

Monograph

# Efecto de la Ornitina Alfa-Cetoglutarato (OKG) en Varones Saludables Entrenados en Sobrecarga

G. Hornsby<sup>1</sup>, I. Ullrich<sup>1</sup>, R. Yeater<sup>1</sup>, Robert D Chetlin<sup>1</sup>, Randall W Bryner<sup>1</sup> y Carl J Malanga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Human Performance & Applied Exercise Science, School of Medicine; West Virginia University, Morgantown, WV.

<sup>2</sup>School of Pharmacy, West Virginia University, Morgantown, WV.

## RESUMEN

Los propósitos de este estudio consistieron en determinar si el consumo de OKG (10 g/día) produce mejoras en la fuerza, potencia y composición corporal en varones entrenados en sobrecarga, y evaluar los efectos de la OKG sobre las concentraciones sanguíneas de insulina y de hormona de crecimiento, la ingesta dietaria y sobre la intensidad y volumen de entrenamiento. Dieciocho varones entrenados en fuerza (edades entre 18-35) participaron en un estudio de seis semanas realizado en doble ciego. Los sujetos fueron asignados al azar a un grupo experimental (n=8) o grupo placebo (n=10) y luego fueron evaluados en 1 RM en sentadilla y press de banca, Test de Wingate, salto vertical, y peso hidrostático. Después de 12 horas, los sujetos recibieron una bebida con 75 g de carbohidratos con 10 gramos de OKG (grupo experimental) o placebo. Se obtuvieron muestras de sangre al inicio, y a los 30, 60, y 90 minutos y luego fueron analizadas para determinar el contenido de hormona de crecimiento, insulina y glucosa. Los participantes llevaron un registro de la dieta y del entrenamiento. Los volúmenes de entrenamiento fueron similares entre los grupos en el comienzo y al finalizar el estudio. Los datos referentes a la dieta analizados al comienzo fueron similares en ambos grupos, excepto que el grupo OKG consumió mayor cantidad de carbohidratos (329±77g vs. 250±68g, p<0.05). Sin embargo, el consumo de macronutrientes no fue diferente entre los grupos a lo largo del experimento. Tampoco se encontraron diferencias en las variables de rendimiento entre los grupos a lo largo del estudio. El grupo OKG presentó mayor incremento porcentual de fuerza en press de banca (114±9 kg vs. 123±2 kg, 6.6% de incremento) con respecto al control (117±2 kg vs. 118±2 kg, 1.5 % de incremento), p<0.05. Las ganancias de fuerza en sentadilla no fueron diferentes entre los grupos. Las variables de entrenamiento agudas (i.e. series, repeticiones, cantidad de ejercicio) disminuyeron en ambos grupos mientras que la intensidad de entrenamiento aumentó. El volumen total de entrenamiento no fue diferente entre los grupos. Tampoco se observaron diferencias en el contenido promedio de insulina u hormona de crecimiento luego de seis semanas de consumo de OKG. Conclusión: La OKG no altera las concentraciones sanguíneas de insulina y de hormona de crecimiento luego de seis semanas en varones experimentados entrenados en sobrecarga. La OKG no causó incrementos en la intensidad de entrenamiento, volumen de entrenamiento o masa muscular en varones entrenados. Los efectos de la OKG no son claros debido a que se observaron mejoras en el rendimiento en press de banca, pero no en sentadilla.

**Palabras Clave:** ayuda ergogénica, entrenamiento de fuerza, fuerza, insulina

## INTRODUCCION

---

El suplemento nutricional ornitina alfa-cetoglutarato (OKG), ha captado la atención tanto de la comunidad científica como de la atlética como consecuencia de sus propiedades anabólicas y anticatabólicas. Los fabricantes y distribuidores de suplementos describieron a la OKG como una ayuda ergogénica similar a los esteroides anabólicos androgénicos. La OKG es una sal iónica que contiene dos moléculas de ornitina y una molécula de alfa-cetoglutarato. El aminoácido ornitina es necesario para el funcionamiento normal del ciclo de la urea, en el que el amonio es convertido a urea. El alfa-cetoglutarato es el esqueleto carbonado del aminoácido glutamato. Este análogo del aminoácido es un intermediario del ciclo del Acido Cítrico o de Krebs y posee un rol esencial en numerosas reacciones de transaminación (1). La OKG ha demostrado poseer efectos anabólicos y anticatabólicos marcados en individuos sanos y en individuos que han sufrido algún trauma (2, 4). El compuesto estimula la liberación de insulina y de hormona de crecimiento, mientras que aumenta los niveles de aminoácidos y sus metabolitos, probablemente haciéndolos disponibles para la síntesis de proteínas. Coincidentemente, la OKG disminuye los marcadores catabólicos de la degradación de proteínas (5, 6). Si bien los mecanismos de acción de la OKG no se conocen con detalle, se supone que las acciones anabólicas de la insulina y de la hormona de crecimiento contribuyen a la influencia que tiene el suplemento sobre el metabolismo de las proteínas (5, 6).

