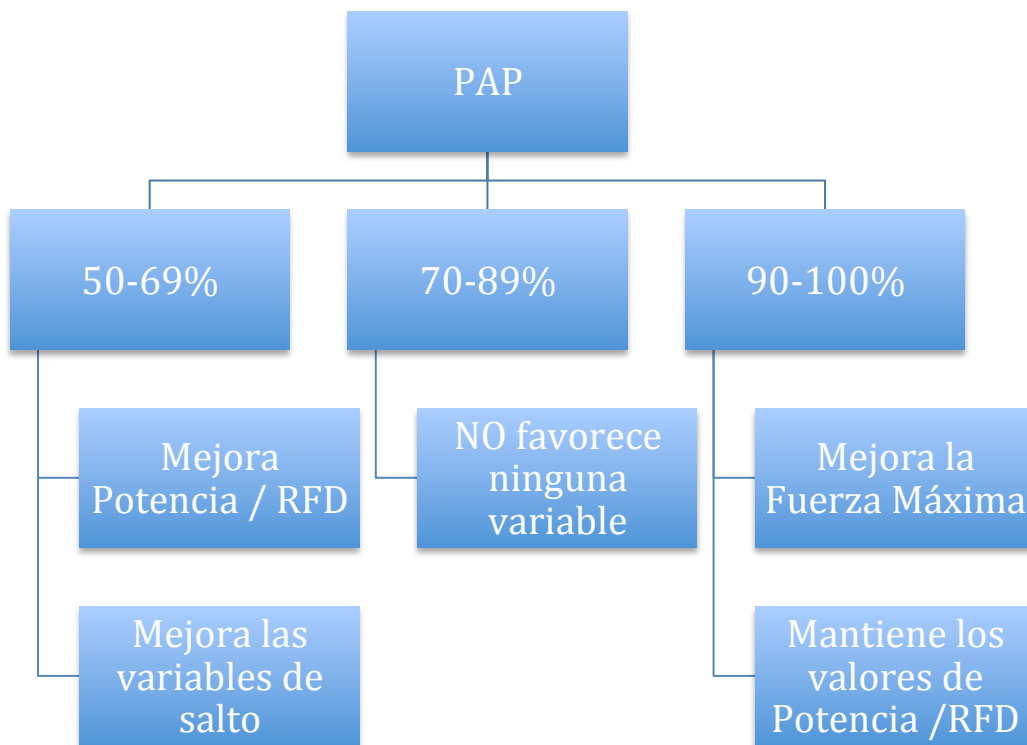
Estos porcentajes son los que se utilizan para el trabajo de fuerza-velocidad (potencia) y fuerza máxima.

Se tiende a buscar un calentamiento específico similar, en términos de intensidad, a la parte principal que luego se vaya a desarrollar.

VARIABLES DE RENDIMIENTO		Variable analizada											Total	
		Fuerza Máx			Potencia / RFD			Sprint			Salto CMJ - SJ			
		-	=	+	-	=	+	-	=	+	-	=		+
Intensidad PAP %RM	50%-69%	--	--	--	--	--	1	--	--	1	--	--	--	2
	70%-89%	--	--	--	--	--	1	--	--	--	1	--	1	3
	90-100%	--	2	5	1	3	2	1*		1**	--	1	4	18
Total		7			6			3			7			//

