PubliCE, (PubliCE) 1999

Research

Efectos de la Suplementación Nutricional durante el Entrenamiento de Fútbol Americano fuera de Temporada sobre la Fuerza y la Composición Corporal

Richard B Kreider[2], Robert C Klesges[2], Dean Lotz[3], Mike Davis[3], Edward Cantler[1], Pamela Grindstaff[1], Leigh Ramsey[1], Daryll Bullen[1], Larry Wood[1] y Anthony L Almada[4]

[1]*Exercise & Sport Nutrition Laboratory, Department of Human Movement Sciences & Education, The University of Memphis, Memphis, TN.*
[2]*Department of Human Movement Sciences & Education; The Prevention Center, The University of Memphis, Memphis, TN.*
[3]*Department of Psychology; Department of Intercollegiate Athletics, The University of Memphis, Memphis, TN.*
[4]*MetaResponse Sciences, Aptos, CA.*

RESUMEN

Frecuentemente los atletas suplementan sus dietas con sustitutos de comida/ ganadores de peso en polvo en un intento de incrementar la masa muscular y la fuerza. Sin embargo, no esta claro como estos suplementos afectan al incremento de tejido magro y/o a las ganancias de fuerza. Este estudio evaluó de que modo la suplementación de la dieta con suplementos nutricionales disponibles comercialmente afecta a la composición corporal y/o a la fuerza durante 84 días de entrenamiento de fuerza/agilidad de invierno y de prácticas de fútbol americano de primavera. En un diseño doble ciego y aleatorio, 51 jugadores de fútbol americano universitario fueron asignados aleatoriamente a suplementar sus dietas con un placebo compuesto por carbohidratos (P), un suplemento de carbohidratos/ proteínas fortificado con vitaminas/ minerales (Met-Rx™), un polvo de carbohidratos/ proteínas fortificado con vitaminas y minerales, con un contenido de 20 gr/ día de creatina (Phosphagin™), o un polvo de carbohidratos /proteínas fortificado con vitaminas y minerales, con un contenido de 25 gr/ día de creatina (Phosphagin 2™). Adicionalmente, un grupo de 10 sujetos mantuvo practicas nutricionales normales durante el entrenamiento, sirviendo como controles no suplementados (NS). La masa corporal total, el agua corporal total, la composición corporal determinada por DEXA, y las evaluaciones de fuerza isotónica fueron evaluados en los días 0, 35 y 84 del entrenamiento. Los resultados revelaron que las ganancias medias en tejido blando/ masa magra fueron significativamente mayores en los grupos Phosphagin™ (P-I) y Phosphagin 2™ (P-II) que los cambios producidos en los grupos NS, P, y Met-Rx™ (MRx) (NS 0.7 ±1.3 kg; P 1.2 ±1.6 kg; MRx 0.8 ±1.2 kg; P-I 2.3 ±1.4 kg; P-II 3.4 ±1.8 kg). Las ganancias medias en 1 RM de press de banca en los grupos MRx, P-I y P-II fueron significativamente superiores a las ganancias observadas en el grupo NS (NS 2.0 ±9 kg; P 7.6 ±7 kg; MRx 9.8 ±6 kg; P-I 10.3 ±5 kg; P-II 10.0 ±8 kg). Los resultados indicaron que la suplementación con P-I y P-II durante el entrenamiento promovió mayores ganancias en la masa magra en comparación con los grupos NS, P, MRx; y que las ganancias en fuerza de los grupos suplementados fueron mayores que las del grupo NS.

Palabras Clave: nutrición deportiva, entrenamiento de fuerza, ganador de peso, creatina, carbohidratos, proteínas

INTRODUCCIÓN

Uno de los tipos de suplementos nutricionales más populares que los atletas toman son los sustitutos de comida/ ganadores de peso en polvo. La mayoría de estos suplementos poseen de moderadas a altas calorías, fortificados con vitaminas y minerales, carbohidratos-proteínas en polvo, contienen varios nutrientes adicionados para aumentar el crecimiento del tejido magro durante el entrenamiento (ejemplo, proteínas, aminoácidos, picolinato, cromo, creatina, etc.). Los atletas frecuentemente toman estos suplementos durante los periodos de hipertrofia muscular de entrenamiento de la fuerza para promover ganancias en el masa magra (FFM) y fuerza, y/o durante periodos intensos de entrenamiento/competición para ayudar a mantener el peso. Desafortunadamente, existen pocos datos disponibles con relación a los efectos de suplementar la dieta con varios sustitutos de comida/ganadores de peso en polvo sobre la composición corporal y alteraciones de fuerza durante el entrenamiento.

Nosotros hemos reportado previamente datos (1) acerca de los efectos de la suplementación nutricional con un suplemento disponible comercialmente de carbohidratos/proteínas con monohidrato de creatina, taurina, levadura derivada de RNA, y L- glutamina (Phosphagin™). Demostramos que 28 días de suplementación nutricional en combinación con entrenamiento de fuerza, resultó en ganancias significativamente superiores en la masa magra o libre de grasa (FFM) en comparación a un placebo de carbohidratos no fortificado prácticamente isocalórico y a un suplemento con mayor concentración de calorías con picolinato de cromo y boro (Gainers Fuel® 1000). Estos hallazgos indicaron que la prescripción de un suplemento nutricional durante el entrenamiento puede influenciar los cambios en la composición corporal. Además la suplementación con Phosphagin ™ durante el entrenamiento puede ser una estrategia nutricional efectiva para promover ganancias en la masa magra. Sin embargo, estuvo claro que es necesaria investigación adicional bien controlada para evaluar los efectos de esta formulación nutricional, así como de otros sustitutos de comida/ ganadores de peso en polvo sobre la composición corporal y las alteraciones de fuerza durante el entrenamiento.

El propósito de este estudio fue determinar como la suplementación nutricional en jugadores de fútbol americano universitario puede alterar la composición corporal y la fuerza muscular. Cinco grupos de atletas participaron en el estudio. Tres grupos de jugadores ingirieron un sustituto de comida comercial/ganador de peso en polvo (Met-Rx™, Phosphagin™, Phosphagain 2™) durante dos fases de entrenamiento de pretemporada (o sea 35 días de entrenamiento de fuerza y agilidad y 49 días de entrenamiento de fuerza y prácticas de fútbol americano de primavera). Los cambios en la masa magra (FFM) y la fuerza muscular fueron comparados con atletas que mantenían prácticas nutricionales normales; así como con atletas que suplementaron su dieta con un placebo con carbohidratos no-fortificado.

MÉTODOS

Sujetos

67 Jugadores de fútbol americano de la división IA de la Nationall Collegiate Athletic Association (NCAA) participaron voluntariamente de este estudio y experimentaron un entrenamiento de pretemporada de fuerza/fútbol americano en una de las principales Universidades de la región del Sur de los Estado Unidos. Los sujetos fueron informados acerca de los procedimientos experimentales y firmaron un informe de consentimiento en concordancia con los lineamientos del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) y con el Comité de Revisión Institucional de la Universidad de Memphis. 61 sujetos completaron el estudio, sus datos descriptivos en medias ± desvíos estándar fueron de 19.5 ±1.2 años, 99.5 ±19 kg., y 186 ±8 cm. Los sujetos restantes estuvieron imposibilitados de completar el estudio debido a lesión (2), a salir del equipo (1) o a no cumplir adecuadamente con el protocolo (3).

Los sujetos firmaron un informe indicando que no estaban tomando anabólicos esteroides, y que ellos eran concientes de que estaban sujetos a una evaluación de drogas aleatoria y sorpresiva, durante el estudio de acuerdo con las regulaciones de la NCAA. Mientras se conducía el estudio, 29 atletas fueron seleccionados por la NCAA para las evaluaciones aleatorios de drogas durante dos investigaciones independientes. Todos las evaluaciones de drogas fueron negativas para la presencia de anabólicos esteroides androgénicos de acuerdo con el criterio de la NCAA. Además, no hubo antecedentes de atletas que dieran positivo en un test de anabólicos esteroides androgénicos en estas universidades en 9 años de controles realizados por la NCAA.

