Research

Efectos de la Ingesta de Suplementos destinados a promover el Desarrollo del Tejido Magro sobre la Composición Muscular durante Entrenamientos de Resistencia

Richard B Kreider[1], Robert C Klesges[2], Pamela Grindstaff[1], Daryll Bullen[1], Larry Wood[1], Anthony L Almada[3], Karen Harmon[2] y Yuhua Li[1]

[1]*Exercise & Sport Nutrition Laboratory, Department of Human Movement Sciences & Education, The University of Memphis, Memphis, TN.*
[2]*Prevention Center, Department of Psychology, The University of Memphis.*
[3]*Experimental & Applied Science, Inc., 409 Corporate Circle Dr., Golden, CO, USA.*

RESUMEN

Este estudio examinó los efectos de la ingesta de suplementos alimenticios diseñados para promover el desarrollo de la masa magra sobre las alteraciones en la composición corporal durante un entrenamiento de resistencia. Veintiocho varones entrenados en resistencia suplementaron sus dietas, de modo doble ciego, con maltodextrina (M), Gainers Fuel (GF), o Phosphagain (P). No se observaron diferencias significativas entre los grupos en los valores absolutos o relativos del agua corporal total. La ingesta calórica y el peso corporal total aumentaron significativamente en todos los grupos combinados, a lo largo del estudio, sin observarse diferencias entre los grupos o de interacción. La absorciometría dual con Rayos X determinó que la masa corporal aumentó significativamente en cada grupo a lo largo del estudio con ganancias estadísticamente mayores en los grupos GF y P. El desarrollo de la masa magra (excluyendo huesos) fue significativamente mayor en el grupo P, mientras que la masa adiposa y el porcentaje de tejido adiposo fueron más elevados en el grupo GF. Los resultados indican que el peso corporal total aumentó significativamente en cada grupo, y que la suplementación con P provocó ganancias estadísticamente mayores en el tejido magro durante el entrenamiento de resistencia.

Palabras Clave: carbohidrato, proteínas, cromo, boro, creatina, taurina

Los deportistas que entrenan la resistencia a la fuerza a menudo complementan sus dietas, con el fin de aumentar de peso, con productos en polvo comercialmente disponibles, los que promueven intencionalmente el desarrollo del tejido magro durante el entrenamiento. La mayoría de estos suplementos contienen distintas combinaciones de carbohidratos, proteínas/aminoácidos, vitaminas, minerales, y/o nutrientes ergogénicos. Mientras que los fabricantes de estos productos sostienen que su fórmula específica desarrolla al máximo el tejido muscular magro, poco es lo que se sabe acerca de los efectos de estos suplementos alimentarios sobre la composición corporal durante entrenamientos de resistencia. Nosotros quisimos examinar los efectos que producía suplementar la dieta con dos productos comerciales con diferentes ingredientes sobre los patrones alimentarios y la composición corporal durante el entrenamiento de resistencia a la fuerza.

El primer suplemento investigado (Gainers Fuel 1000) es un polvo de alta energía que agregaba aproximadamente 1.400 kcal por día a la dieta (290 gr/día de carbohidratos, 60 gr/día de proteínas, y 1 gr/ día de grasas). A pesar de que este suplemento contenía un gran número de ingredientes, los nutrientes teóricamente activos que pueden haber afectado el desarrollo de la masa magra incluían al cromo en forma de picolinato (800 ug/día) y al boro (6 mg/día). Se ha sugerido que la suplementación con cromo (-.200 ug/día) promueve el desarrollo de la masa magra (9,14) a través de su posible rol en la potenciación de las acciones de la insulina en relación a la función de la tolerancia a la glucosa (1,21). La suplementación con boro (-2.5 mg/día) se ha visto que promueve el anabolismo aumentando la testosterona circulante (24). Sin embargo, no está claro si suplementar la dieta con esta fórmula en particular afecta el desarrollo de la masa magra durante entrenamientos de la resistencia a la fuerza.

El segundo suplemento investigado (Phosphagain) fue intencionalmente diseñado para promover el desarrollo de la masa magra sin una excesiva ingesta calórica. Este suplemento agrega aproximadamente 570 kcal por día a la dieta (64 gr/día de carbohidratos, 67 gr/día de proteínas, 5 gr/día de grasas). A pesar de que este suplemento también contenía una gran cantidad de ingredientes, los elementos teóricamente activos relacionados con el desarrollo de la masa magra eran la creatina, la taurina, el ARN derivado de la levadura, y la L-glutamina. Algunos trabajos recientes indican que la suplementación con creatina (-20 gr/día durante 6 a 28 días) podría incrementar el contenido intramuscular de creatina (2,5,12), el peso corporal total (2,3,6, 8), y/o la masa corporal magra (8), posiblemente debido a la retención de líquidos o a una mejor síntesis de proteínas en el músculo esquelético (4,16). Sin embargo, pocas investigaciones han examinado estas hipótesis. Se ha reportado que el aminoácido taurina es el segundo aminoácido libre más abundante en el músculo esquelético del ser humano, encontrado principalmente en las fibras de tipo I (18). Además, existen datos a partir de estudios con animales que indican que la taurina podría potenciar las acciones de la insulina (19,20). Los nucleótidos (liberados por el ARN) sirven como precursores en la síntesis de ácido nucleico, participan en las reacciones de transferencia de la energía, y funcionan como coenzimas (7). Finalmente, se ha reportado que la glutamina es importante en la modulación de la hidratación/volumen celular (13) y en la regulación de la síntesis de proteínas en el músculo esquelético (11,22). Sin embargo, no está claro si el suplementar la dieta con esta fórmula en particular, afecta el desarrollo del tejido magro durante entrenamientos de la resistencia a la fuerza.

