

EFFECTOS A CORTO PLAZO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO CON PLATAFORMA DE VIBRACIONES SOBRE DIFERENTES MANIFESTACIONES DE LA FUERZA EN HOMBRES Y MUJERES NO ENTRENADOS

JOSE LUIS VERA RIVERA *

Profesor Universidad de Pamplona
Doctor en ciencias de la Cultura Física
Vera10jose@hotmail.com
Universidad de pamplona, facultad de Salud
Grupo de investigación Actividad física recreación y deportes

JOSE ANTONIO DE PAZ FERNANDEZ**

Profesor Universidad de león España
japaz@unileon.es
Doctor en Medicina y Cirugía Universidad de Salamanca – España.

NELSON ADOLFO MARIÑO LANDAZABAL***

Profesor Universidad de Pamplona
Doctor en ciencias de la Actividad Física y del Deporte
nlandazabal@unipamplona.edu.co
Universidad de pamplona, facultad de Salud
Grupo de investigación Actividad física recreación y deportes

RESUMEN

Después de la rigurosa búsqueda bibliográfica, controles médicos y asignación aleatoria de grupos, se ha realizado un programa para identificar las posibles mejoras en la fuerza del miembro inferior producidas por el novedoso método de La Estimulación Mecánica Muscular – Vibraciones de Cuerpo Completo (EMM- WHOLE BODY VIBRATION) a corto plazo, con plataforma de vibración (8 semanas, 3 veces por semana); frente al entrenamiento Convencional (CONV) con sobrecarga (sentadilla-squat), y la utilización de un grupo control con estudiantes del INEF (n=62) de La Universidad de León, contando con 29 hombres de (21,1 ± 2,2 años) y 33 mujeres de (21,1 ± 2,7 años). Mediante el control del entrenamiento en tres momentos de medición se analizó la evolución y ganancia de: Fuerza Explosiva (SJ-CMJ), Flexibilidad (Sit and Reach), Fuerza Isométrica, Fuerza Dinámica Máxima (1 RM), Resistencia a la fuerza (Número de Repeticiones).

Los resultados obtenidos en nuestro estudio arrojan mejoras de orden significativo en la mayoría de los casos entre género, que realizaron el mismo tipo de entrenamiento. Sin embargo no se observó ninguna diferencia de orden significativo entre el entrenamiento con EMM y el Convencional después de la aplicación de los respectivos programas, entre los momentos de evaluación. No obstante, sí se observan diferencias significativas entre grupos de entrenamiento tanto de EMM como de CONV respecto de la primera evaluación tanto de hombres como de mujeres.

PALABRAS CLAVES: Entrenamiento, Fuerza, Vibraciones.

.....
Artículo Recibido 24 de febrero del 2013 y aceptado para su publicación el 18 de mayo del 2013.

Se considera un artículo T1 de investigación

ABSTRACT

After a rigorous literature search, medical checks and random assignment of groups, a program has been made to identify possible improvements in lower limb strength produced by the novel method Mechanics Stimulation Muscle -Whole Body Vibration (EMM-WHOLE BODY vibration) in the short term, with vibration platform (8 weeks, 3 times per week) versus Conventional training (CONV) with overload (squat-squat), and the use of a control group INEF students (n =62) of the University of León, with 29 men (21.1 ±2.2 years) and 33 women (21.1 ±2.7 years). By monitoring training taking measurements three times the gain and evolution of: Explosive Strength (SJ, CMJ), Flexibility (Sit and Reach), Isometric Force, Dynamic Force Maximum (1-RM) resistance force (Number of repetitions) was analyzed. The results obtained in our study yield significant improvements in most cases between genders, who carried out the same training. However, there was no significant difference between the training sequences with Conventional and EMM after application of the respective programs between assessment points. Nevertheless, we can observe significant differences between training groups as EMM and CONV from the first evaluation of both men and women.

KEYWORDS: Training, Strength, Vibration.

1. INTRODUCCIÓN

Con base a la experiencia y al interés que siempre nos ha despertado la evolución de las manifestaciones de la fuerza ante determinados estímulos, consideramos importante estudiar y conocer nuevas tendencias de entrenamiento, que nos ayuden a la elaboración de programas coherentes y adaptados al tipo de población que se estudia en determinado momento, sabiendo que la sociedad dinámica actual no prevé espacios para la práctica regular de actividades físicas.

De hecho, hoy en día una de las principales formas de observar la evolución del músculo ante determinado estímulo es mediante el entrenamiento de las manifestaciones de la fuerza el cual ha alcanzado el nivel más alto de importancia al observar que esta cualidad física es considerada como un elemento fundamental y necesario para el desempeño en las obligaciones de la vida diaria, siendo el principal medio para recuperar, mantener y mejorar la calidad de vida.

Además, hay una gran cantidad de evidencia que manifiesta que el entrenamiento de la fuerza puede mejorar significativamente muchos factores de salud asociados con la prevención de enfermedades crónicas. Estos beneficios sobre la salud pueden ser con toda seguridad obtenidos por la mayoría de los segmentos de la población, cuando se prescriben programas apropiados de entrenamiento de fuerza. Los mismos deberían ser adaptados para satisfacer las necesidades y objetivos de los individuos y deberían incorporar una variedad de ejercicios, realizados a una intensidad suficiente para incrementar el desarrollo y el mantenimiento de la fuerza, la resistencia muscular, y la masa corporal libre de grasa (Hass y cols., 2001).

Desde hace unos años se han introducido en el mercado una serie de dispositivos capaces de provocar un estímulo mecánico mediante movimientos oscilatorios sinusoidales. Este estímulo se transmite por todo el cuerpo consiguiendo aumentar la carga gravitatoria a la que es sometida el sistema neuromuscular. Aparece así lo que se conoce como vibraciones de cuerpo completo (Whole Body Vibration; WBV), Cardinale (2003). La forma más habitual de aplicar vibraciones con el objeto de mejorar el rendimiento físico es mediante plataformas, que consiguen el efecto por todo el cuerpo. Cuando el cuerpo humano es sometido a vibraciones responde de una manera bastante compleja que afecta a los diferentes sistemas que regulan sus funciones. Así, las respuestas del organismo pueden diferenciarse según el momento de su aparición (agudas o crónicas) y el sistema biológico afectado (neuromuscular, sensorial, metabólico, endocrino, óseo y cartilaginosa) Randall y cols., (1997).

El objeto de este estudio es conocer los efectos producidos por el entrenamiento con vibraciones de cuerpo completo (WBV) o Estimulación Mecánica Muscular (EMM) en plataforma de vibración, dentro de una población compuesta por mujeres y hombres no entrenados, con el fin de poder extraer unas sencillas conclusiones que indiquen el camino a seguir en futuros proyectos, aportando nuevas posibilidades de aplicación en el desarrollo de la fuerza muscular en este tipo de población joven.

Sería muy gratificante poder aportar con esta investigación nuevas tendencias de entrenamiento de fuerza, orientado a mejorar la salud y la calidad de vida.

