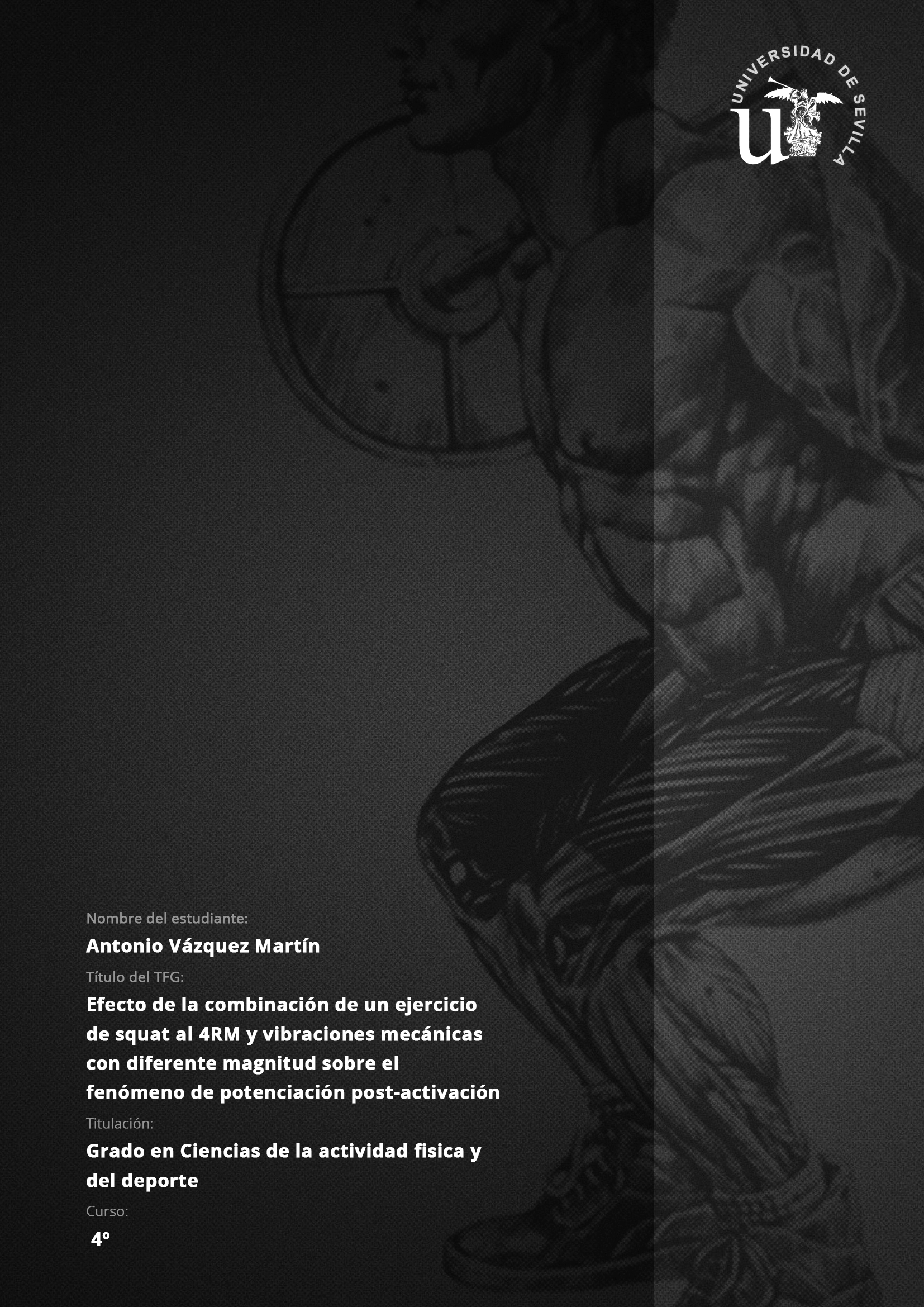
****

***ÍNDICE***

1. **RESUMEN. 3**
2. **MARCO TEÓRICO Y OBJETIVOS. 4-7**
3. **METODOLOGÍA. 8-11**
   1. **Aproximación experimental al problema.**
   2. **Participantes.**
   3. **Procedimiento.**
   4. **Mediciones.**
   5. **Análisis estadístico.**
4. **DESARROLLO. 12-15**
   1. **Resultados.**
   2. **Discusión.**
5. **CONCLUSIONES. 15**
6. **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. 16-19**

**1. RESUMEN.**

La investigación llevada a cabo pretende valorar los efectos producidos por un ejercicio de ½ squat realizado con carga submáxima sobre el fenómeno de potenciación post-activación (PAP) y, además, analizar si la combinación de este ejercicio con la vibración de cuerpo entero (WBV) de diferente magnitud puede ocasionar un efecto adicional. En el estudio han participado un total de 17 sujetos (n1=10 hombres, n2=7 mujeres), todos ellos personas físicamente activas y sanas. Previamente al inicio del estudio todos los sujetos realizaron dos sesiones de familiarización con objeto de disminuir el efecto de aprendizaje en los test y de aumentar la fiabilidad de los mismos. Durante la tercera de las sesiones se realizó una prueba incremental para el cálculo de la repetición máxima (RM). En las dos semanas posteriores se procedió con las sesiones experimentales. La rutina de entrenamiento comenzaba con un calentamiento consistente en 10 repeticiones de ½ squat al 30% de su RM y otras 10 repeticiones de ½ squat al 60% de su RM, con un descanso intermedio de 2 minutos. Una vez concluido el calentamiento los sujetos realizaron de forma aleatoria las siguientes intervenciones: situación control, 4 RM (EXP), 4 RM combinando con WBV a 30 Hz – 2 mm (EXP30-2) y 4RM combinado con WBV a 30 Hz – 4 mm (EXP30-4). Tras cada una de las sesiones experimentales y de control se realizaron en este orden, tres saltos con contramovimiento (CMJ), 3 repeticiones de ½ squat al 30% RM y 3 repeticiones de ½ squat al 40% RM registrándose la potencia máxima desarrollada (Pmax). Los resultados reflejaron un incremento de la capacidad de salto medida con CMJ para tras las tres situaciones experimentales en relación a la control (p<0.05), no observándose un efecto adicional con el uso de WBV tanto para EXP30-2 como para EXP30-4. Respecto a la Pmax desarrollada con cargas equivalentes al 30% y al 40% del RM sólo se produjo un efecto estadísticamente significativo para EXP en el caso del 40% del RM (p<0.05). Como conclusión podemos indicar que la utilización de un ejercicio dinámico de ½ squat con carga equivalente a 4 RM permite la puesta en marcha del fenómeno de PAP, manifestándose éste por un incremento en la prueba de CMJ y de la Pmax con carga equivalente al 40% del RM. No obstante, la adición del WBV no supuso un efecto adicional sobre ninguna de las variables consideradas.

**Palabras clave:** potenciación post-activación; ½ squat, salto con contramovimiento, vibración de cuerpo entero; potencia máxima.

**2. MARCO TEÓRICO Y OBJETIVOS.**

La potenciación post-activación (PAP) es un fenómeno reconocido por multitud de autores, los cuales lo definen de diferente forma. Entre estas definiciones la más utilizada es aquella que entiende ésta como “fenómeno que implica el pre-acondicionamiento de los músculos a través de ejercicios intensos induciendo mejoras agudas en el rendimiento humano durante pruebas de velocidad, saltos, lanzamientos y actividades de levantamiento de pesas” (Crewther et al.,2011). Desde una perspectiva fisiológica la PAP se considera como “la fosforilación de las cadenas ligeras de miosina, lo que aumenta la sensibilidad de los miofilamentos a los iones de calcio” (Grange et al., 1993).

De esta forma, actualmente son multitud las investigaciones llevadas a cabo bajo esta perspectiva y que han demostrado un incremento en la respuesta muscular contráctil al realizar ejercicios explosivos después de producir contracciones musculares máximas o submáximas (Vangervoort et al., 1983; Abbate et al. 2000; Sale, 2002; Verkhoshansky, 2000; Gullich, 1995).

Para tratar de comprender el porqué de este fenómeno debemos ahondar en los mecanismos neurofisiológicos asociados a la contracción muscular. Durante la contracción muscular el retículo sarcoplasmático libera calcio, el cual es utilizado en la fosforilación de las cadenas ligeras de miosina, permitiéndose una mayor generación de fuerza (Sweeney, 1993). Estructuralmente la miosina consta de dos hilos de proteínas enrollados entre sí compuesta por seis cadenas polipeptídicas de las cuales dos son cadenas pesadas (CPM) y cuatro son cadenas ligeras (CLM). Cada extremo de estas cadenas pesadas está plegado en una estructura polipéptida globulosa (miosina). Las dos cabezas libres estarán situadas en un extremo de la molécula de miosina de doble hélice y la porción larga de la molécula se llama cola. Las cuatro cadenas ligeras formarán parte también de las cabezas de miosina y ayudaran a controlar la función de la cabeza durante la contracción muscular. A su vez cada cadena ligera de miosina se dividirá en dos tipos: las esenciales, denominadas así por su solidez estructural que ésta le confiere a la molécula de miosina, y las reguladoras que son fosforilables y su función es la de alterar el estado de los puentes cruzados a través de su estado de fosforilación (Sweeney, 1993).

De esta forma, existe considerable evidencia científica de que el fenómeno fisiológico de la PAP resulta, fundamentalmente, de la fosforilación de las CLM reguladoras (CLMr) (Grange et al., 1995; Houston, 1987; Sweeney et al, 1993). Diversos estudios indican que la PAP se asocia a la fosforilación de las CLMr, que dependerá tanto de la activación de una enzima llamada Kinasa presente en las CLM (KCLM), como de la desfosfatasa de las CLM, enzima que pertenece a la clase I de las proteínas fosfatasas. La fosforilación de las CLM es un proceso rápido, sin embargo la desfosforilación requiere varios minutos (Vandenboom, 1995), por lo que la desfosfatasa de la CLM actúa a un ritmo lento, alcanzándose niveles de fosforilación de reposo tras 4-5 minutos.

La fosforilación de las CLM separa las cabezas de los puentes cruzados alejándolas de la columna vertebral del filamento grueso, disminuyendo el espacio entre el ligamento fino y el grueso, incrementando así la velocidad a la cual pueden acercarse a la actina, respondiendo con mayores manifestaciones de fuerza a niveles submáximos de calcio sarcoplasmático que un músculo en estado de reposo. Desde esta perspectiva el mecanismo modulador tiende a incrementar la economía, puesto que cuando la CLM se encuentra fosforilada la activación requiere un menor incremento de la concentración de calcio sarcoplasmático, lo que significa una menor concentración de calcio deberá ser recapturado por éste, lo cual, a su vez, constituirá un menor gasto energético. Así, un músculo recientemente activado con las CLM fosforiladas respondería más rápidamente y con mayor cantidad de fuerza a concentraciones submáximas de calcio dado el incremento de sensibilidad al mismo (Young et al., 1998; O`Leary et al., 1997; Fowles, 2003)

Además de este mecanismo, otros estudios han mencionado el mayor reclutamiento de unidades motoras de gran tamaño y la disminución del ángulo de penación como posibles mecanismos asociados también al fenómeno de PAP. La potenciación muscular se produce a partir del desencadenamiento del reflejo de Hoffman (Reflejo H)tras la contracción máxima que produce la acumulación de potenciales de acción en la placa neuromuscular, lo cual desencadenara mayor cantidad de unidades motoras (Gullich y Schmidtbleicher, 1995). El potencial de acción es transmitido dependiendo si el número de neurotransmisores es suficiente y la acumulación de calcio en las células pre y post sinapsis es adecuado, lo cual permitirá una mayor sensibilidad en el receptor post-sináptico y en las motoneuronas para reclutar un mayor número de unidades motoras (Gullich y Scmidtbleicher, 1995).Young et al., 1998 para probar el fenómeno PAP estudióéste a través de una serie de ½ squat al 5RM con la realización previa de 4’ de pausa, mostrando mejoras significativas estadísticamente significativas.

De acuerdo con estos fundamentos neurofisiológicos son diversos los estudios que han analizado dicho fenómeno utilizado diferentes tipos de contracción y protocolos de entrenamiento. Así, por ejemplo, Verhoshansky (2000), tras un ejercicio de ½ squat observó un incremento de la fuerza máxima dinámica del 25% durante el primer minuto con respecto al nivel inicial. Tras 4-5 minutos la fuerza se incrementó hasta un 65%. En un estudio posterior, este mismo autor concluyó que después de un ejercicio de ½ squat los sujetos aumentaron su salto vertical en un 8% (Verhoshansky., 2001). Por su parte, Young et al., 1998, basándose en estudios de Verhoshansky, 1986, emplearon una carga de 5 RM con ejercicio de ½ squat ya que tal magnitud provoca una estimulación del sistema nervioso central (SNC) facilitando un mayor esfuerzo explosivo en ejercicios posteriores en comparación con cargas livianas.Recientemente, Mitchel et al. (2011) observaron tras una sesión en la que utilizaron un ejercicio dinámico de ½ squat con cargadel 5RM un incremento de la fuerza desarrollada en ejercicio de ½ squat de hasta un 10,7 % y en la altura del salto en un 2,9%. Los resultados de estos autores apoyan la hipótesis de que el entrenamiento complejo constituye un método eficaz para inducir aumento en el rendimiento en la capacidad de salto en sujetos que se dedican a modalidades deportivas de fuerza/potencia o entrenamientos de resistencia.

Un aspecto importante a tener en cuenta en relación al desarrollo del fenómeno de PAP es el tiempo de descanso necesario tras el cual el efecto conseguido se ve potenciado. Así, tras la aplicación de un ejercicio de fuerza máximo-submáximo aparecerá cierta fatiga muscular, por lo que será de vital importancia conocer cuál es el tiempo aproximado en que dicho efecto desaparece y deja paso a la PAP. En base a esto, diversos estudios han mostrado que el tiempo óptimo de recuperación debe oscilar entre 4-12 min (Mitchell et al., 2011; Livia et al., 2012).En este sentido, Gossen y Venta., (2000) y Hamada et al. (2003) indicaron que la capacidad de respuesta muscular puede disminuir como consecuencia de la fatiga después de un ejercicio máximo, por lo que tiempos de descanso inadecuados pueden incluso disminuir en el rendimiento.

Por otro lado, recientemente una nueva modalidad de entrenamiento conocida vibración de cuerpo entero (WBV) ha relacionado las mejoras observadas tras la aplicación de una sesión de entrenamiento con el fenómeno de PAP. Este incremento del rendimiento posterior a la exposición con WBV ha sido constatado por estudios como el llevado a cabo por Cormie et al.(2006), en el que los sujetos aumentaron la fuerza y la potencia gracias a la mejora en la actividad neuromuscular. En este estudio la vibración dio como resultado un incremento significativo de la altura del salto con contramovimiento (CMJ) inmediatamente después de la vibración. Por su parte, Amstrong et al.(2008) concluyeron que los efectos de las WBV se podían relacionar con un aumento de la actividad neuronal y que éste, a su vez, está relacionado con el mecanismo de la PAP, aunque este aumento en el rendimiento puede ser dependiente de la frecuencia de estimulación utilizada durante la aplicación del entrenamiento vibratorio(Lamont et al., 2009).En este sentido, en un estudio reciente Da Silva-Grigoletto et al. (2011) demostraron al comparar los efectos agudos de diferentes frecuencias de WBV que los mejores resultados sobre la capacidad de salto y la potencia desarrollada en squat se producían con 30 Hz. No obstante, estudios como el de Cochrane et al. (2004) han indicado no haber encontrado efecto agudo tras la exposición a WBV, no alcanzando resultados significativos en la mejora de la fuerza y la potencia.

En base a lo expuesto, el objetivo principal de este estudio es cuantificar el efecto de un ejercicio de ½ squat con carga submáxima sobre el fenómeno PAP y si la combinación de este ejercicio con WBV puede incrementar estos resultados. Este objetivo general se puede concretar en los siguientes objetivos específicos:

* Analizar el efecto agudo de un ejercicio dinámico de ½ squat con carga de 4 RM sobre la capacidad de salto medida en un salto con contramovimiento (CMJ)y la potencia máxima (Pmáx) desarrollada con una carga equivalente al 30% y al 40% RM.
* Evaluar el efecto agudo de un ejercicio dinámico de ½ squat con carga de 4 RM combinando éste con WBV a 30 Hz de frecuencia y 2mm de amplitud sobre la capacidad de salto medida en un CMJ y la Pmáx desarrollada con una carga equivalente al 30% y al 40% RM.
* Evaluar el efecto agudo de un ejercicio dinámico de ½ squat con carga de 4 RM combinando éste con WBV a 30 Hz de frecuencia y 4 mm de amplitud sobre la capacidad de salto medida en un CMJ y la Pmáx desarrollada con una carga equivalente al 30% y al 40% RM.

**3. METODOLOGÍA.**

***3.1. Aproximación Experimental al Problema.***

En la presente investigación se ha utilizado un diseño randomizado y cruzado con objeto de examinar los efectos de un ejercicio de ½ squat asociado con vibración de cuerpo entero (WBV) a diferente magnitud sobre el rendimiento. Previamente al inicio del estudio se llevó a cabo un periodo de familiarización de una semana de duración con objeto de evitar cualquier efecto de aprendizaje y aumentar la fiabilidad de las medidas de referencia. También durante esta fase de familiarización los sujetos realizaron un test submáximo de 4RM con objeto de utilizar esta carga durante las sesiones de entrenamiento. Posteriormente, los sujetos que participaron en el estudio realizaron dos sesiones de control y se calculó el valor de reproductibilidad de la medida. Durante dos semanas los participantes realizaron tres sesiones experimentales separadas por un periodo de 72-96 h cada una. Como variables dependientes se utilizaron los valores de salto con contramovimiento (CMJ) y la potencia máxima (Pmax) desarrollada en ejercicio de ½ squat con una carga equivalente al 30% y 40% de la RM tras cada intervención, considerándose como variable independiente el protocolo experimental utilizado (WBV a diferente magnitud o ausencia de vibración).

***3.2. Participantes.***

Un total de diecisiete sujetos (n1=7 mujeres; n2=10 hombres), jóvenes y sanos participaron voluntariamente en el estudio. Los valores medios (SD) relacionados con las características de los participantes se muestra en la tabla 1. Cada uno de los participantes completó un cuestionario relacionado con sus hábitos de práctica de actividad física (Craig et al., 2003) con objeto de conocer el nivel previo al estudio. Se consideró como criterio de inclusión para la presente investigación el ser sujeto físicamente activo de acuerdo con los criterios establecidos por Varo et al. (2003). La historia médica de cada uno de los participantes fue revisada previamente por un fisioterapeuta con objeto de conocer posibles enfermedades en las que la práctica de actividad física o las intervenciones con vibraciones mecánicas estuvieran contraindicadas. De esta forma, los sujetos con historia de lesión osteoarticular o muscular reciente fueron excluidos del estudio. En cualquier caso, la presente investigación se ha llevado a cabo de acuerdo con la Declaración de Helsinki, siendo, a su vez, el protocolo aprobado por el Comité Ético de la Universidad de Sevilla.

**Tabla 1.**Datos descriptivos de los participantes

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Edad(años) | Altura (cm) | Peso (kg) | IMC (kg·m-2) |
| Hombres (n=10) | 22 ± 1.2 | 1.77 ± 4.34 | 74.42 ± 4.23 | 22.34 ± 2.38 |
| Mujeres (n = 7) | 22 ± 1.8 | 1.68 ± 3.56 | 67.55 ± 3.87 | 23.45 ± 3.85 |

Todos los datos se muestran como valores medios ± desviación típica (SD)

***3.3. Procedimiento.***

Los sujetos participantes en la presente investigación visitaron el laboratorio en dos sesiones antes del inicio de la investigación con objeto de familiarizarse con el protocolo experimental y realizarles las mediciones de los parámetros descriptivos de referencia. La altura y el peso fueron medidos usando una báscula calibrada (Seca, Birmingham, Reino Unido). Pasadas 48 h los sujetos realizaron la segunda sesión de familiarización, donde se calculó la carga individual mediante un test incremental de 4RM y estimando la repetición máxima mediante la fórmula propuesta por Brzycki (1993). Posteriormente, los sujetos volvieron al laboratorio en cuatro ocasiones para llevar a cabo las sesiones experimentales y la control de forma aleatoria. De esta forma, se utilizó una serie al 4RM en ejercicio dinámico de ½ squat de acuerdo con las indicaciones de la literatura previa, considerándose como el estímulo apropiado para conseguir activar el fenómeno de PAP y evitar, al mismo tiempo, el riesgo de lesión asociada con a la movilización de la carga equivalente al 1RM (Gullich&Schmidtbleicher, 1996; Young et al., 1998;Radcliff&Radcliff, 1996). En cuanto al protocolo de entrenamiento vibratorio, se utilizó un plataforma de transmisión vertical (Pro5 Airdaptive, PowerPlate North America, Inc., Northbrook, IL), llevándose a cabo dos combinaciones diferentes de frecuencia y desplazamiento pico a pico. Al inicio de cada sesión experimental los sujetos llevaron a cabo un calentamiento estandarizado consistente en una serie de 10 repeticiones al 30%RM y una serie de 10 repeticiones al 60% RM. El periodo de descanso entre ambas series de calentamiento fue de 120 s. Una vez finalizado el calentamiento, a los 2 min los participantes llevaron a cabo una de las sesiones experimentales: ½ squat al 4RM (EXP) y mismo protocolo combinado con WBV a 30 Hz – 2 mm (EXP30-2) y 30 Hz – 4 mm (EXP30-4). Los test ejecutados después de la situación control (CON) y las tres situaciones experimentales fueron: CMJ y ½ squat a máxima velocidad al 30% y al 40% del 1RM, registrándose la Pmax desarrollada. Entre pruebas el tiempo de recuperación se fijó en 60 s. El tiempo de descanso entre el final de cada una de las intervenciones programadas y el inicio de las pruebas de evaluación se fijó en 5 min, y que éste se ha mostrado como suficiente para eliminar la fatiga local y permitir la respuesta de potenciación post-activación (Crewther et al., 2011).

***3.4. Mediciones.***

*Protocolo de cálculo de la repetición máxima.* La fuerza máxima dinámica (1RM) fue estimada para un ejercicio de ½ squat usando un dispositivo tipo multipower (FITLAND, Sevilla, España). Cada participante realizó un protocolo incremental donde la carga se aumentó en 10 kg para cada serie (después de un periodo de descanso de 180-240 s). Los sujetos bajaban hasta la posición de ½ squat y seguidamente realizaban un extensión de rodilla. El test finalizaba cuando se producía el fallo sobre la cuarta repetición, estimándose el valor del 1RM de acuerdo con las indicaciones de Brycki (1993).

*Salto con contramovimiento.* La fuerza explosiva del tren inferior, expresada como la elevación del centro de gravedad en un salto vertical, se midió usando una plataforma de infrarrojos (Opto JumpSystem, Microgate, Italia) de acuerdo con las indicaciones de Cronin y McLean (2000). El test comenzó desde la posición de extensión de rodilla (entendida como 0°), bajando hasta una posición de flexión de rodilla de 90° y, seguidamente, realizando un salto lo más alto posible evitando cualquier tipo de pausa entre fases. Cada sujeto realizó tres saltos con una separación de 15 s entre ellos, colocando las manos siempre en las cinturas para evitar la participación de los brazos en la ejecución y registrándose para el análisis estadístico la mejor de las ejecuciones. La altura de salto, entendida como la elevación del centro de gravedad sobre el suelo, se calculó utilizando el tiempo de vuelo (tv) y aplicando las leyes de los movimientos balísticos: H = tv2 · g · 8-1 (m); donde “H” es la altura de salto y “g” es la aceleración de la gravedad (9.81 m·s-2). El tiempo de recuperación entre los test de salto y el inicio de la siguiente prueba se fijó en 60 s.

*Potencia Máxima en ½ squat.* Tras la realización de los saltos, los participantes realizaron una serie de 3 repeticiones al 30% y otra al 40% del RM separadas por 60s. Durante la ejecución del test la Pmax se obtuvo gracias a un encoder lineal (T-ForceSystem, ERGOTECH Consulting, España), con un micropocesador interno con una resolución de 10 ms. De esta forma, cuando la carga era desplazada a máxima velocidad, la señal óptica del transductor interrumpía el microprocesador cada 0.07 mm de desplazamiento. En ambos casos, los sujetos se colocaron en una posición de ½ squat con la barra sobre los hombros. A la señal, los participantes realizaron un extensión de sus piernas (extensión de caderas, rodillas y tobillos) desde la posición de 90° hasta la máxima extensión a 0°. Este movimiento fue utilizado para estimar la Pmax. Todos los test se ejecutaron en un dispositivo multipower (FITLAND, Sevilla, España), permitiendo que el desplazamiento de la barra siempre tuviera un recorrido lineal. El mejor de los tres intentos realizados para cada carga se utilizó para el análisis estadístico.

***3.5. Análisis estadístico.***

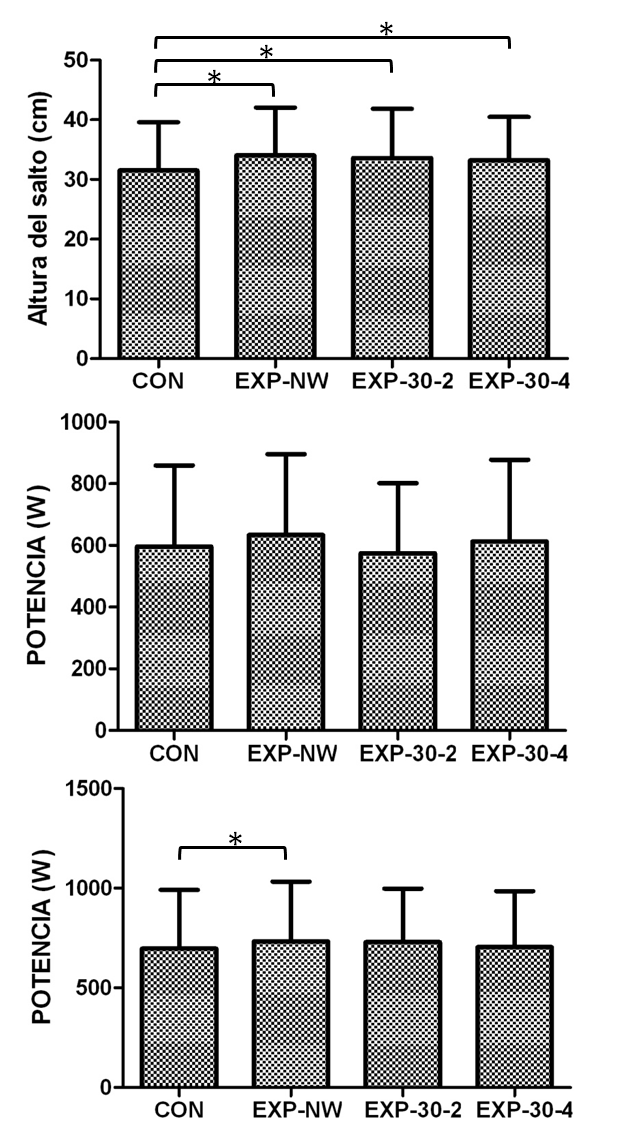
Para cada variable se calculó el valor medio y la desviación estándar de la media (SD). La normalidad de los datos se comprobó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para el análisis estadístico se procedió mediante un test de análisis de varianza (ANOVA) para medidas repetidas. El nivel de significación se fijó en todos los casos para un valor de p<0.05.Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS v.18 (SPSS Inc., Chicago, IL).

**4. DESARROLLO.**

***4.1. Resultados.***

El análisis de los resultados reflejó, en el caso de la capacidad de salto, una interacción estadísticamente significativa (p<0.05). Concretamente, la prueba de post hoc para las comparaciones inter-grupo mostró como tras todas las situaciones experimentales se produjo una aumento de la altura alcanzada en el CMJ. Así, con respecto a CON, para EXP-NW el incremento fue de 2.57 ± 4.21 cm (p=0.027), para EXP30-2 de 2.09 ± 3.55 cm (p=0.033) y para EXP30-4 de 1.73 ± 3.07 cm (p=0.039). En ningún caso se observaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos experimentales.La figura 1A refleja los datos relativos a la capacidad de salto en los diferentes grupos conformados.

En relación a la Pmax desarrollada para la carga relativa al 30% de la RM no se observó una respuesta estadísticamente significativa para la interacción entre grupos. No obstante, si comparamos los resultados para cada una de las situaciones experimentales con la situación CON, para la carga de 30% RM, podemos observar como tras EXP-NW se produjo un incremento de 37.70 ± 92.97 W (n.s.) y de 16.16 ± 46.15 W (n.s.) para EXP30-4, si bien, tras EXP30-2 se experimentó un descenso de 21.70 ± 72.28 W (n.s). La figura 1B refleja los resultados relativos a la Pmax desarrollada con el 30% de la RM en cada una de las intervenciones. En el caso de los resultados asociados a la prueba con una carga equivalente al 40% RM, la interacción si fue estadísticamente significativa (p<0.05). El análisis post-hoc reflejó que el efecto fue estadísticamente significativo sólo para EXP-NW en comparación con CON (+36.15 ± 70.39 W; p = 0.05), aunque tras EXP30-2 y EXP30-4 también se observó un incremento en la Pmax desarrollada, siendo el aumento de 32.77 ± 130.87 W y de 7.89 ± 98.93 W respectivamente (n.s.). En la figura 1C se pueden observar los valores relativos a la Pmax desarrollada con el 40% del RM tras las diferentes intervenciones.



A

B

C

**Figura 1.** Efecto de los diferentes protocolos aplicados sobre la capacidad de salto (A), la potencia desarrollada con una carga equivalente al 30% del RM (B) y una carga equivalente al 40% RM (C).

\* p<0.05

***4.2. Discusión.***

El propósito de este estudio fue evaluar los efectos agudos asociados a un ejercicio de ½ squat con carga submáxima de 4RMsobre el fenómeno PAP, analizando, a su vez, la respuesta asociada a este tipo de entrenamiento cuando era combinado con WBV a una frecuencia fija de 30 Hz y a una amplitud variable de 2-4 mm.

Los resultados obtenidos han reflejado un aumento en la capacidad de salto medida con CMJ tras EXP-NW en relación a CON. Estos resultados son similares a los obtenidos porMitchell et. al.(2011), quienes observaron incremento en la altura de salto en CMJ de un 2,9% y un incremento en del 10,7% en ½ sentadillatras utilizar un ejercicio dinámico de squat con carga de 5 RM.En esta misma línea,Young et al.(1998) en un estudio similar con el mismo protocolo ½ sentadilla 5RM y 4 min de descanso obtuvieron resultados cercanos a los mostrados por Mitchell et. al. (2011) con mejoras estadísticamente significativas de un 2.8%.

En cuanto a la Pmax desarrollada,nuestros resultados para EXP-NW han reflejado un incremento de ésta con carga equivalente al 40% del RM. Estos resultados son similares a los obtenidos por Chiu et al.(2003), quienestras un ejercicio squat al 5 RM observaron mejoras en la Pmax con cargas que iban desde el 40% al 70% del 1RM. En esta línea, Kilduf et al.(2007) mostraron en su estudio como tras la ejecución de un ejercicio de ½ squat al 3RM se producía una mejora en la Pmáx desarrollada durante un CMJ.

Si nos centramos en los resultados obtenidos tras los protocolos que combinaron el entrenamiento con WBV podemos decir que se produjo un aumento de la altura de salto tras los mismos en comparación a CON, si bien, la repuesta asociada a las dos situaciones experimentales que utilizaron WBV no supuso un incremento en relación a EXP-NW. De la misma forma no se observó un efecto positivo de las WBV sobre la Pmax desarrollada con carga del 30 y del 40% del RM. Estos datos guardan una relación directa con el reciente estudio de Naclerio et al.(2013) en el que se evaluaron los resultados obtenidos en un squat al 80% RM combinándolo también con WBV. Los autores tampoco constataron efectos agudos al igual que el presente estudio. No obstante no son muchos los estudios realizados hasta el momento que relacionen la WBV con la PAP por lo que será necesario plantear futuras investigaciones bajo esta línea para comprender definitivamente los verdaderos efectos que produce la WBV en este tipo de entrenamientos.

**5. CONCLUSIONES.**

En base a los resultados obtenidos podemos plantear las siguientes conclusiones a nuestro estudio:

* En relación al CMJ se observa que existe un incremento de la altura de salto tanto en EXP-NW como EXP-30-2 y EXP-30-4 con respecto a CON, si bien, la adición del WBV al protocolo experimental no supuso un efecto adicional.
* Para la Pmaxdesarrollada con carga equivalente al 30% del RM no se observó una respuesta estadísticamente significativa al comparar los protocolos experimentales con respecto a CON.
* Respecto a los resultados asociados a una carga equivalente al 40% RM se observó un aumento significativo tras EXP-NW con respecto a CON en la Pmáx, no siendo el efecto estadísticamente significativo para EXP30-2 y EXP30-4.

En base a esta respuesta, podemos decir que el ejercicio de ½ squat y carga de 4RM permite poner en marcha el fenómeno de PAP medido con CMJ y Pmax con carga del 40% del RM, si bien, dicha respuesta no se ve incrementada como consecuencia de la asociación de éste entrenamiento con WBV con frecuencia de 30 Hz y amplitud variable de 2-4 mm.

**6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**Abbate,F., A.J. Sargeant, VerdijkP.W.L. y A.deHaan (2000). Effects of hight-frecuency initial pulses and posttetanic potentiation on power output of skeletal muscle. *J. Appl. Physiol. 88:35-40.*

Amstrong, W.J., Nestle, H.N., Grinnell, D.C., Cole, L.D., Van Gilder, E.L., Warren, G.S. y Capizzi, E.A. (2008). The acute effects of whole-body vibration on the Hoffman réflex.*J Strength Con Res. 22: 471-476.*

Bosco, C., Colli, R., Introini, E., Cardinale, M., Tsarpela, O., Madella, A., Tihanyi, J. y Viru, A. (1999).Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure.Clin physiol. *19: 183-187.*

Brzycki, M. (1993). Strength Testing-Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue.*Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64(1): 88-90.

Cameron J. Mitchell, Digby G. Sale (2011). Enhancement of jump performance after a 5-RM squat is associated with postactivation potentiation*. Eur J ApplPhysiol 111:1957–1963.*

Cornie, P., Deane, S.D., Triplett, N.T. y McBride, J.M. (2006).Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength and power.*J Strength Cond Res. 20(2): 257-261*

Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., et al. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35: 1381-1395.

Crewther, B.T., Kilduff, L.P., Cook, C.J., Middleton, M.K., Bunce, P.J. y Yang, G.Z. (2011). The acute potentiating effects of back squats on athlete performance.*J Strength Cond Res*, 25(12): 3319–3325.

Cronin J. y McLean A. (2000). Functional measurement of leg extension musculature: protocols, research and clinical applications. *N Z J SportsMed*, 27: 40–43.

Da Silva-Grigoletto, ME, De Hoyo M, Sañudo B, Carrasco L, García-Manso*,.JM Journal of Strength and Conditioning Research., v.25, p.3326 - 3333, 2011.*

Enoka, R. M. (1994). Neuromechanical basics of kinesiology. Champaign, IL.: Human Kinetic.

Grange R. W., Vandenboom R. and Houston M. E (1995). Myosin phosphorylation auguments force-displacement and force-velocity relationships of mouse fast muscle. *Am. J. Physiol. 269:713-724*

Gullich, A.C. y Schmidtbleicher, D. (1996).MVC-induced short-term potentiation of explosive force.*N Stud Athlete*, 11: 67–81.

Gullich A. and Schmidtbleicher(1995) Short-termpotentiation of power performance induced by maximal voluntary contraccions. In:Book of Abstracts-XVth Congress of the international Society of Biomechanics.

Gullich A. and Schmidtbleicher(1999). Short-termpotentiation of power performance induced by maximal voluntary contraccions.In:Book of Abstracts-XVth Congress of the international Society of Biomechanics.

Houston M. E., Lingley M. D., Stuart D. S. and Grange R.W (1987). Myosin light chain phosphorylation in intact human muscle.*Fed. Eur. Bioc.Sci. 219:469-471. 1987*

Kearns, C. F.; Abe, T. y Brechue, W. F. (2000).Muscle enlargement in sumo wrestlers includes increased muscle fascicle ength. *European Journal of Applied Physiology, 83(4­5):289­296.*

Kilduff LP, Bevan HR, Kingsley MI, Owen NJ, Bennett MA, Bunce PJ, Hore AM, Maw JR, Cunningham DJ. 2007. *J Strength Cond Res. Postactivation potentiation in professional rugby players: optimal recovery. Nov; 21(4):1134-8.*

Kilduff LP, Owen N, Bevan H, Bennett M, Kingsley MI, Cunningham D. J Sports Sci. 2008. *Influence of recovery time on post-activation potentiation in professional rugby players.. Jun; 26(8):795-802.*

Lamont, H.S., Craner, J.T., Bemben, D.A., Shehab, R.L., Anderson, M.A. y Bemben, M.G. (2009). Effects of 6 week of perdiodized squat training with or without whole-body vibration on jump height and power output following acute vibration exposure. *J Strength Cond Res. 23: 2325-2009.*

O’leary Deborah D., Karen Hope, and SaleDigby G (1998). Influence of gender on post-tetanic potentiation in human dorsiflexors. *Can. J. Phisiol. Pharmacol.76:772-779*

Radcliff, J.C. y Radcliff, J.L. (1996). Effects of different warm-up protocols on power output during a single response jump task. (Abstract). *Med Sci Sports Exerc*, 28: S189.

Sale Digby G (2002). Postactivation potentiation: Role in human performance. *Excerc. Sport Sci. Rev. 30:138-143.*

Sandra Livia de Assis Ferreira, Valeria Leme Gonçalves Panissa. Bianca Miarka, and Emerson Franchini (2012). Postactivation potentiation: effect of various recovery intervals on bench press power performance. *Journal of Strength and Conditioning Research 26(3)/739–744*

Sweeney H.L., Bowman Bonita F., and Stull James T (1993). Myosin light chain phosphorylation in vertebrates striated muscle: regulation and function. *Am. J. Physiol. 264:1085-1095.*

Sweeney H.L., Bowman Bonita F., and Stull James T (1993). Myosin light chain phosphorylation in vertebrates striated muscle: regulation and function. *Am. J. Physiol. 264:1085-1095*

Vandervoort A. A., Quilan J., and McComas A. J (1983). Twitch potentiation after voluntary contraction. *Exp. Neurol. 81:141-152*

Varo, J. J., Martínez-González, M. A., De Irala-Estévez, J., Kearney, J., Gibney, M. y Martínez, J. A. (2003). Distribution and determinants of sedentary lifestyles in the European Union.*International Journal of Epidemiology*, 32: 138-146.

Verkhoshansky Yuri, (2000) Siff Mel C *Superentrenamiento.*

Verkhoshansky Y. (1986). Speed-strength preparation and development of strength endurance of athletes in various specializations.*Sov. Sports Rev. 21(3):120-124*

Verkhoshansky Y. (2001). Teoría y metodología del entrenamiento deportivo. *Ed. Paidotribo.*

Young, W.B., Jenner, A. y Griffiths, K. (1998). Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *J Strength Cond Res*,12: 82–84.

Young Warren B., Jenner Andrew, and Kerrin Griffiths (1998). Acute Enhancement of Power Performance From Heavy Load Squats. *J. Strenght and Cond. Res. 12:82-84*