Diseño Experimental

Los sujetos participaron en un programa de entrenamiento de pretemporada de 12 semanas que consistió en dos fases. La

primer fase del entrenamiento (35 días) consistió de 5 horas/semana de entrenamiento de fuerza con altas cargas y 3 horas/semana de entrenamiento de agilidad/velocidad. El programa de entrenamiento de fuerza fue conducido los días Lunes, Martes, Jueves, y Viernes por la tarde, mientras que el entrenamiento de agilidad/velocidad fue conducido los días Lunes, Miércoles, y Viernes por la mañana. Los ejercicios de fuerza incluyeron press de banca, press de banca inclinado, press de banca inclinado con mancuernas, cruces con cable, encogimientos de hombro, elevaciones laterales de hombros, press de hombro, ejercicios de cuello, inclinaciones sentado, extensión de triceps, curl de bíceps, dorsales en polea, remo sentado, extensión lumbar, calambres abdominales, sentadilla, media sentadilla, press de piernas isolateral, extensión de piernas, flexión de piernas, elevación de pantorrillas, y cargadas/tirones de potencia. Estos ejercicios fueron prescriptos en forma periodizada y estructurada en ciclos semanales. Cada sujeto realizó el mismo ejercicio y número de repeticiones para un peso determinado prescripto a un porcentaje de una repetición máxima (1 RM) de cada sujeto. Esto fue realizado mediante la entrega de planillas de trabajo diarias en las cuales se describían los levantamientos, número de series y repeticiones a realizar, y la cantidad de peso a levantar pre-calculado, basado en la repetición máxima del sujeto para ese levantamiento. La mayoría de los ejercicios consistió en realizar 2-4 series de 4-10 repeticiones al 60-90% de 1 RM de los atletas, para un levantamiento determinado. Las sesiones de entrenamiento de la fuerza fueron supervisadas por los entrenadores de fuerza y estudiantes asistentes/internos. Los atletas se reportaban ante los entrenadores de fuerza al completar cada sesión de entrenamiento para monitorear los progresos. El entrenamiento de agilidad consistió en un calentamiento de aproximadamente 5 minutos (o sea, estiramientos/carreras suaves) y posteriormente en la concreción de 5 estaciones de 10 minutos de sprints de alta intensidad, agilidad, y drills de fútbol americano bajo la dirección de los asistentes de entrenadores de fútbol americano y los entrenadores de fuerza. Sé monitoreo la asistencia a las sesiones de entrenamiento de fuerza y agilidad y se les pidió a los sujetos, que perdían el entrenamiento, que lo completen en sesiones de entrenamiento por la mañana temprano, dentro de las 48 horas para mantener el orden del equipo. Ya que las sesiones de entrenamiento fueron prácticas obligatorias para estos atletas, fue poco frecuente que los atletas perdieran sesiones de entrenamiento.

La segunda fase del entrenamiento comenzó a continuación de los post-test conducidos en la fase I, e incluyó un abreviado receso de primavera, las prácticas de fútbol americano de primavera (que empezaron durante el receso de este período) y una semana de post-tests a continuación del término de las prácticas de fútbol americano de primavera. Durante este periodo, los sujetos participaron en un programa de entrenamiento de mantenimiento de la fuerza dos veces a la semana (principalmente levantamientos como press de banca, encogimiento de hombros, press de hombros, dorsales en polea, sentadilla, press de piernas, etc.), practicas de fútbol americano de primavera (típicamente 2-3 horas de practica, 4 veces por semana para un total de 20 practicas), entrenamiento de acondicionamiento en sprint (realizado al final de la mayoría de las practicas), y encuentros contra otros equipos. Los post-tests de la fase II fueron conducidos en la semana siguiente a la culminación de las prácticas de fútbol americano de primavera (después de 84 días de suplementación).

Los sujetos mantuvieron su dieta normal a lo largo del estudio. Las comidas fueron provistas a los atletas en su dormitorio tres veces al día, en una mesa de entrenamiento del equipo. Las comidas consistieron en la ingesta de un plato principal y de un número limitado de platos secundarios, servidos en la mesa de comida del equipo. Las comidas fueron preparadas de acuerdo a un programa de 7 días de alimentación, el cual designó que debería ser servido a los atletas en cada comida. El mismo programa de alimentación fue repetido semanalmente a lo largo del estudio. Consecuentemente, aunque se les permitió a los atletas seleccionar su propia comida provista de la mesa de comida del equipo e ingerir comida que este fuera de esta mesa, los análisis nutricionales revelaron que las dietas de estos atletas fueron muy similares en relación al tipo de comida ingerida en cada día. No se les permitió a los sujetos ingerir cualquier otro suplemento nutricional, propuesto como ayuda ergogénica, o drogas no prescriptas durante el curso del entrenamiento. Además, los sujetos no habían tomado creatina o suplementos con creatina antes del comienzo de la suplementación.

Durante las primeras dos semanas del semestre de primavera, los atletas participaron en sesiones de estudio/entrenamiento de familiarización. Esto incluyó familiarizar a los sujetos con el programa de entrenamiento de fuerza a ser implementado, conduciendo sesiones de familiarización y realizando evaluaciones pre-suplementación. Las evaluaciones pre-suplemeantción incluyeron: 1) una evaluación de ingesta nutricional de 3 días; 2) mediciones de masa corporal total, agua corporal total, y composición corporal; y 3) 1 RM y la evaluación de repeticiones al 70% de 1 RM en press de banca.

Los sujetos tomaron nota de la ingesta nutricional de 3 días de dieta en una planilla de recolección de datos con la ayuda de asistentes de investigación, quienes tenían pericia en la conducción de estudios de análisis nutricionales. Esto incluyó tener asistentes de investigación presentes en las mesas de comida de entrenamiento para asegurar que la ingesta de alimento fuera apropiadamente registrada durante estas comidas y que los sujetos registraran cualquier ingesta de alimento realizada entre comidas. Los registros nutricionales fueron analizados por un asistente de investigación con experiencia mediante el software de análisis nutricional Food Procesor III (Nutritional Systems, Salem, OR).

No se les permitió a los sujetos ejercitarse o ingerir comidas o bebidas durante las 4 horas anteriores a la evaluación de la composición corporal. La masa corporal total fue medida sobre una escala de calibración digital con una precisión de ±

0.02 kg (Sterling Scale Co., Southfield, MI). El agua corporal total fue estimada (2) utilizando un Analizador de Impedancia Bioeléctrica Valhalla 1990b (San Diego, CA) usando un criterio de evaluación estándar. Las mediciones de la composición corporal de todo el cuerpo (excluyendo el cráneo) fueron determinadas utilizando un absorciómetro de energía dual de rayos-X (DEXA) Hologic QDR-2000 con la versión del software Hologic V 7, REV F software (Walthan, MA). Los sujetos fueron posicionados de acuerdo al criterio estandarizado durante la exploración inicial con el absorciómetro. Esta posición fue referenciada en la computadora para el posicionamiento de los sujetos en pruebas posteriores. Las exploraciones DEXA fueron realizados principalmente por un técnico radiólogo certificado (177 de 183 exploraciones), el resto de las exploraciones fueron realizadas por otro técnico radiólogo certificado siguiendo idénticos criterios de posicionamiento.

El DEXA mide la cantidad de hueso, grasa, y la masa de tejido blando libre de grasa, las cuales caen dentro de rangos de densidades estandarizadas utilizando la metodología de absorciometría dual de rayos-X. Las regiones del cuerpo de la exploración DEXA fueron (brazo derecho e izquierdo, tronco, y pierna derecha e izquierda) para determinar la cantidad de masa ósea, masa grasa, y tejido blando libre de grasa (STLM) dentro de cada región. El hueso, grasa, y STLM explorados para cada región, fueron después subtotal izados para determinar los valores de todo el cuerpo (excluyendo el cráneo). El porcentaje de grasa es calculado mediante la división de la cantidad de masa grasa medida, por la cantidad de masa explorada (sumatoria de masa ósea, masa grasa, y masa libre de grasa/tejidos blandos). Se ha demostrado que el DEXA es un método altamente confiable (r =0.99) y preciso (coeficiente de variación de 0.5-1%) para la determinación de la composición corporal de los segmentos individuales (3-6).