2. DESARROLLO METODOLOGICO

La selección de los componentes de la muestra sujetos activos, no entrenados (hombres y mujeres); realizaron un período de familiarización de tres sesiones para la ambientación y aprendizaje de la técnica de la sentadilla convencional o squat, así como los aspectos importantes a tener en cuenta para el uso correcto de la plataforma de vibración que sería utilizada por hombres y mujeres, y de la máquina de extensión de piernas, que utilizarían sólo el grupo de mujeres. Seguidamente se realizó una sesión de familiarización a la ejecución del test 1 RM (ASEP, 2001). Después de la valoración inicial aleatoriamente se asignaron los 3 grupos del estudio:

Grupo Control 1 (GC). (n =23). Compuesto por 11 hombres y 12 mujeres quienes no realizaron ningún tipo de entrenamiento, y quienes fueron evaluados en los tres momentos del estudio al igual que los grupos de GEMM y GCONV.

Grupo 2. Estimulación Mecánica Muscular (GEMM). (n = 20). Compuesto por 11 mujeres y 9 hombres quienes realizaron entrenamiento en plataforma de vibración (figura n°1)



Fig. N°1. Entrenamiento con EMM.

Grupo 3. Convencional (GCONV). (n = 19). Compuesto por 10 mujeres y 9 hombres quienes realizaron entrenamiento de sentadilla-squat en máquina (smith).

En los tres casos, después de conocer el objetivo del estudio y el procedimiento a seguir los participantes asistieron a un control médico, que se mantuvo durante todo el estudio, y firmaron un documento de conformidad sobre la participación en el programa.

Los dos grupos (GEMM y GCONV), completaron 8 semanas de entrenamiento individualizado cumpliendo con una frecuencia de entrenamiento 3 por semana (24 sesiones). Se entregó un diario de entrenamiento a cada participante en donde se asignó la relación de cargas por sesión.

Un grupo de participantes, Hombres y mujeres (n=62), participaron en el presente estudio. Los participantes pertenecientes al programa de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, en (INEF) de la Universidad de León, en León-España. (Campus de Vegazana).

Ninguno de los participantes tenía experiencia previa en el entrenamiento específico de fuerza, aunque son físicamente activos lo que determinará en gran medida los resultados obtenidos en nuestro estudio.

Todas las valoraciones iniciales y el entrenamiento como tal se ejecutarían en el laboratorio de Fisiología del Ejercicio de la Universidad de León, después de haber acordado horarios y programas de entrenamiento.

Los respectivos controles del entrenamiento se realizarían al inicio (antes de la primera semana,

pre-test), en la mitad (cuarta semana) y al final (después de cumplida la octava semana, post-test); ejecutando test de 1 RM, isométrico, dinámico mujeres), salto vertical (CMJ, SJ) y flexibilidad (Sit and Reach). En cuanto a la composición corporal se tomarían controles al inicio y al final del programa de entrenamiento.

Antes de iniciarse las pruebas se tomaron los siguientes datos de Composición Corporal en

estado de reposo; talla, peso, pliegues cutáneos, estos para determinar el porcentaje graso, siguiendo la recomendación del grupo Español de Cineantropometría. Las medidas antropométricas para obtener el porcentaje graso (Jackson y Pollock, 1985) fueron las siguientes: pliegues del tríceps, suprailíaco, abdominal, muslo; todas ellas tomadas por el lado derecho del cuerpo. Los pliegues cutáneos se tomaron con el plicómetro Holtain.

3. RESULTADOS

Salto desde Sentadilla – Squat Jump (SJ)

Se aprecia en la tabla N °1 cómo los valores de las mujeres distribuidas en los tres grupos de nuestro estudio (GEMM, GCONV, GC), apenas han variado observando diferencias significativas entre el grupo GCONV y el grupo GC en la primera evaluación.

Tabla n°1 Análisis descriptivo resultados

TEST	MUJERES- SQUAT JUMP (SJ)		
	GEMM	GCONV	GC
1	0,28±0,05	0,32±0,05	0,24±0,02*
2	0,30±0,04	0,31±0,03	0,29±0,03
3	0,29±0,05	0,32±0,06	0,30±0,03

(SJ) Mujeres. (*)= Dif. sig. Grupos de entrenamiento

En la tabla n° 2 observamos cómo los valores de los hombres (GEMM, GCONV, GC), se mantienen a lo largo de las tres evaluaciones, obteniendo diferencias significativas entre la primera y la tercera evaluación para el grupo de Estimulación Mecánica Muscular (GEMM) y el GC; y entre la segunda y tercera evaluación del GCONV y GC.

TEST	HOMBRES-SQUAT JUMP (SJ)		
	GEMM	GCONV	GC
1	0,35±0,03	0,36±0,05	0,30±0,06
2	0,36±0,05	0,37±0,04	0,29±0,06*
3	0,37±0,05	0,36±0,04	0,29±0,06§

Tabla n°2 Análisis descriptivo resultados (SJ) Hombres.(§),(*)= Dif. sig. Grupos de entrenamiento

En la tabla n°3 se aprecian los resultados obtenidos entre los grupos de (GEMM) de hombres y mujeres, durante las tres evaluaciones, es importante la diferencia observada en la primera y tercera evaluación para estos grupos, así como la diferencia en los hombres entre la primera y tercera evaluación, entre el mismo grupo.

TEST	SQUAT JUMP (SJ)-GEMM		
	HOMBRES	MUJERES	P
1	0,35±0,03	0,28±0,05	0,014
2	0,36±0,05	0,30±0,04	NS
3	0,37±0,05**	0,29±0,05	0,008

De la misma forma en la tabla N°4 apreciamos los resultados obtenidos para hombres y mujeres del grupo Convencional (GCONV), durante nuestro estudio teniendo en cuenta las tres evaluaciones, observado diferencias en la segunda evaluación respecto hombres de mujeres.

Tabla n° 3 Resultados (SJ) Hombres y Mujeres (GEMM). P= Dif. sig.; NS= No significación estadística; (**)= Dif. sig. Respecto de la 1ª evaluación.

TEST	SQUAT JUMP (SJ)-GCONV		
	HOMBRES	MUJERES	P
1	0,36±0,05	0,32±0,05	NS
2	0,37±0,04	0,31±0,03	0,035
3	0,36±0,04	0,32±0,06	NS

Tabla n°4 Resultados (SJ) Hombres y Mujeres (GCONV). P= Dif. sig. entre sexo mismo grupo; NS= No significación estadística.

En cuanto a los grupos control de nuestro estudio (GC), observamos en la tabla N° 5 diferencias significativas entre hombres y mujeres en el tercer momento de evaluación y entre las mujeres entre la evaluación 1 y 3 del mismo grupo.

TEST	SQUAT JUMP (SJ)-GC		
	HOMBRES	MUJERES	P
1	0,30±0,06	0,24±0,02	NS
2	0,29±0,06	0,29±0,03	NS
3	0,29±0,06	0,30±0,03**	0,016

Tabla n°5 Resultados (SJ) Hombres y Mujeres. P= Dif. sig.; NS= No significación estadística; (**)= Dif. sig. Respecto de la 1ª evaluación

5.2.2 Salto en Contramovimiento (CMJ)

En la tabla N°6 podemos observar los resultados de los grupos de mujeres (GEMM, GCONV, GC) en el CMJ, no se presentaron diferencias significativas durante los tres momentos de evaluación entre ninguno de los grupos.

