

NUTRICIÓN Y ACTIVIDAD FÍSICA

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN EN EL RENDIMIENTO FÍSICO CON UN COMPLEJO CONTENIENDO MAGNESIO EN UN TEAM DE CORREDORES DE CALLE

THE EFFECTS OF MAGNESIUM SUPPLEMENTATION ON PHYSICAL PERFORMANCE IN A TEAM OF STREET RUNNERS

Jorge Franchella¹, Vivian Sanz², Jorge Castillo³

¹ Director del Programa de Actividad Física y Deportes. Hospital de Clínicas, UBA

² Médica Deportóloga y Nutricionista. Programa de Actividad Física y Deportes. Hospital de Clínicas, UBA

³ Profesor

Correspondencia: Jorge Franchella

E-mail: jfranchella@eimargentina.com

Presentado: 29/04/15

Aceptado: 02/09/15

RESUMEN

Introducción: se describen numerosas funciones atribuibles al magnesio como cofactor. Hace años se destacaron los roles del magnesio, un elemento omnipresente que juega un papel fundamental en muchas reacciones celulares, y que está involucrado en más de 300 reacciones enzimáticas en las que se catabolizan los alimentos y se forman nuevos productos químicos. La ingesta diaria de magnesio, evaluada mediante encuestas nutricionales, suele ser inferior a la recomendada como necesaria.

Objetivos: el propósito de este estudio preliminar fue evaluar el efecto de 40 días de suplementación de magnesio en individuos adultos que habitualmente realizan actividades programadas de running y cumplen una dieta considerada adecuada.

Materiales y métodos: 38 individuos de ambos sexos: 12 mujeres y 26 varones. Edades: entre 25 y 65 años. Edad promedio 43,1±10,2, pertenecientes a un mismo running team. Entrenados durante el año 2013 por el mismo profesional y siguiendo diseños de trabajo muscular similares. Fueron separados en dos grupos elegidos al azar. Fueron evaluados según dos variables. Por un lado, la resistencia a través de la determinación del consumo máximo de oxígeno (VO₂), y fuerza y potencia muscular mediante Squat Jump (SJ) y Countermovement Jump (CMJ). Se realizó un estudio estadístico a través de la prueba de Shapiro-Wilk, se eligió para el contraste de hipótesis la Prueba t para dos muestras pareadas.

Resultados: se encontró diferencia significativa para el SJ, no así para CMJ y VO₂.

Conclusiones: la suplementación con magnesio aumenta la fuerza explosiva con la activación muscular de la contracción concéntrica. Al tratarse de un estudio preliminar, permite que estos resultados faciliten continuar la línea de investigación empleando sólo magnesio como suplemento.

Palabras clave: suplementación, magnesio, rendimiento, running.

ABSTRACT

Introduction: numerous functions attributed to magnesium as cofactor are described. For years, magnesium has been highlighted, an element that plays a fundamental role in many cellular reactions, and that is involved in more than 300 enzymatic reactions in which foods are broken and new chemical products are formed. The daily intake of magnesium assessed by nutritional surveys is usually lower than that recommended and necessary.

Objetives: the purpose of this preliminary study was to evaluate the effect of magnesium supplementation during 40 days in adults who regularly perform scheduled running activities and have a prescribed daily adequate diet.

Materials and methods: thirty-eight individuals of both sexes: 12 females and 26 males. Age: 25 to 65 years. Mean age 43,1±10,2. They all belonged to the same running team. Trained throughout the year 2013 by the same professional and similar designs following muscular work. They were separated into two groups randomly selected and were evaluated according to two variables. On the one hand, resistance through the determination of maximum oxygen consumption (VO₂). And muscle strength and power by Squat Jump (SJ) and Countermovement Jump (CMJ). A statistical study was performed through the Shapiro-Wilk test. The t Test was chosen to contrast two paired samples.

Results: significant difference was found for SJ and not for CMJ and VO₂.

Conclusions: magnesium supplementation increases the explosive force through muscle concentric activation contraction. As it is a preliminary study, these results facilitate the continuance of research line using magnesium as only supplement.

Key words: supplementation, magnesium, performance, running.

INTRODUCCIÓN

Es conocida la importancia de la presencia de vitaminas, minerales y oligoelementos como activadores enzimáticos celulares.