La OKG ha sido empleada para tratar quemaduras y daños traumáticos, traumas quirúrgicos, disfunción hepática y desnutrición crónica y aguda. El suplemento fue efectivo en dosis iguales o superiores a 10 g por día (2, 4). Estudios previos han demostrado que la administración de OKG causa la síntesis de muchos compuestos que inhiben el catabolismo proteico y estimulan la síntesis de proteínas. Entre ellos se incluyen al glutamato, glutamina, prolina, arginina, poliaminas y ceto-ácidos específicos (2, 4). Si bien el glutamato tiene un efecto directo pequeño sobre el metabolismo de las proteínas, todas las reacciones de aminación y transaminación que involucran la formación de glutamato a partir del alfa-cetoglutarato, dan como resultado la utilización del nitrógeno en vez de la pérdida del mismo a través de la formación de urea (ureogénesis) o de la excreción. Esta "economía de nitrógeno" promueve el balance positivo del nitrógeno, fundamental para el anabolismo proteico y se piensa que es el mecanismo mediante el cual la OKG tiene un efecto de ahorro de nitrógeno (7). La OKG se ha utilizado y se sigue utilizando como un suplemento nutricional en individuos que buscan aumentar la fuerza y función muscular. Tales individuos son generalmente varones que tienen experiencia en entrenamiento de fuerza y que están altamente motivados para mejorar la masa muscular y la fuerza pero que no emplean un régimen de entrenamiento controlado externamente. No se conoce si la OKG posee suficiente efecto anabólico para provocar un aumento en la intensidad y volumen de entrenamiento en estos sujetos. Según nuestros conocimientos, no se han realizado estudios científicos que evalúen los efectos anabólicos de la OKG en atletas entrenados en sobrecarga. Por lo tanto los objetivos de este estudio fueron: 1) Determinar si la ornitina alfa-cetoglutarato (OKG) consumida como un suplemento nutricional por atletas entrenados con sobrecarga, promueve incrementos en el tamaño, la fuerza y la potencia muscular; 2) Determinar si la OKG aumenta las concentraciones sanguíneas de insulina y de la hormona de crecimiento o si cambia los patrones de ingesta dietaria, y 3) Determinar si la ingestión diaria de OKG facilita un cambio en el volumen de entrenamiento en varones experimentados en entrenamiento de fuerza y motivados para mejorar el rendimiento de fuerza.

## METODOS

---

### Sujetos

En este estudio participaron veinte varones, de entre 18 y 35 años, que habían realizado entrenamiento con pesas como mínimo durante un año con un régimen de ejercicios de seis o más horas de entrenamiento por semana. Los participantes declararon no estar tomando medicación ni haber consumido sustancias prohibidas por el Comité Olímpico Internacional (IOC) en los seis meses anteriores al estudio (8). Se les solicitó que no consumieran otros suplementos nutricionales durante el estudio. La idoneidad para realizar el estudio se determinó mediante un cuestionario. Se determinó el colesterol HDL y aquellos participantes que tuvieran valores inferiores a 35 mg/dL fueron excluidos del estudio, ya que esto podría indicar el consumo no declarado de anabólicos esteroides androgénicos (9,11).

### Grupos de Estudio

Los sujetos fueron asignados al azar ya sea al grupo OKG (n=10) o al grupo placebo (n=10). Cada participante ingirió diariamente una cápsula con 10 g de OKG o 10 g de placebo, dependiendo del grupo que integraba. Ni los participantes ni los investigadores principales conocían cual de los suplementos se les administraba. Cada participante recibió su lote de OKG o de placebo en 6 porciones semanales. El placebo o la OKG eran consumidos con una bebida de 75 g de

carbohidratos, aproximadamente 90 minutos antes del entrenamiento, o al despertar. En los días en que no realizaban entrenamiento, consumieron el suplemento junto al desayuno o antes del mismo. Si el participante olvidaba tomar su dosis diaria de placebo o OKB a la hora señalada debía tomar el suplemento más tarde. Se aclaró que si los participantes olvidaban por completo tomar una de las dosis, no debían tomar doble dosis al día siguiente.

### **Registros del Entrenamiento**

Antes de comenzar, el estudio fue explicado en detalle a cada uno de los participantes quienes dieron su consentimiento de participación por escrito. A los participantes se les proporcionó un historial de salud, un cuestionario de historial atlético y de entrenamiento y se les brindaron instrucciones de cómo completar los registros del entrenamiento. Para recolectar los datos iniciales, se les solicitó a los participantes completar un informe de entrenamiento de la semana previa al estudio. Además los participantes entregaron registros semanales a lo largo de las seis semanas de la investigación. Este registro les permitió a los voluntarios revisar cambios en sus planificaciones de descansos, lesiones, trabajo y estudio. Los sujetos continuaron con sus regímenes de entrenamiento normal a lo largo del periodo de seis semanas, pero fueron alentados específicamente para aumentar la carga en cualquier momento si se sentían “bien” o “fuertes”.

### **Registros Dietarios**

Los participantes fueron instruidos acerca de cómo completar el registro de dieta. Antes del estudio comenzaron a utilizar modelos plásticos que representaban varios tamaños de porciones de comidas y bebidas. Para determinar las características iniciales, los sujetos debieron registrar toda la comida y bebida que consumieron una semana antes del comienzo del estudio y se les pidió que no realizaran cambios dietarios durante las seis semanas del mismo. También debieron registrar la comida y bebida ingerida y estimar el tamaño de las porciones respectivas. Se requirió que los participantes consumieran una cantidad mínima de proteína equivalente a 0,8g/kg de peso corporal. Cada participante presentó semanalmente el registro de dieta y el registro de entrenamiento, ya que esta era una condición necesaria para que el individuo continuara recibiendo el suplemento. Los registros fueron analizados con un software *Nutritionist IV*.