El control de calidad de los procedimientos de calibración fue realizado sobre un modelo de la columna vertebral (Modelo Antropométrico de la Columna Vertebral Hologic X-Caliber Model DPA/QDR-1) antes a cada sesión de evaluación, siguiendo los procedimientos previamente descriptos (1, 7, 8). Los coeficientes de variación promedio en las mediciones de BMC y BMD, obtenidos en los modos lateral, y de serie, tuvieron un rango de 0.41 a 0.55% por todo el trabajo de la unidad. Los estudios de confiabilidad test-retest realizados en atletas varones con esta aparato DEXA, produjeron una desviación media para el BMC total y para la masa libre de grasa/tejido blando total de 0.31%, con un coeficiente de correlación interclase medio de 0.985 (7).

Los sujetos realizaron un test de 1 RM estandarizado en el ejercicio de press de banca. Esto incluyó un calentamiento y levantamiento sucesivos de una repetición hasta alcanzar 1 RM. La posición de las manos en la barra fue registrada para realizar una estandarización entre pruebas. Además, los sujetos tuvieron que mantener una buena técnica de levantamiento (o sea, mantener los pies en contacto con el piso, no arquear la espalda sobre el banco, y no hacer rebotar el peso de la barra sobre el pecho). Una vez que se determinó 1 RM en el press de banca, los sujetos descansaron por 5 minutos y después realizaron un esfuerzo máximo que consistió en un test de repeticiones al 70% de 1 RM. El número de repeticiones, así como el peso del 70% de 1 RM fueron registrados durante las evaluaciones. El volumen total de los levantamientos fue determinado a través de la multiplicación del número de repeticiones realizadas por la cantidad de peso levantado. Las evaluaciones isotónicas fueron realizadas en un ambiente competitivo bajo la supervisión de los entrenadores de fuerza y los investigadores asistentes utilizando un criterio estandarizado de levantamiento.

De los 61 sujetos que participaron en este estudio, 51 ingirieron voluntariamente suplementos nutricionales durante el entrenamiento. Estos sujetos fueron equiparados por la masa magra o libre de grasa (FFM) y la posición de juego dentro del equipo y asignados a suplementar sus dietas de una forma doble ciego y aleatoria con los siguientes productos; 195 g/día de un placebo maltodextrina (n =11); MET-Rx® (MET-Rx Substrate Technology, Inc., Newport Beach, CA) con un cotenido de 72 g/día de carbohidratos, 111 gr de proteínas, 6 g/día de grasa y 9 g/día de L-glutamina (n =13); Phosphagain® (Experimental & Applied Sciences, Inc., Golden, CON) con un contenido de 57 g/día de carbohidratos, 60 g/día de proteína, 5 g/día de grasa, 20 g/día monohidrato de creatina pura HPCE, 775 mg/día de levadura derivada de RNA, 7.2 g/día de L-glutamina, 6.2 g/día de taurina (n =14); o, Phosphagain 2® (Experimental & Applied Sciences, Inc., Golden, CO) con un contenido de 39 g/ día de carbohidratos, 72 g/día de proteína, 6 g/día de grasa, 25.5 g/día de monohidrato de creatina pura HPCE, 1500 mg/día de levadura derivada de RNA, 9 g/día de L-glutamina, 10.5 g/día de taurina, y 6.75 g/día de alfa-cetaglurato cálcico (n =13). Además, en una forma que no era ni doble-ciego y ni aleatoria, 10 atletas quienes no querían tomar suplementos nutricionales durante el entrenamiento sirvieron como sujetos controles no suplementados. La FFM y las posiciones en el equipo de estos atletas fueron similares a los sujetos que ingirieron suplementos nutricionales. La evaluación de este grupo control permitió la determinación de los efectos del entrenamiento sobre la composición corporal y la fuerza sin intervención nutricional.

Ingredientes	P	MRx	PI	PII
Macronutrientes				
Carbohidratos (g)	195	72	57	39
Proteína (g)	-----	111	60	72
Grasa (g)	-----	6	5	5
Kilocalorías (kcals)	780	786	513	489
Vitaminas				
Vitamina A (mg RE)	-----	2700	1050	1200
Vitamina D (mg)	-----	11.7	9.75	9.75
Vitamina C (mg)	-----	108	95	90
Vitamina E (mg TE)	-----	16.2	13.5	13.5
Vitamina K (mg)	-----	120	120	120
Tiamina (mg)	-----	2.16	1.8	1.8
Riboflavina (mg)	-----	2.5	2.1	2.1
Niacina (mg)	-----	48	24	24
Vitamina B-6 (mg)	-----	2.7	1.225	2.25
Vitamina B-12 (mg)	-----	3	3	3
Ácido Pantoténico (mg)	-----	6.6	8.25	8.25
Ácido Fólico (mg)	-----	270	270	270
Biotina (mg)	-----	108	90	90
Minerales				
Sodio (mg)	-----	1170	1170	1200
Calcio (mg)	-----	189	1350	1350
Magnesio (mg)	-----	360	450	450
Potasio (mg)	-----	2250	1500	2190
Zinc (mg)	-----	15.6	450	3
Maganeso (mg)	-----	3	1500	3
Cobre (mg)	-----	0.2	19.5	7.2
Hierro (mg)	-----	14.4	18.0	1350
Fósforo (mg)	-----	1080	1350	225
Yodo (mg)	-----	158	225	90
Selenio (mg)	-----	90	90	150
Cromo (mg)	-----	150	150	180
Molibdeno (mg)	-----	180	180	
Otros Nutrientes				
Monohidrato de Creatina	-----	------	20	25.5
Taurina (g)	-----	------	6.2	10.5
L-Glutamina (g)	-----	9.0	7.2	9.0
RNA (mg)	-----	------	775	1500
Colina (mg)	-----	------	240	240
Alfa-cetoglutarato cálcico	-----	------	------	6.75

Tabla 1. *Lista de ingredientes para el placebo (P), y los suplementos Met-Rx (MRx), Phosphagain (P-1) y Phosphagain 2 (PII) (Calculado del total consumido diariamente). Los valores fueron calculados basados en los valores de las Referencias de Ingesta Diaria (RDI) de la etiqueta de los suplementos.*

Los suplementos fueron preparados en polvo y coloreados/saborizados por una compañía especializada para que los mismos tuvieran una textura, sabor y apariencia, casi idénticas. Los suplementos fueron empaquetados individualmente en papel de aluminio para realizar la administración doble ciego. Los sujetos diluyeron el suplemento en polvo en aproximadamente 0.5 L de fluidos e ingirieron la solución con las comidas de la mañana, medio día y tarde. La

confiabilidad de los sujetos en el consumo del suplemento fue verificada y registrada a través de todo el estudio por estudiantes de la carrera de entrenador de atletismo, en cada chequeo de adherencia a las comidas durante todo el estudio.

Las mediciones post-suplementación fueron conducidas de una manera similar a los test pre-suplementación, luego de 35 y 84 días de entrenamiento e incluyeron: 1) 3 días de registro de la dieta; 2) mediciones de la masa corporal total, agua corporal total, y composición corporal; y 3) test de 1 RM y numero de repeticiones al 70% de 1 RM en press de banca.