En particular se describen numerosas funciones atribuibles al magnesio como cofactor. Entre las principales cabe destacar las vinculadas a la contracción muscular.

La ingesta diaria de magnesio, evaluada mediante encuestas nutricionales, suele ser inferior a la recomendada como necesaria dado que se encuentra en alimentos que no suelen ser de ingesta frecuente o diaria¹.

OBJETIVOS

El propósito de este estudio preliminar fue evaluar el efecto de 40 días de suplementación de magnesio en individuos adultos que habitualmente realizan actividades programadas de running y cumplen una dieta considerada adecuada.

Se enfatizó el efecto que pudiera tener sobre VO₂ y sobre la fuerza expresada en la contracción muscular del salto.

Hipótesis

La suplementación con sales de magnesio incrementa la eficiencia celular a nivel mitocondrial mejorando el VO₂ y a nivel de la fibra muscular contráctil optimizando la fuerza.

Treinta y ocho individuos de ambos sexos: 12 mujeres y 26 varones. Edades: entre 25 y 65 años. Edad promedio 43,1±10,2. Pertenecientes a un mismo running team. Entrenados durante todo el año 2013 por el mismo profesional y siguiendo diseños de trabajo muscular similares. Dada la época del año, se evaluó a la población habiendo ya alcanzado su techo de potencia aeróbica. Ello contribuyó a disminuir una potencial variable que representaría la heterogeneidad del nivel de entrenamiento.

Fueron separados en dos grupos elegidos al azar. Todos los evaluados firmaron el consentimiento informado (Anexo 3).

Posteriormente fueron evaluados según dos variables. Por un lado, la resistencia a través de la determinación del consumo máximo de oxígeno (VO₂). Para ello se empleó como test de campo calculado con la ecuación de Tokmakidis sobre la distancia de 2.000 mts². El test consiste en realizar carrera a pie sobre diferentes distancias (en este caso 2.000 metros), para luego a partir de ecuaciones de regresión estimar el VO₂máx. de acuerdo al tiempo gastado

en la prueba. El ejecutante debe recorrer la distancia de 2.000 metros en el menor tiempo posible. Tras finalizar la prueba, se anota el tiempo empleado. De acuerdo al tiempo registrado, se calcula la velocidad en Km/h y luego se reemplaza este dato en la ecuación correspondiente: VO₂máx. = 1.2730 + 0.8325 x Km/h. La otra variable es la fuerza muscular utilizando la plataforma de salto y en particular dos tipos de saltos a ser evaluados: Squat Jump (SJ) que evalúa fundamentalmente la fuerza de contracción de miembros inferiores y Counter Movement Jump (CMJ) que emplea también brazos (Anexo 1).

Finalmente se realizó un estudio estadístico.

Prueba estadística. Luego de contrastar la normalidad de los datos a través de la prueba de Shapiro-Wilk, se eligió para el contraste de hipótesis la Prueba t para dos muestras pareadas³. El Protocolo quedó entonces diseñado de este modo:

1- Evaluación inicial.

2- Suplementación al grupo A con una combinación de:

- Cloruro de magnesio tetrahidratado: 1,50 g
- Extracto de ginseng: 200 mg
- L-aspartato de L-arginina: 100 mg
- L-citrulina: 25 mg
- Clorhidrato de tiamina: 50 mg
- Riboflavina-5 fosfato sódico: 3 mg
- Clorhidrato de piridoxina: 100 mg
- Ácido ascórbico: 500 mg
- 1-3-7, trimetilxantina: 50 mg
- Sulfato de zinc: 1 mg
- Sulfato de magnesio: 0,3 mg
- Carbonato de magnesio: 0,3 mg
- Fluoruro de magnesio: 0,2 mg
- Fosfato de magnesio trihidratado: 0,3 mg

No recibieron otro tipo de suplementación durante los 40 días.

Consideramos que por el tipo de suplementación se destaca la posible acción del magnesio sobre todos los demás componentes.

3- Grupo B: grupo testigo que no recibió suplementación alguna.

4- Durante los 40 días se mantuvo un mismo plan de entrenamiento (Anexo 2).