El propósito de este estudio fue examinar si complementar la dieta con Gainers Fuel 1000 o con Phosphagain aumenta el desarrollo del tejido magro a un mayor nivel durante entrenamientos de la resistencia a la fuerza, que consumiendo un placebo con carbohidratos no fortificado.

METODOS Y MATERIALES

Sujetos

Aproximadamente 100 varones entrenados en resistencia a la fuerza respondieron a avisos publicitarios para este estudio. Los posibles candidatos fueron llamados y se les informó verbalmente acerca del diseño experimental general, así como de los criterios para la selección de sujetos. Estos criterios incluían haber estado participando en entrenamientos de resistencia a la fuerza al menos tres veces por semana, durante los últimos tres meses, y ser menor de 40 años. Además, se les informó a los posibles participantes que aquellos individuos con historias de uso de anabólicos esteroides serían rechazados. Si los sujetos seguían interesados en participar en el estudio, se los invitaba a asistir a una reunión de orientación en la cual se les explicaba en mayor detalle el diseño experimental y se obtenían datos adicionales para la selección de los sujetos.

Aproximadamente 60 sujetos concurrieron a la reunión y se sometieron a una evaluación para participar en el estudio. Se les dio a conocer a los sujetos el procedimiento experimental y firmaron su consentimiento de acuerdo a los lineamientos establecidos por el Colegio Americano de Medicina del Deporte para el uso de sujetos humanos y aprobados por el Comité Institucional de Revisión de la Universidad de Memphis. La evaluación inicial incluyó la proyección de un video que mostraba el protocolo experimental a llevarse acabo, completar formularios con la historia médica y deportiva, remitir una descripción detallada del programa actual del entrenamiento de resistencia a la fuerza, medir el peso corporal, y realizar poses de fisicoculturismo de extremidad superior e inferior en un video que fue utilizado por el equipo de investigación para ayudar en la selección de los sujetos.

En base a esta información, los sujetos fueron juzgados por un panel de cuatro miembros utilizando como criterio de selección un sistema de puntuación de 0 (bajo) a 10 (alto). Primero, los posibles sujetos fueron subdivididos en categorías según el peso corporal con el fin de seleccionar grupos de 3 sujetos con pesos totales casi idénticos (por ej., + 3-5 libras). En segundo lugar, los sujetos dentro de cada categoría de peso fueron ordenados y combinados, lo más cerca posible, en base a su actual programa de entrenamiento (por ej., tipos de aparatos utilizados, tipos de levantamiento llevados a cabo,

número de repeticiones y de series realizadas normalmente por semana, etc.). En tercer término, los sujetos fueron combinados en base a los años de entrenamiento de sobrecarga. En cuarto lugar, fueron clasificados y combinados de acuerdo a la apariencia corporal general (por ej., nivel de musculación/hipertrofia y grado de adiposidad). Finalmente, se evaluaron las historias médicas de los sujetos con el fin de asegurar que no hubiera limitaciones ortopédicas y/o médicas significativas que pudieran afectar la capacidad para participar en el estudio y que no estuvieran tomando ningún agente farmacológico prescripto que pudiera afectar el desarrollo de la masa magra. Ninguno de los sujetos inicialmente evaluados reportó una historia actual o pasada de uso de anabólicos esteroides. Sin embargo, no se llevaron a cabo tests de dopaje para verificar esta declaración.

A partir del grupo de posibles sujetos, 30 varones fueron elegidos y equiparados en grupos de 3, en base a los criterios mencionados anteriormente. Veintiocho sujetos completaron todas las fases del estudio. Ellos tenían 26 + 6 años de edad (media + desvío standard), pesaban 81.5 + 11 kg, participaban en entrenamientos de sobrecarga 7.6 + 2 hs/semana, y habían estado entrenando durante 6 + 4 años. Los sujetos recibieron una compensación económica (u$s 100) por completar el estudio.

Diseño experimental

En forma doble ciego y aleatoria (al azar), los sujetos fueron asignados a ingerir uno de tres suplementos: (a) un suplemento con 63 gr. de maltodextrina, tres veces por día (190 gr/día), que servía de placebo; (b) un suplemento que consistía de 290 gr/día de carbohidratos, 60 gr/día de proteínas, 1 gr/día de grasas, 800 ug/día de picolinato de cromo, y 6 mg/día de boro como citrato, aspartato, y glicinato, dividido en dos tomas diarias de acuerdo a las recomendaciones del laboratorio fabricante (Gainers Fuel 1000, Twin Laboratories, Inc., Ronkonkoma, NY); o (c) un suplemento conteniendo 64 gr/día de carbohidratos, 67 gr/día de proteínas, 5 gr/día de grasas, 20 gr/día de monohidrato de creatina, 6.2 gr/día de taurina, 775 mg/día de ARN derivado de la levadura, y 7.2 gr/día de L-glutamina, dividido en tres tomas diarias de acuerdo a lo recomendado (Phosphagain, Experimental and Applied Sciences, Inc., Golden, CO). Estos suplementos fueron preparados en polvo con similar textura, gusto, y apariencia, y fueron empaquetados y codificados independientemente para la administración doble ciegó. Los sujetos mezclaban el suplemento en polvo en medio litro de líquido, y lo tomaban con el desayuno, al mediodía, y/o con la cena. Un cuestionario realizado luego del estudio reveló que el porcentaje de cumplimiento al protocolo de suplementación fue del 95 + 1 % (media + SE). En la Tabla 1 se muestra]alista completa de ingredientes de los suplementos.