TEST	MUJERES- (CMJ)		
	GEMM	GCONV	GC
1	0,32±0,05	0,32±0,06	0,30±0,04
2	0,32±0,06	0,35±0,07	0,30±0,04
3	0,33±0,07	0,35±0,06	0,31±0,05

Tabla n°6 Análisis descriptivo (CMJ) Mujeres

De igual forma los grupos de hombres no presentan resultados que indiquen diferencias significativas entre evaluaciones, como aparece en la tabla N°7

TEST	HOMBRES- (CMJ)		
	GEMM	GCONV	GC
1	0,42±0,02	0,41±0,03	0,37±0,06
2	0,42±0,03	0,43±0,05	0,37±0,06
3	0,42±0,04	0,42±0,04	0,35±0,07

TEST	CMJ-GCONV		
	HOMBRES	MUJERES	P
1	0,41±0,03	0,32±0,06	0,005
2	0,43±0,05	0,35±0,07	0,043
3	0,42±0,04	0,35±0,06	NS

Tabla n°7 Análisis descriptivo (CMJ) Hombres

De forma clara observamos en la tabla N°8 los valores obtenidos por los grupos de hombres y mujeres que entrenaron con EMM. Apreciamos diferencias entre los grupos en los tres momentos de evaluación.

TEST	CMJ-GEMM		
	HOMBRES	MUJERES	P
1	0,42±0,02	0,32±0,05	0,001
2	0,42±0,03	0,32±0,06	0,005
3	0,42±0,04	0,33±0,07	0,009

Tabla n°8. Resultados (CMJ) Hombres y Mujeres grupo Estimulación Mecánica Muscular; P= Dif. sig. entre género.

El grupo de entrenamiento GCONV, tabla N°9 presenta valores de diferencia significativa entre hombres y mujeres en la primera y segunda evaluación. En el tercer momento de evaluación desaparecen estas diferencias.

En la tabla N°10 observamos los valores obtenidos por el grupo control de hombres y

mujeres, arrojando diferencias significativas en los momentos 1 y 2 de evaluación, las cuales desaparecen en la tercera evaluación.

Tabla n° 9. Resultados (CMJ) Hombres y Mujeres grupo convencional; P= Dif. sig. entre género; NS= No significación estadística.

TEST	CMJ-GC		
	HOMBRE S	MUJERES	P
1	0,38±0,07	0,30±0,04	0,005
2	0,37±0,06	0,30±0,04	0,043
3	0,35±0,07	0,31±0,05	NS

Tabla n°10 Resultados (CMJ) Hombres y Mujeres grupo control; P= Dif. sig. entre género; NS= No significación estadística.

FLEXIBILIDAD (SIT AND REACH)

En la tabla N°11 apreciamos los valores obtenidos en las mediciones de flexibilidad, observando que no se presentaron diferencias significativas entre los tres grupos de mujeres de nuestro estudio.

TEST	MUJERES- FLEXIBILIDAD		
	GEMM	GCONV	GC
1	15,5±6,2	19,0±5,7	18,0±2,3
2	17,0±5,7	18,9±6,6	17,1±2,6
3	18,4±5,0	20,5±5,8	17,2±2,4

Tabla n° 11 Análisis descriptivo resultados (sit and reach) Mujeres.

De forma clara observamos en la tabla N°12 los valores obtenidos por los hombres en la variable flexibilidad en los tres momentos de evaluación.

No se obtienen diferencias significativas entre los grupos de entrenamiento.

TEST	HOMBRES - FLEXIBILIDAD					
	GEMM		GCONV		GC	
1	16,5	±8,0	14,0	±7,5	13,3	±7,4
2	17,7	±7,5	15,7	±7,1	13,1	±7,7
3	18,7	±7,3	16,2	±6,4	13,2	±8,4

Tabla n°12 Análisis descriptivo resultados (sit and reach) Hombres.

En la tabla N°13 apreciamos los valores de flexibilidad entre hombres y mujeres. No representan diferencias significativas, a lo largo de los tres momentos de medición del programa. De forma contraria entre integrantes del mismo grupo si observamos diferencias significativas entre la primera y tercera evaluación tanto de hombres como de mujeres.

TEST	FLEXIBILIDAD -GEMM				
	HOMBRES		MUJERES		P
1	16,5	±8,0	15,5	±6,2	NS
2	17,7	±7,5	17	±5,7	NS
3	18,7	±7,3**	18,4	±5**	NS

Tabla n°13 Resultados (sit and reach) Hombres y Mujeres grupo Estimulación Mecánica Muscular; P= Dif. sig. entre género. NS= No significación estadística; (**)= Dif. sig. respecto 1ª evaluación

La tabla N°14 contiene valores obtenidos por el grupo de entrenamiento convencional, el cual no se vio afectado de forma significativa en el aspecto estadístico, relacionando hombres y

mujeres, pero entre integrantes del mismo grupo si se observó diferencia significativa para hombres y mujeres.

TEST	FLEXIBILIDAD -GCONV					
	HOMBRES		MUJERES		P	
1	14,0	±7,5	19	±5,7	NS	
2	15,7	±7,1	18,9	±6,6	NS	
3	16,2	±6,4**	20,5	±5,8**	NS	

Tabla n°14 Resultados (sit and reach) Hombres y Mujeres grupo Convencional; P= Diferencias Significativas entre género. NS= No significación estadística; (**)= Dif. sig. respecto 1ª evaluación

Los valores obtenidos en el test de flexibilidad para el grupo GC Tabla N°15 no representan mejoras de orden significativo, de orden estadístico.

TEST	FLEXIBILIDAD -GC				
	HOMBRES		MUJERES		P
1	13,3	±7,4	18	±2,3	NS
2	13,1	±7,7	17,1	±2,6	NS
3	13,2	±8,4	17,2	±2,4	NS

Tabla n°15 Resultados (sit and reach) Hombres y Mujeres grupo Control; P= Dif. sig. entre género. NS= No significación estadística

VARIABLES DE FUERZA

Como explicamos en el capítulo de metodología, las variables de fuerza que controlamos en tres momentos durante nuestro programa fueron La Fuerza Isométrica, La Fuerza Máxima Dinámica (1 RM), y La Resistencia a la Fuerza mediante el test de Número de Repeticiones (mujeres).

Fuerza Isométrica

En la tabla N°16 observamos los valores obtenidos en el test isométrico para los grupos de mujeres (GEMM, GCONV, GC), y no

observamos diferencias significativas entre grupos de diferente entrenamiento.

TEST	MUJERES - FUERZA ISOMÉTRICA					
	GEMM		GCONV		GC	
1	108,5	±17,0	106,21	±21,0	103,14	±10,1
2	115,9	±17,0	113,4	±23,6	94,4	±13,0
3	114,5	±14,5	111,4	±20,0	103,1	±18,2

Tabla n°16 Análisis descriptivo Mujeres

Los valores obtenidos por los grupos de hombres que realizaron diferente entrenamiento señalan diferencias significativas en la segunda y tercera evaluación entre los grupos (GEMM y GC). Tabla N°17

TEST	HOMBRES - FUERZA ISOMÉTRICA					
	GEMM		GCONV		GC	
1	304,9	±78,8	289,8	±54,6	295,5	±62,5
2	347,6	±100,0	315,5	±52,3	275,9	±53,1 §
3	338,3	±101,3	313,6	±44,4	259,0	±51,3 §

Tabla n°17 Análisis descriptivo resultados Hombres. (§)= Dif. sig. grupos de entrenamiento

En la tabla N°18 observamos valores del grupo de hombres y mujeres que realizaron entrenamiento en plataforma de vibración y apreciamos las diferencias significativas obtenidas entre género, en los tres momentos de evaluación de nuestro programa. También observamos las diferencias significativas entre los integrantes del mismo grupo tanto de hombres como de mujeres.