### **Procedimientos de Evaluación**

Las evaluaciones pre-suplementación (Pre) fueron realizadas en el transcurso de dos días con 48 hs entre los días de pruebas. Los participantes debieron abstenerse de realizar cualquier actividad de entrenamiento en el período en que se realizó el estudio. El primer día del estudio consistió en la determinación de la tasa metabólica en reposo, test de salto vertical, medición de pliegues cutáneos y perímetros y test de Wingate. El segundo día de evaluación consistió en la realización del pesaje hidrostático, 1 RM en sentadilla y press de banca. Los participantes podían consumir comida y bebida a ad libitum cuando correspondiera a lo largo de la pre-suplementación. Las pruebas post-suplementación (Post) fueron realizadas seis semanas después y fueron idénticas a las anteriores.

### **Prueba de Tolerancia a Carbohidratos y Determinación de la Tasa Metabólica en Reposo (RMR)**

La tolerancia a carbohidratos y la tasa metabólica en reposo (RMR) fueron determinadas luego de un ayuno de 12 y 24 hs después de realizar ejercicio. Se introdujo un catéter endovenoso en una de las venas del brazo y a continuación cada sujeto permaneció quieto en una posición reclinada durante 30 minutos en una habitación con temperatura controlada y baja intensidad lumínica. Para la determinación de la tasa metabólica en reposo, se tomaron muestras de aire expirado a los 28 y 29 minutos. Las muestras de sangre se tomaron al comienzo (0 minutos) y a los 30, 60 y 90 min posteriores a de la ingestión del suplemento (10 g OKG) y de carbohidratos (75 g). En todas las muestras se determinaron los contenidos de hormona de crecimiento, insulina y glucosa. La hormona de crecimiento fue cuantificada mediante radioinmunoanálisis I-125 (*Diagnostic Products Corporation*) utilizando un anticuerpo doble Anti-hormona de crecimiento humano. Se designó con valor igual a cero a aquellas muestras que presentaban niveles por debajo del límite de detección de la técnica. La insulina fue determinada mediante radioinmunoanálisis I-125 utilizando un anticuerpo Anti-insulina. La glucosa sérica fue determinada utilizando un ensayo de Glucosa Sigma 500 (*Trinder*).

### **Prueba de Salto Vertical**

La prueba de salto vertical fue realizada para medir la potencia anaeróbica explosiva generada por las piernas. Cada participante se colocó de pie al lado de una pared que poseía una escala de medición. La palma de la mano dominante fue marcada con tiza de carbonato de magnesio. Con los pies en el suelo completamente apoyados, los participantes extendieron el brazo dominante hasta la posición superior máxima sobre la pared, dejando la huella de la mano marcada. A continuación los participantes saltaron con el brazo extendido realizando una nueva marca en el punto más alto alcanzado en el salto. La distancia entre las dos marcas fue tomada como el valor de salto vertical. Se realizaron tres pruebas y se consideró para el análisis el mejor salto de los tres.

### **Mediciones de Pliegues Cutáneos, Perímetros y Pesaje Hidrostático**

Se registró el peso corporal de los participantes, y se determinó la composición corporal mediante la técnica de pesaje hidrostático. Las mediciones de pliegues cutáneos se realizaron con un calibre John Bull en los siguientes sitios: bíceps, tríceps, sub-escápular, suprailíaco, tórax y abdomen.. Las determinaciones de perímetros fueron tomadas de los brazos, antebrazos, tórax, cintura, cadera, muslo y pantorrilla. El peso hidrostático fue determinado mediante el método de Warner (12). El volumen residual fue calculado utilizando la técnica de dilución de oxígeno (13).

### **Test de Potencia de Wingate**

El test de potencia de Wingate se utilizó para medir la potencia anaeróbica máxima y la producción de potencia media en cada participante. Los participantes se ejercitaron en una bicicleta ergométrica ajustable Monark con punteras. Primero realizaron una entrada en calor durante 30 s en una velocidad confortable sin resistencia. Luego se agregó la resistencia con un valor equivalente al 9% del peso del participante, y luego pedalearon tan rápido como les fuera posible durante 30 segundos.

### **Una Repetición Máxima en Sentadilla**

Antes de realizar la prueba, se permitió que los participantes se familiaricen con el área de levantamiento, con la barra, pesas y el *rack* para la sentadilla. Los participantes calentaron como lo hacen habitualmente. La barra fue colocada en el *rack* la altura más cómoda para el sujeto. Luego los participantes colocaron la barra a lo largo de la saliente muscular formada por la retracción de las escápulas y la elevación de los músculos deltoides superiores y trapecios, descalzaron el peso parándose erectos y retrocedieron 2-3 pasos hacia atrás del soporte. Los participantes bajaron el cuerpo mediante una flexión profunda de rodilla hasta que la porción anterior de los muslos, cercana al pliegue inguinal, alcanzara una posición paralela al suelo. Luego, volvieron sin vacilación, a la posición original de pie con las rodillas extendidas. Antes de la evaluación, el investigador principal demostró a cada uno de los atletas cual levantamiento se consideraría admisible y determinó si cada levantamiento era aceptable. Se les pidió a los participantes que comenzaran con una carga que ellos normalmente podían manejar durante 5 repeticiones. Luego de cada intento exitoso, se aumentó la carga en la barra con incrementos razonables elegidos por el sujeto. Se permitió que los participantes tuvieran hasta 5 minutos de descanso entre los intentos. El test de sentadilla de una repetición máxima (1 RM) concluyó una vez que los participantes no pudieran completar una repetición y se contó como 1 RM al intento exitoso anterior más alto. Si el sujeto finalizaba todas las pruebas, pero no cumplía con los criterios de validez en los intentos, estaba permitida la realización de otro intento con la misma carga. Los participantes podían utilizar algunos o todos de los siguientes equipos con el fin de que empleen los equipos que normalmente utilizan en sus entrenamientos mientras realizan las pruebas de 1-RM. Este equipamiento se entregó para ser utilizado durante todas las pruebas: Cinturón de levantamiento; rodilleras, muñequeras, traje de levantamiento de una sola pieza, tiza de carbonato de magnesio, cápsulas de amonio (sales aromáticas).