Se les indicó a los sujetos mantener sus programas habituales de entrenamiento a lo largo del estudio. A pesar de que los mismos diferían entre los grupos (por ej., tipos de pesas, número de series y repeticiones realizadas con cada peso), los ejercicios comunes incluían press de banca/press de banca inclinada, pectorales, press de hombros, flexores de bíceps, extensores de tríceps, sentadillas/press de piernas, extensores y flexores de piernas. Los sujetos registraban los volúmenes de entrenamiento a través de planillas suministradas a lo largo del estudio (por ej., ejercicios realizados, número de series, número de repeticiones, y peso levantado).

También se les indicó a los sujetos mantener sus dietas normales. Además, se les pidió que no consumieran ningún otro suplemento nutricional (por ej., vitaminas, minerales, u otras ayudas ergogénicas) desde dos semanas antes de comenzar con las sesiones de familiarización hasta completar todo el estudio. Debido a una demora en la iniciación del protocolo de suplementación, esto provocó un período de «lavado» de 4 semanas. La única excepción fue que se les permitió a los sujetos ingerir bebidas deportivas carbonatadas y «snacks» deportivos de alta energía si formaban parte de su dieta normal de entrenamiento.

En los días 0, 7, 14, y 28 de la suplementación se les controló el peso corporal total y se realizaron mediciones de la composición corporal. Los sujetos fueron evaluados a la misma hora del día en cada una de las mediciones. Además, se les indicó un ayuno de 8 hs. antes de las evaluaciones de la composición corporal, salvo la ingesta de los suplementos experimentales. También se les pidió que no realizaran ejercicios intensos y que no ingirieran grandes volúmenes de líquidos antes de la composición corporal.

Ingrediente	GainersFuelR	PhosphagainTM
Macronutrientes		
Carbohidratos(gr)	290	64
Proteínas(gr)	60	67
Grasas(gr)	1	5
Aminoácidos		
L-leucina(mg)	8000	5845
L-isoleucina(mg)	3060	2780
L-valina(mg)	3180	3470
L-lisina(mg)	5640	4875
L-treonina(mg)	3180	2795
L-metionina(mg)	1320	1825
L-fenilalanina(mg)	2160	2895
L-triptofano(mg)	1200	825
L-arginina(mg)	1680	2155
L-cisteína(mg)	1200	375
L-alanina(mg)	2640	2185
L-ácido aspártico(mg)	6900	4910
L-ácido glutámico(mg)	10040	12245
L-glicina(mg)	1080	1190
L-histidina(mg)	840	1620
L-prolina(mg)	3060	5540
L-serina(mg)	2880	3700
L-tirosina(mg)	2220	3000
Vitaminas		
VitaminaA(UI)	10000	7760
VitaminaD(UI)	400	620
VitaminaC(mg)	120	95
VitaminaE(UI)	60	45
VitaminaK(ug)	Ni-	125
Tiamina(mg)	3.0	2.30
Riboflavina(mg)	3.8	2.6
Niacina(mg)	40	30
VitaminaB6(mg)	4	3
VitaminaB12(ug)	12	9
Acidopantoténico(mg)	20	15
Acidofólico(ug)	800	620
Biotina(ug)	600	465
PABA(mg)	20	NL
Minerales		

Sodio(mg)	NL	1180
Calcio(mg)	1000	1550
Magnesio(mg)	400	620
Potasio(mg)	1200	1955
Cinc(mg)	15	23.3
Manganeso(mg)	4	3
Cobre(mg)	2	3
Hierro(mg)	18	NL
Fósforo(mg)	700	1550
Yodo(ug)	150	232
Selenio(ug)	100	95
Cromo(ug)	800picolin.	155citrato
Molibdeno(ug)	100	185
Boro(mg)	6	NL
Otros nutrientes		
Monohidratodecreatina(gr)	NL	20
Taurina(gr)	NL	6.2
L-glutamina(gr)	NL	7.2
ARN(mg)	NL	775
Colina(mg)	400	240
Inositol(mg)	400	NL
L-carnitina(mg)	50	NL

Tabla 1. *Ingredientes de los suplementos Gainers Fuel 1000 y Phosphagain (calculados a partir de las ingestas diarias totales)*

Métodos

El peso corporal fue controlado con una balanza digital calibrada con una precisión de + 0.02 kg (Sterling Scale Co., Southfield, MI). El total de agua corporal fue estimado utilizando un analizador de bioimpedancia eléctrica Valhalla 1990 b (San Diego, CA) cargada con una población deportiva EPROM. Los niveles de actividad para el análisis de la bioimpedancia eléctrica fueron determinados en base al volumen de entrenamiento reportado por cada sujeto y fueron mantenidos a lo largo del estudio.