5- Se considera una limitación de este trabajo no haber incorporado un grupo placebo.

RESULTADOS

Obs	Sexo	VO2máx (pre)	VO2máx (post)	SJ (pre)	SJ (post)	CMJ (pre)	CMJ (post)
Nº	Masc=1/ Fem =2	(ml.kg-1. min-1)	(ml.kg-1. min-1)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	1	55,76	58,39	27,40	31,10	30,10	30,10
2	1	54,51	52,70	33,20	37,40	36,30	38,50
3	1	54,98	45,55	21,20	25,50	22,00	26,40
4	1	43,23	40,52	22,00	23,80	25,50	22,90
5	1	54,41	54,41	31,10	30,60	34,20	22,00
6	1	45,73	46,35	20,40	25,50	22,00	24,60
7	1	41,77	42,87	17,30	22,90	22,90	22,00
8	1	50,80	50,88	22,90	27,40	25,50	31,80
9	1	48,48	51,69	18,80	19,60	18,80	22,10
10	1	49,87	51,85	22,00	26,40	25,50	26,40
11	1	44,95	45,13	15,20	18,00	15,90	21,20
12	1	50,02	52,53	29,20	30,10	32,10	31,10
13	1	43,99	45,43	21,20	20,40	22,00	22,00
14	2	53,68	56,17	27,40	28,20	27,40	31,10
15	2	49,05	52,27	34,20	37,40	33,10	36,30
16	2	52,53	52,36	27,40	31,10	27,40	31,10
17	2	61,96	61,96	29,20	30,10	30,10	32,10
18	2	48,55	46,22	22,00	24,60	24,60	24,60
19	2	42,11	42,11	20,40	24,60	23,80	24,60
Mínimo		41,77	40,52	15,20	18,00	15,90	21,20
Máximo		61,96	61,96	34,20	37,40	36,30	38,50
Media		49,81	49,97	24,34	27,09	26,27	27,42
DS		5,38	5,76	5,43	5,30	5,35	5,23

Tabla 1: Variaciones en el rendimiento de atletas antes y después de ocho semanas de entrenamiento y administración de magnesio.

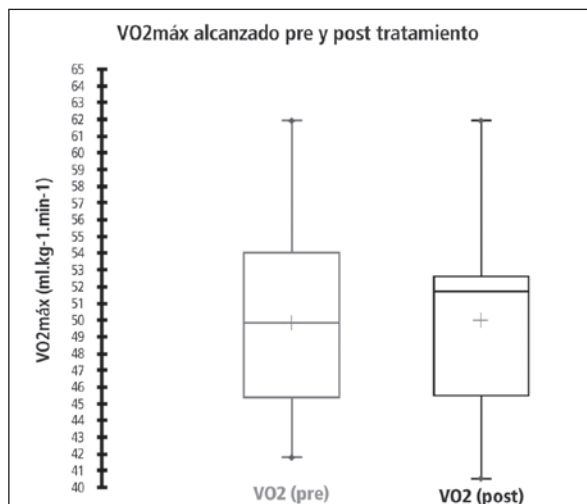


Gráfico 1: Comportamiento del VO2máx antes y después del tratamiento. Comparación de la distribución de los datos.

Formulación de hipótesis

H0: la diferencia entre las medias es igual a 0 ($\mu_A = \mu_B$)
Ha: la diferencia entre las medias es inferior a 0 ($\mu_A < \mu_B$)

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Prueba estadística = luego de contrastar la normalidad de los datos a través de la prueba de Shaphiro-Wilk elegimos para el contraste de hipótesis la Prueba t para dos muestras apareadas.

VO2máx Prueba t para dos muestras apareadas / prueba unilateral a la izquierda:

Intervalo de confianza para la diferencia entre las medias al 95%:

] -Inf ;	0,999 [
Diferencia	-0,158
t (valor observado)	-0,237
t (valor crítico)	-1,734
GDL	18
p-valor (unilateral)	0,407
Alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H0.

Conclusión:

De acuerdo a lo observado podemos concluir que luego de ocho semanas de tratamiento no hubo un incremento significativo del VO2máx.

Tabla 2: Formulación de hipótesis para VO2.