*Sprint 15mts

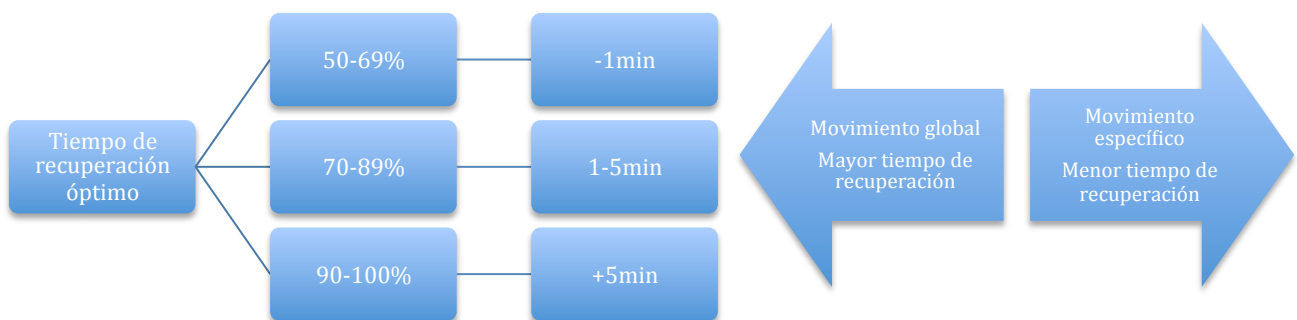
**Sprints RSA



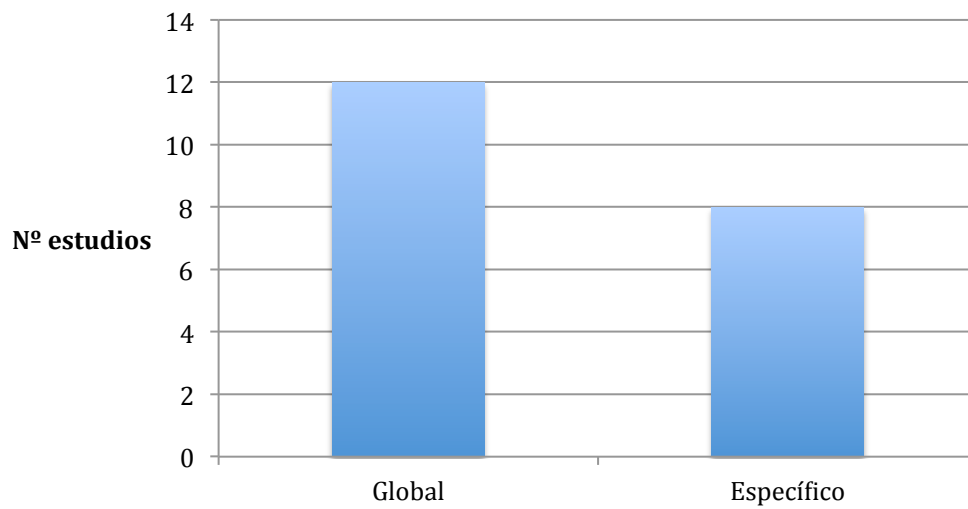
VARIABLES DE RENDIMIENTO		Tiempo PAP - rendimiento			-	=	+	Total
		-1min	1-5min	+5min				
Intensidad %RM	50%-69%	1	1	--	1	--	1	2
	70%-89%	--	1	--	1	--	--	1
	90%-100%	1	2	3	--	1	5	6
Total		2	4	3	2	1	6	9

*Sólo están incluidos los estudios que compararan diferentes tiempos de recuperación

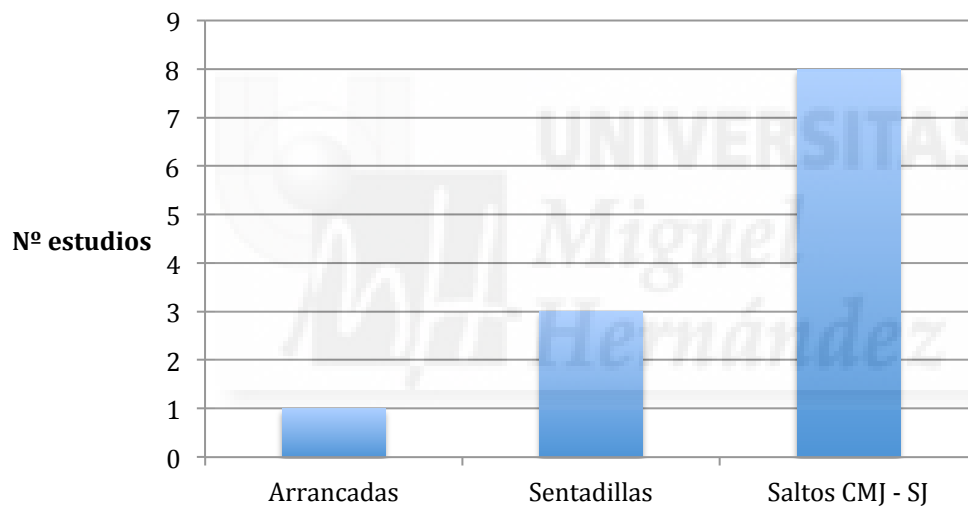
Ejercicio		Número de estudios	Total
Movimiento global	Arrancadas	1	12
	Sentadillas	3	
	Salto CMJ - SJ	8	
Movimiento analítico	Leg extension	6	8
	Press banca	2	



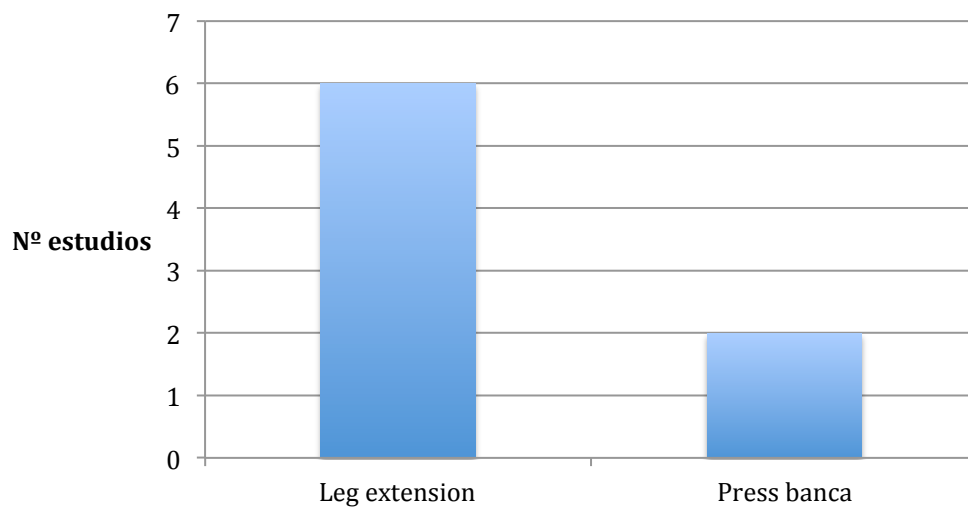
Tipo de movimiento



Movimientos globales



Movimientos específicos



La mayoría estudios analizados se han desarrollado realizando ejercicios globales, puesto que el fenómeno PAP tiene vital importancia en los movimientos olímpicos (arrancadas, cargadas).