Las mediciones de la composición corporal (excluyendo el cráneo) se determinaron utilizando un absorciómetro dual de Rayos X Hologic QDR-2000 (Waltham, MA), con el software para Hologic versión V7, REV F. Este sistema mide la cantidad de tejido óseo, adiposo, y tejido magro/blando que cae dentro de los rangos estandarizados de densidad utilizando la metodología por absorciometría (DEXA). La DEXA explora las regiones del cuerpo (brazo derecho, brazo izquierdo, tronco, pierna derecha, y pierna izquierda) para determinar la cantidad de masa ósea, masa adiposa, y tejido magro/blando en cada región. Luego se sacan los sub-totales de cada región para finalmente determinarlos valores totales (excluido el cráneo). El porcentaje de adiposidad corporal se calcula dividiendo la cantidad de masa adiposa medida por la masa total explorada (suma de masa ósea, adiposa, magra/blanda). La DEXA no considera el peso corporal total cuando son determinadas las densidades de las masas ósea, adiposa, y magra, sino que más bien registra la cantidad de tejido medido dentro de los rangos estandarizados de densidades. Por lo tanto, la masa corporal total explorada (agregando la estimación para la masa craneal) podría no ser igual al peso corporal total. DEXA ha probado ser un método altamente confiable (r= 0.99) y preciso (coeficiente de variación de 0.5-1 %) para determinar la composición corporal de segmentos individuales (10,15,17,23).

Los procedimientos de calibración para el control de calidad (CC) fueron realizados con un Phantom (Hologic XCALIBER Model DPA/QDR-1 anthropometric spine phantom) antes de cada sesión de evaluación. El Phantom fue explorado en el modo AP simple, y de modos de arrastre laterales. Los análisis de las imágenes de CC fueron llevados acabo comparando las imágenes diarias de CC con una imagen Hologic de referencia del Phantom. Luego, los datos de las imágenes diarias de CC fueron ingresadas en la base de datos y comparadas a valores de fábrica. Los valores de las imágenes diarias de CC

fueron graficadas para obtener tanto el contenido mineral óseo (BMC) como la densidad mineral ósea (BMD) en todos los modos mencionados. Los niveles de tolerancia para las imágenes de CC fueron establecidas en + 1 desvío standard desde la media de la unidad, lo cual es determinado por Hologic para cada unidad individual. Los coeficientes medios de variación en las mediciones de BMC y BMD obtenidas en los modos lateral y de barrido variaron de 0.41 a 0.55 % a lo largo de la vida de la unidad. Los sujetos fueron ubicados de acuerdo a los criterios standard durante el chequeo inicial. Esta posición fue referida a la computadora para colocar así a los sujetos en las series posteriores. Los estudios con DEXA fueron realizados principalmente por un radiólogo certificado (98 de 112 mediciones), las restantes efectuadas por un técnico certificado que se sometió a una idéntica preparación con el fin de mantener consistencia en la ubicación de los sujetos.

Los sujetos registraron las ingestas alimenticias en cuadernillos nutricionales a lo largo del estudio. Los registros alimentarios fueron analizados durante 3 días precedentes a cada sesión de evaluación (días 0, 7, 14, y 28) con el fin de estimar el promedio diario de la ingesta calérica. El consumo de suplementos fue incluido como parte del registro de 3 días para los períodos de evaluación de los días 7, 14, y 28. Los registros nutricionales fueron interpretados y analizados por un asistente de investigación. El consumo alimenticio reportado fue analizado utilizando el software Food Processor III para el análisis nutricional (Nutritional Systems, Salem, OR).

Análisis estadísticos

Los datos fueron analizados a través del análisis de la variancia (ANOVA) para mediciones repetidas utilizando el paquete estadístico SPSS para la versión Windows 5.0.1. Cuando se observaba un cociente F significativo ($p < 0.05$) se realizaba el test de Tukey-Kramer. Además, los cambios promedios en los datos de composición corporal a través del estudio fueron calculados restando los valores de composición corporal del Día 0 (línea basal) de los valores de los días 7, 14, y 28. Luego, los valores medios de cambio fueron analizados por ANOVA para mediciones repetidas con tests de Tukey-Kramer, cuando se observaban F significativas. Los datos son presentados como las medias + error standard de las medias.

RESULTADOS

Se obtuvieron los programas y volúmenes de entrenamiento en 26 de los 28 sujetos en los grupos con maltodextrina (M), Gainers Fuel 1000 (GF), y Phosphagain (P) (M, n= 9; GF, n= 9; P, n= 8). No se observaron diferencias significativas en el número total de sesiones de entrenamiento, número total de series realizadas, o número total de repeticiones entre los grupos durante las cuatro semanas de entrenamiento. Debido al registro incompleto del peso levantado por serie, en varias planillas de entrenamiento, no se pudo analizar estadísticamente el total de kilogramos levantados.

La Tabla 2 muestra el promedio de la ingesta alimentaria diaria: Los registros nutricionales fueron obtenidos en 24 de los 28 sujetos (M, n= 9; GF, n= 7; P, n=). No se observaron efectos significativos en los grupos o grupo por tiempo en la ingesta calórica total estimada. Sin embargo, el consumo calórico total fue significativamente mayor que los valores previos a la suplementación en todos los grupos, con un promedio de incremento de 3.5 + 1.9 MJ/día en las semanas 1, 2 y 4 de suplementación. Se observaron efectos significativos entre grupos, tiempo, y grupo por tiempo en la ingesta de carbohidratos. Los análisis post-hoc no revelaron diferencias significativas en el consumo de carbohidratos antes de la suplementación. Sin embargo, la ingesta de carbohidratos en los grupos M y GF, por lo general fue mayor que en el grupo P, a lo largo del período de suplementación.