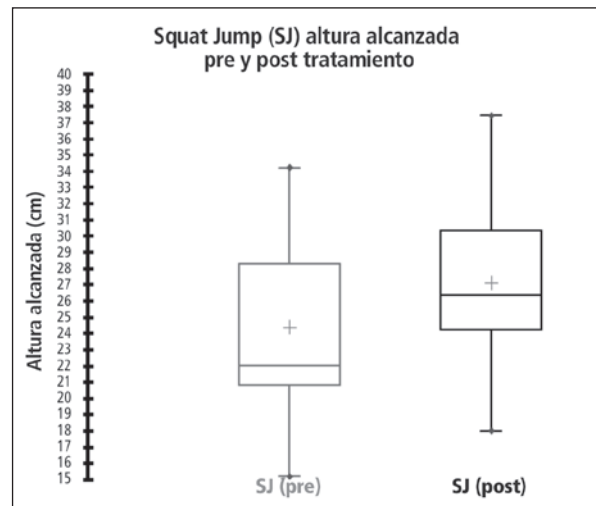


Gráfico 2: Comportamiento del SJ antes y después del tratamiento. Comparación de la distribución de los datos.

Formulación de hipótesis

H0: la diferencia entre las medias es igual a 0 ($\mu_A = \mu_B$)

Ha: la diferencia entre las medias es inferior a 0 ($\mu_A < \mu_B$)

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Prueba estadística = luego de contrastar la normalidad de los datos a través de la prueba de Shaphiro-Wilk elegimos para el contraste de hipótesis la Prueba t para dos muestras pareadas.

SJ Prueba t para dos muestras apareadas / prueba unilateral a la izquierda:

Intervalo de confianza para la diferencia entre las medias al 95%:

] -Inf ; -1,982 [

Diferencia -2,747

t (valor observado) -6,226

t (valor crítico) -1,734

GDL 18

p-valor (unilateral) < 0,0001

Alfa 0,05

Interpretación de la prueba:

Como el p-valor computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, se debe rechazar la hipótesis nula H0 y aceptar la hipótesis alternativa Ha. De acuerdo a lo observado podemos concluir que luego de ocho semanas de tratamiento hubo un incremento significativo de la altura alcanzada en el Test Squat Jump (SJ).

Tabla 3: Formulación de hipótesis para SJ en pacientes tratados.

Formulación de hipótesis

H0: la diferencia entre las medias es igual a 0 ($\mu_A = \mu_B$)

Ha: la diferencia entre las medias es inferior a 0 ($\mu_A < \mu_B$)

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Prueba estadística = luego de contrastar la normalidad de los datos a través de la prueba de Shaphiro-Wilk elegimos para el contraste de hipótesis la Prueba t para dos muestras pareadas.

CMJ Prueba t para dos muestras apareadas / prueba unilateral a la izquierda:

Intervalo de confianza para la diferencia entre las medias al 95%:

] -Inf ; 0,442 [

Diferencia -1,142

t (valor observado) -1,250

t (valor crítico) -1,734

GDL 18

p-valor (unilateral) 0,114

Alfa 0,05

Interpretación de la prueba:

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H0. De acuerdo a lo observado podemos concluir que luego de ocho semanas de tratamiento no hubo un incremento significativo de la altura alcanzada en el Test Counter Movement Jump (CMJ).

Tabla 4: Formulación de hipótesis para CMJ en pacientes tratados.

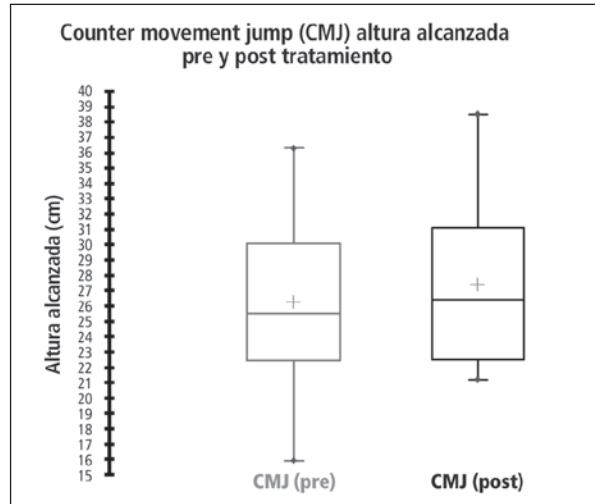


Gráfico 3: Comportamiento del CMJ antes y después del tratamiento. Comparación de la distribución de datos.