No se han encontrado estudios que analicen el efecto del tipo de estiramientos, el efecto sobre la PAP relacionado el tiempo óptimo para alcanzar el máximo rendimiento en las diferentes variables de entrenamiento.

En cuanto al tipo de con tipo de contracción o la experiencia en el entrenamiento, no se han focalizado los estudios pero pueden ser dos áreas interesantes para el desarrollo de futuras investigaciones.

Los estudios han observado que los deportistas con fibras tipo II (rápidas) obtienen mayores niveles de potenciación que los deportistas con tipo I (lentas).

4. DISCUSIÓN

4.1 Aspectos generales

En los últimos años ha habido un interés creciente hacia el significado funcional de la potenciación post-activación, en el rendimiento deportivo. El interés se ha centrado en mejorar el rendimiento así como el efecto de entrenamiento a largo plazo (Docherty and Hodgson 2007).

Aunque la idea de la potenciación post-activación no es nueva, el uso de ejercicios complejos de fuerza-potencia ha sido un foco de las discusiones y estudios recientes. Es uso de estos ejercicios complejos ha producido en la mayoría de los casos un aumento del rendimiento. Por ejemplo, sentadillas con carga pueden beneficiar saltos verticales sin carga o sprints (Stone et al. 2008).

Los tres factores que pueden afectar el grado de potenciación son: los niveles de fuerza iniciales, el nivel actual de fatiga y la experiencia pasada de entrenamiento (Stone et al. 2008).

4.2 Niveles de fuerza iniciales

En términos generales, los estudios han encontrado que los atletas más fuertes parecen producir un efecto mayor de potenciación (o más frecuentemente) que los atletas más débiles (Stone et al. 2008).

Ambos el músculo y el sistema nervioso parecen estar involucrados en producir potenciación en series aisladas preparatorias (Stone et al. 2008).

4.2.1 Tipo de fibra

El entrenamiento de fuerza y potencia en combinación con ejercicios pliométricos son aspectos básicos en los programas de optimización del rendimiento deportivo, así como en el proceso de rehabilitación deportiva para poder regresar a la competición. Un aspecto básico relacionado con estos tipo de entrenamiento es el fenómeno de potenciación post-activación como resultado del incremento de la fosforilación de las cadenas de miosina en interacción con los iones de calcio (Lorenz, 2011)

La fosforilación es mayor en las fibras tipo II que en las fibras tipo I, por ello los individuos con mayor porcentaje de fibras tipo II (rápidas) son más sensibles al fenómeno PAP y obtienen mayor rendimiento (Stone et al. 2008).

4.2.2 Sistema nervioso

En el músculo intacto otro mecanismo que puede ayudar a explicar SPPCs (strength–power-potentiating complexes) involucra el sistema nervioso. El mecanismo principal del PAP en movimientos balísticos a alta velocidad, parece tener efectos neurales que podrían incluir el incremento de la sincronización de las unidades motoras así como la desensibilización de las Alpha motoneuronas, y la inhibición de los antagonistas (Stone et al. 2008).

4.3 Nivel actual de fatiga

En términos generales, la fatiga parece reducir los efectos de la potenciación.

El punto de equilibrio óptimo entre la mayor potenciación producida con la menor fatiga, será clave en la optimización del rendimiento (Stone et al. 2008).

4.3.1 Intensidad-Duración

El entrenamiento complejo suele involucrar el uso de cargas elevadas antes de ejecutar un ejercicio pliométrico con demandas biomecánicas similares. A pesar de la considerable investigación en los últimos 10 años, es necesario más investigación para conocer más sobre el efecto del PAP en la funcionalidad y los métodos para explotarlo (Docherty and Hodgson, 2007).

La respuesta del músculo a un estímulo volitivo o inducido eléctricamente, está afectado por su historia contráctil. La fatiga es el efecto más obvio de la historia contráctil reflejado por la incapacidad del músculo para generar el esperado nivel de fuerza. Sin embargo la fatiga puede coexistir con la PAP mejorando el rendimiento muscular, especialmente en actividades que impliquen velocidad y potencia, así como ejercicios de resistencia.

La medición de la respuesta del rendimiento muscular seguida de algunas formas de actividad contráctil es el balance neto de los procesos que causan fatiga y de manera simultánea producen como consecuencia la potenciación (Hodgson et al. 2005).

Además la intensidad contráctil, su duración también parece ser importante. Contracciones más prolongadas, como suele verse en la literatura, pueden inducir niveles de fatiga más elevados y no generar mejoras en el rendimiento de manera inmediata (Batista et al. 2007).

Es interesante resaltar que la eficiencia de los ejercicios de PAP puede también estar relacionada con su duración, por su transferencia a la actividad principal (Batista et al. 2007).

4.4 Experiencia pasada de entrenamiento

En términos generales, se ha observado una mayor PAP en músculos y sujetos entrenados respecto a los desentrenados, puesto que tienen un tope de rendimiento más elevado debido a su mejor condición física.

4.5 Efecto en las variables de rendimiento

Se han encontrado los siguientes efectos del fenómeno PAP en las diferentes variables del rendimiento deportivo:

- Fuerza isométrica máxima -> efecto reducido
- Velocidad máxima (sin carga) -> efecto reducido
- RFD (potencia) -> efecto significativo

Además el PAP es un fenómeno que parece ser independiente del tipo de contracción que se realice (concéntrica, isométrica o excéntrica). Por ello, muchas actividades de fuerza dinámica explosiva pueden ser optimizadas con el PAP.

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

En alto rendimiento deportivo, las diferencias entre ganar y perder son muy pequeñas.

En consecuencia, los métodos que consiguen optimizar el rendimiento con mejor entrenamiento o preparación de la competición, deben ser investigados y aplicados.

Como hemos visto el fenómeno PAP tiene especial importancia en las disciplinas de potencia

Los resultados de este estudio ofrecen soporte práctico al concepto de SPPC en deportistas de élite.

El rendimiento de SPPCs pueden conseguir adaptaciones del entrenamiento en la relación fuerza-velocidad.

También puede ser posible utilizar un protocolo similar en competición, con 1RM (Stone et al. 2008).

Mi propuesta de intervención va dirigida a un deportista de élite en velocidad con 10 años de experiencia en la modalidad, que busca optimizar su rendimiento en los 100m lisos.

Calentamiento Velocista 100m lisos					
	<i>Componente</i>	<i>Ejercicio</i>	<i>Series</i>	<i>Repeticiones</i>	<i>Carga</i>
General	Aeróbica	Bici estática	1	5min	50-69%
		Movilidad articular	1	2min	--
	Estiramientos Dinámicos	Balísticos	1 x grupo muscular	15 seg x grupo muscular	--
Específico	Fuerza explosiva	Squats con salto	2	3	50-69%
	Estiramientos Dinámicos	Balísticos	1 x grupo muscular	15 seg x grupo muscular	--
	Fuerza máxima	Arrancadas	2	1	90%

En primer lugar se realiza un calentamiento general para alcanzar aumentar el nivel activación corporal, a nivel metabólico y cardiovascular.

A continuación se desarrolla un calentamiento específico donde se aumenta la carga con ejercicios de fuerza explosiva y luego fuerza máxima para optimizar a nivel neuromuscular.

Con esta progresión reducimos el riesgo de lesión y conseguimos afrontar la competición en los mejores niveles de RFD.

*Si bajásemos la carga en las últimas series de calentamiento, empeoraría el RFD (fatiga acumulada) (Stone et al. 2008).

6. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Farup J., & Sørensen H. (2010). Postactivation potentiation: upper body force development changes after maximal force intervention. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 24 (7), págs. 1874–1879, 2010
- (2) Hamada T. et al. (2000). Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 88 págs 2131–2137, 2000
- (3) Okuno N. M. et al. (2013). Postactivation potentiation on repeated-sprint ability in elite handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 27 (3) págs. 662–668, 2013
- (4) Folland J. P. et al. (2008). The influence of maximal isometric activity on twitch and H-reflex potentiation, and quadriceps femoris performance. *European Journal of Applied Physiology*. Vol 104, págs. 739-748, 2008
- (5) Docherty D. and Hodgson M. J. (2007). The Application of Postactivation Potentiation to Elite Sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Vol 2, págs. 439-444, 2007
- (6) Weber K. R. (2008). Acute effects of heavy-load squats on consecutive squat jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 22 (3) págs. 726–730, 2008
- (7) Chatzopoulos D. E. et al. (2007). Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol. 21 (4), págs. 1278–1281, 2007
- (8) Cochrane D. J. et al. (2010). Acute whole-body vibration elicits post-activation potentiation. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 108, págs 311–319, 2010
- (9) Stone M. H. et al. (2008). Power and Power Potentiation Among Strength–Power Athletes: Preliminary Study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3, 55-67, 2008
- (10) Batista M. A. B. et al. (2007). Intermittent exercise as a conditioning activity to induce postactivation potentiation. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 21 (3), págs. 837–840, 2007
- (11) Chiu L. Z. E. et al. (2003). Postactivation Potentiation Response in Athletic and Recreationally Trained Individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol. 17 (4), págs. 671–677, 2003
- (12) Mcmillian D. J. et al. (2006). Dynamic vs. static-stretching warm up: the effect on power and agility performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol. 20 (3), págs. 492–499, 2006
- (13) Esformes J. I. and Bampouras T. M. (2013) Effect of back squat depth on lower-body postactivation potentiation. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 27 (11), págs 2997–3000, 2013
- (14) Esformes J. I. et al. (2010). Postactivation potentiation following different modes of exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 24 (7), págs. 1911–1916, 2010
- (15) Assis Ferreira S. L. et al. (2012). Postactivation potentiation: effect of various recovery intervals on bench press power performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 26 (3), págs. 739–744, 2012
- (16) Lorenz D. (2011). Postactivation potentiation: an introduction. *The International Journal of Sports Physical Therapy*. Volume 6, Number 3, págs. 234-240, 2011

- (17) Jo E. et al. (2010). Influence of recovery duration after a potentiating stimulus on muscular power in recreationally trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 24 (2) págs. 343–347, 2010
- (18) Hodgson M. et al. (2005). Post-Activation Potentiation Underlying Physiology and Implications for Motor Performance. *Sports Medicine*, 35 (7): 585-595, 2005
- (19) Morana C. and Perrey S. (2009). Time course of postactivation potentiation during intermittent submaximal fatiguing contractions in endurance - and power – trained athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 23 (5), págs. 1456-1464, 2009
- (20) Gouvea A. L. et al. (2012). The effects of rest intervals on jumping performance: A meta-analysis on post-activation potentiation studies. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 31 (5), págs. 459–467, 2013
- (21) Xenofondos A. et al. (2010). Post-activation potentiation: factors affecting it and the effect on performance. *Journal of Physical Education and Sport*. Vol 28, no 3, September, 2010
- (22) Rassier D. E. and Herzog W. (2001). The Effects of Training on Fatigue and Twitch Potentiation in Human Skeletal Muscle. *European Journal of Sport Science*, Vol. 1, issue 3, 2001
- (23) Requena B. et al. (2011). Relationship between postactivation potentiation of knee extensor muscles, sprinting and vertical jumping performance in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 25 (2), págs. 367–373, 2011
- (24) Seitz L. et al. (¿??). The Temporal Profile of Postactivation Potentiation is related to Strength Level. *Journal of Strength and Conditioning Research*
- (25) Tillin N. A. and Bishop D. (2009). Factors Modulating Post-Activation Potentiation and its Effect on Performance of Subsequent Explosive Activities. *Sports Medicine*; Vol. 39 (2), págs 147-166, 2009
- (26) Turki O. et al. (2011). Ten minutes of dynamic stretching is sufficient to potentiate vertical jump performance characteristics. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 25 (9), págs. 2453–2463, 2011
- (27) Chaouachi A. et al. (2011). Volume, intensity, and timing of muscle power potentiation are variable. *Applied Physiology Nutrition & Metabolism*. Vol. 36, págs. 1-12, 2011
- (28) Wilson J. M. et al. (2013). Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 27 (3), págs. 854–859, 2013
- (29) Esformes J. I. et al. (2011). Effect of different types of conditioning contraction on upper body postactivation potentiation. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 25 (1), págs. 143–148, 2011

7. ANEXOS

7.1 Revisión bibliográfica – Tabla resumen

ARTÍCULOS SELECCIONADOS

Nº	TÍTULO	AUTORES	AÑO	CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	TIPO DE ENTRENAMIENTO	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	RESULTADOS
1	POSTACTIVATION POTENTIATION: UPPER BODY FORCE DEVELOPMENT CHANGES AFTER MAXIMAL FORCE INTERVENTION	J. Farup & H. Sørensen	2010	8 sujetos entrenados en fuerza, 2 de ellos halterófilos (21-27 años). Sin lesiones previas	Calentamiento general 5 min de bici estática + 4 reps de press banca a intensidades submáximas Pre-tests post calentamiento	Press banca Intervención 5 x 1RM con 5min descanso entre series 3-Post-tests post intervención	F.máxima - NO hay diferencias significativas entre pre y post Decremento del RFD Conclusión -> NO existe efecto de potenciación
2	POSTACTIVATION POTENTIATION, FIBER TYPE, AND TWITCH CONTRACTION TIME IN HUMAN KNEE EXTENSOR MUSCLES	T. Hamada et al.	2000	20 hombres (20-25 años) Actividad física recreativa 3-4 veces/semana Sin lesiones previas	Electromiografía, aumento progresivo de la intensidad de las corrientes hasta alcanzar MVC	Leg extension Biopsia vasto lateral externo	Relación entre PAP y tipo de fibras Evidencias: (1) Mayor PAP en sujetos con elevado % de fibras tipo II, respecto a los sujetos con tipo I (2) Relación directa entre fibras rápidas, PAP y RFD
3	POSTACTIVATION POTENTIATION ON REPEATED-SPRINT ABILITY IN ELITE HANDBALL PLAYERS	N. M. Okuno et al.	2013	12 hombres (16-20 años) Deportistas del Equipo Nacional Brasileño 2 sesiones día/ 5días x semana Experiencia en entrenamiento de fuerza	5 min carrera continua suave (-140ppm) y luego 3xsquats al 50-70% de 1RM	Test MVC (1RM)	Mejoras significativas en RSAbest y RSA mean. Sin cambios en RSA index El RSAmey y el RSA index estaban correlacionadas con el 1RM Estudios previos han demostrado también la mejora en rendimiento, después de realizar PAP, en un único sprint