Además, el consumo de carbohidratos en las semanas 1, 2, y 4 fue significativamente mayor que los valores pre-suplementación en los grupos M y GF, mientras que en el grupo P sólo fue estadísticamente mayor en la semana 1 de suplementación. No se observaron diferencias significativas en la ingesta de grasas. Se observaron efectos significativos entre grupos y tiempo en el consumo relativo de proteínas. Los análisis post-hoc revelaron que la ingesta de proteínas en el grupo GF fue significativamente mayor que en el grupo M, mientras que la del grupo P no fue diferente que las de los grupos M o GF. El consumo relativo de proteínas en todos los grupos combinados fue significativamente mayor en las semanas 2 y 3 de suplementación.

No se observaron efectos significativos entre grupos ($p= 0.93$) o grupo por tiempo ($p= 0.13$) en el peso corporal total, a lo largo de los 28 días que duró el estudio (los cambios medios fueron 0.9 + 0.4, 1.6 +0.5, y 1.9 + 0.6 para los grupos M, GF y P, respectivamente). Sin embargo, se observó un efecto significativo con el tiempo ($p = 0.001$) en el peso total. Los análisis post-hoc revelaron que los valores del peso en los días 7, 14, y 28 fueron significativamente mayores que el peso antes de la suplementación.

No se observaron diferencias significativas entre grupos en los volúmenes totales de agua corporal determinados por

bioimpedancia eléctrica expresados en términos absolutos (lt.) o relativos (lt./kg).

Variable	Grupo		Pre	Semana 1	Semana 2	Semana 4		p
Consumo calórico (MJ/día)	M	M	11.1	14.9	15.7	14.9	Grupo	0.10
		SE	0.4	0.8	2.2	0.5	Tiempo	0.001
	GF	M	13.2	18.1	17.1	17.8	Gr.x tiempo	0.08
		SE	2.3	1.6	1.5	1.9		
	P	M	11.5	15.3	12.3	12.7		
		SE	1.4	0.8	0.9	1.3		
Carbohidratos (gr/día)	M	M	307	478#	514#+	489#+	Grupo	0.05
		SE	25	33	73	63	Tiempo	0.001
	GF	M	337	561#*	566#*	602#*	Gr.x tiempo	0.001
		SE	96	33	73	81		
	P	M	348	402#*	323*+	348*+		
		SE	39	40	36	36		
Grasas (gr/día)	M	M	69	69	60	76	Grupo	0.93
		SE	6	10	9	10	Tiempo	0.49
	GF	M	85	65	73	57	Gr.x tiempo	0.35
		SE	21	10	9	8		
	P	M	71	73	65	72		
		SE	14	14	12	15		
Proteínas (gr/kg/día)	M	M	1.37	1.75	1.54	1.43	Grupo	0.03
		SE	0.2	0.2	0.2	0.1	Tiempo	0.004
	G F	M	1.87	2.09	2.11	2.17	Gr.x tiempo	0.54
		SE	0.2	0.2	0.1	0.1		
	P	M	1.49	2.21	1.85	1.87		
		SE	0.1	0.2	0.2	0.2		

Tabla 2. *Promedio de la ingesta nutricional diaria en los grupos con Maltodextrina (M), Phosphagain (P), y Gainers Fuel 1000 (GF)*
(+) p < 0.05 diferencia entre los grupos M y P.
(*) p < 0.05 diferencia entre los grupos P y GF.
(#) p < 005 diferencia con Pre (Día 0).

La Tabla 3 presenta los datos de la composición corporal obtenidos a través de DEXA en los días 0, 7, 14, y 28 del estudio, mientras que la Figura 1 muestra los resultados de DEXA expresados como cambios medios en los valores de la composición corporal desde los días 0 a 7, 0 a 14, y 0 a 28. Se observaron efectos significativos en el tiempo, y grupo x tiempo en la masa corporal (por ej., sub-total de gramos de hueso, tejido blando, y tejido adiposo medidos por DEXA desde el cuello distal). Los análisis post-hoc revelaron que la masa explorada aumentó en cada grupo a lo largo del curso del estudio. Sin embargo, la masa en el grupo P fue significativamente mayor luego de 7 días de suplementación, mientras que en los grupos GF y M, ésta fue estadísticamente más elevada luego de los 14 y 28 días, respectivamente, de suplementación. Además, la masa corporal explorada en los grupos GF y P fue significativamente mayor que en el grupo M en los días 7, 14, y 28. Finalmente, la masa explorada en el grupo P fue mayor que en los grupos M y GF en el día 14 de suplementación.