Análisis Estadístico

Los valores de base fueron analizados mediante un análisis de varianza a una vía (ANOVA) utilizando el software SPSS (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales) para Windows versión 8.0 para asegurar que no había diferencias significativas entre grupos en los valores pre-suplementación. Ya que no se observaron diferencias significativas en las variables pre-suplementación, los datos fueron posteriormente analizados usando un modelo general lineal con mediciones repetidas de ANOVA con procedimientos post-hoc Tukey y LSD. Durante el análisis post-hoc, las diferencias significativas fueron observadas en el día 0, entre grupos, en los valores de masa corporal, exploración de masa y tejido blando/libre de grasa. Aunque el ANOVA a una vía no identificó diferencias significativas entre los valores pre-suplementación entre grupos, estos datos fueron analizados por análisis de covarianza (ANCOVA) utilizando los valores del Día 0 como una covarianza para verificar que las diferencias observadas de las mediciones repetidas de ANOVA no fueron debidas a diferencias de los valores pre-suplementación entre grupos. Los datos fueron significativos cuando la probabilidad de error de Tipo I fue de 0.05 o menor. Los datos son presentados como medias ± desviaciones estándar (DS).

RESULTADOS

Efectos Colaterales

Los cuestionarios post-estudios, administrados en una forma doble ciego, revelaron que los sujetos toleraron bien el protocolo de suplementación sin reportes de estrés gastrointestinal y/o problemas/síntomas médicos. Además, no hubo evidencia de una incidencia incrementada de lesiones musculares y/o calambres notados por el staff de entrenadores atléticos durante las prácticas de fútbol americano de primavera.

Ingesta Nutricional

No se observaron diferencias significativas entre grupos en las medias pre-suplementación estimadas en la ingesta de calorías (NS 29.0 ±12 kcal/kg/d; P 38.1 ±11 kcal/kg/d; MRx 38.0 ±7 kcal/kg/d; P-I 36.3 ±12 kcal/kg/d; P-II 38.2 ±14 kcal/kg/d, p = 0.68), ingesta de carbohidratos (NS 3.8± 1.8 g/kg/d; P 5.0 ±1.6 g/kg/d; MRx 4.9 ±0.9 g/kg/d; P-I 5.2 ±2.3 g/kg/d; P-II 4.9 ±2.2 g/kg/d, p = 0.74), ingesta de grasas (NS 1.1 ±0.4 g/kg/d; P 1.4 ±0.5 g/kg/d; MRx 1.4 ±0.4 g/kg/d; P-I 1.1 ±0.4 g/kg/d; P-II 1.4 ±0.5 g/kg/d, p = 0.39), o ingesta de proteínas (NS 1.2 ±0.6 g/kg/d; P 1.6 ±0.4 g/kg/d; MRx 1.6 ±0.4 g/kg/d; P-I 1.4 ±0.5 g/kg/d; P-II 1.6 ±0.6 g/kg/d, p = 0.44). La suplementación no alteró significativamente el promedio de ingesta energética (NS -3.8 ±9 g/kg/d; P 4.1 ±11 g/kg/d; MRx 2.9 ±9 g/kg/d; P-I -0.8 ±7 g/kg/d; P-II -2.8 ±7 kcal/kg/d, p = 0.27) o la ingesta de grasas (NS -0.1 ±0.2 g/kg/d; P -0.1 ±0.6 g/kg/d; MRx -0.1±0.3; P-I 0.1 ±0.3 g/kg/d; P-II -0.2 ±0.3 g/kg/d, p = 0.59) de los valores pre-suplementación. Sin embargo la media de ingesta de carbohidratos en el grupo P fue significativamente incrementada (NS -0.6 ±1.4 g/kg/d; P 1.2 ±1.3 g/kg/d; MRx -0.2 ±1.4 g/kg/d; P-I -0.9 ±1.5 g/kg/d; P-II -0.7 ±1.3 g/kg/d, p = 0.004) mientras que el promedio de ingesta proteica en los grupos MRx, P-I y P-II también fue significativamente incrementado (NS -0.2 ±0.5 g/kg/d; P -0.2 ±0.5 g/kg/d; MRx 0.9 ±0.5 g/kg/d; P-I 0.5 ±0.3 g/kg/d; P-II 0.4 ±0.3 g/kg/d, p = 0.001).

Peso y Agua Corporal Total

La tabla 2 presenta el promedio de los cambios en la masa corporal total y el agua corporal para los grupos NS, P, MR-x, P-I y PII. Mediciones repetidas de ANOVA revelaron una interacción significativa (p =0.001) entre grupos en la masa corporal total. Los análisis post-hoc revelaron que la masa corporal total fue significativamente incrementada en los grupos P-I y P-II después de 35 y 84 días de entrenamiento. Además las ganancias en la masa corporal en los grupos P-I y P-II después de 35 y 84 días de entrenamiento respectivamente, fueron significativamente mayores que los cambios observados en el grupo NS (NS 1.6 ±1.6 kg, - 1.9 ±2.0 kg; P 0.6 ±2.1 kg - 0.8±2.9 kg; MRx 0.03 ±1.7 kg - 0.7 ±2.0 kg; P-I 1.9 ±2.6 kg - 2.5 ±4.2 kg; P-II 2.6 ±2.5 kg - 2.4 ±2.7 kg). Ya que los análisis post hoc revelaron diferencias en el día 0 en el promedio de masa corporal total, se realizo un test estadístico ANCOVA sobre el análisis de los datos de la masa corporal utilizando los valores del día 0 como la covarianza. Los análisis ANCOVA confirmaron que el promedio de la ganancia de peso

observada en los grupos P-I y P-II fueron significativamente mayores (p =0.001) que en los grupos NS y MRx (NS 1.7 ±1.6 kg; P 0.7 ±2.4 kg; MRx 0.3 ±1.6 kg; P-I 2.2 ±3.3 kg; P-II 2.5 ±2.4 kg). No fueron observadas diferencias significativas entre grupos en los cambios en el agua corporal total expresada como porcentaje del peso corporal total (NS 0.8 ±2.2 - 0.1 ±1.8 %; P 0.7 ±1.9 - 0.4 ±1.9 %; MRx 0.05 ±1.7 - 0.12 ±1.8 %; P-I 1.0 ±1.4 - 0.02 ±1.7 %; P-II 0.9 ±1.4 - 0.3±1.2 %).

Variable	Grupo	Día 0	Día 35	Día 84	Factor	Valor p
Peso Corporal (kg)	**NS**	106.1±19.1 *‡^£	104.5±18.0 *‡^£	104.3±18.0 *‡^	Grupo	0.81
	P	96.7±19.2 †£	97.3±18.2 †^£	104.3±18.0 *‡^	Tiempo	0.02
	MRx	96.3±17.1 †^£	96.4±17.7 †^£	97.0±17.5 †^£	Gpo x Tpo	0.006
	P-I	98.7±18.3 †‡£	100.6±18.9 †*‡£ø	101.2±18.0 *‡†^£ø		
	P-II	100.8±22.1 †*‡^	103.4±21.9 *‡^ø	103.2±21.2 *‡^ø		
Porcentaje de Agua Corporal (%)	**NS**	60.3±3.0	61.1±1.9	60.3±2.3	Grupo	0.07
	P	62.6±2.4	63.3±2.4	63.0±2.9	Tiempo	0.94
	MRx	63.4±1.7	63.3±2.1	63.2±2.4	Gpo x Tpo	0.90
	P-I	62.0±2.6†	63.0±2.4	62.1±2.7		
	P-II	61.6±2.9†	62.5±3.2	61.3±2.9		

Tabla 2. *Datos de Peso corporal y de agua corporal determinada por BIA para los grupos no suplementados (NS), placebo con carbohidratos (P), Met-Rx (MRx), Phosphagain (P-I), y Phosphagain 2 (P-II).Los datos son medias ± DS de los grupos no ajustadas. † p <0.05 con respecto al NS, * p <0.05 con respecto al P, ‡ p <0.05 con respecto al MRx, ^ p <0.05 con respecto al P-I, £ p <0.05 con respecto al P-II, ø p <0.05 con respecto al Pre (día 0).*

Composición Corporal

La tabla 3 presenta los datos de composición corporal, obtenidos por DEXA, en los días de entrenamiento 0, 35 y 84. Fue observada una interacción significativa (p<0.001) entre grupos en la masa corporal explorada. Los análisis post hoc revelaron que la masa corporal fue significativamente incrementada a partir de los valores del día 0 en el grupo PII después de 35 y 84 días de suplementación. El análisis de los valores delta reveló que los cambios en la masa explorada en el grupo PI fueron significativamente mayores (p =0.001) que en el grupo NS después de 35 y 84 días de entrenamiento. Además las ganancias en la masa explorada en el grupo PII fueron significativamente mayores que en los grupos NS, P, y MRx después de 35 y 84 días de entrenamiento (NS 1.0 ±1.2 - 1.7 ±1.6 kg; P 0.8 ±2.4 - 0.8 ± 2.9 kg; MRx 0.3 ±1.6 - 0.6 ±1.8 kg; P-I 1.7 ±2.1 - 1.6 ±3.6 kg; P-II 3.1 ±2.6 - 2.9 ±2.7 kg, para los días 35 y 84, respectivamente). Ya que los análisis post hoc revelaron diferencias significativas en la masa corporal explorada en el día 0, se realizó un análisis ANCOVA usando los valores del día 0 como covarianza.