4	THE INFLUENCE OF MAXIMAL ISOMETRIC ACTIVITY ON TWITCH AND H-REFLEX POTENTIATION, AND QUADRICEPS FEMORIS PERFORMANCE	J. P. Folland et al.	2008	8 sujetos sanos, actividad física recreativa (22-28 años) Sin lesiones previas	10 seg. Isométrico MVC	Isométrico RFD e isocinético en torque 4.19rad/s	Mejora rendimiento del cuádriceps justo tras el acondicionamiento y se mantuvo elevado durante todos los test (18min) Aumenta fuerza máxima y se mantiene RFD A nivel actividad eléctrica (neural) y mecánica
5	THE APPLICATION OF POSTACTIVATION POTENTIATION TO ELITE SPORT	D. Docherty & M. J. Hodgson	2007	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
6	ACUTE EFFECTS OF HEAVY-LOAD SQUATS ON CONSECUTIVE SQUAT JUMP PERFORMANCE	K. R. Weber et al.	2008	12 atletas universitarios (18-22 años) Experiencia previa en entrenamiento de fuerza/potencia	5 min ergometro y 10reps al 50% 5RM	Test 1 5 reps back squat (85%1RM) Test 2 5 reps squat jump (85%1RM)	Back squat mejora la altura de salto En el Squat Jump reduce la altura de salto
7	POSTACTIVATION POTENTIATION EFFECTS AFTER HEAVY RESISTANCE EXERCISE ON RUNNING SPEED	D. E. Chatzopoulos et al.	2007	15 hombres sanos Deportistas amateur en modalidades de equipo Experiencia en entrenamiento de resistencia	Estimación del 1RM mediante formulas con repeticiones submáximas Calentamiento aeróbico de alta intensidad + 10reps x 90%RM	Back Half Squat at 90°	RS = running speed HRS = heavy resistance stimulus Misma RS 3 minutos después del HRS Aumento de RS 5 minutos después del HRS Mejora del RS en distancia de 0-10m, 5 min después de HRS

8	ACUTE WHOLE-BODY VIBRATION ELICITS POST-ACTIVATION POTENTIATION	D. J. Cochrane et al.	2009	6 hombres sanos 6 mujeres sanas (20-24 años) Deportistas de competición a nivel nacional Sin lesiones previas	3 grupos de calentamiento: electroestimulación, bici estática y control (sin actividad) Duración 5 min	Static Squat (Leg extension)	Electroestimulación mejora fuerza, velocidad y potencia, con mayores ganancias en todos (90seg) después de electroestimulación. Tras 5 o 10 min no se producen mejoras significativas La bici estática produce ligeras pérdidas de rendimiento
9	POWER AND POWER POTENTIATION AMONG STRENGTH-POWER ATHLETES: PRELIMINARY STUDY	M. H. Stone et al.	2008	4 hombres 3 mujeres Halterófilos del US Olympic Team	Arrancadas 4 ejecuciones con aumento progresivo de carga y al final otra con la carga inicial	SPPC protocol (midheight pulls)	El uso de SPPC aumenta el rendimiento, en halterófilos de nivel internacional Se obtuvo un aumento del rendimiento en fuerza máxima, potencia máxima, velocidad Sin cambios en el RFD
10	INTERMITTENT EXERCISE AS A CONDITIONING ACTIVITY TO INDUCE POSTACTIVATION POTENTIATION	M. A.B. Batista et al.	2007	10 hombres físicamente activos (22-28 años) No realizan entrenamiento de fuerza	5 min calentamiento en bici estática y 10 x 1RM en leg extension con 30 seg de descanso	Registro de la fuerza en leg extension a los 4, 6, 8, 10, 12 min post entrenamiento	Mejora la fuerza máxima Un protocolo intermitente es efectivo para producir PAP Se mantiene un nivel de fuerza máxima similar en 4,6,8,10,12 min post entrenamiento

11	POSTACTIVATION POTENTIATION RESPONSE IN ATHLETIC AND RECREATIONALLY TRAINED INDIVIDUALS	L. Z.F. Chiu et al	2003	<p>12 hombres 12 mujeres</p> <p>7 son atletas de modalidades explosivas y 17 de deporte ocio</p> <p>Dominan la técnica de back squat</p> <p>No entrenan durante el estudio</p>	<p>Grupo control: calentamiento sin carga</p> <p>Grupo experimental: calentamiento sin carga + 5 series x 1 rep SJ 90%RM</p>	<p>Salto con contramovimiento (CMJ) y sin contramovimiento (SJ)</p> <p>Medición de la potencia en CMJ y SJ a los 5 y 18 minutos con 30%, 50% y 70% carga</p>	<p>Mejora más acentuada en el grupo de individuos entrenados</p> <p>Valores de fuerza y potencia más elevados a los 18 min que a los 5 min</p> <p>Recuperación más rápida con cargas bajas que con cargas altas</p>
12	DYNAMIC VS. STATIC-STRETCHING WARM UP: THE EFFECT ON POWER AND AGILITY PERFORMANCE	D. J. McMillian	2006	<p>30 sujetos de la Academia Militar Estadounidense</p> <p>Con experiencia en entrenamiento de fuerza</p>	<p>Dynamic warm up (Squat, Rower, Power Jump, Push up, Crossovers...)</p> <p>Static warm up</p> <p>No warm up</p>	<p>5-step jump para medir la potencia funcional en tren inferior</p> <p>Lanzamiento de balón medicinal para medir la potencia global</p> <p>T-Drill test para medir la agilidad</p>	<p>Calentamiento dinámico ofrece mejor rendimiento que el estático y la ausencia de calentamiento</p>
13	EFFECT OF BACK SQUAT DEPTH ON LOWER-BODY POSTACTIVATION POTENTIATION	J. I. Esformes & T. M. Bampouras	2013	<p>27 sujetos semiprofesionales de equipos de rugby, en la fase de competición de su temporada anual</p>	<p>Calentamiento y estiramientos dinámicos</p> <p>Medición de 1CMJ (valor base)</p> <p>Parte Principal squats (PS y QS).</p> <p>1 serie x 3 reps al 3RM</p>	<p>Tras la PAP, nueva medición de CMJ</p>	<p>Incremento del rendimiento en el CMJ, en especial si antes se realizan parallel squats, debido al mayor rango de movimiento y a la elevada implicación de grandes grupos musculares como el glúteo máximo</p>