### **Una Repetición Máxima en Press de Banca**

Antes de las pruebas, se permitió que los participantes realizaran los mismos procedimientos de familiarización y de precalentamiento realizados en las pruebas de 1 RM en sentadilla. Se les solicitó que comenzaran con un peso similar al que ellos normalmente podrían manejar con cinco repeticiones. Cada sujeto comenzó la prueba reclinado en el banco con la cabeza, hombros y nalgas apoyados firmemente contra el banco y con los pies en el suelo. Cada sujeto quitó la barra de pesas del soporte, o fue asistido por uno de los ayudantes. Luego la barra fue ubicada a distancia prudente con los codos extendidos. El sujeto debía bajar la barra hacia el área pectoral de modo controlado, tocar con la barra al pecho y empujar el peso con movimiento continuo hasta que los codos estuvieran extendidos manteniendo siempre la cabeza, hombros y nalgas contra el banco y los pies en el suelo o plataforma. No se permitió a los sujetos hacer rebotar el peso sobre el pecho para completar el levantamiento. Se utilizaron procedimientos similares a los descriptos para la valoración de 1 RM en sentadilla.

### **Protocolo de Ejercicio**

Luego de la prueba Pre, los participantes continuaron con su régimen normal de entrenamiento durante seis semanas. También se les permitió realizar series adicionales con o sin carga si ellos lo deseaban. Se registraron el volumen de entrenamiento de carga levantada (i.e. sets x repeticiones x peso utilizado) y el total de tiempo de levantamiento por sesión.

### **Análisis de los Datos**

Los datos de la prueba Pre fueron analizados mediante test-t de muestras independientes para determinar diferencias entre los grupos. Las variables determinadas semanalmente y los datos de las hormonas en las muestras múltiples fueron analizados mediante análisis de la varianza de mediciones repetidas de dos vías (ANOVA). Las variables que fueron determinadas una vez durante las pruebas Pre y Post fueron analizadas mediante un análisis de covarianza utilizando el valor del inicio como covariable. El volumen de levantamiento total sumado para las seis semanas fue calculado para cada

grupo y analizado mediante un test-t de muestras independientes.

## RESULTADOS

### Características De Los Sujetos

La clasificación de las actividades de los participantes, obtenidas de los cuestionarios de historiales de entrenamiento/atléticos, reveló que el grupo OKG estaba formado por un levantador de potencia, un fisiculturista, tres atletas de competición y dos aficionados a la aptitud física. El grupo placebo estaba compuesto por un levantador de potencia, un fisiculturista, tres atletas de competición y 5 aficionados a la aptitud física. Dos participantes del grupo OKG abandonaron el estudio durante la quinta semana del período experimental por causas desconocidas. En la Tabla 1 se observan las características de los sujetos, el historial de entrenamiento, el entrenamiento realizado al comienzo, y la información dietaria. Un análisis mediante test t- reveló que los datos previos al estudio referentes a entrenamiento y dieta no presentaban diferencias entre los grupos excepto en la ingesta diaria de carbohidratos que resultó ser significativamente mas alta en el grupo OKG ( $p < 0.05$ ) al inicio. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas en el consumo de carbohidratos, calorías y nutrientes entre los grupos durante las seis semanas de tratamiento.

### Evaluaciones de Rendimiento

En la Tabla 2 se observan los datos de rendimiento de las pruebas. El análisis de covarianza, con el valor Pre como covariable, demostró que no hay diferencias entre los grupos en cuanto a datos de potencia. Hubo un incremento significativo ( $p < 0.05$ ) en los valores medios ajustados de la fuerza en press de banca para el grupo OKG en comparación con el grupo control (placebo) (ver Figura 1). No se encontraron diferencias entre los grupos para la fuerza en sentadilla.

Parámetro	OKG (n=8)	Placebo (n=10)
Edad (años)	22,5 ± 1,8	23,8 ± 1,2
Altura (cm)	176,3 ± 3,5	180,1 ± 1,4
Peso (kg)	83,3 ± 3,8	84,5 ± 2,9
Edad en que comenzaron a entrenar (años)	13,9 ± 0,7	16,7 ± 1,4
Años de entrenamiento	8,0 ± 2,2	7,6 ± 1,5
Días de entrenamiento (d/semana)	4,9 ± 0,4	5,5 ± 0,2
Horas de entrenamiento (h/semana)	8,2 ± 0,8	7,6 ± 0,5
Repeticiones (cantidad/semana)	734 ± 117	676 ± 85
Series (cantidad/semana)	73 ± 7	71 ± 5
Volumen <sup>a</sup> (kg/semana)	58367 ± 15466	38382 ± 4065
Kcals (cantidad/semana)	2524 ± 150	2202 ± 81
Proteínas (g/sem)	127 ± 22	121 ± 13
Porcentaje de proteínas <sup>b</sup> (por semana)	1,5 ± 0,2	1,5 ± 0,2
CHO (g/semana)	329 ± 27 *	250 ± 21
Grasas (g/semana)	70 ± 11	75 ± 6

**Tabla 1.** Características de los participantes: Datos Descriptivos e información de entrenamiento y dieta antes de comenzar las evaluaciones (comienzo) (media ± desvío estándar). <sup>a</sup> repeticiones x series x peso utilizado; <sup>b</sup> g.kg de masa corporal<sup>-1</sup>. día<sup>-1</sup>; \*  $p < 0.05$ .