El análisis del promedio de cambio reveló efectos significativos en los grupos (p= 0.03) y en el tiempo (p= 0.001) en la masa corporal. El análisis post-hoc de los efectos principales en los grupos reveló que el aumento de la masa corporal en el grupo P fue significativamente mayor que en el grupo M, no habiéndose observado diferencias significativas entre los

grupos P y GF. Los análisis de las diferencias de grupos en cada punto de datos revelaron que el aumento de la masa corporal en el grupo P fue significativamente mayor que en el grupo M en cada punto (días 0 a 7, 0 a 14, y 0 a 28) y también mayor que en el grupo GF en los puntos de datos de los días 0 a 14. Finalmente, el aumento de masa corporal en el grupo GF fue estadísticamente mayor que los cambios observados en el grupo M durante los días 0 a 7 y 0 a 14.

El tejido magro determinado a través de DEXA (excluyendo huesos) reveló efectos significativos en el tiempo, y en la interacción grupo x tiempo. Los análisis post-hoc revelaron que la masa magra en el grupo P fue significativamente mayor que los valores anteriores a la suplementación en los días 7, 14, y 28. Además, los valores del tejido magro en los grupos GF y P fueron estadísticamente mayores que los observados en el grupo M en el día 7. Finalmente, los valores de masa magra en el grupo P fueron mayores que los de los grupos GF y M en los días 14 y 28 de suplementación.

Los análisis de los cambios medios revelaron diferencias significativas en el tejido magro en los grupos (p = 0.02) y en el tiempo (p = 0.04). Los análisis post-hoc de los efectos principales en los grupos revelaron que el aumento del tejido muscular fue significativamente mayor en el grupo P que en los grupos M y GF. El análisis de las diferencias de grupo en cada punto de datos mostró que los aumentos en la masa magra fueron mayores que en el grupo M en los días 0 a 7, 0 a 14, y 0 a 28, así como mayores que en el grupo GF en los días 0 a 14 y 0 a 28.

Los valores del tejido adiposo y porcentaje de masa grasa revelaron cambios similares. Se observaron efectos significativos entre los grupos en el tiempo y grupo x tiempo, en los valores de tejido adiposo y porcentaje de masa grasa. Los análisis post-hoc revelaron que la masa grasa y el porcentaje de adiposidad en el grupo GF fueron significativamente mayores que los valores previos a la suplementación en el día 28 del estudio, mientras que tuvieron una disminución significativa a partir de los valores basales en los grupos M y P en los días 7 y 14 de suplementación. Además, los valores de masa grasa y porcentaje de adiposidad en el grupo GF fueron significativamente mayores que en los grupos M y P en los días 14 y 28. Los análisis de los cambios medios revelaron efectos significativos en los grupos y en el tiempo. Los cambios en la masa grasa y porcentaje de adiposidad en el grupo GF fueron significativamente mayores que en los grupos M y P. Además, en el grupo GF, fueron estadísticamente mayores que en los grupos M y P en los días 14 y 28.

Variable	Grupo		Dia 0	Dia 7	Dia 14	Dia 28		p
Masa corporal (gr)	M	M	74899	74600!+	75098!+	75715#!+	Grupo	0.96
		SE	3311	3208	3241	3083	Tiempo	0.001
	GF	M	75300	75999!	76137#!*	76679#!	Gr.x tiempo	0.05
		SE	3592	3687	3704	3897		
	P	M	75218	76354#+	77178#+*	77126#+		
		SE	4308	4199	4448	4163		
Tejido magro (gr)	M	M	61902	61742!+	62337+	62574+	Grupo	0.98
		SE	2500	2258	2288	2183	Tiempo	0.001
	GF	M	61872	62560!	62409*	62537*	Gr.x tiempo	0.01
		SE	2994	3007	3055	3174		
	P	M	61524	62917#+	63679#+*	63541#+*		
		SE	3146	3188	3274	3259		

Masa adiposa (gr)	M	M	10686+	104254!+	10343!+	10636!	Grupo	0.95
		S E	1273	1227	1282	1296	Tiempo	0.01
	GF	M	10948	10962!	11230!	11655#!*	Gr.x tiempo	0.04
		SE	1707	1618	1690	1683		
	P	M	11158+	10877+	10941+	11041*		
		S E	1734	1613	1754	1551		
Porc. adiposo (%)	M	M	14.0+	13.6#!	13.4#!	13.7!	Grupo	0.94
		SE	1.4	1.3	1.4	1.4	Tiempo	0.01
	GF	M	14.3	14.2!	14.5!*	14.9#!*	Grupo	
		S E	2.0	1.8	1.9	1.9	x tiempo	0.03
	P	M	14.5+	14.0#	13.9#*	14.1 *		
		SE	1.7	1.7	1.8	1.6		

Tabla 3. *Datos de la composición corporal en los grupos con Maltodextrina (M), Gainers Fuel 1000 (GF), y Phosphagain (P)*

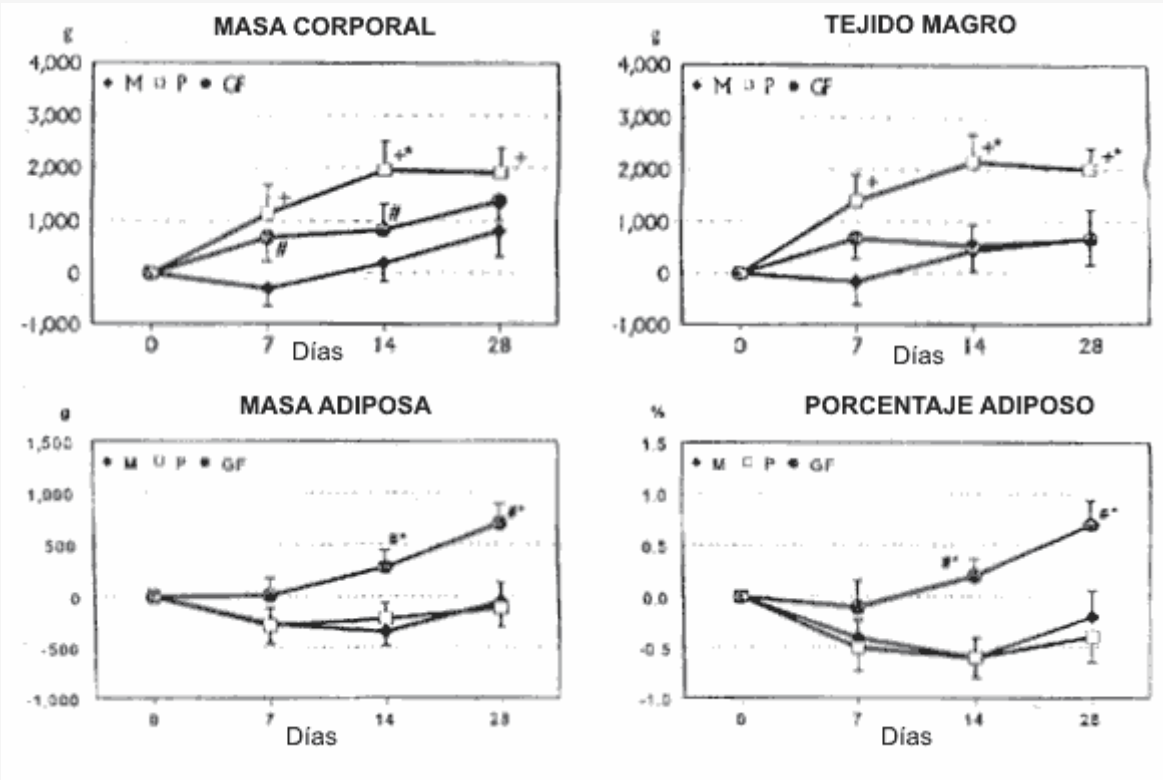

Figura 1. *Cambios medios desde el día 0 en los datos de composición corporal obtenidos por DEXA para los grupos con Maltodextrina (M), Phosphagain (P), y Gainers Fuel 1000 (GF). Los datos muestran las medias y las barras de errores standard. (+) p < 0.05 diferencia entre los grupos M y P. (#) p < 0.05 diferencia entre los grupos M y GF. (*) p < 0.05 diferencia entre los grupos P y GF.*

DISCUSION

Los resultados del presente estudio indican que suplementar la dieta ya sea con carbohidratos o con productos comerciales en polvo para aumentar de peso podría afectar la composición corporal durante el entrenamiento de sobrecarga. Sin embargo, las composiciones corporales individuales pueden verse alteradas en distintos grados de acuerdo al tipo de suplemento ingerido. Con respecto a ello, la ingesta de carbohidratos produjo un aumento no significativo en el peso del tejido magro (671 + 514 gr sin producir cambios en el tejido graso (-50 + 234 gr). La ingesta de GF 1000 resultó en un casi idéntico aumento no significativo del tejido magro (665 + 511 gr). Sin embargo, la masa adiposa (707+ 235 gr) y el porcentaje adiposo (0.7 + 0.3%) fueron significativamente mayores. Finalmente, la dieta con Phosphagain provocó un aumento significativamente mayor del tejido magro (2.018 + 364 gr), mientras que la masa grasa fue mantenida (-116 + 231 gr).

Dentro de las limitaciones que supone llevar a cabo una investigación de esta naturaleza, estos resultados indican que la ingesta de suplementos carbonatados no fortificados fue tan efectiva para promover aumentos modestos en el tejido magro durante entrenamientos de resistencia a la fuerza como la ingesta de Gainers Fuel 1000. Además, la suplementación con Phosphagain fue más efectiva para desarrollar el tejido magro que la dieta con carbohidratos o con Gainers Fuel 1000. Sin embargo, debido a que Phosphagain contiene un gran número de nutrientes, no está claro cuál o qué combinación de nutrientes fue responsable de los aumentos observados en el tejido muscular. Son necesarias más investigaciones con el fin de validar los presentes resultados, así como de descubrir los posibles mecanismos de acción. Además, dada la presencia de varios intermediarios metabólicos en la fórmula del Phosphagain que podrían afectar el desarrollo del tejido magro (por ej., monohidrato de creatina, ARN derivado de la levadura, taurina, L-glutamina, etc.), son necesarios más estudios para examinar las posibles interacciones aditivas y/o sinérgicas que estos nutrientes podrían tener sobre el desarrollo del tejido magro durante el entrenamiento de la resistencia a la fuerza.

Agradecimientos

Querernos agradecer a los sujetos que participaron en este estudio y a los ayudantes del Laboratorio de Ejercicio y Ciencias del Deporte y del Centro de Prevención de la Universidad de Memphis, quienes colaboraron con la obtención y el análisis de los datos. Este estudio se llevó a cabo a través de una beca para investigación otorgada a la Universidad de Mernphis, por la Compañía Experimental and Applied Sciences, Golden, CO.

REFERENCIAS

1. Anderson. R.A., M.M. Polansky, N.A. Bryden, E.E. Roginski, W. Mertz, and W. Glinsmann (1983). Chromium supplementation of human subjects: Effects on glucose, insulin, and lipid parameters. *Metabolism 32:894-899*
2. Balsom, P.D.. B. Ekblom, K. Sbderlund, B. Sj6din, and E. Hultman (1993). Creatine supplementation and dynamic high-intensity intermittent exercise. *Scand. J. Med. Sci. Sports. 3:143-149*
3. Balsom, P.D., S.D.R. Harridae, K. S6derlund. B. Sj6din, and E. Hultman (1993). Creatine supple-mentationperse does not enhance endurance exercise performance. *Acia P11.11siol. Scand. 149:521-523*
4. Balsom, P.D., K. S6derlund, and B. Ekblom (1994). Creatine in humans with special reference to creatine supplementation. *Sports Med. 18:268-280*
5. Bessman, S.P., and F. Savabi (1988). The role of the phosphocreatine energy shuttle in exercise and muscle hypertrophy. *In International Series an Sport Sciences.- Vol. 21, A.W. Taylor. P.D. Golinick, and H.J. Green (Eds.). Champaign, IL: Human Kinetics, pp- 167-178*
6. Chanutin, A (1926). The fate of creatine when administered to man. *J. Biol. Chein. 67:29-34*
7. Corey. J (1982). Purine and pyrimidine nucleotide metabolism. *In Textbook of Biochemistn, T.M. Devlin (Ed.). New York: Wiley, pp. 628-680*
8. Earnest, C.P., P.G. Snell. R. Rodrieuez. and A.L. Almada (1995). The effect of creatine monohy drate ineestion on anaerobic power indices. Muscular strength and body composition. *Acta Physiol Scand. 153:207-209*
9. Evans. GAV (1989). The effect of chromium picolinate on insulin controlled parameters in humans. *bit. J Biosocial Med. Res. 11: 163-180*
10. Fuller, N.J.. S.A. Jebb, M.A. Laskey, W.A. Coward, and M. Elia (1992). Four-compartment model for assessment of body composition in humans: Comparison with alternative methods evaluation of the density and hydration of fat-free mass. *Clin. Sci. 82:687693*
11. Hammargvist, F., J. Wemennan, R. Ali, A. von der Decken. and E. Vimars (1989). Addition of iflutamine to total parenteral nutrition after elective abdominal suraery spare" free Lflutamine muscle, counteracts the fall in protein synthesis, and improves nitrogen balance. *Ann. Surg. 209:455-461*

12. Harris, R.C., K. SOderlund, and E. Hultman (1992). Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clin. Sci. 83:367-374*
13. Hasten, D.L., E.P. Rome, B.D. Franks. and M. Hegsted (1992). Effects of chromium picolinate on beginning vicight training students. *Int. J. Sport Niar. 2:343-350*
14. Horber, F.F. F. Thomi, H.P. Casez, J. Fonteielle, and P. Jaeger (1992). Impact of hydration status on body composition as measured by dual energy X-ray absorptiometry in normal volunteers and patients on haemodialysis. *Br. J. Radiol. 65:895-900*
15. Ingwall. J.S (1976). Creatine and the control of muscie-specific protein synthesis in cardiac and skeletal muscle. *Circ. Res. 38:115-123*
16. Kellie, E.E (1992). Measurement of bone density with dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA). *JAMA 267:286-294*
17. Kendler, B.S (1989). Taurine: An overview of its role in preventive medicine. *Prev. Med. 18:79100*
18. Kulakowski. E.C., and J. Maturo (1984). Hypoglycemic effects of taurine: Not mediated by enhanced insulin release. *Biochem. Phartnacol. 3 1:2835-2838*
19. Lampson, W.G., J.H. Kramer. and S.W. Schaffer (1983). Potentiation of the actions of insulin by taurine. *Can. J. Physiol. Phannacol. 61:457-463*
20. Lefavi, R.G., R.A. Anderson. R.E. Keith, G.D. Wilson, U-McMillan, and M.H, Stone (1992). Efficacy of chromium Supplementation in athletes: Emphasis on anabolism. *Int. J. Sport Nutr.: I I 1- 122*
21. MacLennen. P.A., R.A. Brown, and M.J. Rennie (1987). A positive relationship between protein synthesis rate and intracellular glucamine concentration in perfused rat skeletal muscle. *FEBS Lett. 215:187-191*
22. Mazess, R. B., H.S. Barden, J. P. B iseck, and J. Hanson (1990). Dual-energy x -ray absorptiometry for total-body and regional bone-mineral and soft-tissue composition. *Am. J. Clin. Nutr. 51:11,06-1112*
23. Nielson, F., C. Hunt. L. Mullen. and J. Hurit (1987). Effect of dietary boron on mineral, estrogen, and testosterone metabolism in posmenopausal women. *FASEB J. 1:394-397*

Cita Original

Richard B. Kreider, Robert Klesges, Karen Harmon, Pamela Grindstaff, Leigh Ramsey, Daryll Bullen, Larry Wood, Yuhua Li y Anthony Almada. Efectos de la ingesta de suplementos destinados a promover el desarrollo deñ tejido magro sobre la composición muscular durante entrenamientos de resistencia. Revista de Actualización en Ciencias del Ejercicio Nº17. 1998.