14	POSTACTIVATION POTENTIATION FOLLOWING DIFFERENT MODES OF EXERCISE	J. I. Esformes, et al	2010	13 chicos, atletas de competición en deportes explosivos Los atletas estaban en periodo competitivo durante las mediciones del estudio	Calentamiento dinámico + 2 min descanso Grupo 1 - Pliometría (multisaltos con autocarga) -Grupo 2 - Squat 3-5 series de 3 repeticiones a 3RM Ambos grupos, 5 minutos de descanso	Luego se realizaron mediciones de 3 CMJs con 10 min de descanso entre ellos	Ejercicios (squat) con cargas elevadas, mejoran los valores de CMJ de manera significativa respecto a ejercicios pliométricos o inactividad Además los squats con cargas elevadas también generan mayor consistencia en los valores de CMJ, respecto a la pliometría o inactividad
15	POSTACTIVATION POTENTIATION: EFFECT OF VARIOUS RECOVERY INTERVALS ON BENCH PRESS POWER PERFORMANCE	S. L. de Assis Ferreira et al.	2012	11 sujetos adultos sanos con experiencia en entrenamiento de fuerza	Calentamiento (carrera continua 5min, estiramiento) 2 series de press banca aumentando la carga hasta llegar al RM y luego 1 serie de 6 repeticiones al 50% RM para medir la potencia	Se emplearon periodos de descanso de 1,3,5,7 minutos entre series en diferentes sesiones Se midieron valores de fuerza en las fases concéntrica y excéntrica	<u>Fase concéntrica</u> Se obtuvieron mayores valores de potencia con descansos de 7 minutos entre series <u>Fase excéntrica</u> NO se encontraron diferencias significativas El descanso tiene un efecto clave en la PAP
16	POSTACTIVATION POTENTIATION: AN INTRODUCTION	D. Lorenz	2011	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
17	INFLUENCE OF RECOVERY DURATION AFTER A POTENTIATING STIMULUS ON MUSCULAR POWER IN RECREATIONALLY	E. Jo et al.	2010	12 sujetos sanos deportistas amateur de resistencia	1º Calentamiento 2º Heavy load back squats (1 serie x 5 reps 85%RM) 3º Se miden valores a los 5, 10, 15, 20 min de descanso (en días distintos)	Test Anaeróbico de Wingate	El tiempo de recuperación NO influye en la potencia media durante el test de Wingate El tiempo de recuperación SI influye en la potencia

	TRAINED INDIVIDUALS						<p>máxima (mejora significativa) durante el test de Wingate</p> <p>Los sujetos más fuertes son capaces de potenciar con menor tiempo de recuperación (5-10min)</p> <p>Los sujetos más débiles requieren mayor tiempo de recuperación (15-20min)</p>
18	<p>POST-ACTIVATION POTENTIATION</p> <p>Underlying Physiology and Implications for Motor Performance</p>	M. Hodgson et al.	2005	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
19	<p>TIME COURSE OF POSTACTIVATION POTENTIATION DURING INTERMITTENT SUBMAXIMAL FATIGUING CONTRACTIONS IN ENDURANCE AND POWER TRAINED ATHLETES</p>	C. Morana & S. Perrey	2009	<p>2 grupos</p> <p>Grupo 1:</p> <p>8 Atletas entrenados en modalidades de Resistencia (larga duración)</p> <p>Grupo 2:</p> <p>7 atletas entrenados en modalidades de potencia (rugby y halterófilos)</p>	<p>Los dos grupos realizan calentamiento general</p> <p>1º Cálculo MVC – 10 min descanso – 3 estimulaciones</p> <p>2º 10 min de ejercicios submáximos (50% del MVC) con una repetición cada 5 seg</p> <p>3º 3 estimulaciones durante el descanso y 2 MVC con 60 seg de descanso entre ellas</p> <p>Leg extension</p>	MVC y EMG	<p>La potenciación significativa en peak torque durante los primeros minutos de las contracciones submáximas, persistió durante el resto de la sesión, superó de manera exitosa a la fatiga en deportistas de resistencia pero NO en deportistas de potencia</p> <p>Es decir, los deportistas de resistencia, resisten mejor la fatiga que generan los ejercicios de potenciación -> controlar tiempos de descanso</p>

							<p>Por tanto, ejercicios submáximos repetidos son suficientes para potenciar en deportistas de resistencia</p> <p>Pero NO son efectivos en deportistas de potencia debido a la fatiga que les genera</p> <p><i>Adaptación al entrenamiento ¿especificidad?</i></p>
20	THE EFFECTS OF REST INTERVALS ON JUMPING PERFORMANCE: A META-ANALYSIS ON POST-ACTIVATION POTENTIATION STUDIES	A. L. Gouvea et al.	2013	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
21	POST-ACTIVATION POTENTIATION: FACTORS AFFECTING IT AND THE EFFECT ON PERFORMANCE	A.Xenofondos et al.	2010	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
22	THE EFFECTS OF TRAINING ON FATIGUE AND TWITCH POTENTIATION IN HUMAN SKELETAL MUSCLE	D. E. Rassier & W. Herzog	2001	6 sujetos sanos, estudiantes de Ciencias del Deporte Sin lesiones previas	Mediante electroestimulación 1º 3 x contracción isométrica MVC (5 min descanso) Leg extension	MVC Isométrico	Mayor PAP en los músculos fatigados que en los inactivos El fenómeno PAP permite al músculo generar más fuerza con la misma cantidad de activación -> eficiencia metabólica

23	RELATIONSHIP BETWEEN POSTACTIVATION POTENTIATION OF KNEE EXTENSOR MUSCLES, SPRINTING AND VERTICAL JUMPING PERFORMANCE IN PROFESSIONAL SOCCER PLAYERS	B. Requena et al.	2011	14 jugadores profesionales de futbol, que realizan 2-4h de entrenamiento diario	Calentamiento general + MVC	Salto sin contramovimiento (SJ) Salto con contramovimiento (CMJ) Sprint 15 metros	Mejora en rendimiento en fuerza maxima y potencia en SJ y CMJ, pero se pierde rendimiento en el sprint de 15mts
24	THE TEMPORAL PROFILE OF POSTACTIVATION POTENTIATION IS RELATED TO STRENGTH LEVEL	L. Seitz et al.	¿¿??	18 deportistas juveniles de rugby Se dividieron en dos grupos para el estudio: Grupo 1 -> strong Grupo 2 -> weak	1º standardized warm-up (cicloergómetro, remoergómetro, ejercicios balísticos y 6 squat jumps sin carga) (2 minutos de descanso)	2º 3 squat jumps sin carga (con 1 min de descanso entre ellos) Se valora el peak power	El peak power de salto se redujo de manera significativa 15 seg después del conditioning activity en ambos grupos (strong y weak) El pico máximo de potencia en el grupo strong, se encontró tras 3 min de conditioning activity El pico máximo de potencia en el grupo weak, se encontró tras 6 min de conditioning activity 12 minutos después de la conditioning activity ya NO se obtuvieron mejoras significativas en peak power

25	FACTORS MODULATING POST-ACTIVATION POTENTIATION AND ITS EFFECT ON PERFORMANCE OF SUBSEQUENT EXPLOSIVE ACTIVITIES	N. A. Tillin & D. Bishop	2009	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
26	TEN MINUTES OF DYNAMIC STRETCHING IS SUFFICIENT TO POTENTIATE VERTICAL JUMP PERFORMANCE CHARACTERISTICS	O. Turki et al.	2011	20 sujetos muy entrenados, estudiantes de Ciencias del Deporte (Universidad de Túnez) Entrenan 5-6 días/semana + partido el sábado o domingo Se realizaron los test al final de la pretemporada	1ª session - Determinar 3RM del back squat 2ª session – 3RM en deadlift (peso muerto)	Sesiones 3 - 8 1. General Warm-up 2. 10min de estiramientos dinámicos 3. Back squat o Dead lift	Elevada /relación asociación entre los estiramientos dinámicos y el fenómeno PAP, reflejado en altura de salto, pico de potencia, velocidad y fuerza
27	VOLUME, INTENSITY, AND TIMING OF MUSCLE POWER POTENTIATION ARE VARIABLE	A. Chaouachi et al.	2011	12 deportistas de élite en voleibol	Entrenamiento de 3 semanas con las siguientes características: 1. Calentamiento dinámico 2. 3 min de descanso 3. Tres CMJ maximales separados por 2min de descanso	Un CMJ sin carga 1,2,3,5,10,15min después del maximal	Variaciones significativas entre sujetos Variaciones grupales NO significativas con o sin realizar CMJ maximal, en referencia a los valores de fuerza y potencia en CMJ sin carga

28	META-ANALYSIS OF POSTACTIVATION POTENTIATION AND POWER: EFFECTS OF CONDITIONING ACTIVITY, VOLUME, GENDER, REST PERIODS, AND TRAINING STATUS	J. M. Wilson et al.	2013	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN	REVISIÓN
29	EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF CONDITIONING CONTRACTION ON UPPER BODY POSTACTIVATION POTENTIATION	Joseph I. Esformes et al.	2011	10 jugadores de Rugby en competición Entrenan 5 días por semana	Calentamiento general Calentamiento específico 7 seg isométrico 3RM concéntrico 3RM excéntrico 3RM conc – exc	Press banca 3RM	Descanso +12 min , las contracciones isométricas son las únicas que producen beneficios en la potencia máxima

