

Potenciación Post-Activación con dispositivos de sobrecarga excéntrica



Alumno/a: Laia Capdepon Tortosa

Tutor/a: Rafael Sabido Solana

Universidad Miguel Hernández (Elche)

INDICE

1. INTRODUCCION	pág. 1
1.1. Definición del PAP	pág. 1
1.2. Mecanismos de producción del PAP	pág. 1
1.3. El PAP y la fatiga	pág. 2
1.4. El PAP y el nivel de entrenamiento	pág. 2
1.5. El PAP según el tipo de activación muscular	pág. 3
1.5.1. Sobrecarga excéntrica	pág. 3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	pág. 4
3. METODOLOGIA	pág. 4
3.1. Muestra	pág. 4
3.2. Procedimiento	pág. 4
3.3. Medida e Instrumentos	pág. 5
3.4. Análisis estadístico	pág. 6
4. REFERENCIAS	pág. 10
5. ANEXO	pág. 12

1. INTRODUCCION_CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. Definición del PAP

En algunos estudios (Barbosa, Barroso y Andries, 2015; Cuenca, López y Arellano, 2015; de Hoyo et al., 2014; Requena et al., 2011; Tillin y Bishop, 2009; Wilson et al., 2013) el fenómeno de potenciación post-activación o PAP (Post-Activation Potentiation), se define como un mecanismo responsable del incremento del rendimiento muscular después de haber realizado un estímulo condicionante o una contracción muscular realizada a alta intensidad (máxima o submáxima). La activación muscular podría estar dada por una MVC (contracción máxima voluntaria), o una contracción tetánica (involuntaria y llamada potenciación posttetánica, PTP, por Tillin y Bishop, 2009). Estas acciones anteriores a otra actividad con un patrón biomecánico similar (Crewther et al., 2011), de alta intensidad, pueden mejorar la respuesta contráctil del músculo y producir mejoras del rendimiento a corto plazo, con incrementos en el RFD (Rate Force Development), facilitando la generación de fuerza posterior.

En varios estudios (Cuenca et al., 2015; Crewther et al., 2011; Healy y Comyns, 2017; de Hoyo et al., 2015; Chistros, 2010) se habla de la mejora del rendimiento en movimientos explosivos, el sprint, el salto o los lanzamientos. Los ejercicios más utilizados son del tren inferior, en especial la sentadilla (Crewther et al., 2011; Requena et al., 2011). También se usan otros como el *lunge* (Cuenca et al., 2015) o *power clean* (Healy y Comyns, 2017). Del tren superior hay pocos estudios y el ejercicio usado es el pres banca (Chistros, 2010).

1.2. Mecanismos de producción del PAP

La potenciación post-activación es un fenómeno reconocido del músculo esquelético. Sin embargo, los mecanismos fisiológicos que la regulan no están conocidos en su totalidad. Según Tillin y Bishop (2009) podemos identificar tres mecanismos fisiológicos principales para explicar por qué se produce el fenómeno de la PAP:

- El primer mecanismo es el aumento de la fosforilación de las cadenas de miosina. Una molécula de miosina contiene dos cadenas pesadas y cada una de ellas contiene dos cadenas ligeras, las cuales cuentan con un lugar específico para la unión de una molécula de fosfato. Cuando se produce una contracción muscular se libera el calcio del retículo sarcoplasmático y se une a una proteína reguladora, esto hace que se activen las cadenas ligeras de la miosina. La fosforilación de las cadenas ligeras de la miosina hace que la interacción entre actina-miosina sea más sensible al calcio mioplasmático, por lo que mejoraría la respuesta muscular.
- El segundo mecanismo es el aumento del reclutamiento en cantidad y tamaño de las unidades motoras. El incremento de la actividad neural puede generar reclutamiento de más unidades motoras rápidas, mejorar la sincronización de unidades motoras, así como una reducción de inhibición presináptica y un aumento de los impulsos nerviosos centrales. Las contracciones anteriores pueden aumentar la probabilidad de iniciar el potencial de acción y esta excitación puede durar minutos, incrementando los potenciales postsinápticos que conducen a una mayor generación de fuerza.
- El otro mecanismo es la disminución del ángulo de peneación. Este ángulo refleja la relación entre la orientación de las fibras musculares y las del tejido

conectivo. Afectará a la transmisión de fuerzas, ya que la fuerza resultante que se transmite al tendón, es la suma de todas las fibras individuales que están activas durante la contracción muscular reducidas por el factor coseno del ángulo de peneación. Consecuentemente, menores ángulos tienen ventaja mecánica con respecto a la transmisión de fuerzas al tendón. Se ha demostrado que la contracción muscular anterior produce reducciones del ángulo de peneación para posibles activaciones siguientes.

1.3. El PAP y la fatiga

La activación repetida del musculo esquelético conduce a una deficiencia funcional conocida como fatiga (Requena et al., 2011). El fenómeno de potenciación post-activación tiene una relación directa con esta. Las investigaciones (Barbosa et al., 2015; Batista, Roschel, Barroso, Ugrinowitsch y Tricoli, 2011; Christos, 2010; Nibali, Chapman, Robergs y Drinkwater, 2015; Tillin y Bishop, 2009; Wilson et al., 2013) tratan de encontrar un equilibrio positivo entre la PAP y la fatiga. La activación muscular anterior producirá este efecto dual, así que durante todo el tiempo que la fatiga permanezca, el rendimiento se verá reducido. Esta relación depende de una compleja interacción de factores: volumen, intensidad, densidad, tipo de ejercicio, tipo de contracción, características del sujeto, actividad siguiente a realizar. No hay una combinación de estos factores determinada para el desarrollo de programas de la PAP, por ello es difícil la comparación entre las investigaciones, aunque si existe una generalización en la que se utiliza un volumen reducido y una alta intensidad.

Sin embargo, lo más importante es que hay un tiempo óptimo de recuperación tras la PAP, momento el cual la fatiga se ha reducido y el fenómeno del PAP sigue llevándose a cabo. El PAP se reduce rápidamente en el primer minuto pero luego se reduce lentamente, llegando a mantenerse hasta 5 minutos, o más, después de una MVC (Christos, 2010; Tillin y Bishop, 2009). Por el contrario, la fatiga es dominante en las primeras etapas de la recuperación y disminuye más rápido (Nibali et al., 2015; Tillin y Bishop, 2009). Esa franja de tiempo óptimo para que se dé la potenciación de la capacidad contráctil muscular posterior, dependerá por tanto de los mecanismos desarrollados por la PAP y la Fatiga, así pues, los mecanismos de mejora del rendimiento deberán ser superiores a los mecanismos inhibitorios (Crewther et al., 2011).

1.4. El PAP y el nivel de entrenamiento

Conforme a las investigaciones (Barbosa et al., 2015; Batista et al., 2011; Tillin y Bishop, 2009) la fatiga tiene un efecto negativo sobre la PAP y es dominante en las primeras etapas de la recuperación, siendo este efecto mayor en sujetos poco entrenados. Además se definen unas características por las cuales un deportista entrenado podría tener una mejor respuesta a la potenciación del fenómeno de la PAP: mayores niveles de fuerza, mayor número de tipo II en la distribución de las fibras musculares, mayor nivel de acondicionamiento.

Por todo esto, asumimos que la potenciación post-activación es más probable que se logre en deportistas con experiencia en trabajo de fuerza o altamente entrenados, ya que resultante de ese entrenamiento, tienen una mayor resistencia a la fatiga, mayor fuerza muscular, así como la capacidad para reclutar en cantidad y tamaño más unidades motoras. También se relaciona el nivel de entrenamiento con la mayor distribución de fibras del tipo II, y estas fibras tienen mayor respuesta a uno de los principales mecanismos de la PAP, la fosforilación de las cadenas de miosina (Christos, 2010; Requena et al., 2011).

Según Batista et al. (2011) no existen diferencias significativas en la respuesta a la PAP dependiendo del nivel de entrenamiento de los deportistas. En su estudio, Batista et al. No encontraron mejoras en el rendimiento de ningún grupo, pero si se observó una disminución de este en el grupo de sujetos sin entrenamiento previo de fuerza. Otros estudios como el de Wilson et al. (2013) concluyen que el balance entre fatiga y PAP es más favorable cuanto mayor es el nivel de entrenamiento, encontrando diferencias entre grupos en las respuestas a la PAP, en el volumen y en el tiempo de recuperación.

1.5. El PAP según el tipo de activación muscular

Existen resultados encontrados en cuanto al tipo de activación muscular utilizada para la potenciación del rendimiento (Amores, Rave, Castellanos, Rico y Abellá, 2015; Cuenca et al., 2015; Cuenca et al., 2016; de Hoyo et al., 2014; Healy y Comyns, 2017; Nibali et al., 2015; Tillin y Bishop, 2009), aunque la mayoría de las investigaciones recurren a ejercicios de alta intensidad con activaciones isométricas (MVCI) o acciones dinámicas de tipo concéntrico. Es sabido que los tipos de fatiga producidos por ambos tipos de estímulos no producen la misma respuesta. Las contracciones isométricas producen primero fatiga central (menor impulso neuronal al musculo) y luego periférica (menor capacidad de generar potenciales de acción por fallos de transmisión), dejando mayor capacidad de reclutar unidades motoras en cantidad. Mientras que en las acciones dinámicas pasa lo contrario, primero fatiga periférica y luego central, además de que conllevan una fase excéntrica, que favorece al reclutamiento de las unidades motoras de mayor tamaño, con la inhibición del fallo de transmisión de los potenciales de acción (que es más común en fibras tipo II).

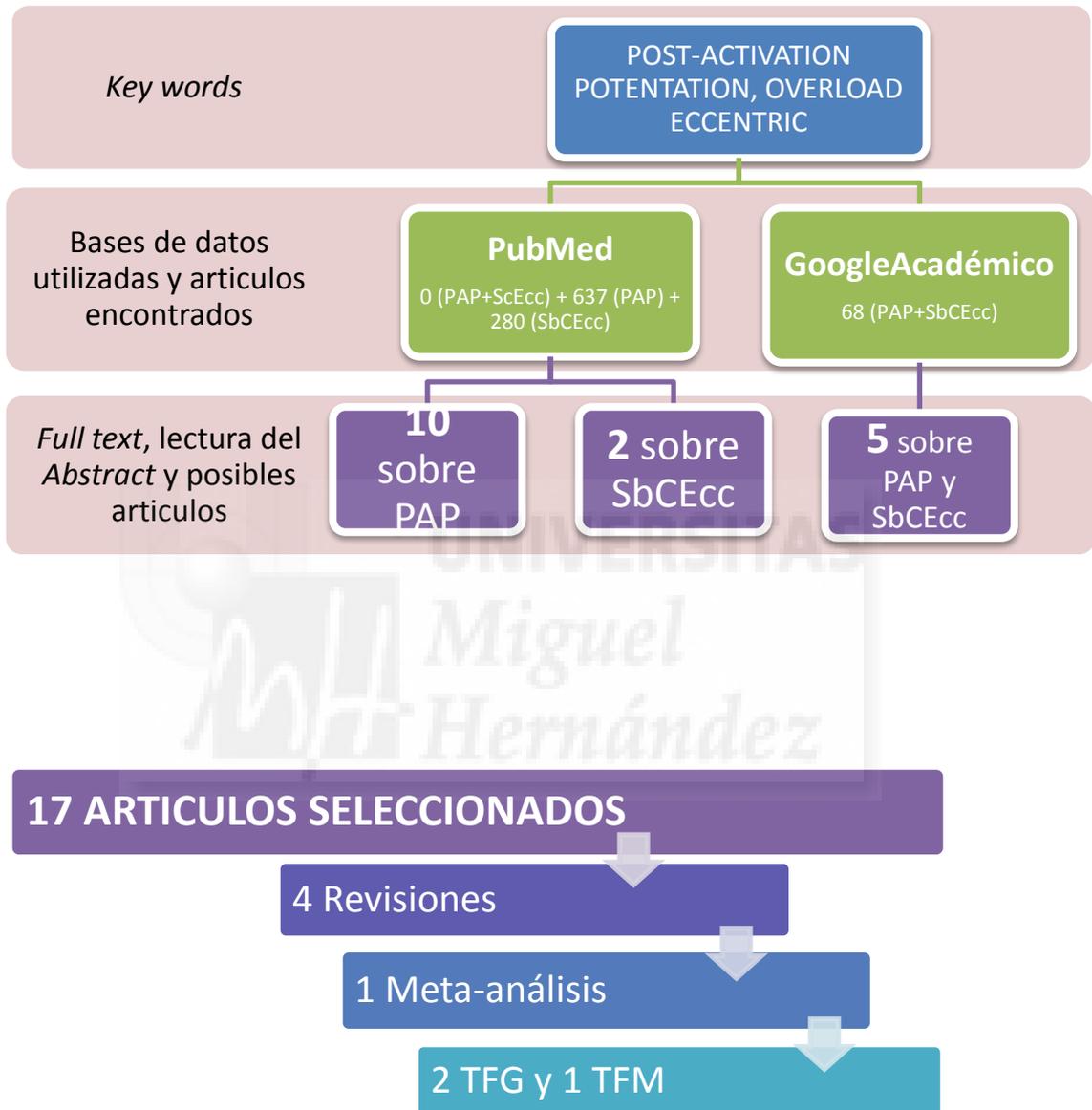
1.5.1. Sobrecarga excéntrica

Los ejercicios dinámicos con cargas submáximas y sobrecarga en la fase excéntrica, no han sido muy utilizados como medio de entrenamiento para el desarrollo del PAP. Podemos encontrar algunos estudios (Amores et al., 2015; Cuenca et al., 2015; Cuenca et al., 2016; de Hoyo et al., 2014) que utilizan esta metodología, pero únicamente determinan el volumen del entrenamiento y solo uno la intensidad del mismo (de Hoyo et al., 2014).

La metodología de entrenamiento basada en la sobrecarga de la fase excéntrica, ha demostrado ser de utilidad en la rehabilitación y prevención de lesiones. Los beneficios del entrenamiento muscular con sobrecarga excéntrica pueden resumirse en los siguientes aspectos (Cuenca et al., 2015; de Hoyo et al., 2014; Martínez y Fernández, 2016): Las activaciones excéntricas generan mayores niveles de fuerza que cualquier otro tipo de activación muscular, facilitando el desarrollo de la fuerza: requieren un menor coste metabólico (con igual o mayor activación muscular): y producen mayor daño estructural. Por tanto, esta podría ser una metodología adecuada para el desarrollo de la PAP (Nibali et al., 2015; de Hoyo et al., 2014).

El objetivo de esta investigación es estudiar la existencia de la PAP con dispositivos de sobrecarga excéntrica. Dicha metodología podría producir una potenciación del rendimiento posterior, igual o mayor que otras metodologías más utilizadas. Por otro lado, el segundo objetivo, estudiar la posible relación directa entre la potenciación y la sobrecarga excéntrica, es decir, que si al aumentar la intensidad de la fase excéntrica se produciría una mayor potenciación del rendimiento posterior.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA



3. METODOLOGIA

3.1. Participantes-Muestra

Dieciocho hombres jóvenes físicamente activos (edad = $22,6 \pm 2,77$ años; altura = $1,68 \pm 0,08$ m; masa = $75,3 \pm 9,44$ kg; RM = $105,6 \pm 12,56$ kg; RM/masa = $1,4 \pm 0,19$) pertenecientes a diferentes modalidades (baloncesto, voleibol, balonmano y futbol), participaron voluntariamente en el estudio. Se consideró criterio de exclusión la presencia de algún tipo de lesión desde el inicio del estudio o con una antelación de 1mes.

3.2. Procedimiento

Se realizó un protocolo de medición, con tres sesiones que se programaban con una separación mínima de siete días. De este modo, el protocolo se llevó a cabo una vez por semana durante tres semanas seguidas. Todas las sesiones estuvieron estructuradas de la misma manera, como se ve en la *Figura 1*. Empezaban con un calentamiento de 8 minutos en el que se ejecutaban desplazamientos, estiramientos dinámicos y ejercicios de estabilidad del core (Pareja, 2016). Seguidamente realizaban el Pre-Test, con tres CMJ (salto con contramovimiento) consecutivos y el test T de agilidad con 40 metros y cuatro cambios de dirección, realizado en ambas direcciones con un descanso de un minuto y medio entre estos. Al finalizar los test, se dejaban 2 minutos de descanso y desarrollábamos la PAP con las repeticiones del $\frac{1}{2}$ squat (con la barra la primera semana o en la Yo-Yo flywheel las semanas restantes). Después de las repeticiones de squat, 4 minutos son suficientes para garantizar la aparición de la PAP y evitar la fatiga según las investigaciones (Crewther et al., 2011; Healy y Comyns, 2017; Nibali et al., 2015; Wilson et al., 2013), así que determinamos 5 minutos por tratarse de una actividad con sobrecarga excéntrica. Por último, realizaban el Post-Test, repitiendo las pruebas de salto y sprint realizadas en el Pre-test.

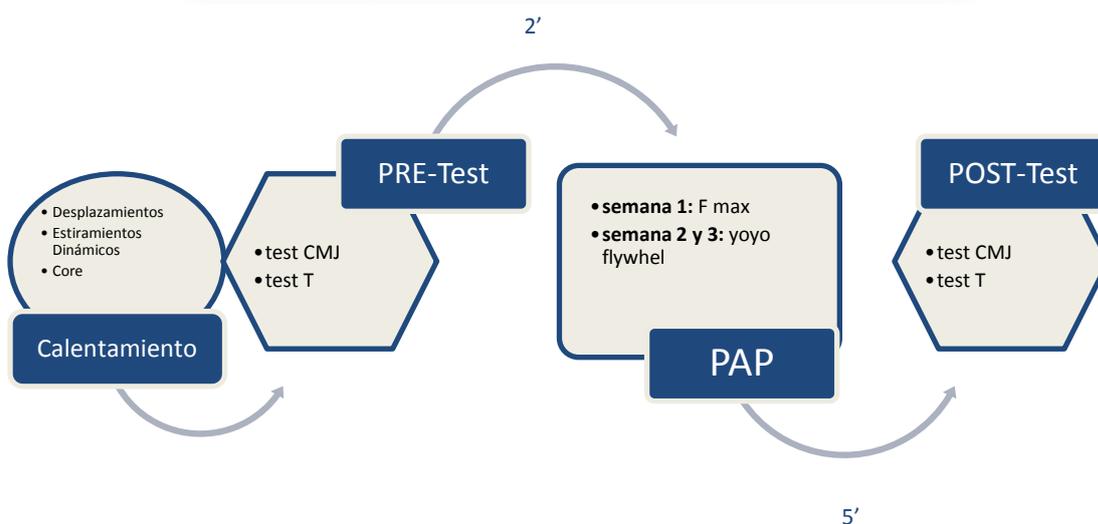


Figura 1.- Esquema del procedimiento durante las sesiones

El ejercicio utilizado durante las tres sesiones de entrenamiento para el desarrollo de la PAP fue el $\frac{1}{2}$ squat (Crewther et al., 2011) y cada semana se realizó un tipo de entrenamiento o una carga diferente. La primera semana, el ejercicio fue una sentadilla tras nuca, se llevó a cabo con una barra olímpica y peso libre, con una intensidad total de 80kg. Se realizó una sola serie con tres repeticiones, de las cuales se obtuvo el RM (Repetition Maximum) de cada uno de los sujetos. Al final de esta primera sesión se realizó una familiarización con el dispositivo de sobrecarga excéntrica (*Yo-Yo flywheel*), que se usaría en las siguientes semanas para realizar el ejercicio de sentadilla. Durante el protocolo de las dos semanas restantes, como se ha dicho anteriormente, el ejercicio se practicó sobre la *Yo-Yo flywheel*. En este método de entrenamiento se realizaron cuatro repeticiones $\frac{1}{2}$ squat con sobrecarga excéntrica, siendo la primera repetición descartada, ya que solo se usa para iniciar y dar velocidad al movimiento. Los momentos de inercia utilizados fueron 0.025 kg m² (la cual se según Martínez y Fernández 2011, es la intensidad óptima para producir sobrecarga excéntrica), y para la segunda semana y 0.075 kg m² (intensidad alta, la cual según la literatura debería tener mayor potenciación) para la tercera semana.

3.3. Medida e Instrumentos

.El Test RM se realizó en la primera sesión durante el desarrollo del PAP, con el ejercicio de sentadilla tras nuca. Este ejercicio se realizó con peso libre utilizando una barra olímpica, y se registró con un codificador lineal (T-Force System, Ergotech, Murcia, España). Los participantes descendieron hasta alcanzar un ángulo de 90 ° de la articulación de la rodilla y luego ascendieron hasta completar la extensión de la rodilla (180 °). 1RM se estimó a través de la velocidad de movimiento (González y Sánchez, 2010) utilizando una intensidad de 80kg.

Para las dos siguientes semanas se utilizó un dispositivo isoinercial *flywheel* (kBox 3, Exxentric AB TM, Bromma, Suecia), que proporciona la intensidad a través del momento de inercia de una masa giratoria (discos). Este disco inicia el giro durante la fase concéntrica del movimiento, pero al finalizar esta fase la inercia del disco hace que este siga girando, y empujará al sujeto hacia abajo, que tendrá que desacelerar la inercia del disco, la cual produce la sobrecarga, durante la fase excéntrica. Los participantes fueron instruidos para realizar la fase concéntrica lo más rápido posible y retrasar la acción de frenado hasta el último tercio de la fase excéntrica. Para registrar los datos de potencia pico concéntrico (PpCON), potencia pico excéntrico (PpEXC) y sobrecarga excéntrica (SbCEXC), se utilizó un codificador compatible con el dispositivo isoinercial *flywheel* (SmartCoach Power Encoder, SmartCoach Europe AB, Estocolmo, Suecia) con el software asociado (v 3.1.3.0).

Los test y el material con los que registramos el resto de variables a analizar, realizados antes y después de la PAP en las tres sesiones, fueron los siguientes:

I. Test CMJ: Se realizaron y registraron los tres saltos con contramovimiento de forma consecutiva, después se obtuvo la media de los tres. La angulación de la rodilla fue libre, pero las extremidades superiores se fijaron en la cintura, para evitar la ayuda de la cadena cinética y ajustar el movimiento al tren inferior. Se utilizó una plataforma de contacto (Tapeswitch Signal Mat, Tapeswitch Corporation América, Nueva York, EE.UU.) para determinar el tiempo de vuelo y se calculaba la altura alcanzada en metros con una precisión de 0,001 metros, por medio de la fórmula $H = t_f^2 * g * 1/8$ (m) (donde, H = altura alcanzada en m; t_f = tiempo de vuelo en s; g = aceleración de la gravedad en ms²). Se descartaban los saltos que finalizaban fuera de la plataforma de contacto o recogían las rodillas en la fase aérea.

II. Test "T" de agilidad (40 metros): el tiempo de sprint se registró mediante el uso de células fotoeléctricas (Datalogic S6 Series, Bolonia, Italia), colocadas como una puerta electrónica: la primera en la salida-llegada (cono A de la Figura 2) y la otra ubicada en el cono B (Figura 2). Los participantes comenzaron la carrera junto a la primera fotocélula (inferior a 1 metro de distancia) y se registraban los tiempos que tardaban en recorrer los 40m con cambios de sentido (A-A', Figura 2) y los 30m con cambios de sentido (B-A'), con una precisión de 0,01

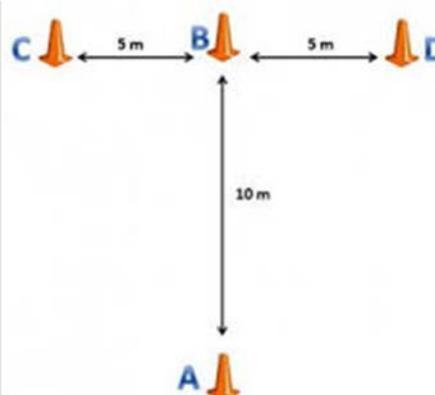


Figura 2.- Ilustración del test T de agilidad

segundos. La resta entre ambos daba el tiempo de A-B, la otra variable utilizada junto con los 40m para el análisis de los datos, los 10 m lisos (sin cambios de sentido). Ambas variables se registraban dos veces, ya que se realizaba el test con los cambios de sentido hacia la derecha y después con los cambios de sentido hacia la izquierda, para ver si existían diferencias entre el que pueda ser el cambio dominante y el que no en los 40m. Y en la variable de los 10 m lisos, de las dos registradas, nos quedamos con aquella en la que los sujetos sean más rápidos.

3.4. Análisis estadístico

Para llevar a cabo el análisis estadístico de los datos recogidos durante el estudio, se utilizó el programa SPSS Statistics versión 23.0 para Windows. Los datos se presentan como media \pm desviación típica (media \pm SD). Las medias y SD se emplearon para el cálculo del tamaño del efecto (*effect size*, ES), como determina Rhea (2004), siendo el resultado determinado como Trivial <0.35 , pequeño $0.35-0.8$, moderado $0.8-1.5$ y grande > 1.5 , teniendo en cuenta que los sujetos del estudio son de la columna de *Entrenamiento de ocio*, entre 1 y 5 años de entrenamiento (anexo 6F).

Para el contraste de medias realizaremos pruebas T para muestras relacionadas o dependientes, comparando diferencias entre los Pre-test y los Post-test en cada sesión para cada una de las variables: CMJ, 10m lisos (los más rápidos, en nuestro caso, los que coinciden con la T con cambios de sentido a la izquierda), 40m con COD (*change of direction*) a derecha y 40m COD a izquierda.

4. REFERENCIAS

Amores, I. Y., Ravé, J. M. G., Castellanos, R. B., Rico, B. C., & 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), 23-4.

Barbosa, A. C., Barroso, R., & Andries, O. (2015). Post-activation Potentiation in Propulsive Force after Specific Swimming Strength Training. *International journal of sports medicine*.

Batista, M. A., Roschel, H., Barroso, R., Ugrinowitsch, C., & Tricoli, V. (2011). Influence of strength training background on postactivation potentiation response. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2496-2502.

Christos, K. (2010). Post-activation potentiation: Factors affecting it and the effect on performance. *Journal of Physical Education and Sport*, 28(3).

Crewther, B. T., Kilduff, L. P., Cook, C. J., Middleton, M. K., Bunce, P. J., & Yang, G. Z. (2011). The acute potentiating effects of back squats on athlete performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), 3319-3325.

Cuenca-Fernández, F., López-Contreras, G., & Arellano, R. (2015). Effect on swimming start performance of two types of activation protocols: lunge and YoYo squat. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(3), 647-655.

Cuenca-Fernández, F., Taladriz, S., López-Contreras, G., de la Fuente, B., Argüelles, J., & Arellano, R. (2016, May). RELATIVE FORCE AND PAP IN SWIMMING START PERFORMANCE. In *ISBS-Conference Proceedings Archive* (Vol. 33, No. 1).

de Hoyo, M., de la Torre, A., Pradas, F., Sañudo, B., Carrasco, L., Mateo-Cortes, J., ... & Gonzalo-Skok, O. (2015). Effects of Eccentric Overload Bout on Change of Direction and Performance in Soccer Players. *International journal of sports medicine*, 36(04), 308-314.

González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International journal of sports medicine*, 31(05), 347-352.

Healy, R., & Comyns, T. M. (2017). The Application of Postactivation Potentiation Methods to Improve Sprint Speed. *Strength & Conditioning Journal*.

Martinez-Aranda, L. M., & Fernandez-Gonzalo, R. (2016). Effects of inertial setting on power, force, work and eccentric overload during flywheel resistance exercise in women and men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.

Morán 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 futbolistas de élite.

Nibali, M. L., Chapman, D. W., Robergs, R. A., & Drinkwater, E. J. (2015). Considerations for determining the time course of post-activation potentiation. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(11), 1163-1170.

Pareja González, A. (2016). Métodos de potenciación post-activación.

Pereyra Gerber, G. T. (2016). Determinación de la carga óptima para el desarrollo de potencia en dispositivos de sobrecarga excéntrica.

Requena, B., de Villarreal, E. S. S., Gapeyeva, H., Erelina, J., García, I., & Pääsuke, M. (2011). Relationship between postactivation potentiation of knee extensor muscles, sprinting and vertical jumping performance in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 367-373.

Rhea, M. R. (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 918-920.

Tillin, M. N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports medicine*, 39(2), 147-166.

Wilson, J. M., Duncan, N. M., Marin, P. J., Brown, L. E., Loenneke, J. P., Wilson, S. M., ... & Ugrinowitsch, C. (2013). Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 854-859.



5. ANEXO: A. Tabla resumen de artículos:

TÍTULO	AÑO	AUTOR/ES	MUESTRA	METODOLOGÍA	CONCLUSIÓN
Variaciones del rendimiento en la salida de natación mediante la respuesta aguda a diferentes protocolos de entrenamiento: Tradicional o maquina isoinercial	2015	Amores et al.	8 nadadores H y M autonómico	mismo día 2 protocolos: semi-sentadilla 3x3 al 90%RM (5'), sentadilla en YoYo 3x3 (5') / Pre-Test_PAP_(8')_ Post-Test	No hay diferencias significativas en el tiempo de reacción, distancia entrada, tiempo de vuelo o los saltos: CMJ, SJ, ABALAKOV. Creen que por el bajo nivel de prestación deportiva.
PAP in propulsive force after specific swimming strength training	2015	Barbosa et al.	8 nadadores H y M nacional	Protocolo experimental durante un macrociclo, 6-9 sesiones por semana. Calentamiento 1000m y 8x12,5m nado con paracaídas-manoplas / Pre-Test1 y 2 (después de 4' - 8' del calentamiento) _PAP_(2,5'-6,5')_ Post-Test 1 y 2	El paracaídas y las manoplas no funcionan para inducir el PAP, la fatiga enmascara los efectos. Puede ser: por ser un estímulo demasiado intenso, o porque es insuficiente la recuperación (cambio moderado 8'-12', leve 4'-8')
Influence of strength training background on PAP response	2011	Batista et al.	23 H activos	3 grupos (en función del entrenamiento previo): PT atletas rendimiento (salto longitud, de altura y triple), BB entrenamiento F >3años, PA físicamente activos / 2 protocolos: 5' calentamiento, 3' estiramientos y prensa MVIC 1 o 3 series de 5" (3') / Pre-Test _PAP_(4')_ Post-Test	El salto y la V de salida son significativamente mayores en PT comparado con BB y PA, evidentemente. Pero no son significativas las diferencias después de la PAP en ninguno de los dos protocolos. Se muestra un descenso del rendimiento en el CMJ del grupo PA, porque la fatiga es mayor. Demuestran que el PAP no depende del nivel de F.

TÍTULO	AÑO	AUTOR/ES	MUESTRA	METODOLOGÍA	CONCLUSIÓN
Post-activation potentiation: Factors affecting it and the effect on performance	2010	Christos		Revisión	Características sujeto afectan, nivel de entrenamiento influye en la distribución de fibras y las Ft II tienen mayor respuesta a la fosforilación. Contracción voluntaria produce mayor PAP que inducida. PAP mejora el RDF no la F. Contrastes.
The acute potentiating effects of back squats on athlete performance	2011	Creeweel et al.	9 jugadores masculinos de rugby profesional	3RM back squat, 15"-4'-8'-12' desc. Test: CMJ, sp, trineo.	mejora significativa de rendimiento CMJ a los 4-8-12', descenso rendimiento 15", mayor cuando tiempo recuperación individualizado. No mejora sp ni el trineo, por la especificidad del mvto. Mayor respuesta individual que de grupo.
Effects on swimming start performance of two types of activation protocols: Lunge and Yoyo Squat	2015	Cuenca et al.	14 nadadores H y M nacional	/ mismo día 3 protocolos: SWU control=ento.estandar, LWU Tradicional=Lunge 1x3 al 85%RM, YWU YoYo=Lunge 1x4 / Pre-Test _PAP_(8')_ Post-Test	YWU aumentan distancia alcanzada y disminuyen el tiempo de vuelo más que LWU y SWU, efectos positivos en salida y primeros metros de natación. Saltan más fuerte y van más rápido en T5 (T15 mejora sin significación).
Relative force and PAP in swimming start performance	2016	Cuenca et al.	14 nadadores H y M nacional	mismo día 3 protocolos: SWU control=ento.estandar, LWU Tradicional=Lunge 1x4 al 85%RM, YWU YoYo=Lunge 1x4 / Pre-Test _PAP_(8')_ Post-Test	F relativa correlaciona con rendimiento en salida de natación. Los que mayor Frel mostraban reaccionaban mejor al PAP en especial el YWU.
Effects of Eccentric Overload bout on Changes of Direction performance in soccer players	2014	De Hoyo et al.	20 futbolistas (U19) H	2 grupos (en función de la carga), protocolo: calentamiento bici 5', media sentadilla 4x6 con Yoyo 0,22 o 0,44 kg*m2 (2') / Pre-Test _PAP_(?)_ Post-Test	El COD (0-10m, sobretodo 0-20m) y los saltos tienen mayor rendimiento después de un PAP desarrollado con EOT.

TÍTULO	AÑO	AUTOR/ES	MUESTRA	METODOLOGÍA	CONCLUSIÓN
The application of PAP methods to improve sprint speed	2017	Healy et al.		Revisión	mejora del rendimiento posterior con back squat o power clean 90%RM, 1x3, 4-8' descanso, mejora del sp con ejercicios pliometricos. F relativa = <1,5xmasa corporal, considerado requisito previo al PAP. Protocolos PAP 4 posibles respuestas, limites superior e inferior para determinar respuesta en sp.
Effects of inertial setting on power, force, work and eccentric overload during flywheel resistance exercise in women and men	2016	Martinez y Fernandez	22 sujetos activos	(2-4 dias/sem) / 3 repes con cada pierna, 6 cargas (0,0125; 0,025; 0,0375; 0,05; 0,075; 0,1 kg*m2) / registran solo durante las series	La potencia disminuye cuando aumenta la intensidad, el trabajo aumenta. Mejoran más las medias CON y EXC en M, los picos CON y EXC en los H. La potencia aumenta en hombres con SbC EXC de 0,0125 hasta 0,375. La SbC óptima 0,0125 en M y 0,0375 en H (para obtener potencia).
Considerations for determining the time course of PAP	2015	Nibali et al.	8 hombres físicamente activos	5RM back squat, 4'-8'-12' rest. Dos protocolos: continuo y discontinuo.	No hay diferencias significativas en los test usando continua o discontinua para ninguno de los periodos de recuperación. Para las variables EXC será necesario mayor tiempo, que las CON, para equilibrio óptimo entre Fatiga-PAP. 4 minutos podrían ser suficientes para la PAP. Respuesta Individualizada sujetos.
Metodos de potenciación del PAP	2016	TFG Alejandro Psreja		Revisión	<10' calentamiento aeróbico previo. 1-3 series de 1-5 repeticiones. Descanso entre 1-5' entre series, >5' depende de la Intensidad y el tipo ejercicio (analítico/global). I entre 50-60% o >90%. Ej.- 2x3 al 50-69% (1-5') / 1x2 al 90-100% (>5')

TÍTULO	AÑO	AUTOR/ES	MUESTRA	METODOLOGÍA	CONCLUSIÓN
Determinación de la intensidad óptima para el desarrollo de potencia en dispositivos sobrecarga excéntrica	2016	TFM Gabriel Perreyra	9 jugadores masculino balonmano senior	Trabajo previo con dispositivos de ScEXC. 2 grupos: orden de las cargas (0,1-0,075-0,05-0,025) ascendente o descendente. 4 sesiones con 1x10 repeticiones de cada intensidad.	La I de 0,025 produce mayores mejoras en potencia, tanto en la fase concéntrica como en la excéntrica. Necesarias tres semanas de familiarización con los dispositivos de ScEXC.
Relationship between PAP of knee extensor muscles, sprinting and vertical jumping performance in professional soccer players	2011	Requena et al.		14 jugadores masculinos de fútbol profesional. Test de características contráctiles pre y post (2') de MVC, también CMJ, SJ y sp 15m.	Correlación negativa entre CMJ-SJ con sp. Potenciación significativa de PT, RTD y RR. Correlación PAP de KE con el rendimiento en saltos y sp. Futbolistas con mayor CMJ y sp, mayor respuesta PAP. Entrenamiento de fútbol desarrolla Ft II y eso mayor respuesta PAP.
Factors modulating PAP and its effect on performance of subsequent explosive activities	2009	Tillin y Bishop		Revisión	La compleja interacción de factores (V, I, densidad, tipo actividad posterior, tipo contracción, características del sujeto) determina la relación PAP-fatiga. Dos ventanas para potenciar el rendimiento, pero el tiempo óptimo determina los mecanismos PAP-fatiga.
Meta-analysis of PAP and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status.	2013	Wilson et al.		Meta-análisis	Potenciación óptima con una I moderada (60-84%RM), con múltiples series (vs única serie) y con periodos de recuperación moderados (7-10'). El equilibrio entre Fatiga-PAP es más favorable en entrenados, diferentes resultados de V y periodo recuperación óptimos entre entrenados y no entrenados (serie única/3-7').