	OKG (n=8)		Placebo (n=10)	
	Pre	Post #	Pre	Post #
Frecuencia cardíaca en reposo (latidos/min)	71 ± 3	67 ± 2	69 ± 3	68 ± 2
Presión Sanguínea Sistólica en reposo (mmHg)	123 ± 3	126 ± 3	125 ± 5	127 ± 3
Presión Sanguínea Diastólica en reposo (mmHg)	74 ± 3	80 ± 4	80 ± 3	73 ± 4
Potencia media a (W)	482 ± 51	460 ± 52	437 ± 40	471 ± 46
Tasa de Fatiga a (%)	33,6 ± 4,8	37,3 ± 3,7	30,2 ± 3,1	43,1 ± 3,3
Sentadillas (Kg.)	153 ± 18	158 ± 3	149 ± 14	159 ± 3
Prensa de banca (Kg.)	114 ± 9	123 ± 2 *	117 ± 12	118 ± 2

**Tabla 2.** Datos de rendimiento en las pruebas (media±desvío estándar). # valores medios ajustados de las pruebas post-suplementación (Post); \* p<.05

### Composición Corporal y Mediciones Antropométricas

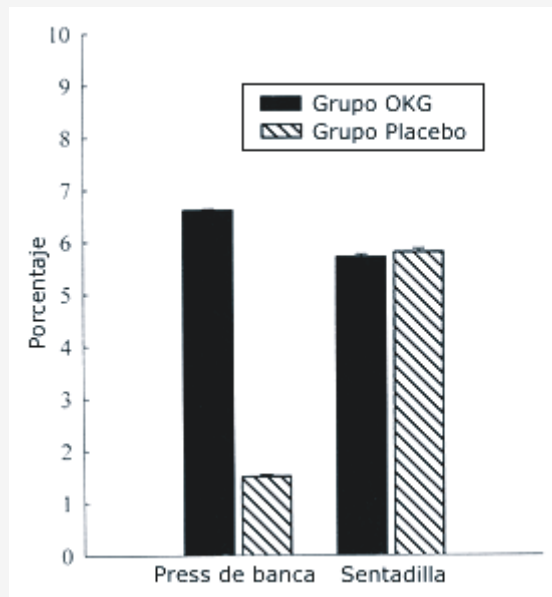
El análisis de covarianza utilizando los valores (Pre) como covariable no reveló diferencias entre los grupos en ninguna de las variables antropométricas o de peso hidrostático

### Perfil Hormonal

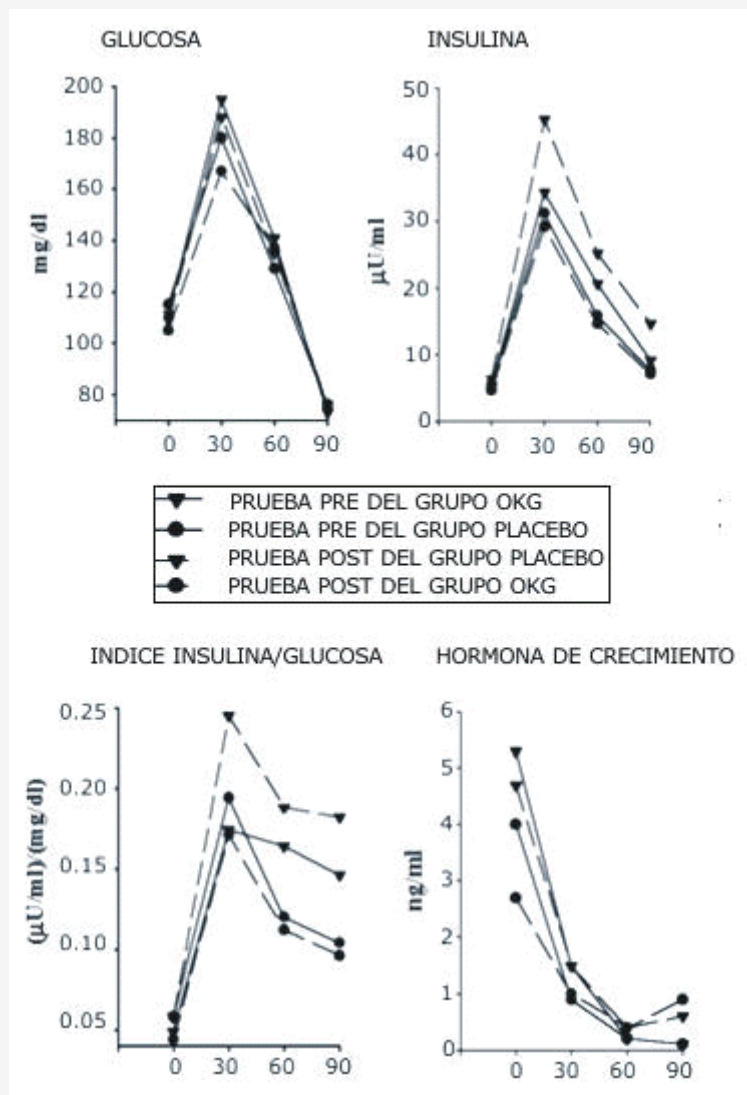
Mediante el análisis de la varianza de mediciones repetidas de dos vías no se pudieron establecer efectos principales en la concentración de hormona de crecimiento, de insulina, o en la relación insulina/glucosa entre los grupos luego de seis semanas de tratamiento (Figura 2). Los valores hallados de la concentración de hormona de crecimiento noventa minutos después de la ingestión del suplemento y de los carbohidratos (Post), fueron significativamente mayores que los encontrados en las pruebas antes de la suplementación (Pre) (p<0.05) en ambos grupos. Además, la concentración de insulina encontrada a los 60 minutos luego de la ingestión de suplemento y carbohidratos (Post) tendió a ser superior (p<0.08) a los valores encontrados en las pruebas previas a la ingestión de suplementos y carbohidratos (Pre) en el grupo experimental (OKG) versus el grupo control (Placebo)