Los análisis del ANCOVA confirmaron que los cambios medios en la masa corporal explorada en el grupo PI fueron significativamente mayores (p =0.001) que en el grupo NS y que los cambios observados en el grupo PII fueron significativamente mayores que en los grupos NS, MRx y P (NS 1.4 ±1.3 kg; P 0.8 ±2.5 kg; MRx 0.4 ±1.5 kg; P-I 1.7 ±2.7 kg; P-II 3.0 ±2.5 kg).

Las mediciones repetidas de ANOVA también revelaron una interacción significativa (p =0.001) en los valores de STLM. Los análisis post hoc revelaron que la STLM fue significativamente incrementada en los grupos PI y PII después de 35 y 84 días de entrenamiento. Los análisis de los valores delta revelaron que las ganancias medias en STLM observadas en los grupos P-I y P-II fueron significativamente mayores que los cambios producidos en los grupos NS, P, y MRx después de 35 días de entrenamiento. Sin embargo, después de 84 días de entrenamiento, las ganancias en STLM en el grupo P-I fueron sólo significativamente mayores (p =0.001) que las del grupo NS mientras que las ganancias observadas en el grupo P-II fueron significativamente mayores a las ganancias de los grupos NS, MRx y P-I (NS 0.7 ±1.8 - 0.7±1.8 kg; P 1.2± 1.6 - 1.1± 1.6 kg; MRx 0.5 ±1.2 - 1.1±1.5 kg; P-I 2.5 ±1.3 - 2.1± 1.9 kg; P-II 3.5 ±1.9 - 3.4 ±1.9 kg para 35 y 84 días, respectivamente). El análisis ANCOVA confirmó que los cambios medios en STLM en el grupo P-I fueron significativamente

mayores que en los grupos NS, P y MRx (NS 0.7 ±1.3 kg; P 1.2 ±1.6 kg; MRx 0.8 ±1.2 kg; P-I 2.3 ±1.4 kg; P-II 3.4 ±1.8 kg). No fueron observadas diferencias significativas entre grupos en la masa ósea determinada por DEXA (p =0.66). Hubo cierta evidencia que la masa grasa (p =0.007) y el porcentaje de grasa (p =0.11) cayeron en un mayor grado en el grupo NS.

Variable	Grupo	Día 0	Día 35	Día 84	Factor	Valor p
Masa Explorada (kg)	NS	99.3±18.1 *‡^£	98.3±17.7 *‡^	97.6±17.6 *‡^	Grupo	0.007
	P	89.7±18.3 †^£	90.5±17.2 †^£	90.5±17.0 †^£	Tiempo Grpo x	0.001
	MRx	89.5±16.7 †^£	89.7±16.8 †^£	90.1±16.5 †^£	Tiempo	0.001
	P-I	92.5±17.9 *‡†	94.2±18.2 *‡†£	94.1±17.1 *‡†£		
	P-II	93.5±21.1 *‡†	96.6±21.0 *‡^ø	96.4±20.4 *‡^ø		
Masa de Tejido Blando Magro (kg)	NS	71.1±8.6£	71.8±9.4£	71.8±9.7£	Grupo	0.86
	P	71.4±8.8	72.6±8.2£	72.6±8.0£	Tiempo Grpo x	0.001
	MRx	72.0±9.4	72.6±9.4£	73.2±9.9£	Tiempo	0.001
	P-I	73.2±9.3†	75.7±9.3 *‡†ø	75.2±8.9 *‡†ø		
	P-II	72.4±8.7†	75.8±8.2 *‡†ø	75.7±8.2 *‡†ø		
Masa Grasa (kg)	NS	25.1±11.1	23.4±11.5	22.6±11.1	Grupo Tpo	0.29
	P	15.2±11.1	14.8±10.8	14.8±10.9	Tiempo Gpo x	0.001
	MRx	14.1±9.9	13.9±10.2	13.6±10.1	Tiempo	0.001
	P-I	16.1±10.7	15.3±10.4	15.7±9.9		
	P-II	17.8±13.3	17.4±13.4	17.2±13.1		
Masa ósea (kg)	NS	3,214±453	3,242±488	3,251±478		
	P	3,100±369	3,141±361	3,124±340		
	MRx	3,355±542	3,380±548	3,375±588		
	P-I	3,221±499	3,207±468	3,213±448		
	P-II	3,339±475	3,398±476	3,418±476		
Grasa Corporal (%)	NS	24.5±7.0	23.0±7.4	22.4±7.4	Grupo	0.10
	P	15.5±8.7	15.0±8.6	15.1±8.7	Tiempo Gpo x	0.001
	MRx	14.7±7.9	14.4±8.0	14.1±8.1	Tiempo	0.11
	P-I	16.2±8.4	15.0±7.9	15.5±7.8		
	P-II	17.2±9.3	16.2±9.2	16.2±9.0		

Tabla 3. *Datos de composición corporal por DEXA para los grupos no suplementados (NS), placebo con carbohidratos (P), Met-Rx (MRx),Phosphagain (P-I), y Phosphagain 2 (P-II). Los datos son medias ± DS de los grupos no ajustadas. † p <0.05 con respecto a NS, * p <0.05 con respecto a P, ‡ p <0.05 con respecto a MRx, ^ p <0.05 con respecto a P I,£p<0.05 con respecto a P-II, ø p <0.05 con respecto al Pre (día 0).*

Fuerza

La tabla 4 presenta los resultados para el test de 1 RM en press de banca y del test de repeticiones al 70% de 1 RM, realizados en los días 0, 35, y 84 del entrenamiento. Las mediciones repetidas de ANOVA no revelaron una interacción significativa en el 1 RM en press de banca (p =0.10), el número de repeticiones realizadas al 70% de 1 RM (p= 0.34), o el volumen total levantado (p =0.49). Sin embargo, el análisis de los cambios medios reveló que las ganancias en 1 RM en press de banca en los grupos MRx, P-I y P-II fueron significativamente mayores (p =0.04) que las ganancias observadas en los grupos NS (NS 2.0 ±9 kg; P 7.6 ±7 kg; MRx 9.8 ±6 kg; P-I 10.3 ±5 kg; P-II 10.0 ±8 kg). No fueron observadas diferencias significativas entre los grupos suplementados.

Variable	Grupo	Día 0	Día 35	Día 84	Factor	Valor p
1 RM Press de Banca (kg)	NS	136.4±23	141.6±24	135.2±16	Grupo Tiempo	0.49
	P	125.9±25	134.9±27	132.1±23	Tiempo	0.001
	MRx	129.9±25	139.5±25	139.9±23	Gpo x Tpo	0.10
	P-I	138.7±21	150.5±21	147.5±21		
	P-II	136.9±24	148.8±22	145.0±18		
Repeticiones 70% 1 RM	NS	14.8±3.5	11.9± 3.5	13.2±2.9	Grupo Tiempo	0.50
	P	12.5±2.2	11.6± 1.7	12.8±2.7	Tiempo	0.001
	MRx	14.8±4.0	11.7±4.2	12.8±2.6	Gpo x Tpo	0.34
	P-I	14.6±3.6	13.1± 2.8	13.9±2.9		
	P-II	13.2±3.1	12.4± 2.3	14.2±2.7		
Volumen de Levantamiento (kg)	NS	1,410±427	1,140± 299	1,334±256	Grupo Tiempo	0.29
	P	1,110±337	1,106± 312	1,334±256	Tiempo	0.04
	MRx	1,349±434	1,174±509	1,253±293	Gpo x Tpo	0.49
	P-I	1,409±390	1,356± 223	1,412±301		
	P-II	1,282±387	1,285± 281	1,411±338		

Tabla 4. *Datos de fuerza para los grupos no suplementados (NS), placebo con carbohidratos (P), Met-Rx (MRx), Phosphagain (P-I), y Phosphagain 2 (P-II). Los datos son medias ± DS de los grupos no ajustadas.*

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio indicaron que: 1) suplementar la dieta con P-I y P-II durante las primeras 5 semanas de entrenamiento resistencia/agilidad en la pretemporada de fútbol americano resultó en ganancias significativas en la masa magra explorada en comparación con los grupos NS, P, y/o MRx; 2) los cambios en la SLTM durante la fase II del entrenamiento fueron mínimos, y 3) las ganancias en fuerza de 1 RM en press de banca en los grupos P, MRx, P-I y P-II fueron significativamente mayores a las ganancias observadas en el grupo NS. Estos hallazgos sugieren que la suplementación nutricional durante el entrenamiento de fútbol americano de pretemporada podría afectar el crecimiento del tejido magro en grados variables dependiendo específicamente de la formulación nutricional ingerida y del tipo de entrenamiento empleado. Mientras la etiología de estos hallazgos queda por ser determinada, los resultados indican que la suplementación con P-I y P-II durante el entrenamiento puede ser efectiva en la promoción del crecimiento del tejido magro durante el entrenamiento de fútbol americano universitario de pretemporada. La siguiente discusión provee un mayor análisis de las alteraciones observadas en la composición corporal y la fuerza.

Composición Corporal

Existen muchos hallazgos interesantes, observados en el presente estudio en relación a la composición corporal durante el entrenamiento. Primero, las ganancias en STLM y el peso corporal total observados no estuvieron asociadas con incrementos significativos en la masa grasa. En relación a esto, Forbes y cols. (9) reportaron que un promedio de 0.5 kg de FFM es ganada o perdida con cada 1 kg de cambio en la masa corporal total durante el entrenamiento. Ya que de 4 a 8 semanas de entrenamiento de fuerza promueven de manera característica 0.5 a 1 kg de incremento en la FFM (10), uno debería esperar que la fase de entrenamiento de fuerza hirpertrofia/agilidad pudiera incrementar la masa corporal con incrementos proporcionales en la STLM y la masa grasa. En el presente estudio, los sujetos en el grupo NS perdieron 1.0

±1.2 kg de masa corporal explorada durante la fase I del entrenamiento. Consecuentemente, basándose en hallazgos anteriores, puede ser esperado que la STLM y la masa grasa podrían haber decrecido. Sin embargo mientras, la masa grasa decreció (-1.8 ± 1.8 kg), la STLM se incrementó (0.7 ± 1.8 kg) resultando en una reducción de 1.6 ± 1.7% en el porcentaje de grasa corporal. Durante la fase II de entrenamiento, los cambios generales en el incremento de la masa STLM fueron mantenidos (0.7 ± 1.8 kg) mientras que la masa corporal explorada (-1.7 ±1.6), masa grasa (-2.5 ±1.6 kg) y el porcentaje de masa grasa (-2.2 ± 1.6%) continuaron disminuyendo desde los niveles pre-suplementación. Estos hallazgos sugieren que los atletas sometidos a un entrenamiento de fútbol americano de pretemporada podrían ser capaces de incrementar la STLM y perder grasa más allá de las perdidas en la masa corporal total. Además, las alteraciones positivas en la composición corporal (o sea, ganancias en la STLM y pérdida de masa grasa) pueden ser obtenidas durante el entrenamiento de fútbol americano de pretemporada sin intervención nutricional.

Uno de los objetivos teóricos de la suplementación nutricional durante el entrenamiento, es promover mayores ganancias en la FFM durante las fases de entrenamiento de hipertrofia y/o servir para mantener la FFM durante períodos de entrenamiento intenso. Las recomendaciones nutricionales generales para promover una ganancia de peso/crecimiento de tejido magro durante el entrenamiento, incluyen incrementar las ingestas calóricas en 500-1000 kcal/día a través de 5 a 6 comidas/día bien balanceadas, y/o suplementar la dieta con carbohidratos y/o nutrientes fortificados en polvo de carbohidratos/proteínas para aumentar la ingesta calórica. Los estudios que han evaluado los efectos del incremento de la ingesta calórica sobre la composición corporal indicaron que esta estrategia nutricional es efectiva en el incremento de la masa corporal total (1, 11). Sin embargo, solo el 30-50% de la masa corporal ganada es típicamente masa libre de grasa. Para los atletas, ganar masa grasa puede no ser una alteración de la composición corporal deseable. Consecuentemente, los investigadores han buscado estrategias nutricionales para promover el crecimiento del tejido magro durante el entrenamiento sin un incremento excesivo en la masa grasa.

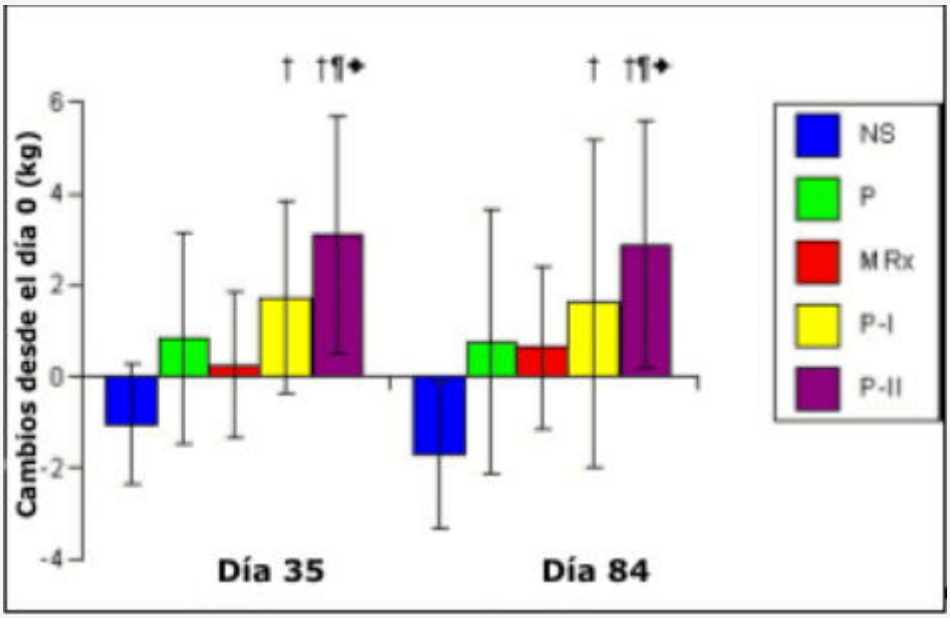


Figura 1. *Cambios en la exploración de la masa corporal determinados por DEXA para los grupos no suplementados (NS), placebo c/ carbohidratos (P), Met-Rx (MRx), Phosphagain (P-I), y Phosphagain 2 (P-II) después de 35 y 84 días de suplementación. Los datos son presentados como medias ± desvíos estándar. † representa diferencia de p<0.05 con respecto al grupo no suplementado. * representa diferencia de p<0.05 con respecto al grupo placebo. + representa deferencia de p<0.05 con respecto al grupo MRx.*

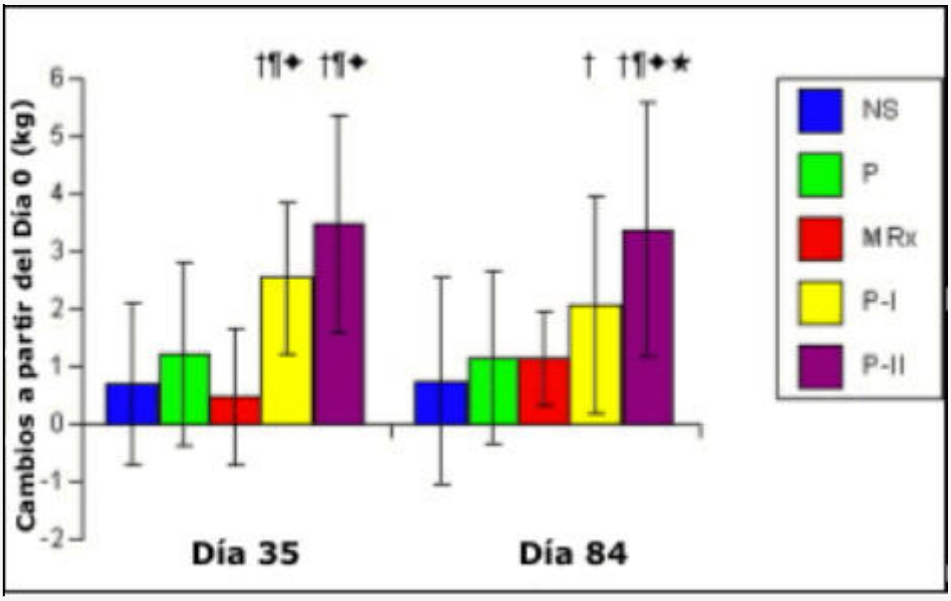


Figura 2. *Cambios en el tejido blando libre de grasa determinado por DEXA para los grupos no suplementados (NS), placebo c/ carbohidratos (P), Met-Rx (MRx), Phosphagain (P-I), yPhosphagain 2 (P-II) después de 35 y 84 días de suplementación. Los datos son presentados en medias ± desvíos estándar. † representa diferencia de p<0.05 con respecto al grupo no suplementado. * representa diferencia de p<0.05 con respecto al grupo placebo. + representa deferencia de p<0.05 con respecto al grupo MRx.*

En el presente estudio, la suplementación nutricional de P, MRx, P-I, y P-II no incrementó significativamente el total de ingesta calórica. Sin embargo, la ingesta de carbohidratos fue incrementada en grupo el P, mientras que la ingesta de proteínas fue incrementada en los grupos MRx, P-I y P-II. Estos hallazgos sugieren que las estrategias de suplementación empleadas fueron efectivas en cambiar la ingesta de los macro y/o micro-nutrientes, pero el cambio del patrón nutricional de los atletas mantuvo esencialmente el total de ingesta energética. No está claro como debido a estos cambios se alteró el apetito y/o las adaptaciones nutricionales al entrenamiento. No obstante, esta claro que las estrategias de suplementación nutricional empleadas promovieron mayores ganancias en el crecimiento del tejido magro durante el entrenamiento que las ganancias observadas en el grupo NS, las ganancias en STLM pudieron no ser simplemente atribuidas al incremento en la ingesta calórica pero si a los cambios en la ingesta de macro-y/o micro-nutrientes.

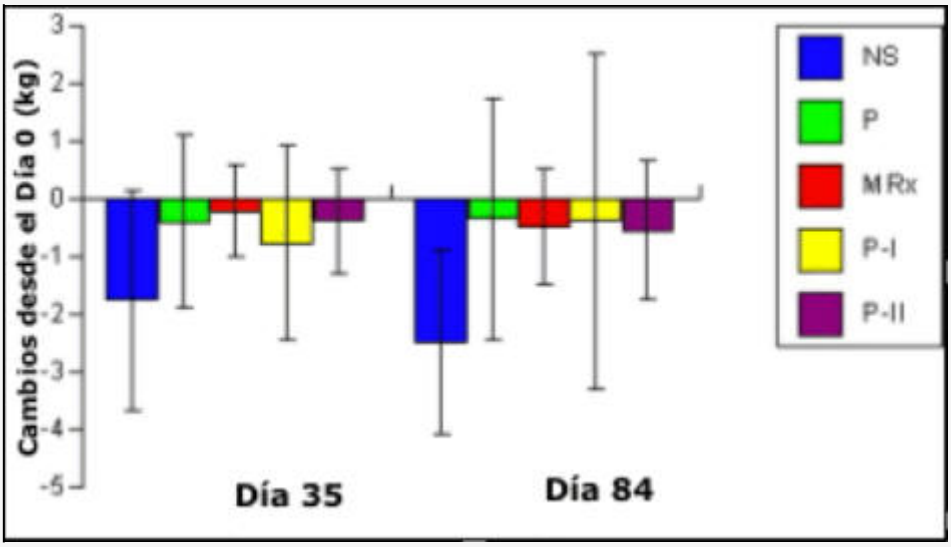


Figura 3. *Cambios en masa grasa determinados por DEXA para los grupos no suplementados (NS), placebo c/ carbohidratos (P), Met-Rx (MRx), Phosphagain (P-I), y Phosphagain 2 (P-II) después de 35 y 84 días de suplementación. Los datos son presentados en medias ± desvíos estándar.*

Si estas estrategias nutricionales son efectivas en la promoción del crecimiento del tejido magro, uno podría esperar que los sujetos que suplementan sus dietas con carbohidratos (grupo P) puedan promover ganancias significativas en la STLM en comparación con atletas que mantienen practicas nutricionales normales (grupo NS). Además, suplementar la dieta con polvos fortitificados de carbohidratos/proteínas con un contenido de nutrientes, para promover el crecimiento del tejido magro, (o sea, los grupos MRx, P-I y P-II) puede promover mayores ganancias en la STLM que en los grupos NS y P. Interesantemente, el incremento de la disponibilidad nutricional de carbohidratos (grupo P) y proteínas (grupo MRx) durante el entrenamiento no significó ganancias significativas en la STLM en comparación con el grupo NS. Sin embargo, hubo evidencia que la suplementación con P-I y P-II promovió mayores ganancias en la STLM en comparación con los grupos NS, P, MRx.

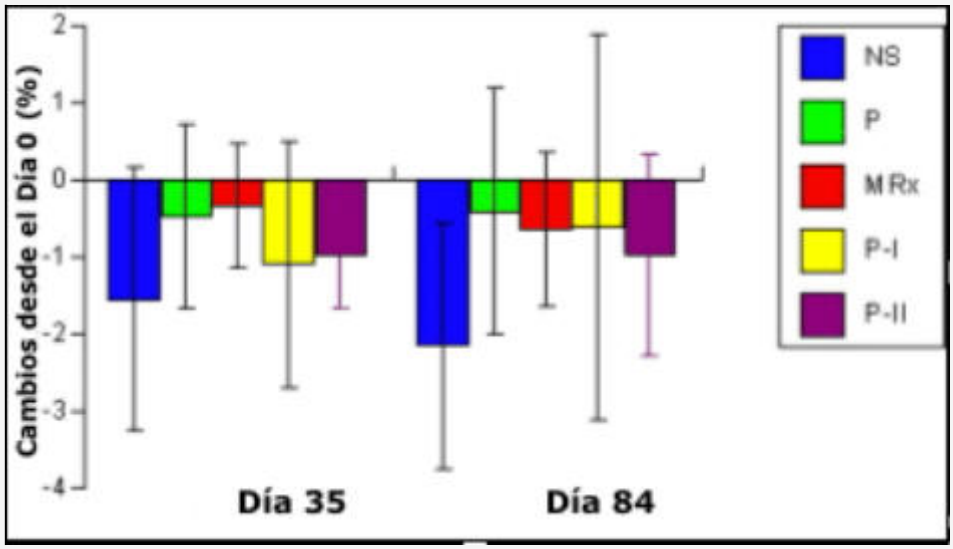


Figura 4. *Cambios en la grasa corporal determinados por DEXA para los grupos no suplementados (NS), placebo c/ carbohidratos (P), Met-Rx (MRx), Phosphagain (P-I), y Phosphagain 2 (P-II) después de 35 y 84 días de suplementación. Los datos son presentados en medias ± desvíos estándar.*

Mientras la etiología de los mayores incrementos en la STLM observados en los grupos P-I y P-II no está clara, existen varios puntos que deberían ser destacados. Primero, las ganancias en la STLM observadas durante la fase de entrenamiento de hipertrofia/agilidad en los grupos NS (0.7 ±1.4 kg), P (1.2 ±1.6 kg), y MRx (0.5 ±1.2 kg) fueron ganancias típicas previamente reportadas en respuesta al entrenamiento de fuerza de 4-8 semanas (10). Segundo no fueron observadas diferencias significativas entre estos grupos en la ganancia de STLM. Estos hallazgos sugieren que suplementar la dieta con carbohidratos y el popular sustituto de comidas en polvo Met-Rx con carbohidratos/proteínas fortificado con minerales y vitaminas no promovió ganancias significativamente mayores en la STLM en los diferentes grupos, durante el entrenamiento, que en los sujetos que mantenían prácticas nutricionales normales. Tercero, las ganancias en STLM en el grupo P-I después de la Fase I del entrenamiento (2.5 ±1.3 kg) fueron de 1.1 a 4 veces superiores que las ganancias observadas en los grupos NS, P, MRx. Además las ganancias generales en STLM en el grupo P-I (2.1 ±1.9 kg) fueron de 0.9 a 2 veces mayores que en los grupos NS (0.7 ±1.8 kg) , P (1.1±1.6 kg), y MRx (1.1±1.5 kg) después de 84 días de entrenamiento. Estas ganancias no pueden ser explicadas por un incremento desproporcionado en el agua corporal total, una mayor ingesta calórica, o diferencias entre grupos en el gasto energético durante el entrenamiento. Además, la masa grasa fue levemente disminuida a través del periodo de entrenamiento (-0.4 ±2.9 kg). Consecuentemente, la suplementación con P-I durante el entrenamiento fue efectiva en promover mayores ganancias en STLM sin ganar masa grasa.

Mientras no está claro que combinación o nutriente individual fue responsable de las ganancias observadas en la STLM, los nutrientes teóricamente activos incluyeron monohidrato de creatina, taurina, levadura derivada de RNA, y L-glutamina. Se ha reportado que la suplementación con creatina (20 g/día por 5 a 28 días) incrementa el contenido total de creatina intramuscular (12-18) e incrementan la masa corporal y/o la masa magra (1, 8, 12, 19-28) posiblemente debido a una retención de agua (13, 29) y/o incremento en la síntesis de proteínas (27, 30). Los estudios indicaron que la suplementación a largo plazo con creatina sola (>7 días) (8, 12, 19-21, 15,17), creatina con glucosa (8,24,25), y creatina en polvo con carbohidratos y proteínas (1) promueven ganancias significativamente mayores en la masa corporal y/o en la masa magra en comparación con controles placebo. El aminoácido taurina es el segundo aminoácido libre más abundante

en el músculo esquelético humano, el cual se encuentra principalmente en las fibras tipo I (31). Existen evidencias en estudios con animales, que la taurina puede potenciar las acciones de la insulina (32,33). Los nucleotidos (liberados del RNA) sirven como precursores en la síntesis de ácidos nucleicos, participan en las reacciones de transferencias de energía, y funcionan como coenzimas (34). Finalmente, se ha reportado que la glutamina es importante en la modulación del volumen de hidratación celular (35) y en la regulación de la síntesis proteínas en el músculo esquelético (36, 37). Mientras que son necesarios estudios adicionales para examinar la potencial interacción aditiva y/o sinérgica que los nutrientes contenidos en la formulación P-I, pudieron tener sobre el crecimiento del tejido magro, los datos presentes sostienen nuestros hallazgos iniciales (1) acerca de que esta formulación nutricional puede servir como una dirección efectiva en la promoción del crecimiento del tejido magro durante el entrenamiento de fuerza.

Cuarto, la diferencia primaria entre las formulaciones P-I y P-II fue que la formulación P-II contenía menos carbohidratos (18 g/día-1) y tenía un adicional de 12 g/día de proteína, 5.5 g/día de monohidrato de creatina puro HPCE, 725 mg/día de levadura derivada de RNA, 1.8 g/día de L-glutamina, 3.2 g/día de taurina, y 6.75 g/día de alfa-cetoglutarato cálcico. Ha sido reportado que la disponibilidad nutricional de calcio afecta positivamente a la masa magra (7). Además, si los nutrientes teóricamente activos, descriptos anteriormente, y/o el alfa-ceto-glutarato cálcico afectan el crecimiento de la masa magra , uno puede esperar mayores ganancias en la STLM en el grupo suplementado con P-II. Los resultados revelaron que las ganancias en la STLM (3.5 ±1.9 kg), observadas en el grupo suplementado con P-II después de la Fase I del entrenamiento, fueron de 2.9 a 7 veces mayores que las observadas en los grupos NS, P, y MRx y no significativamente mayores (40%) que en el grupo P-I. Además las ganancias en STLM en el grupo P-II después de 84 días de suplementación (3.4 ±2.2 kg) fueron de 3.1 a 4.9 veces mayores que en los grupos NS, P, y MRx y significativamente mayores (67%) que en el grupo P-I. Una vez más, las ganancias no pueden ser explicadas por un incremento desproporcionado en el agua corporal total, una mayor ingesta calórica, y/o diferencias entre grupos en el gasto energético durante el entrenamiento. Además, los cambios ocurrieron mas allá de una caída de 0.6 ±1.2 kg de masa grasa. Mientras no está claro que nutriente o combinación de nutrientes pudieron haber promovido ganancias adicionales en la STLM, los resultados sugieren que esta formulación nutricional puede ser particularmente efectiva en la promoción del crecimiento del tejido magro durante el entrenamiento.

Fuerza

El entrenamiento de la fuerza promueve de manera característica ganancias en la fuerza muscular a través de una combinación de adaptaciones neurales e hipertrofia muscular (10). Los resultados del presente trabajo indican que las ganancias medias en 1 RM en press de banca en los grupos MRx, P-I y P-II fueron significativamente mayores a las ganancias observadas en el grupo NS (NS 2.0 ±9 kg; P 7.6 ±7 kg; MRx 9.8 ±6 kg; P-I 10.3 ±5 kg; P-II 10.0 ±8 kg). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los grupos P, MRx, P-I, y P-II. Estos hallazgos sugieren que los sujetos que suplementaron sus dietas con MRx, P-I y P-II promovieron mayores ganancias en la fuerza de la extremidad superior que los sujetos que mantuvieron practicas nutricionales normales durante el entrenamiento. Interesantemente, la suplementación con P-I y P-II (que contenían 20 y 25 gr/día de monohidrato de creatina, respectivamente) no promovieron mayores ganancias en 1 RM en comparación con la suplementación de la dieta con carbohidratos o MRx, más allá de las ganancias significativas en la STLM. Estos hallazgos parecen contrastar con reportes que muestran que la suplementación con creatina durante el entrenamiento puede incrementar las ganancias en 1 RM (8, 17, 20-23, 25, 26, 28). Además, no fueron observadas diferencias significativas en el número de repeticiones realizadas al 70% de 1 RM o en el volumen total levantado entre grupos. Estos hallazgos contrastan con reportes anteriores que demostraron que suplementar la dieta con creatina puede incrementar la resistencia muscular (8, 12, 17, 21, 26, 39). Esto puede deberse, en parte, a la forma en la cual fue conducido el test al 70% de 1 RM. Con respecto a ello, los sujetos levantaron el 70% de su nueva 1 RM luego de 35 y 84 días en lugar de ser reevaluados sobre el 70% de 1 RM pre-suplementación. