

Efectos de dos métodos de entrenamiento de la fuerza sobre la musculatura extensora de la articulación de la rodilla

JUAN M. GARCÍA MANSO (1)

IBAN VAZQUEZ PÉREZ (1)

ROBERTO HERNÁNDEZ

RODRÍGUEZ (1)

JULIO TOUS FAJARDO (2)

(1) Departamento de Educación Física de la ULPGC
(2) INEF Catalunya

CORRESPONDENCIA:
manso@cief.eef.ulpgc.es

RESUMEN: Dieciséis estudiantes de educación física (♂: 11; ♀: 5), organizados en dos grupos (V y NV), fueron sometidos a un entrenamiento de 6 semanas de duración (3 sesiones/semana). El entrenamiento consistía en mantener una contracción isométrica de la musculatura extensora de la rodilla. Esta posición debía mantenerse con una intensidad creciente (2 series x 6 repeticiones x 15" y recuperación 45" y 5' hasta 3 series x 6 repeticiones x 30" y recuperación 30" y 3') y modificando la angulación de la articulación de la cadera (90° a 180°). La diferencia entre ambos grupos consistía en que uno de ellos añadía un estímulo vibratorio (30 Hz) (plataforma N.E.M.E.S. Bosco-System). Las variables de control fueron evaluadas mediante una batería de tests motores (IRM en 1/2 sentadilla, SJ, CMJ, SJO-60 y Reactividad 5"), aplicada en diferentes fases del estudio (inicio, mitad, final y cuatro semanas después). A los datos se aplicaron análisis descriptivos y comparativos (Friedman y Wilcoxon). Se observaron cambios importantes en ambos grupos durante las tres primeras semanas (Fmax: NV=48.1%, P<0.03 y V=39.22%, ns; Reactividad: NV=8.06%, ns y V=12.02%, P<0.03; SJ: NV=3.87%, ns y V=8.81%, P<0.01), al final del proceso (Fmax: NV=58.1%, P<0.03 y V=60.68%, P<0.03; Reactividad: NV=10.12%, P<0.03 y V=13.1%, P<0.03) y tras el descanso (Fmax: NV=73.39%, P<0.005 y V=55.24%, P<0.005; SJ: NV=5.75%, P<0.03 y V=5.86%, ns). En conclusión, podemos señalar que, en sujetos poco entrenados, el entrenamiento isométrico en extensión, con o sin vibración añadida, es un excelente estímulo para la mejora de la fuerza explosiva, reactiva y máxima.

PALABRAS CLAVE: Fuerza, vibración, entrenamiento.

SUMMARY. Sixteen students of physical education (♂: 11; ♀: 5) divided in two groups (V and NV), underwent a 6-week training program (3 sessions/week). The training consisted of maintaining an isometric contraction of the knee extensor muscles. This position had to be kept with an increasing intensity (from 2 sets x 6 repetitions x 15" and 45"/ 5' recovery to 3 sets x 6 repetitions x 30" and 30"/ 3' recovery) and changing the hip joint angle (from 90° to 180°). The difference between both groups lay in the fact that one of them added a vibratory stimulus (30 Hz) (N.E.M.E.S. Bosco-System platform). Control variables were evaluated by a motor battery of tests (IRM in 1/2 Squat, SJ, CMJ, SJO-60 and Rebounds 5") applied at different stages of the study (pre, mid, post and after four weeks detraining). Descriptive and comparative analyses (Friedman and Wilcoxon) were applied to the data. Important changes were observed in both groups during the first three weeks (Max. Strength: NV=48.1%, P<0.03 and V=39.22%, ns; Rebounds: NV=8.06%, ns and V=12.02%, P<0.03; SJ: NV=3.87%, ns, and V=8.81%, P<0.01), at the end of the training programme (Max. Strength: NV=58.1%, P<0.03 and V=60.68%, P<0.03; Rebounds: NV=10.12%, P<0.03 and V=13.1%, P<0.03) and after the detraining stage (Max Strength: NV=73.39%, P<0.005 and V=55.24%, P<0.005; SJ: NV=5.75%, P<0.03 and V=5.86%, ns). As a conclusion, the isometric training in extension with or without vibration is an excellent stimulus to improve Maximal, Explosive and Reactive strength in individuals with a low level of training.

KEY WORDS: Strength, vibration, training.

INTRODUCCION

Durante los últimos años cada vez se le ha dado mayor importancia al entrenamiento de la fuerza, hasta el punto de llegar a ser considerada como una cualidad principal y determinante para la práctica de cualquier modalidad deportiva. Por este motivo la mayor parte de deportistas dedican un considerable número de horas al desarrollo de dicha cualidad física básica. Para tal fin se han venido desarrollando numerosos métodos de entrenamiento, en los que la investigación y la tecnología aportan nuevas soluciones que favorecen y potencian el trabajo del entrenador.

Entre las soluciones metodológicas más recientes está el uso de contracciones isométricas en las que el músculo se encuentra en una elongación forzada. Paralelamente, han aparecido unas investigaciones en las que se intentaba la potenciación nerviosa del músculo mediante la activación del *reflejo vibratorio* a través de maquinaria especialmente diseñada para conseguir los desplazamientos y frecuencias de movimiento que pudieran ser más útiles para este fin.

En la actualidad está perfectamente documentado la incidencia que la aplicación de cargas isométricas tiene sobre la fuerza máxima, fuerza explosivo tónica y la fuerza explosivo balística (Rose-1952; Hettinger y Muller-1953; Troiser-1980; Chauvin-1980; Knapik et al.-1983; Fleck y Kraemer-1987). Sin embargo, son pocos los estudios que hayan investigado la incidencia que tendría utilizar cargas de entrenamiento de carácter isométrico en elongación y de larga duración. A pesar de ello, en muchas modalidades deportivas (atletismo, voleibol, etc.) algunos entrenadores las utilizan sistemáticamente con el objeto de conseguir adaptaciones tanto en estructuras contráctiles musculares como en sus componentes elásticos.

La experiencia de muchos de estos técnicos muestra que esta modalidad de entrenamiento garantiza un buen acondicionamiento muscular y una mejora de la fuerza máxima, pero sin embargo no siempre se observan beneficios, especialmente cuando la aplicación es prolongada, sobre la manifestación rápida de la fuerza. Los especialistas de disciplinas de saltos emplean el trabajo isométrico mantenido en elongación para asegurar hipertrofias sobre el tejido conjuntivo que eviten sobrecargas de los tendones durante el entrenamiento específico. Algo similar suelen hacer algunos preparadores de voleibol con el mismo objetivo.

Por su parte, el entrenamiento vibratorio se ha venido utilizando de forma aislada en modalidades deportivas que se caracterizan por una elevada explosividad (boxeo, saltos, velocidad, voleibol, etc.), tratando de aprovechar las ventajas que ofrece el reflejo vibratorio. Este reflejo fue descrito por Matthews (1966) y Eklun y Hagbarth (1966), quienes com-

probaron que la tensión muscular se incrementaba cuando el músculo era sometido a una vibración, a lo que le dieron el nombre de *Reflejo Tónico de Vibración*. Más recientemente autores como Rohmert et al (1989), Issurin et al (1994), Weber y Bosco (1998) observan que la aplicación de cargas de vibración (30-44 Hz) permite un incremento de la manifestación rápida de la fuerza tanto del miembro inferior como superior, mientras que Künnemeyer y Schmidtbleicher (1997), Issurin y Tenenbaum (1999), Armstrong (1987), Nazarov y Spivak (1987) y Bosco (1998) comprueban el mismo efecto sobre la fuerza máxima cuando se aplican cargas con el mismo rango de frecuencia. Entre la bibliografía, por nosotros utilizada, solo encontramos dos casos de disminución de la Fuerza isométrica máxima y de la Fuerza máxima dinámica. Rudolph (1994) habla de que en algunos casos disminuye la fuerza, algo que también se observa en el trabajo de Samuelson et al (1989) cuando aplica un protocolo de trabajo con estímulos de vibración (20 Hz).

Nuestro interés se centró en comprobar la eficacia que tendría, en sujetos de bajo nivel de entrenamiento, la aplicación de cargas isométricas en extensión sobre la fuerza máxima y dinámica de la musculatura extensora de la rodilla. Así mismo, tratamos de analizar la incidencia que sobre estos parámetros tendría la incorporación de un estímulo vibratorio al mismo protocolo de entrenamiento.

METODOLOGIA

Muestra: Se utilizó una muestra de 16 sujetos poco entrenados, estudiantes de educación física (11 hombres y 5 mujeres) de edades comprendidas entre los 21 y los 29 años. Se organizaron en dos grupos de 8 personas, seleccionados de forma aleatoria, a los que se les entregó un escrito de conformidad en el que se les explicaba el objeto y las derivaciones del estudio. El primer grupo (V) estaba formado por 6 hombres (edad 23.67 años +/- 1.6, altura 177.66 cm +/- 4.63, peso 71.58 Kg +/- 5.46, Ø muslo 70.20 cm +/- 3.54, % grasa 10.17 +/- 2.36) y 2 mujeres (edad 23.39 años +/- 1.8, altura 164.5 cm +/- 0.71, peso 52 Kg +/- 4.24, Ø muslo 51.16 cm +/- 1.52, % grasa 13.4 +/- 5.61). Mientras que el segundo (NV) se componía de 5 hombres (edad 21.13 años +/- 2.6, altura 175.6 cm +/- 3.36, peso 73 Kg +/- 7.71, Ø muslo 67.25 cm +/- 7.19, % grasa 10.87 +/- 2.66) y 3 mujeres (edad 22.24 años +/- 0.9, altura 163.67 cm +/- 0.58, peso 56.33 Kg +/- 2.08, Ø muslo 55.32 cm +/- 7, % grasa 16.61 +/- 2.86).

Valoraciones: A todos los sujetos se les evaluó la Fuerza máxima dinámica y la Fuerza velocidad en cuatro ocasiones (antes del entrenamiento, a las tres semanas, al finalizar el

entrenamiento y cuatro semanas después). La Fuerza máxima dinámica de la musculatura extensora se evaluó de forma indirecta (protocolo de Brzycki: $\%RM = 102.78 - 2.78 \times \text{Repeticiones}$) a través del test de media sentadilla, mientras que la Fuerza velocidad se evaluó mediante la batería de tests propuesta por Bosco (SJ₀, SJ₂₀, SJ₃₀, SJ₄₀, SJ₅₀, SJ₆₀, CMJ, Reactividad₅) (Bosco-1994).

Materiales: Para la valoración de la fuerza se utilizó una plataforma de contacto (Ergojump Bosco System Psion organiser II Model XP), una barra olímpica de halterofilia y discos de 5,10,15,25 kilos. Durante el entrenamiento se utilizaron tirantes de musculación (RF) y una plataforma vibratoria NEMES Bosco Systmen (Neuromuscular Mechanical Stimulation). Los datos antropométricos fueron tomados con cinta métrica metálica y calibrador de grasas Holtain (precisión 0.2 mm; presión 10 gr/mm²).

Temporalización: Antes de iniciar el entrenamiento, los sujetos fueron citados en el laboratorio en tres ocasiones. El primer día se les explicó de forma detallada el desarrollo de la investigación y se les organizó en dos grupos (vibratorio "V"

y no vibratorio "NV"). El segundo día se les realizó las mediciones antropométricas y se les evaluó la Fuerza máxima. El tercer día se realizó la batería de tests de Fuerza explosiva (test de saltos). Este mismo orden, horario y condiciones previas, fueron respetadas para el resto de controles (mitad, final del entrenamiento y desentrenamiento). Dos semanas más tarde, se inició el entrenamiento asignando un horario fijo para su ejecución. Su duración fue de tres semanas a razón de tres sesiones semanales con un 48 horas de descanso.

Entrenamiento: Uno de los grupos realizó el trabajo isométrico de extensión utilizando tirantes de musculación (RF) que permitían su sujeción del sujeto mediante tiras que iban desde una fijación hasta las pantorrillas de ambas piernas. Cada uno de los sujetos completó un trabajo progresivo de 18 sesiones de entrenamiento en los que el volumen de carga aumentó de las 12 repeticiones y 180 segundos efectivos de trabajo, a las 18 repeticiones y 540 segundos de trabajo efectivo. La progresión de la carga se acompañó con una reducción de la recuperación entre repetición y serie y una modificación de la posición del cuerpo en relación con los ángulos de rodilla y cadera, tal y como queda escrito en la tabla siguiente:

Tabla I

Semana	Series sesión	Repeticiones Por Serie	Duración/ Repetición	Recuperación repetición/serie	Posición Rodilla/cadera
1	2	6	15"	45" y 5'	90° rodilla 90° cadera 
2	2	6	20"	35" y 5'	90° rodilla 135° cadera 
3	3	4	30"	30" y 4'	90° rodilla 135° cadera 
4	3	5	30"	30" y 4'	90° rodilla 135° cadera 
5	3	6	30"	30" y 4' y 5'	90° rodilla 180° cadera 
6	3	6	30"	30" y 3' y 4'	90° rodilla 180° cadera 

Nota: En la sexta semana los sujetos añadían un movimiento de flexo-extensión de cadera en la posición de trabajo

El segundo grupo realizó el mismo entrenamiento, pero en esta ocasión colocando al sujeto sobre una plataforma vibratoria NEMES Bosco-System, a la que se realizó una serie de modificaciones que permitían al ejecutante apoyar la punta del pie sobre una estructura fija y fijar la planta de los

pies sobre unas bandas plásticas antideslizantes que permitían una posición estable y segura durante la realización del ejercicio. La vibración con la que se trabajó fue 30 Hz de frecuencia (10 mm de desplazamiento).

Estadísticas: Con los datos obtenidos se realizó un estadística descriptiva (medias y desviaciones típicas) y una estadística comparativa (comparaciones de medias) aplicando los Tests de Friedman y test de comparación de medias relacionadas y no relacionadas (Wicoxon) mediante paquete estadístico SPSS-11.

RESULTADOS

Fuerza máxima: Los resultados entre el test inicial y test intermedio (3 semanas) fueron: NV = 52.57 kg +/- 20.43, P<0.03; V = 49.73 Kg +/- 13.53, ns. Entre test intermedio y test final (6 semanas) las variaciones fueron de: NV= 10.94 Kg +/- 18.28, P<0.03; V = 27.21 Kg +/- 16.91, P<0.03. El resultado final supuso un incremento de la fuerza máxima entre el inicio y el final del entrenamiento (NV = 63.51 Kg +/- 27.20, P<0.03; V = 76.94 Kg +/- 20.14, P<0.03). En cuanto a los valores que encontramos en lo que hemos denominado fase de desentrenamiento (4 semanas tras el test fi-

nal) los resultados respecto al test final fueron: NV = 16.72 Kg +/- 19.52, ns; V = -6.69 Kg +/- 20.39, ns. Por tanto, las diferencias finales entre test inicial y el desentrenamiento fueron de NV= 80.23 Kg +/- 18.22, P<0.005; V= 70.04 Kg +/- 20.17, P<0.005.

Explosividad (SJ): Los datos obtenidos de la comparación entre el test inicial y test intermedio fueron: NV= 1.09 cm, ns; V= 2.9 cm +/- 2.5, P<0.03. Entre el test intermedio y final supuso una disminución de NV= -0.66 cm, ns; V= -1.1 cm +/- 2.8, ns. Las diferencias entre test inicial y test final en NV= 0.43 cm, ns; V= 1.8 cm, n.s. Por último, entre test final y test realizado tras las semanas de recuperación dio incrementos de NV=1.64 cm, P<0.008; V= 0.13 cm +/- 2.1, ns, mientras que la diferencia entre el inicial y el que se realizó tras el desentrenamiento fue NV=2.06 cm +/- 2.7, P<0.03; V=1.93 cm +/- 3.1, ns

Para facilitar su lectura, los datos recogidos del test SJ con sobrecargas quedan reflejadas en la siguiente tabla:

Tabla II

VIBRATORIO						
Test / Kg	SJ 0	SJ 20	SJ 30	SJ 40	SJ 50	SJ 60
Inicial	32,91	20,75	17,59	13,75	10,81	9,133
Intermedio	35,81	23,99	20,05	16,25	13,64	11,77
Final	34,71	25,34	20,48	16,96	13,15	11,37
Desentrenamiento	34,84	23,49	19,6	16,58	13,34	11,67
NO VIBRATORIO						
Test / Kg	SJ 0	SJ 20	SJ 30	SJ 40	SJ 50	SJ 60
Inicial	28,11	18,03	14,9	12,13	9,5	9,975
Intermedio	29,04	19,2	16,16	12,93	10,66	10,35
Final	28,54	19,7	16,78	13,29	11,21	10,15
Desentrenamiento	30,18	19,75	16,58	14,03	11,28	11,38

Reactividad (R 5^o): El test inicial y test intermedio de reactividad (R5^o) muestra las siguientes variaciones: NV=2.04 cm +/- 3.02, ns; V=3.45 cm +/- 3.69, P<0.03. Entre el test intermedio y final se dio un incremento de NV=0.53 cm +/- 3.25, ns; V=0.31 cm +/- 3.1, ns. Quedando las diferencias entre test inicial y test final en NV=2.56 cm +/- 3.03, P<0.03; V=3.76 cm +/- 4.54, P<0.03. Por último, entre test final y test tras el desentrenamiento se dieron resultados de NV=0.31 cm +/- 2.73, ns; V= -0.62 cm +/- 3.96, ns, mientras que la diferencia entre test inicial y test tras desentrenamiento fue NV= 2.88 cm +/- 2.19, P<0.03; V= 3.14 cm +/- 4.11, ns.

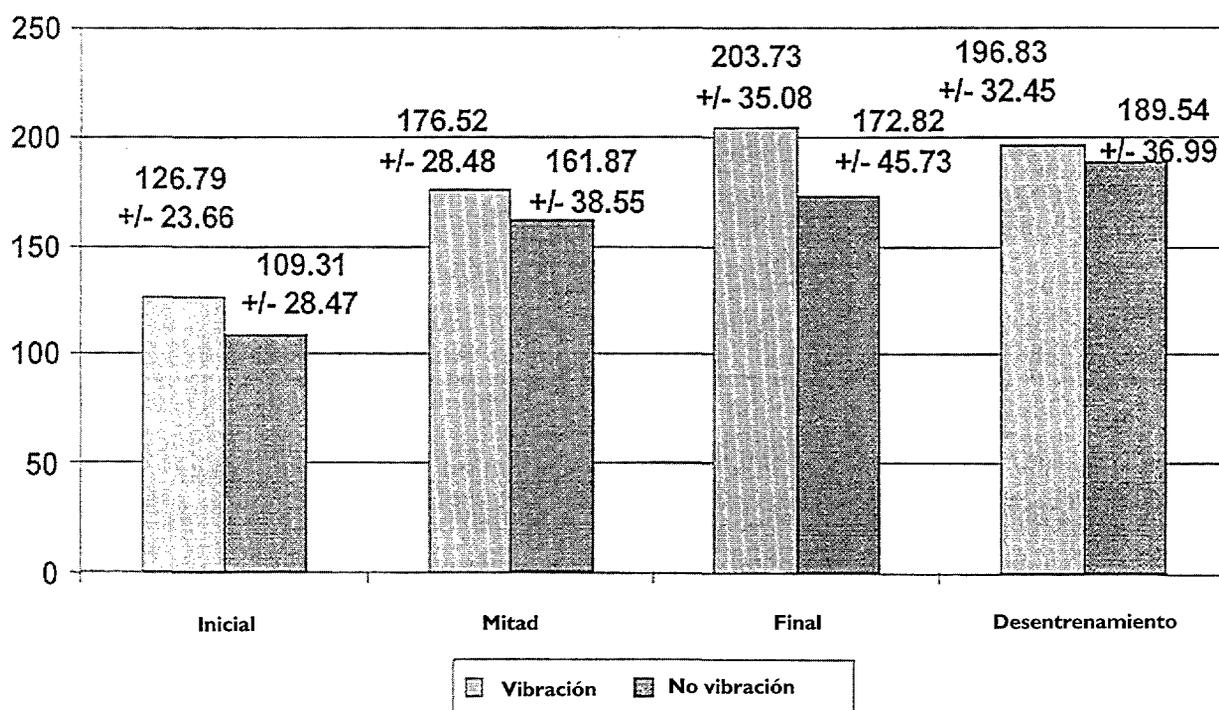
Capacidad elástica (CMJ-SJ): El índice de elasticidad (CMJ-SJ) inicial e intermedio muestran las siguientes variaciones: NV=0.29 cm +/- 1.68, ns; V=0.21 cm +/- 2.76, ns. Entre el intermedio y final se dio unos resultados de NV=0.86 cm +/- 1.59, ns; V= -0.03 cm +/- 3.34, ns. Quedando las diferencias entre el índice de elasticidad inicial y final en NV=1.15 cm +/- 2.04, ns; V=0.18 cm +/- 3.10, ns. Por último, entre índice final e índice tras el desentrenamiento se dieron resultados de NV= -0.84 cm +/- 2.02, ns; V= 0.98 cm +/- 2.39, ns, mientras que la diferencia entre inicial y tras desentrenamiento fue NV= 0.31 cm +/- 2.21, ns; V= 1.16 cm +/- 2.02, ns.

DISCUSION

Se observó un importante incremento de los niveles de fuerza máxima en ambos grupos entre el inicio y el final del entrenamiento (NV=58.1 %, $P<0.03$; V=60.68%, $P<0.03$). Este incremento es especialmente importante en todos los casos al final de las tres primeras semanas (NV =48.1%, $P<0.03$; V =39.22%, ns). Sin embargo, tras el periodo de recuperación (desentrenamiento) el comportamiento de los dos

grupos es diferente. Mientras el grupo que no utilizó vibraciones sigue mostrando ganancias de fuerza máxima cuatro semanas después del final del entrenamiento (NV=9.67%, ns), el grupo que empleó el estímulo vibratorio presenta una ligera disminución (V= -3.39%, ns). Es necesario señalar que, en ambos grupos, algunos sujetos terminaron el test sin llegar al límite de sus posibilidades potenciales por razones de seguridad, ya que hubiera sido necesario emplear cargas que suponían un riesgo evidente para la integridad de su espalda.

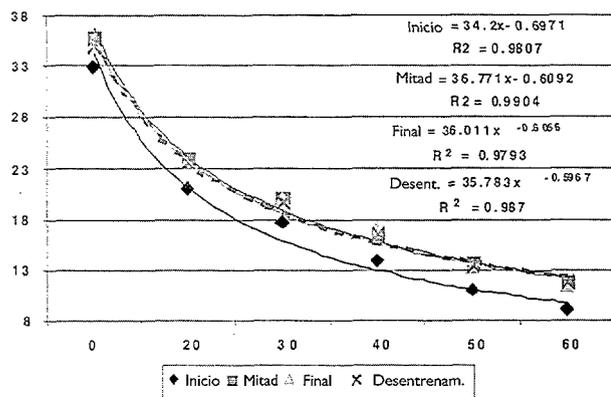
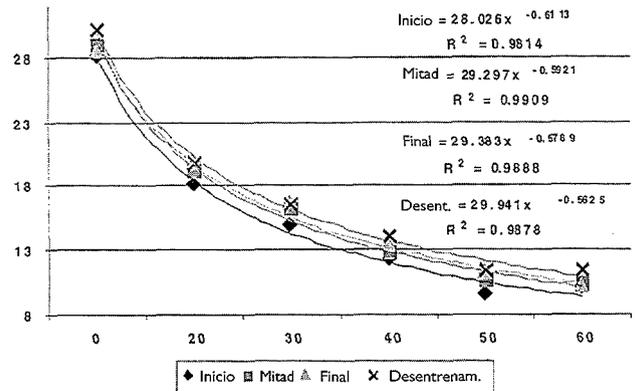
Figura I Fuerza máxima



Para nuestra muestra, la incidencia que tienen sobre la fuerza máxima el uso de uno u otro protocolo de trabajo es mínima, no observándose diferencias estadísticamente significativas (2.58%;ns) entre las mejoras alcanzadas con ambos a lo largo de las seis semanas de entrenamiento. Aunque no disponemos de estudios que comparen entre sí ambos métodos de entrenamiento, si existen trabajos que analizan los efectos que tiene la utilización de vibraciones. Künnemeyer y Schmidbleicher (1997) e Issurin y Tenenbaum (1999) encuentran mejoras evidentes de la fuerza con estímulos vibratorios (8.6% vs 10.4% - 7.9%), aunque los protocolos de entrenamiento utilizados eran diferentes (diferente carga: no isométrico mantenido, los grupos musculares analizados eran distintos y el estímulo de vibración ligeramente superior, 40- 44 Hz). Armstrong (1987) consigue incrementos

del 52% aplicando un estímulo vibratorio a la musculatura flexora de la mano. Por su parte, Nazarov y Spivak (1987) encontraron mejoras, del 50-60% en gimnastas y del 80% en atletas, en la fuerza estática de la musculatura del hombro después de 12 sesiones de estímulo vibratorio. Por otro lado, Weber (1997) señala que, mediante la aplicación durante 12 semanas, de un estímulo vibratorio de 25 Hz a unos movimientos de cruce de polea y polea baja, se alcanzan un aumento un 8% mayor que sin el añadido de la vibración.

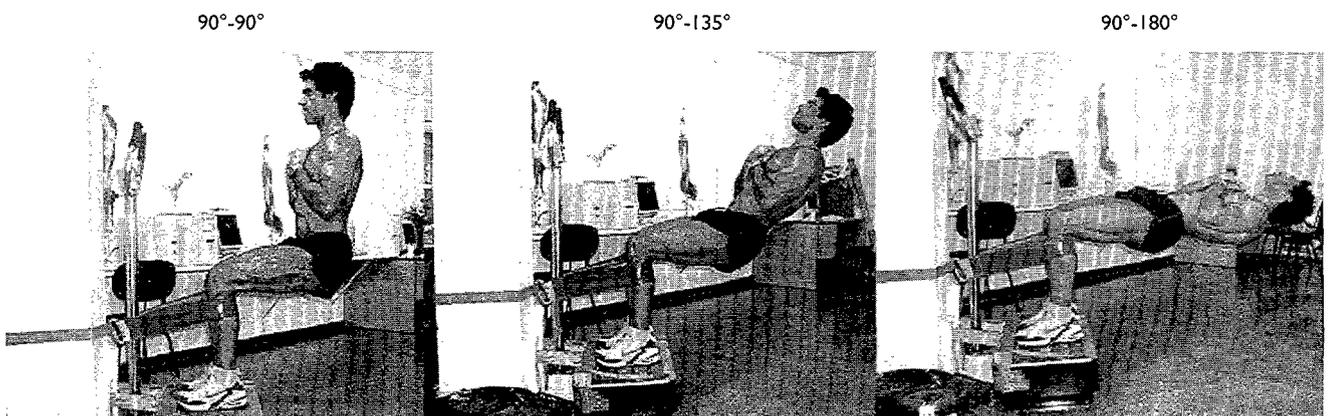
A tenor de los resultados obtenidos parece ser que no es necesario añadir las vibraciones al trabajo isométrico en extensión para conseguir importantes mejoras de la fuerza máxima, a la vez que encontramos un efecto retardado mucho más favorable entre aquellos que solo utilizan las cargas mantenidas ($P<0.02$).