### Información Semanal de Dieta y Entrenamiento

No se encontraron diferencias entre los grupos para ninguna de las variables de entrenamiento, en el comienzo del estudio. De las variables dietarias, solamente el consumo de carbohidratos fue superior (p<0.05) en el grupo OKG al principio del estudio, pero no se encontraron diferencias ni en la ingesta de carbohidratos ni en la ingesta de los otros nutrientes a lo largo de las seis semanas de la investigación. Las variables agudas de entrenamiento como cantidad de series, repeticiones y ejercicios fueron significativamente menores (p<.01) en la semana seis en comparación con la semana 1 para ambos grupos. El volumen total de entrenamiento (series x repeticiones x peso) no presentó diferencias entre los grupos en ningún momento. No se encontraron diferencias en el entrenamiento entre los grupos a lo largo del protocolo experimental de seis semanas.



**Figura 1.** Cambio porcentual en la fuerza. El cambio porcentual fue mayor ( $p < .05$ ) en el caso de la fuerza en press de banca en el grupo OKG versus el grupo control en las pruebas realizadas antes de la suplementación (Pre) y luego de la suplementación (Post). El cambio porcentual en la fuerza en sentadilla no fue diferente entre los grupos.



**Figura 2.** La glucosa y la hormona de crecimiento no presentaron diferencias entre los grupos tanto en las pruebas Pre como Post. La relación Insulina/glucosa no presenta diferencias entre los grupos ni en las pruebas Pre y Post. No se observaron interacciones para ninguna de las variables sanguíneas.

## DISCUSION

Esta investigación fue diseñada para simular un ambiente de libertad similar a aquel en el cual se utilizan los suplementos nutricionales con normalidad y, por lo tanto, no se realizó ningún intento de modificar, ya sea el entrenamiento de los participantes o las prácticas dietarias de los mismos. La revisión de los registros dietarios y de entrenamiento en los grupos confirmó que mediante la asignación al azar se formaron exitosamente grupos similares. La edad media, altura, peso, edad a la cual los sujetos comenzaron a entrenar, el número de años de entrenamiento, la cantidad de horas y días de entrenamiento semanal y el volumen total de entrenamiento no fueron diferentes entre los grupos. Ambos grupos se caracterizaron por los mismos valores iniciales de composición corporal, valores antropométricos, fuerza máxima en prensa de banca y sentadilla, salto vertical, y test de Wingate. De las variables dietarias determinadas inicialmente, solamente la ingesta diaria de carbohidratos fue significativamente diferente (mayor en el grupo OKG), pero no hubo diferencias significativas en el consumo de carbohidratos entre los grupos durante las seis semanas reales del período experimental. Por lo tanto, los patrones de ingesta nutricional fueron similares en ambos grupos a lo largo del curso de la investigación.

Fueron observados cambios significativos en varias variables de entrenamiento en ambos grupos durante el estudio de seis semanas. El número promedio de ejercicios realizados, series y repeticiones disminuyeron en ambos grupos desde la



primera a la sexta semana del estudio. El volumen total de entrenamiento (series x repeticiones x peso) no presentó diferencias entre los grupos lo que indica que la OKG no tuvo efectos sobre esta variable. El aumento en la intensidad de los levantamientos observado en ambos grupos representa una estrategia de "periodización" del entrenamiento en la cual las series y las repeticiones disminuyen, pero la cantidad de peso levantado en cada ejercicio (carga en la barra) se incrementa, dando como resultado un volumen total de levantamiento sin cambios o con diferencias despreciables (14). Este tipo de régimen previene el sobreentrenamiento y optimiza el rendimiento de fuerza máxima a través de la producción de ajustes neurológicos y fisiológicos frente al estrés de elevar la intensidad de entrenamiento. La periodización está basada en el modelo del Síndrome de Adaptación General, descrito por el endocrinólogo canadiense Hans Seyle, y se aplica para maximizar la fuerza y/o la potencia (15) Es importante remarcar que aunque los participantes eran libres de realizar cualquier estrategia de entrenamiento que desearan, todos seleccionaron este tipo de práctica para optimizar sus ganancias de fuerza. Este fenómeno podría indicar que los voluntarios se prepararon para la prueba Post del mismo modo en que se prepararían para una competencia atlética. Si bien ambos grupos incrementaron la fuerza de manera similar en sentadilla, el grupo OKG aumentó la fuerza significativamente con respecto al grupo control en la press de banca. Los valores de cambio porcentual indicaron que el grupo OKG incrementó la fuerza de press de banca en un 6,6% mientras que en el grupo control este incremento fue de 1,5%. Si la suplementación con OKG fue responsable de los cambios de fuerza en el rendimiento de la press de banca, es en cierta manera extraño, que no se hayan observado cambios similares en la fuerza en sentadilla. Una posible explicación es que la mayoría de los sujetos realizaban press de banca como parte de sus rutinas de entrenamiento previas a este estudio, pero no realizaban sentadilla. Por ello, la sentadilla constituía un nuevo tipo de ejercicio para ellos. En un grupo muscular desentrenado, la primera adaptación frente al entrenamiento de fuerza es neurológica, por ejemplo, aumento del reclutamiento muscular. En las primeras seis semanas es posible que se produzca una mejora nominal debida a cambios en el músculo por ejemplo, síntesis de proteínas o hipertrofia. En la bibliografía no hay indicaciones de que la OKG pueda tener efectos de alteración sobre la capacidad neurológica. De esta manera, sería esperable que ambos grupos presentaran las mismas mejoras si las adaptaciones fueran neurológicas y los ejercicios fueran los mismos como en nuestro estudio. Alternativamente, en los músculos entrenados como los que son implicados en press de banca, sería esperable que si se producen mejoras, éstas se deban principalmente a cambios en la función muscular en lugar de a cambios neuronales. La OKG podría haber provocado cambios en la función muscular en estos tejidos entrenados (por ejemplo, incremento en la síntesis de proteínas) que podrían haber resultado en el incremento en la ganancia de fuerza de 6,6 % observado en el grupo tratado.