Obs	Sexo	VO2máx (pre)	VO2máx (post)	SJ (pre)	SJ (post)	CMJ (pre)	CMJ (post)
Nº	Masc=1/ Fem=2	(ml.kg-1. min-1)	(ml.kg-1. min-1)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	1	55,76	58,39	27,40	31,10	30,10	30,10
2	1	54,51	52,70	33,20	37,40	36,30	38,50
3	1	54,98	45,55	21,20	25,50	22,00	26,40
4	1	43,23	40,52	22,00	23,80	25,50	22,90
5	1	54,41	54,41	31,10	30,60	34,20	22,00
6	1	45,73	46,35	20,40	25,50	22,00	24,60
7	1	41,77	42,87	17,30	22,90	22,90	22,00
8	1	50,80	50,88	22,90	27,40	25,50	31,80
9	1	48,48	51,69	18,80	19,60	18,80	22,10
10	1	49,87	51,85	22,00	26,40	25,50	26,40
11	1	44,95	45,13	15,20	18,00	15,90	21,20
12	1	50,02	52,53	29,20	30,10	32,10	31,10
13	1	43,99	45,43	21,20	20,40	22,00	22,00
14	2	53,68	56,17	27,40	28,20	27,40	31,10
15	2	49,05	52,27	34,20	37,40	33,10	36,30
16	2	52,53	52,36	27,40	31,10	27,40	31,10
17	2	61,96	61,96	29,20	30,10	30,10	32,10
18	2	48,55	46,22	22,00	24,60	24,60	24,60
19	2	42,11	42,11	20,40	24,60	23,80	24,60
Mínimo		41,77	40,52	15,20	18,00	15,90	21,20
Máximo		61,96	61,96	34,20	37,40	36,30	38,50
Media		49,81	49,97	24,34	27,09	26,27	27,42
DS		5,38	5,76	5,43	5,30	5,35	5,23

Tabla 5: Variaciones en el rendimiento de atletas antes y después de ocho semanas de entrenamiento y administración de magnesio.

Formulación de hipótesis

H0: la diferencia entre las medias es igual a 0 ($\mu_A = \mu_B$)

Ha: la diferencia entre las medias es inferior a 0 ($\mu_A < \mu_B$)

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Interpretación de la prueba:

Como el p-valor calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H0.

De acuerdo a lo observado podemos concluir que luego de ocho semanas de tratamiento en el grupo control que no recibió suplementación alguna, no hubo un incremento significativo de la altura alcanzada en los Counter Movement Jump (CMJ), de Squat Jump (SJ) ni de la distancia alcanzada en el Test de VO2máx.

Tabla 6: Formulación de hipótesis para SJ, CMJ y VO2 en pacientes sin suplementación.

DISCUSIÓN

Magnesio, zinc, y cromo son elementos minerales necesarios en cantidades modestas para mantener la salud y la función fisiológica óptima. Las personas físicamente activas requieren cantidades adecuadas de estos micronutrientes en la dieta para asegurar la capacidad de aumentar el gasto de energía y el rendimiento en el trabajo. La mayoría de los individuos físicamente activos consume dietas que aportan cantidades de magnesio y zinc suficiente para cumplir con los estándares de la población. Las mujeres tienden a consumir menos cantidad de estos minerales que la recomendada, en parte porque comen menos cantidad de alimentos que los hombres.

Se ha reportado una ingesta insuficiente de magnesio en los participantes de actividades que requieren restricción de peso corporal. Por otro lado, la cantidad de cromo en la dieta es difícil de estimar debido a la falta de bases de datos apropiadas de referencia. La realización de incrementos agudos e intensos de actividad genera aumento en las pérdidas de minerales en la orina y el sudor en el corto plazo y que, al parecer, disminuyen durante la recuperación en los días posteriores al ejercicio. Adicionalmente, la suplementación de magnesio y zinc aparentemente mejoran la fuerza y el metabolismo muscular.

Las personas que buscan promover su salud deben asumir dos comportamientos: consumir una dieta adecuada y participar en más actividades físicas^{4,5}.

Cada vez más, hay un énfasis en la relación sinérgica entre la dieta y el ejercicio para el bienestar y una creciente conciencia del papel beneficioso que la nutrición adecuada con minerales y oligoelementos puede desempeñar en el logro de una buena salud y en la mejora de la función fisiológica.

En contraste con los macronutrientes, que se consumen en grandes cantidades (cientos de gramos al día), los micronutrientes, como el magnesio, zinc y cromo se ingieren en pequeñas cantidades (microgramos y miligramos al día). Los macronutrientes son fuentes de energía (carbohidratos y grasas) que se requieren para alimentar el cuerpo durante el trabajo, mantener la hidratación (agua) y proporcionar la estructura del cuerpo (proteína) para realizar el trabajo. El magnesio, zinc y cromo, a pesar de su relativa escasez en la dieta y el cuerpo, efectúan un papel importante en la regulación del metabolismo corporal, incluyendo la utilización de energía y rendimiento físico.

Hace años que se destacaron los roles del magnesio, un elemento omnipresente que juega un papel fundamental en muchas reacciones celulares, y que está involucrado en más de 300 reacciones enzimáticas en las que se catabolizan los alimentos y se forman nuevos productos químicos⁵. Los ejemplos incluyen la degradación del glucógeno, la oxidación de las grasas, la síntesis de proteínas, la síntesis de ATP y el sistema de segundos mensajeros. El magnesio también sirve como un regulador fisiológico de la estabilidad de la membrana y está implicado en la actividad neuromuscular, cardiovascular, inmunitaria y la función hormonal^{6,8}.

Las personas que buscan optimizar los beneficios de la nutrición y la actividad física en la salud y la función pueden recurrir al uso de suplementos minerales. Los defensores de la suplementación citan la evidencia creciente de que el magnesio desempeña un papel vital en la facilitación de la transducción de energía química en los alimentos a energía potencial para el trabajo y la integración de las funciones fisiológicas para mejorar el rendimiento físico. También se refieren a los resultados de las encuestas nacionales de la ingesta de alimentos que sugieren que la mayoría de los estadounidenses consume cantidades inadecuadas de minerales esenciales^{5,7}. En promedio, más del 60% de los hombres y mujeres de más de 20 años de edad en los Estados Unidos consume menos de la ingesta dietética de referencia (DRI) para el magnesio^{9,10}.

Otros datos disponibles demuestran que la repolarización cardíaca se modifica significativamente inmediatamente después de una maratón, coincidente con la presencia de hipomagnesemia e hipopotasemia. Estos electrolitos vuelven a los valores basales en un plazo de 72 hs. Los datos actuales no apoyan que las alteraciones en el ECG después de

correr una maratón representan un mayor riesgo de eventos arrítmicos. Sin embargo, una investigación adicional se justifica para describir estas relaciones con más detalle^{11,12}.

Está bien establecido que el recurso principal de energía para el ejercicio anaeróbico es el glucógeno. La ingesta elevada de magnesio antes del ejercicio puede facilitar la glucólisis anaeróbica que a su vez mejora el metabolismo. Este efecto puede deberse a la activación mejorada de fosfoquinasas por la ingesta de magnesio y el suministro de energía por la mayor eficiencia del uso de glucógeno¹².

El presente trabajo responde a la necesidad de contar con datos propios de nuestro país. Alcanza a generar una expectativa positiva genuina ya que con la suplementación de 40 días se logró obtener un incremento significativo en la fuerza del salto. Cabe destacar que el valor se torna aún más auspicioso por tratarse de una población que se entrenaba y participaba en carreras de calle y mantuvo su régimen de entrenamiento y su dieta habitual.

CONCLUSIONES

En base al estudio efectuado se verifica que la suplementación de magnesio potencia la fuerza muscular. En relación a las encuestas nutricionales realizadas a varios de los corredores podemos suponer que se trata de una situación que suele presentarse en individuos sanos. Al tratarse de un estudio preliminar, permite que estos resultados faciliten continuar la línea de investigación empleando sólo magnesio como suplemento y aumentando el número de individuos de diferentes edades.

ANEXO 1

Squat Jump

Squat Jump (SJ) para determinar la fuerza explosiva con la activación muscular de la contracción concéntrica.

Squat Jump Test (SJ) Bosco System

En esta prueba el individuo debe efectuar un salto vertical partiendo de la posición de media sentadilla (rodillas flexionadas a 90°), con el tronco erguido y las manos dispuestas en la cintura. Debe realizar la prueba sin realizar contramovimientos hacia abajo. El salto -firme y realizado sin la ayuda de los brazos- constituye una prueba sencilla de fácil

REFERENCIAS

1. Volpe SL, PhD, RD, LDN, FACSM. Magnesium and the athlete, current sports. *Medicine Reports* Copyright 2015 by the American College of Sports Medicine.
2. Piliandis T, Marigli H, Douda H, Mantzouranis N, Smilios I, Tokmakidis S. Reliability and validity of a modified field test for the evaluation of aerobic performance. *Kinesiology*. 2007; 39:117.
3. Shapiro SS, Wilk MB. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 52 (3-4): 591-611, 1965. doi:10.1093/biomet/52.3-4.591. JSTOR 2333709. MR 205384. p. 593.
4. National Research Council. Diet and health: implications for reducing chronic disease risk. Washington, DC: National Academy Press, 1989:665-710.
5. Shils ME. Magnesium. In: Shils ME, Olson JA, Shike M, Eds. *Modern nutrition in health and disease*. 8th Ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993:164-84.
6. Ebel H, Gunther T. Magnesium metabolism: a review. *J. Clin. Chem. Biochem.* 1980; 18:257-70.
7. Kass LS, Skinner P, Poeira F. A pilot study on the effects of magnesium supplementation with high and low habitual dietary magnesium intake on resting and recovery from aerobic and resistance exercise and systolic blood pressure. *J. Sports Sci. Med.* 2013; 12:144Y50.
8. Durlach J. Magnesium in clinical practice. London: John Libbey & Company, 1988:7-16.
9. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Continuing survey of food intakes by individuals 1994 and diet and health knowledge survey 1994. Springfield, VA: US Department of Commerce, National Technical Information Service, 1996. (NTIS accession no. PB96-501010).
10. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride. Washington, DC: National Academy Press, 1997.
11. Scherr J, Schuster T, Pressler A, Roeh A, Christle J, Wolfarth B, Halle M. Repolarization perturbation and hypomagnesemia after extreme exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2012 Sep; 44 (9): 1637-1643.
12. Smith RW, Chen CH, Jang JY. High magnesium intake effects on female athlete'S metabolism after high intensity exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*: May 2010, Vol. 42, Issue 5, p 319 Free Communication/Poster.

aprendizaje y de elevada estandarización.

El squat jump es la modalidad que dice cómo se encuentra la capacidad de reclutamiento de las fibras de contracción rápida en los músculos. La potencia del salto en el SJ tiene un desarrollo amplio, siendo uno de las medias más destacadas en todas las pruebas.

El SJ es un salto donde prevalece la capacidad de reclutamiento y explosividad, pero sin la ayuda de los brazos; esta disminución es posible que la haya ocasionado en algunos jugadores el poco reclutamiento de las fibras FT en la acción de saltar con un ángulo de 90 grados.

Durante el salto

1. Las rodillas 180° sin flexionarlas más de los 90° anteriores.
2. Pies hiperextendidos.
3. No soltar las manos de la cintura.

El Squat Jump permite, mediante la altura alcanzada por el individuo en este test, valorar la fuerza explosiva de los miembros inferiores. El valor de la altura se relaciona directamente con la velocidad vertical del individuo en el momento cumbre y dicha velocidad es fruto de la aceleración que los miembros inferiores imprimen al centro de gravedad. Debemos saber que el desplazamiento angular de las articulaciones de los miembros inferiores es de 90° (el ángulo de la rodilla es igual a 180° en el momento cumbre), valor standard en todos los individuos que efectúan SJ.

Teniendo en cuenta que el arco de movimiento a lo largo del cual la musculatura libera tensión es igual para todos los individuos (90°), es evidente que la aceleración positiva del cuerpo hacia arriba es producto de un gran desarrollo de la tensión (fuerza) en un tiempo muy breve.

Cualidad analizada

Fuerza explosiva. Modalidad de activación muscular: contracción concéntrica.

Salto en contramovimiento (countermovement jump, CMJ)

El propósito de esta evaluación es medir la capacidad elástica de los músculos esqueléticos. Para esta prueba se recomienda el uso de una plataforma electrónica. La prueba requiere que el atleta ejecute un salto vertical desde una posición inicial erecta, es decir, con las rodillas extendidas por completo. Desde esta posición erecta del cuerpo, las manos deben estar en las caderas y las rodillas estiradas. Entonces, luego de un contramovimiento, con las rodillas flexionadas a 90°, el sujeto deberá realizar el salto vertical. Es de suma importancia que durante el vuelo del salto se mantenga la región del tronco lo más verticalmente posible, mientras que las rodillas se encuentren extendidas (alrededor de 180°). Se requiere instruir al evaluado que no podrá aterrizar con las rodillas flexionadas. El atleta deberá realizar tres intentos, registrando la repetición que resultó en la distancia del salto más alta. Las unidades de medida para los valores cuantificados deberán emplear el sistema métrico, que bajo este caso sería en centímetros (cm) para distancia del brinco. Además, utilizando el resultado de la prueba de salto en cuclillas (SJ) le restamos el valor obtenido de la prueba de salto en contramovimiento (CMJ) para obtener el índice reactivo.

ANEXO 2

Entrenamiento runners

Todos los corredores durante los meses de noviembre, diciembre y enero entrenaron bajo las mismas condiciones y metodologías. Los deportistas se encontraban dentro del período preparatorio en la preparación especial.

Desde el primer test al segundo test realizaron seis microciclos con las siguientes características (los porcentajes están referidos según su máximo):

- Sesión 1: trabajos de fuerza general (65%) / carrera continua lenta (70%).
- Sesión 2: intervalado extensivo (85 al 90%).
- Sesión 3: circuito training (75%).
- Sesión 4: intervalado intensivo en pendientes (90%).
- Sesión 5: trabajos de fuerza general (65%) / stretching.
- Sesión 6: carrera continua rápida (80 al 85%).
- Sesión 7: carrera continua lenta extensa (60%).

ANEXO 3

Consentimiento informado para participantes de investigación

El propósito de esta ficha de consentimiento es proveer a los participantes en esta investigación una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como su rol en ella como participantes.

La presente investigación es conducida por la Dra. Vivian Sanz, MN 78.193 del Postgrado de Medicina del Deporte de la Universidad de Buenos Aires y el Licenciado Jorge Ariel Castillo, entrenador del 70/30 running team, Profesor y Lic. en educación física para la salud y el alto rendimiento. La meta de este estudio es comparar a través de tres pruebas de campo la incidencia sobre el rendimiento deportivo de la suplementación durante 45 días de un complejo efervescente rico en magnesio en corredores amateurs.

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá completar una encuesta alimentaria general y específica sobre magnesio. Se realizarán un test de 2.000 mts., y dos test en plataforma de saltos. Los mismos serán repetidos a los 45 días. Veinticinco corredores serán suplementados y otros 25 no recibirán suplementación.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Las respuestas al cuestionario y a la entrevista serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en forma alguna.

Desde ya le agradecemos su participación.

.....
 Acepto participar voluntariamente en esta investigación, conducida por la Dra. Vivian Sanz MN 78.193. He sido informado (a) acerca de la meta de este estudio, su contenido teórico, su formato operativo y detalles técnicos. Me han indicado también que tendré que completar una encuesta y tres pruebas deportivas.

Reconozco que la información que provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado (a) de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo contactar a la Dra. Vivian Sanz o al Profesor Jorge Castillo a los teléfonos 15-6413-2710 y 15-5488-2304, respectivamente.

Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo contactar a la Dra. Vivian Sanz y al Profesor Jorge Castillo a los teléfonos antes mencionados.

..... Nombre del participante Firma DNI o CI / Pasaporte
..... Firma testigo 1 Aclaración DNI o CI / Pasaporte
..... Firma testigo 2 Aclaración DNI o CI / Pasaporte

Buenos Aires, de noviembre de 2013