Figura II Curva F-V Vibratorio (V)

Figura III Curva F-V No vibratorio (V)


La manifestación explosiva de la fuerza, en ambos grupos, muestra un comportamiento ligeramente diferente entre ellos. Mientras el grupo que utilizó la plataforma vibratoria consigue ganancias significativas en SJ al final de las tres primeras semanas (8.81%, $P < 0.01$) en el otro grupo (NV) su mejora no se manifiesta de forma tan evidente (3.87%; ns), aunque sin mostrar diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Sin embargo, en las tres semanas siguientes ambos grupos sufrieron un ligero empeoramiento (-3.10% vs -2.26%). En la etapa de desentrenamiento, la explosividad se mantiene estabilizada en el grupo V mientras que el resto de la muestra (NV) presenta una ligera recuperación (5.75%) que le permite alcanzar una ganancia acumulada, respecto al inicio de la investigación, del 7.36% ($P < 0.03$). Este mismo comportamiento se repite en las curvas de fuerza-velocidad expresadas a través de la capacidad de salto con cargas crecientes.

Esto nos hace pensar que, en sujetos de condición física similar a los sujetos de muestra empleada, el tiempo de aplicación de cargas isométricas mantenidas debe ser uno de los criterios que más se debería controlar a la hora de mejorar la fuerza velocidad. Podemos ver, que mientras nueve sesiones de entrenamiento parecen resultar un estímulo excelente para mejorar la manifestación rápida de la fuerza, 18 sesiones resultan una carga excesiva, y por lo tanto innecesaria, para conseguir este objetivo. Posiblemente, disminuciones en la densidad de trabajo (días/semanas) nos podrían permitir incrementar el periodo de tiempo en el que poder aplicar este modelo de entrenamiento.

Por otro lado, el empleo de las vibraciones parece resultar una forma eficaz para mejorar la explosividad de un sujeto. Observemos que hay una diferencia evidente entre las ganancias de fuerza a favor de aquellos que utilizaron esta estimulación durante el presente estudio. También Bosco et al.

Figura IV


(1999b), cuando utilizan sólo las vibraciones, encuentran una mejora de la potencia mecánica de la musculatura flexora del codo de diez boxeadores al ser sometido a 5 minutos de trabajo efectivo de vibraciones de 30 Hz. En una recopilación realizada por el mismo autor (Bosco et al.-1999a), señala que una sesión de 10 minutos en la que se aplique un trabajo de vibración general para todo el cuerpo (WBV) se podrían obtener mejoras de la fuerza velocidad y de la potencia de jugadores de voleibol, ganancias que con los métodos tradicionales de entrenamiento de la fuerza se necesitaría de varias semanas de trabajo.

Antes de comenzar la investigación, uno de los resultados que se preveía como más probables estaba relacionado con la incidencia que la vibración pudiera tener sobre la **capacidad reactiva** del sujeto evaluada mediante el test que Bosco (1994) denomina test de reactividad en 5 segundos. Bosco (AE) (1998) señala que la aplicación de una carga de 10 minutos de vibración (10 días) mejora la altura media y la máxima potencia mecánica medidas con el test de reactividad de 5". En nuestro estudio, ambos métodos de entrenamiento (V y NV) provocan mejoras en este test (V = 12.02%, $P < 0.03$; NV = 8.06%, ns) al final de las tres primeras semanas de entrenamiento, reduciéndose considerablemente las ganancias hasta el final del proceso desentrenamiento. Se puede observar como en los sujetos estudiados las principales ganancias se dan entre aquellos que añaden la vibración al protocolo de trabajo. Sin embargo, también puede comprobarse que, en el presente estudio, las cuatro semanas de recuperación determinan una mejora en el resultado de este test sólo para aquellos sujetos que no utilizaron la vibración (NV), mientras que el resto de la muestra (V) sufre una ligera pérdida en esta capacidad (+1.15% vs -1.91%).