Aunque no se encontraron diferencias en la concentración de hormona de crecimiento entre los grupos después de seis semanas de tratamiento, ambos grupos mostraron un aumento significativo en las concentraciones en sangre de esta hormona noventa minutos después de la ingestión del suplemento en comparación con los valores encontrados al inicio. Ya que hay una variedad de factores que pueden contribuir a cambiar la estimulación de la hormona de crecimiento, como la edad, el género, las prácticas dietéticas, la variación diurna y pulsátil, el descanso, estilo de vida y ejercicio, es posible que una o varias de estas influencias intervinientes puedan haber contribuido al aumento en la concentración de hormona de crecimiento observado en la prueba Post (17-18). Hay que recalcar, sin embargo, que no han sido estudiadas extensivamente las respuestas crónicas de la hormona de crecimiento frente al entrenamiento de fuerza y podría ser problemático proponer a los hábitos de entrenamiento de los participantes como la causa principal del aumento en la concentración de dicha hormona observado en este estudio. No obstante, se ha sugerido que puede darse la asociación entre un umbral de intensidad de entrenamiento de fuerza, con cambios repetidos en la concentración de iones hidrógeno, lo que contribuiría a un aumento crónico en la liberación de hormona de crecimiento (17-18). Tales niveles de intensidad forman parte de rutinas periodizadas diseñadas para obtener mejoras en la fuerza máxima.

Las concentraciones de insulina no fueron diferentes entre los grupos, aunque el grupo de OKG reflejó una tendencia a tener una concentración de insulina más alta que el grupo control en la prueba Post, a los sesenta minutos después de la ingestión del suplemento. Así como se han adjudicado a la insulina propiedades anabólicas significativas, la hiperinsulinemia también ha sido implicada en la producción de arteroesclerosis. Los valores de glucosa también se determinaron en las muestras de sangre a los 90 minutos de las pruebas Pre y Post y para cada grupo se calculó la relación insulina/glucosa. Aunque algunos niveles de glucosa plasmática parecían altos a los 30 minutos, ningún participante cumplía con el criterio de tolerancia a la glucosa disminuída o diabetes mellitus establecidos por la Asociación Americana de Diabetes (19). No se observaron diferencias en la relación insulina/glucosa dentro del grupo OKG o del grupo control (placebo) en las pruebas Pre o Post. Por consiguiente, los participantes no se volvieron menos sensibles a la insulina. Además, no se observaron aumentos en la tensión arterial, lo que se utiliza como marcador de resistencia a la insulina.

Varios estudios han informado que la OKG aumenta las concentraciones sanguíneas de insulina y de la hormona de crecimiento en individuos saludables (2-4). Nuestra investigación no confirmó estos resultados anteriores. Una de las razones por las que nosotros no observamos dichos cambios podría deberse a los efectos simultáneos de otras hormonas endógenas, como el cortisol, la testosterona y las catecolaminas. Debe determinarse aún, el papel que estas hormonas pueden desempeñar en la alteración en la liberación de insulina y de hormona de crecimiento en individuos entrenados en sobrecarga que ingirieron OKG en forma constante. Por ejemplo, el cortisol y las catecolaminas son contrareguladores de la insulina y niveles elevados persistentes de estas sustancias pueden interferir con la función normal de la insulina.

Además, en varios programas de entrenamiento de fuerza se han observado, cambios en el contenido sérico de cortisol, catecolaminas, testosterona y hormona de crecimiento (20-22). Mientras que las respuestas hormonales pueden variar ampliamente dependiendo del entrenamiento individual, del nivel de capacidad, de los grupos musculares utilizados, del modo del ejercicio, de la intensidad del ejercicio y del volumen del ejercicio (9, 18, 23), no hubo diferencias en nuestros participantes en todos estos parámetros de entrenamiento. Ellos, sin embargo, efectivamente aumentaron la intensidad del ejercicio en el transcurso del experimento de seis semanas. Aunque en este estudio no se determinaron las hormonas asociadas al estrés, podría especularse que el aumento en la intensidad de entrenamiento de los grupos podría producir un aumento en la secreción de hormonas de estrés que habrían interferido con la secreción de insulina.