TEST	FUERZA ISOMÉTRICA -GEMM		
	HOMBRES	MUJERES	P
1	304,98	±78,8	108,5 ±17,0
2	347,6	±100,0	115,9 ±17,0
3	338,3	±101,3	114,5 ±14,5

1	304,98	±78,8	108,5	±17,0	0,000
2	347,6	±100,0	115,9	±17,0	0,000
3	338,3	±101,3	114,5	±14,5	0,000

Tabla n°18 Resultados Hombres y Mujeres grupo Estimulación Mecánica Muscular; P= Dif. sig. entre género; (**)= Dif. sig. respecto de la 1ª evaluación

En cuanto a los grupos que entrenaron de forma convencional tenemos también diferencias significativas entre test a lo largo de los tres momentos de medición de nuestro estudio. Tabla N°19

TEST	FUERZA ISOMÉTRICA -GCONV		
	HOMBRES	MUJERES	P
1	289,86	±54,9	106,21 ±21,0
2	315,5	±52,3	113,4 ±23,6
3	313,6	±44,4	111,4 ±20,0

Tabla n°19 Resultados Hombres y Mujeres grupo Convencional; P= Dif. sig. entre género

En la tabla N°20 podemos observar los valores del grupo control de hombres y mujeres, en estos grupos se apreciaron diferencias significativas en los tres momentos de evaluación.

TEST	FUERZA ISOMETRICA -GC		
	HOMBRES	MUJERES	P
1	295,55	±62,6	103,14 ±10,1
2	275,9	±53,1	94,4 ±13,0
3	259,0	±51,3	103,1 ±18,2

Tabla n°20 Resultados Hombres y Mujeres grupo Control; P= Dif. sig. entre género

Fuerza Máxima Dinámica (1RM)

No se aprecian diferencias significativas entre los grupos que realizaron diferente entrenamiento a lo largo de los dos momentos de evaluación, en el grupo de mujeres. Tabla N°21

TEST	MUJERES- 1 RM					
	GEMM		GCONV		GC	
1	101,1	±18,8	102,8	±18,6	123,8	±13,4
2	135,0	±9,4	132,9	±11,5	128,2	±9,9

Tabla n°21 Análisis descriptivo Mujeres.

TEST	1 RM -GCONV				
	HOMBRES		MUJERES		P
1	151,1	±33,9	102,8	±18,6	0,017
2	224,2	±**	132,9	±**	0,000

En la tabla N°22 apreciamos los valores obtenidos por los hombres, teniendo en cuenta las diferencias significativas entre los distintos grupos de entrenamiento; podemos observar la diferencia entre el GEMM y el GCONV. También se obtienen datos de diferencia significativa entre el GCONV y el GC.

TEST	HOMBRES - 1 RM					
	GEMM		GCONV		GC	
1	197,1	±47,3	151,1	±#	224,5	±*
2	239,9	±34,8	224,2	±30,3	220,3	±42,7

Tabla n°22 Análisis descriptivo resultados; (#), (*)= Dif. sig. entre grupos de entrenamiento.

TEST	1 RM -GEMM				
	HOMBRES		MUJERES		P
1	197,1	±47,3	101,1	±18,8	0,000
2	239,9	±**	135,0	±**	0,000

Tabla n°23 Resultados Hombres y Mujeres grupo Estimulación Mecánica Muscular; P= Dif. sig. entre género; (**)= Dif. sig. respecto de la 1ª evaluación

De forma precisa se observan en la Tabla N°23 las diferencias significativas obtenidas según género entre los dos momentos de evaluación entre hombres y mujeres que realizaron entrenamiento con vibración. De igual forma apreciamos las diferencias significativas entre los dos momentos de evaluación de integrantes del mismo grupo tanto de hombres como de mujeres.

En la tabla N°24 aparecen los datos obtenidos por los grupos de entrenamiento convencional de hombres y mujeres. Podemos apreciar las diferencias significativas entre los momentos de evaluación, además de las diferencias para integrantes del mismo grupo.

Tabla n°24 Resultados Hombres y Mujeres grupo Convencional; P= Dif. sig. entre género; (**)= Dif. sig. respecto de la 1ª evaluación

Se observa en los resultados del grupo control para ambos sexos, podemos ver las diferencias significativas obtenidas entre evaluaciones por estos grupos.

TEST	1 RM -GC				
	HOMBRES		MUJERES		P
1	224,5	±41,1	123,8	±13,4	0,000
2	220,3	±42,7	128,2	±9,9	0,000

Tabla N°25 Resultados Hombres y Mujeres grupo Control; P= Diferencias Significativas entre género.

**Fuerza Máxima Dinámica
(Número de Repeticiones)**

Para este test solo realizado por las mujeres los resultados nos permiten observar las mejoras de orden significativo alcanzadas entre los momentos de evaluación entre sujetos del mismo grupo.

TEST	MUJERES - NÚMERO DE REPETICIONES					
	GEMM		GCONV		GC	
1	16,3	±3,2	18,3	±4,1	21,8	±3,3
2	20,5	±4,5	24,8	±6,5	20,6	±2,4
3	24,0	±6,2**	30,0	±9,3**	21,0	±1,9

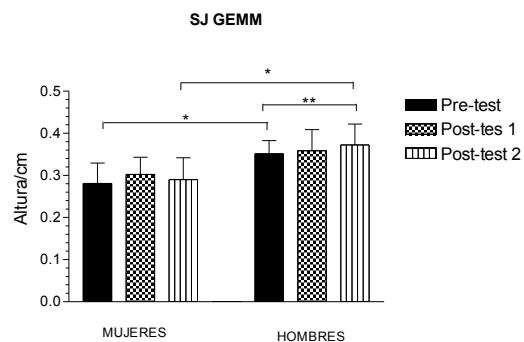
Tabla n°26 Análisis descriptivo Mujeres. (**)= Dif. sig. respecto la 1ª evaluación

DISCUSIÓN

SJ – GEMM

En cuanto a los grupos de hombres y mujeres que realizaron entrenamiento con Estimulación Mecánica Muscular (GEMM), se observaron diferencias significativas en la evaluación inicial, así como en la final entre los dos grupos, como se aprecia en la gráfica n°1 de la misma forma, se obtienen mejoras respecto de la primera evaluación en el grupo de hombres, resultados que están en concordancia con los resultados obtenidos por Cardinale y Lim (2003) entre pre-test y pos-test; mientras que para el grupo de mujeres no se observaron diferencias. Esta circunstancia es muy importante, debido a que utilizando los mismos parámetros de vibración tanto para hombres como para mujeres sólo los hombres consiguen mejorar al final del

programa, hecho que ayuda a fundamentar la importancia de los factores extrínsecos y la posterior respuesta del organismo ante estos impulsos vibratorios. Como se indicó en las bases teóricas, el músculo sometido a vibración se contrae de manera activa (RTV), pero la fuerza de respuesta del RTV depende de factores como: localización de la vibración, longitud inicial del músculo, estado de la excitabilidad del SNC, parámetros del estímulo vibratorio (Johnston y cols., 1970).

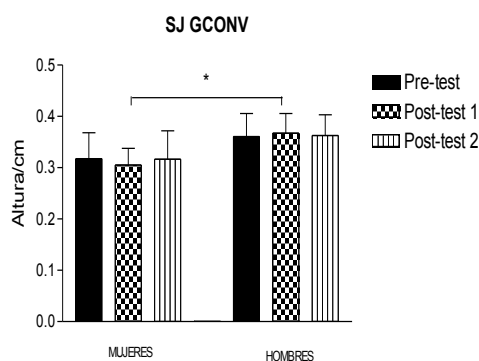


GRÁFICA N° 1 SJ Hombres GEMM

6.2.1.2 SJ – GCONV

Los hombres y mujeres que entrenaron de forma convencional (GCONV) presentaron diferencias significativas en la segunda evaluación (gráfica n°2). Sorprende que respecto a la primera evaluación no se hayan obtenido diferencias significativas en ambos grupos. Lo que nos podría indicar que las equivalencias que se utilizaron relacionando vibración y repeticiones no produjeron la evolución esperada. En este sentido, Bosco y cols., (1999) mencionan que 10 minutos equivalen a un estímulo de entrenamiento consistente en realizar 150 repeticiones con una carga de tres veces el peso corporal dos veces

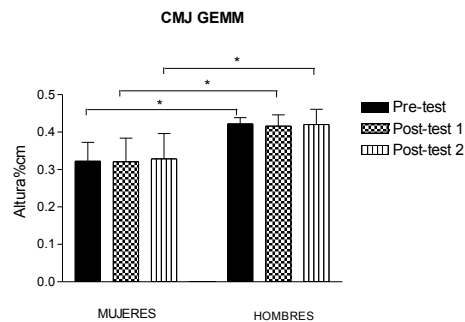
por semana durante 5 semanas. Sin embargo, los autores no aportan los datos que les han permitido establecer esta sorprendente equivalencia. Es importante resaltar la poca o casi nula utilización de grupos de entrenamiento convencional en estudios de vibración como elementos de comparación. En este sentido, Delecluse (2003) y Ronnestad (2004), han tenido en cuenta esta comparación pero sólo han utilizado el CMJ para la medición de la fuerza explosiva del tren inferior.



GRÁFICA N° 2 SJ Hombres GCONV

6.2.2.1 CMJ GEMM

Es muy importante observar cómo se desarrolló el entrenamiento para los grupos que entrenaron con EMM (gráfica n°3) teniendo en cuenta hombres y mujeres. En este sentido, pudimos observar diferencias significativas en los tres momentos de evaluación entre hombres y mujeres, pero no diferencias significativas respecto a la primera evaluación.



GRÁFICA N° 3 CMJ Hombres GEMM

Así, analizando los resultados entre grupos de nuestro estudio, podemos observar estudios con metodologías similares al nuestro, en donde se ha utilizado el CMJ para valorar la potencia del tren inferior y comparar el desempeño de los sujetos en esta prueba después de desarrollar entrenamientos de Vibraciones de cuerpo completo (WBV) y entrenamiento de tipo convencional. Al comparar los resultados obtenidos por De Ruiter y cols., (2003), quienes realizaron un estudio de 11 semanas con miras a observar entre otras cosas la evolución del CMJ analizando la altura obtenida en este test en cada momento de evaluación. Contaron con 10 sujetos (6 hombres, 4 mujeres) que hicieron parte del grupo experimental, y 10 (6 hombres, 4 mujeres) que conformaron el grupo control, la frecuencia de vibración fue de 30 Hz y la amplitud de 8 mm. Este grupo al igual que en nuestro estudio de investigación, no halló mejoras para el CMJ en el grupo experimental de WBV; manifiestan que un entrenamiento de corta duración con vibraciones no produce una activación en el músculo, ni mejora la producción de fuerza en sujetos no entrenados. En relación a lo anteriormente expuesto, Rittweger y cols., (2000) afirman que los valores

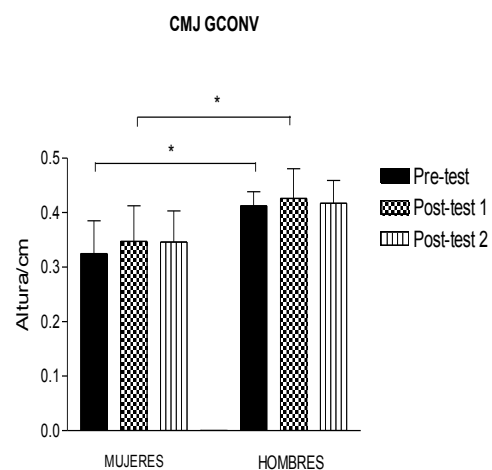
de salto disminuyen, además de los valores de fuerza de los músculos extensores de la rodilla, después de realizar un estudio con 37 sujetos (16 mujeres, 21 hombres), teniendo en cuenta que la metodología fue diferente realizando ejercicios hasta el agotamiento y realizando mediciones antes, durante y después de cada ejercicio. Bosco y cols., (2000), por el contrario, observaron un aumento en la altura del salto con contramovimiento, manifestando que todo ello viene dado por un aumento de la potencia de los músculos extensores de la rodilla. La metodología utilizada en estos estudios se diferenciaba en algunos aspectos a la nuestra, lo que puede incidir de forma directa en los resultados finales, además, no hacen mención a la utilización de un grupo que hiciera entrenamiento convencional.

Al revisar cómo evoluciona el CMJ en deportistas, (a pesar de que no sea una muestra comparable con la de nuestro estudio, nos puede servir como medio para observar otro tipo de metodologías), encontramos un trabajo de Bosco y colaboradores (2000), quienes con 14 jóvenes deportistas de equipo, utilizaron un volumen semanal de 3 sesiones y realizaron 10 series de 60 segundos, con un minuto de descanso entre cada serie y 6 minutos de descanso después de las 5 primeras series. Se utilizó una plataforma de vibración vertical (NEMES) como en nuestro estudio, con una frecuencia de 26 Hz y una amplitud de 4 mm. Se detectó un aumento, después de ser sometidos a vibración, en el salto con contramovimiento, lo que no está de acuerdo

con nuestros resultados. Consideramos que estas diferencias se deben a que las metodologías fueron distintas, sobre todo porque no se realizó ningún tipo de ejercicio dinámico sobre la plataforma, como en nuestro estudio, y además, el número de series y el total de repeticiones por sesión fue mucho más alto en el estudio de Bosco.

6.2.2.2 CMJ GCONV

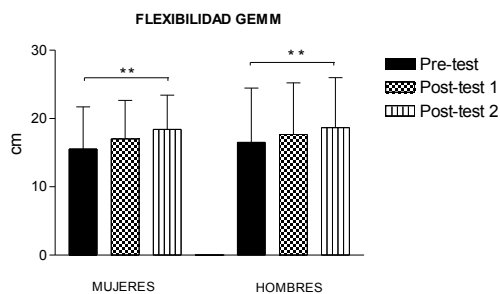
Entre los grupos de hombres y mujeres que entrenaron de forma convencional se observaron diferencias significativas en la primera y segunda evaluación, como se aprecia en la gráfica n°4 Para el tercer momento de medición estas diferencias desaparecen. No observamos diferencias significativas respecto a la primera evaluación en ninguno de los dos grupos.



GRÁFICA N° 4 CMJ Hombres GCONV

6.3.1 FLEXIBILIDAD GEMM

En los grupos de hombres y mujeres que entrenaron con EMM de nuestro estudio (gráfica n°5), no se observaron diferencias significativas durante los momentos de evaluación, pero es destacable como el tratamiento de vibración sí produjo mejoras respecto a la primera evaluación tanto en hombres como en mujeres, lo que está en concordancia con los resultados obtenidos por Issurin y Tenenbaum (1994). En este caso, observaron que el trabajo de vibraciones podía aumentar la flexibilidad si los sujetos entrenaban 3 días por semana durante 3 semanas. La frecuencia de aplicación de las vibraciones en este estudio fue de 44 Hz, con una amplitud de 3 mm; parámetros totalmente diferentes a los utilizados en nuestro estudio.

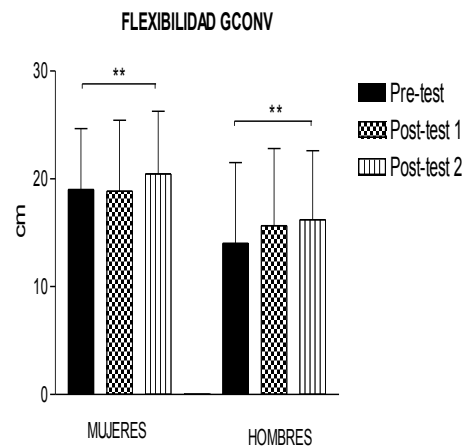


GRÁFICA N° 5 Sit and Reach GEMM

6.3.2 FLEXIBILIDAD GCONV

Pudimos observar como el grupo de entrenamiento Convencional no obtuvo mejoras de orden estadísticamente significativo entre los momentos de evaluación, teniendo en cuenta los dos grupos (Hombres y Mujeres). Sin embargo, al observar los resultados obtenidos respecto a la primera evaluación observamos que se obtienen mejoras tanto en hombres como en mujeres (gráfico n°6). Inicialmente los

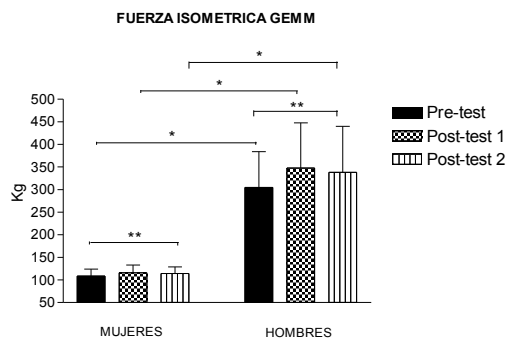
hombres obtuvieron valores de 14 cm, que al finalizar el tratamiento alcanzaron valores de 16,2 cm. Por otra parte, las mujeres en el pre-test presentaron 19 cm, y en el post-test 20,5 cm.



GRÁFICA N° 6 Sit and Reach GCONV

6.4.1.1 Fuerza Isométrica GEMM

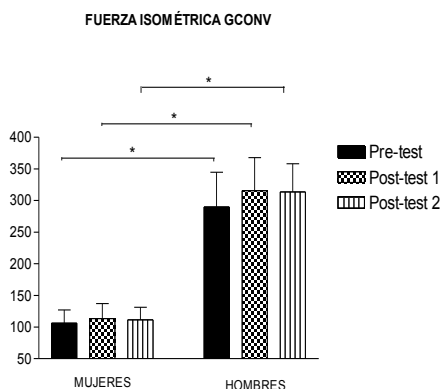
La fuerza isométrica acorde a lo expuesto por Delecluse y cols., (2003), se ve aumentada con el tratamiento de vibración en nuestro estudio para los grupos de hombres respecto del grupo de mujeres. Observamos diferencias significativas en los tres momentos de evaluación de nuestro programa, obteniéndose diferencias de orden significativo respecto a la primera evaluación tanto en hombres como en mujeres (gráfica n°7). En este sentido, Weiss y cols., (1999), asegura que debido a que los hombres presentan mayores valores iniciales de fuerza máxima, tamaño muscular y actividad electromiográfica, la ganancia con el entrenamiento de los distintos factores del desarrollo de la fuerza es mayor, en valor absoluto, en el hombre que en la mujer. La fuerza media isométrica de las mujeres en el miembro inferior supone el 71,9 % de la de los varones (Laubach, 1976).



GRÁFICA N° 7 Fuerza isométrica GEMM

6.4.1.2 Fuerza Isométrica GCONV

En el grupo que entrenó de forma convencional también se obtuvieron diferencias de orden significativo entre los hombres y las mujeres en las tres evaluaciones (gráfica n°8). Sin embargo, respecto a la primera evaluación no se obtuvieron mejoras de orden significativo, a diferencia de las conseguidas en el grupo GEMM. Se observa, para este grupo, tanto en hombres como en mujeres mejoras en la cuarta semana, que no se mantienen hasta el final del programa de entrenamiento. En este sentido, Sale (1992) asegura que un factor que necesita ser considerado cuando se examina la eficacia del entrenamiento es la utilización de individuos desentrenados. Durante las primeras semanas de cualquier programa de entrenamiento, la mayoría de las ganancias de fuerza/potencia ocurren debido a factores neurales. Así, en estudios de corta duración, una diferencia significativa en la fuerza entre diferentes programas de entrenamiento pueden ser difícil de alcanzar, porque cualquier y/o todos los programas pueden producir ganancias de factores neurales similares en gente desentrenada.

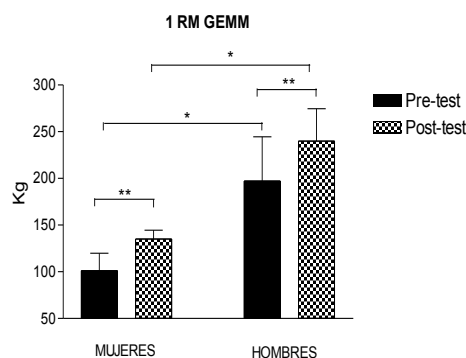


GRÁFICA N° 8 Fuerza isométrica GCONV

6.4.2.1 Fuerza Máxima Dinámica 1 RM -

GEMM

Los grupos que se sometieron a tratamiento de vibración observaron mejoras entre hombres y mujeres en los dos momentos de evaluación, así como también obtuvieron mejoras estadísticamente significativas respecto de la evaluación inicial, tanto hombres como mujeres (gráfica n°9), datos que están en concordancia con los obtenidos por (Issurin y Tenenbaum, 1994; Ronnestad, 2004).

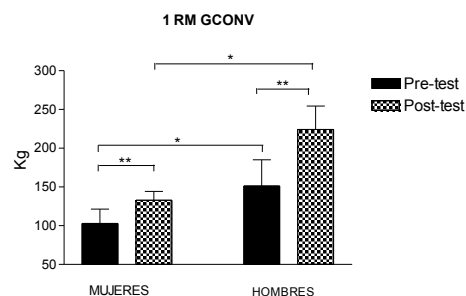


GRÁFICA N° 9 1 RM GEMM

6.4.2.2 Fuerza Máxima Dinámica 1 RM -

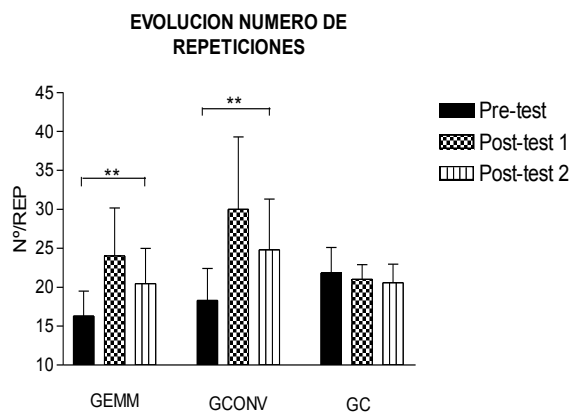
GCONV

El entrenamiento convencional arrojó diferencias significativas en los dos momentos de evaluación entre hombres y mujeres. Además, se observaron diferencias estadísticamente significativas respecto a la primera evaluación (gráfica n°10); hecho que es similar a lo constatado por Delecluse y cols., (2003), también comparando entrenamiento con EMM y entrenamiento clásico. Así, después de 12 semanas de entrenamiento la fuerza del tren inferior aumentó en igual medida para ambos grupos de entrenamiento.



GRÁFICA N° 10. 1 RM GCONV

En la gráfica n°11 representamos los valores observados en la evaluación del número de repeticiones de las mujeres de nuestro estudio al inicio del programa, así como las ganancias obtenidas por los grupos de entrenamiento respecto de la primera evaluación.



GRÁFICA N° 11 Evolución Test Número de Repeticiones grupos de Mujeres

Evaluamos el número de repeticiones colocando una resistencia equivalente al 50% del test isométrico máximo, carga que se mantuvo en los tres momentos en los que se llevó a cabo la evaluación, teniendo en cuenta que la máquina que utilizamos no contaba con el peso suficiente, como se explicó en el capítulo de metodología. Autores como Bosco y colaboradores (2000) han trabajado este test dinámico con el 70% de 1 RM; consiguiendo incrementos de un 7%, y además manifiestan que con el tratamiento de vibración mejoró la eficiencia neuromuscular y se produjo una adaptación biológica que está conectada a un efecto de potenciación neural, similar a aquel que ocurre al seguir un entrenamiento de resistencia y energía explosiva. Como podemos observar, el valor inicial de repeticiones fue de 16 en el grupo GEMM y de 18 en el grupo de GCONV, lo que no supuso una diferencia significativa entre ambos, resultados que están en concordancia con los obtenidos por De Ruyter y cols., (2003). Tras cuatro semanas de entrenamiento el número de repeticiones se incrementó de forma significativa a 20 y 25 respectivamente. Al proseguir cuatro semanas más de entrenamiento se siguió incrementando de forma significativa el número de repeticiones hasta 24 y 30 respectivamente al igual que en el estudio realizado por Delecluse y cols., (2003), en donde obtuvo mejoras de un 16%.

El incremento total supuso en el grupo GEMM un 46% y un 66% en el GCONV, mientras que el control no varió prácticamente (1,9%). Sin embargo al comparar la ganancia en la resistencia a la fuerza entre los dos grupos que experimentaron cambios no hubo diferencias significativas, a pesar de haber sido globalmente mayor en el grupo de entrenamiento convencional. No obstante, es destacable la mejora obtenida por cada grupo de entrenamiento respecto a la evaluación inicial, resultados similares a los obtenidos por Bosco y cols., (2000).

CONCLUSIONES

La diversidad de resultados obtenidos en los diferentes estudios consultados en la búsqueda bibliográfica, puede ser consecuencia de la utilización de diferentes parámetros de vibración. Especialmente cuando se trata de tratamiento a corto plazo, no siendo habitual que tengan en cuenta otro tipo de entrenamiento que sirva de elemento comparativo, como fue el caso de nuestro estudio.

Podemos afirmar que el tipo de entrenamiento realizado por nosotros no ha producido cambios en las manifestaciones de la fuerza elástico-explosiva determinada mediante el SJ y el CMJ. Además la implementación de este entrenamiento con el uso de una plataforma de vibración, no ha supuesto ninguna mejora añadida.

La flexibilidad en los sujetos de nuestro estudio, determinada mediante el test de Sit and Reach tanto en hombres como en mujeres mejoró significativamente como consecuencia del entrenamiento. Sin embargo, La Estimulación Mecánica Muscular no supone ningún tipo de mejora adicional para el entrenamiento de la Flexibilidad.

Los resultados obtenidos en la valoración de la Fuerza Isométrica nos indican que el entrenamiento empleado por nosotros con y sin Estímulo Vibratorio, produce mejoras precoces pero transitorias en la manifestación de este tipo de fuerza.

Los programas de entrenamiento por nosotros empleados, si producen una mejora de la fuerza

máxima, determinada mediante 1 RM. Sin embargo el entrenamiento realizado sobre la plataforma de vibración no ha producido un incremento mayor que el entrenamiento convencional.

La Fuerza resistencia ha mejorado significativamente tras los programas de entrenamiento sólo en el grupo de las mujeres y en la misma medida el grupo de entrenamiento Convencional que el vibratorio.

Conclusión Final: El entrenamiento con Estimulación Mecánica Muscular en plataforma de vibraciones, adicionado al entrenamiento Convencional no representa mayores mejoras respecto del entrenamiento Convencional en las manifestaciones de la fuerza ni supone ganancias duraderas en el tiempo.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abalakov, 1938, Citado por Bosco en cols. 1982. La Valoración de la Fuerza con el test de Bosco. Paidotribo. Barcelona.

American College of Sports Medicine. Position stand on progression models in resistance training for healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc* 2002 ; 34(2) 364-380.

Baltaci G, Un N, Tunay V, Besler A, and Gerceker S. Comparison of three different sit and reach test for measurement of hamstring flexibility in female university students. *Bj. J Sports Med* 2003; 37: 59-61.

Bosco C, and Komi PV. Potentiation of the mechanical behavior of the human skeletal muscle through prestretching. *Acta Physiol. Scand* 1979; 26: 47-67.

Bosco C, Belli A, Astrua M, Tiahnyi J, Pozzo R, Kerllis S, Tsarpela O, Foti C, Manno R, Tranquilli C. A dynamometer for evaluation of dynamic muscular work. *Eur. J. Appl. Physiol* 1995 ; 70 : 379-386.

Bosco C, Cardinale M, Coli R, Tihanyi J, Von Duvillard SP, Viru A. The influence of whole

body vibration on the mechanical behaviour of skeletal muscle. *Biol. Sport* 1998a; 153:157-164.

Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O, Colli R, Tihanyi J, von Duvillard SP, Viru A. The influence of whole body vibration on jumping performance. *Biol. Sport* 1998b; 15: 157-164.

Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O. Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. *Eur. J. Appl. Physiol* 1999 ; 79: 306-311.

Bosco C, Colli R, Introini E, Cardinale M, Tsarpela O, Madella A, Tihanyi J, Viru A. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clin. Physiol* 1998c; 19(2) 183-187.

Bosco C, Dellisanti F, Fucci A, Tsarpela O, Annino G, Foti C, Giombini A, and D'Ottavio S. Efecto de la vibración su fuerza explosiva, resistencia alla fuerza veloce e flessibilita musculare. *Medicine dello Sport* 2001; 54:287-93.

Bosco C, Lacovelli M, Tsarpela O, Cardinale M, Bonifazi M, Tihanyi J, Viru M, De Lorenzo A, Viru A. Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol* 2000; 79: 306-311.

Bosco C, Tarkka I, Komi PV. The effect of elastic energy and myoelectrical potentiation of triceps surae during stretch-shortening cycle exercises. *Int. J. Sports Med* 1982; 3: 137-140.

Bosco C, Tihanyi J, Komi PV, Fekete G, Apor P. Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. *Acta Physiol Scand* 1982; 116: 343-349.

Bosco C, Viitasalo J, Komi PV, Luthanen P. Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle. *Acta Physiol. Scand* 1982; 114: 557-566.

Bosco C, Viitasalo JT. Potentiation of myoelectrical activity of human muscles in vertical jumps. *Electro and Clin Neurophys* 1982; 22: 549-562.

- Bosco C. Allenamento e condizionamento muscolare. Considerazione fisiologiche sulla forza. Società stampa sportiva. (ed), Roma 1993; 24-49.
- Bosco C. Metabolic and neuromuscular aspect of muscle activation. In: Abstract book of the Vth Scandinavian Manual Medicine and Manual Therapy Congress, Marina Congress Center, Helsinki, 1st-3rd September 1994b; 24-25.
- Bosco C. Test di valutazione della forza nella pratica del giuoco del calcio. In: Cambi R, Paterni M (eds) IL calcio femminile, aspetti medici e tecnici. atti del convegno Nazionale, Figc publisher, Roma 1993; 219-230.
- Bosco, C. La fuerza muscular. Aspectos metodológicos. Barcelona: Inde; 2000.
- Bosco, C. La valoración de la fuerza con el test de bosco. Barcelona: Paidotribo; 1994.
- Bovenzi CT, Hulshof J. An updated review of epidemiologic studies on the relationship between exposure to whole-body vibration and low back pain. (1986–1997). *Int. Arch. Occup Environ Health* 1999; 72: 351 – 365.
- Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc. Sport Sci. Rev* 2003b; 31(1): 3-7.
- Cardinale M, Lim J. Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole body vibrations of different frequencies. *J. Strength Cond. Res* 2003a; 17(3): 621-624.
- Cardinale M, Lim J. The acute effects of two different whole body vibration frequencies on vertical jump performance. *Med. Dello Sport* 2003; 56(4): 287-292.
- Cardinale M, Lim J. The acute effects of two different whole body vibration frequencies on vertical jump performance. *Med Sports* 2003; 56: 287-92.
- Cardinale M, Pope MH. The effects of whole body vibration on humans: dangerous or advantageous? *Acta Physiol Hung* 2003; 90: 195-206.
- Cardinale M, Wakeling J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *Br J Sports Med* 2005; 39: 585-589.
- Cardinale M. High – frequency vibration training able to increase muscle power in postmenopausal women. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85(4): 687-8.
- De Ruyter C, Van Raak SM, Schilperoort JV, Hollander AP, De Haan A. The effects of 11 weeks whole body vibration training on jump height, contractile properties and activation of human knee extensors. *Eur. J. Appl. Physiol* 2003; 90: 595-600.
- De Ruyter CJ, Van Der Linden RM, Van Der Zijden MJA, Hollander AP, De Haan, A. Short – Term effects of whole – body vibration on maximal voluntary isometric knee extensor force and rate of force rise. *Eur. J. Appl. Physiol* 2003a; 88 : 472-475.
- Delecluse C, Roelants M, Diels R, Kanineky E, Verschueren S. Effects of whole body vibration training on muscle strength and sprint performance in sprint – trained athletes. *Int. J. Sports Med* 2005; 26(8): 662-8.
- Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med. Sci. Sports Exerc* 2003; 35(6): 1033-1041.
- Fleck SJ, Kraemer WJ. Designing resistance training programs, 2nd Ed. Champaign, IL: Human kinetics; 1997.
- Fleck SJ. Cardiovascular adaptations to resistance training. *Med Sci. Sports. Exerc* 1988; 20: S146-S141.
- Fleck SJ. Periodized strength training: a critical review. *J. Strength Cond. Res* 1999; 13: 82-89.
- Issurin V, Lieberman D, Tenenbaum G. Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. *J. Sports Sci* 1994; 12: 561-566.
- Issurin V, Tenenbaum G. Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *J. Sports Sci* 1994; 17: 177-182.

Issurin VB. Vibrations and their applications in sports. A review. *J. Sports Med Phys Fitness* 2005; 45(3): 324-36.

Rittweger J, and Felsenberg D. Resistive vibration exercise prevents bone loss during 8 weeks of strict bed rest in healthy male subjects: results from the Berlin bed rest (BBR) study, 26th Annual meeting of the American Society of Bone and Mineral Research 2004; 1145.

Rittweger J, Beller G, Felsenberg D. Acute physiological effects of exhaustive whole – body vibration exercise in Man. *Clin. Physiol* 2000; 20(2): 134-142.

Rittweger J, Ehrin J, Just K, Mutschelknauss M, Kirch KA, Felsenberg D. Oxygen uptake in whole body vibration exercise: Influence of vibration frequency, amplitude, and external load. *Int. Sports Med* 2002; 23: 428-432.

Rittweger J, Karsten J, Kautzsch K; Ms Psych, Reeg P, Felsenberg D. Treatment of chronic lower back pain with lumbar extension and whole – body vibration exercise. A randomised controlled trial. *Spine* 2002; 27(17) : 1829-1834.

Rittweger J, Mutschel Knauss, Felsenber D. Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clin. Physiol. And Func. Im* 2003; 23: 81-86.

Rittweger J, Schiessl H, Felsenberg D. Oxygen uptake during whole-body vibration exercise: comparison with squatting as a slow voluntary movement. *Eur. J. Appl. Physiol* 2001 ; 86 : 169-173.

Anwar Abdelgayed Ebid, Mohamed Taher Ahmed, Marwa Mahmoud Eid, Mohamed Salah Eldien Mohamed. Effect of whole body vibration on leg muscle strength after healed burns: A randomized controlled trial. *Burns* 2012; 1019-1026.

Bazil Basri; Michael Griffin. Predicting discomfort from Whole Body Vertical Vibration when sitting with an inclined backrest. *Applied Ergonomics* 2013; 44:423-444.