Por último, se puede comprobar que, en lo referente a la **capacidad elástica**, tras las tres primeras semanas se obtienen mayores incrementos en el grupo que no fue sometido al estímulo vibratorio (NV) (NV: 16.66 %, ns; vs V: 6.46 %, ns). Estas diferencias se ven incrementadas de forma importante al final del entrenamiento, de forma que el grupo que no empleó vibraciones aumentó un 42.36 % (ns) con respecto al test anterior, mientras que el resto de sujetos (V) no modifican su capacidad elástica de forma apreciable (V= -0.87 %, ns). Lo que verdaderamente atrae nuestra atención, es el comportamiento observado en ambos grupos tras el periodo de desentrenamiento. A diferencia de lo que venía ocurriendo en los demás indicadores (F max, SJ, Curva F-V y Reactividad), la capacidad elástica del grupo NV sufre unas pérdidas tales que le llevan casi a los valores obtenidos en el test intermedio (- 29.06%, ns), mientras que el grupo que recibió el añadido del estímulo vibratorio (V) muestra unas importantes ganancias (28.57 %) tras el reposo.

CONCLUSION

Tras analizar los resultados obtenidos en nuestro estudio, podemos afirmar que 9 sesiones de entrenamiento isométrico en extensión, con o sin vibración añadida, parecen ser un excelente estímulo para la mejora de la fuerza explosiva, reactiva y máxima, así como de la capacidad elástica. Mientras que la aplicación de un estímulo vibratorio no consigue mejorar los efectos del entrenamiento isométrico sobre la fuerza máxima, esta forma de trabajo sí es eficaz para conseguir mayores mejoras en las demás manifestaciones de la fuerza anteriormente mencionadas. Este mayor efecto puede atribuirse a la posibilidad de que los mecanismos propioceptivos se vean más intensamente involucrados por el estímulo vibratorio.

Bibliografía

- Bosco, C. (1998). *L'effetto della vibrazione sulla forza muscolare e sul profilo ormonale in atleti*. *Atleticastudi*, 4-5-6: 7- 14.
- Bosco, C., Cardinale, M. and Tsarpela, O. (1999). *Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles*. *Eur J Appl Physiol*, 79, 306- 311.
- Bosco, C., Cardinale, M., Tsarpela, O. and Locatelli, E. (1999). *New trends in training science: The use of vibrations for enhancing performance*. *New Studies in Athletics*. 14:4, 55- 62.
- Chauvin, C. "Le renforcement musculaire per le travail statique intermittent". *Ann. Kinesither.*-7297-302. (1980). En *Musclation et entretien musculaire du sportif*. Paris. De. Chirón. (1987).
- Eklund, G., Hagbarth, K.E. (1966). *Normal variability of tonic vibration reflex in man*. *Experimental Neurology*, 16, 80- 92.
- Fleck, S.J. Kraemer, W.J. *Designing resistance training programs*. Champaign (Ill.). Human Kinetics Books. (1987).
- Hettinger, T., Muller, E. *Physiologie*. 1:90. (1955).
- Issurin, V.B. and Tenenbaum, G. (1999). *Acute residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes*. *Journal of Sports Sciences*, 17, 177- 182.
- Issurin, V.B., Liebermann, D.G. and Tenenbaum, G. (1994). *Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility*. *Journal of Sports Sciences*, 12, 561- 566.

- Knapik, J.J., Mawdsley, R.H., y Ramos, M.U. "Angular specificity and test mode specificity of isometric and isokinetic strength training". *Journal of Orthopedic Sports Physical Therapy*. 5: 58-65. (1983).
- Künnemeyer, J./Schmidtbleicher, D. (1997). *Die Rhythmische neuromuskuläre Stimulation RNS*. Leistungssport RFD, 27, n2, 39- 42.
- Matthews, P.B.C. (1966) *The reflex excitation of the soleus muscle of the decerebrate cat caused by vibration applied to its tendon*. *Journal of Physiology*, 184, 450- 472.
- Rohmert, W., Wos, H., Norlander S. and Helbig, R. (1989). *Effects of vibration on arm shoulder muscle in three body postures*. *Eur J Appl Physiol*, 59, 243- 248.
- Rose, D., Radzynski, S., Beatty, R. "Effect of brief maximal exercise on the strength of the quadriceps femoris". *Acta Physiology Medicine*. 38 1657-164. (1952).
- Samuelson, B., Jorfeldt, L. and Ahlborg, B. (1989). *Influence of vibration on endurance of maximal isometric contraction*. *Clinical Physiology*, 9, 21- 25.
- Troisier, O. "Méthode d'évaluation de la force musculaire par le travail statique". *Annual Kinésithér*. 7:291-296. (1980).