En resumen, la ingestión diaria de 10 g de OKG con carbohidratos durante seis semanas no cambió la intensidad o el volumen del entrenamiento en comparación con el grupo Placebo. El consumo de OKG no alteró las concentraciones de insulina o de la hormona de crecimiento ni la ingesta dietaria a lo largo de las seis semanas en comparación con los controles. Además la suplementación durante seis semanas con OKG en varones entrenados en sobrecarga, no mejoró el rendimiento de potencia o la fuerza en sentadilla con respecto al placebo. Sin embargo el grupo OKG incrementó significativamente la fuerza en press de banca con respecto al placebo.

## Conclusión

La OKG no causa cambios en la intensidad o volumen de entrenamiento, ni da como resultado un aumento en la masa muscular. Por otro lado, el consumo de 10 g/día de OKG con carbohidratos produce pequeños cambios en el rendimiento de press de banca, pero no en el rendimiento en sentadilla. Por lo tanto no está claro cual es el efecto de la OKG sobre la fuerza. La OKG no altera las concentraciones sanguíneas de insulina o de la hormona de crecimiento en los períodos de tiempo utilizados en este estudio. Son necesarias más investigaciones para determinar si la OKG tiene un efecto anabólico en varones saludables, libres de lesiones traumáticas.

## REFERENCIAS

1. Armstrong, F.B (1989). Nitrogen Metabolism. In: Biochemistry 3rd Ed.. New York: Oxford University Press,;387-429
2. Cynober L., C. Coudray-Lucas, J. deBandt, J. Guechot, C. Aussel, M. Salvucci (1990). Action of ornithine alpha-ketoglutarate, ornithine hydrochloride, and calcium alpha-ketoglutarate on plasma amino acid and hormonal patterns in healthy subjects. *J Am Coll Nutr* 9:2-12
3. Cynober, L., M. Vaubourdolle, A. Dore, and J. Giboudeau (1984). Kinetics and metabolic effects of orally administered ornithine alpha-ketoglutarate in healthy subjects fed with a standardized regimen. *Am J Clin Nutr*:39:514-519
4. Salvucci, M., L. Cynober, M. Vaubourdolle, C. Coudray-Lucas, J. Guechot, and J. Giboudeau (1987). Glucose load modified ornithine alpha-ketoglutarate metabolism and action in healthy subjects. *Clin Nutr*:6:79
5. Vaubourdolle, M., A. Jardel, C. Coudray-Lucas, O.G. Ekindjian, J. Agneray, and L. Cynober (1988). Metabolism and kinetics of parenterally administered ornithine and alpha-ketoglutarate in healthy and burned animals. *Clin Nutr*:7:105-111
6. Leander, U., P. Furst, N., and K. Vesterberg (1985). Nitrogen sparing effect of Ornicetil in the immediate post-operative state. *Clin Nutr*:4:43-51
7. United States Olympic Committee (1988). Guide to banned medications. *Sportsmediscope*:7:1-5
8. Hurley, B.F., D.R. Seals, J.M. Hagberg, A.C. Goldberg, S.M. Ostrove, J.O. Holloszy, W.G. Wiest, and A. C. Goldberg (1984). High-density lipoprotein cholesterol in bodybuilders vs. powerlifters. *JAMA*:252:507-513
9. Webb, O.L., P.M. Laskarzewski, and C.J. Glueck (1984). Severe depression of high-density lipoprotein cholesterol levels in weight lifters and body builders by self-administered exogenous testosterone and anabolic-androgenic steroids. *Metabolism*:33:971-975
10. Ullrich, I.H., C.M. Reid, and R.A. Yeater (1987). Increased HDL-cholesterol levels with a weight lifting program. *South Med J*:80:328-331
11. Warner, J.G., R.A. Yeater, L. Sherwood, and K. Weber (1986). A hydrostatic weighing method using total lung capacity in a small tank. *Brit J Sports Med*:20:1721-1728
12. Willmore, J.H., Vodak, P.A., Parr, R.B., Girandola, R.N., and J.E. Billing (1980). Further simplification of a method for determination of residual lung volume. *Med Sci Sports Exerc*:12:216-218
13. Wathen, D (1994). Essentials of Strength Training and Conditioning. Champaign, IL: Human Kinetics:459-472
14. Ullrich, I.H., C.M. Reid, and R.A. Yeater (1988). Increased HDL-cholesterol levels with a weight lifting program. *South Med J*:80:328-331
15. Kraemer, W.J., L. Marchitelli, and S.E (1990). Gordon. Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *J Appl Physiol*:69:1442-1450
16. Kraemer, W.J., S.E. Gordon, S.J. Fleck, L.J. Marchitelli, R. Mello, J.E (1991). Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *Int J Sports Med*:12:228-235
17. American Diabetes Association (1998). Position statement. *Diabetes Care*:21(S1):5-19
18. Fahey, T.D., R. Rolph, P. Moungee, J. Nagel, and S. Mortata (1976). Serum testosterone, body composition, and strength of

- young adults. *Med Sci Sports Exerc*:8:31-34
19. Guezenc, Y., L. Leger, F. Lhoste, M. Aymonod, and P.C. Pesquies (1986). Hormone and metabolite response to weight-lifting training sessions. *Int J Sports Med*:7:100-105
  20. Hakkinen, K. and A.Pakarinen (1991). Serum hormones in male strength athletes during intensive strength training. *Eur J Appl Physiol*:63:194-199
  21. Schwab, R., G. Johnson, T. Housh, J. Kinder, and J. Weir (1993). Acute effects of different intensities of weight lifting on serum testosterone. *Med Sci Sports Exerc*:25:1381-1385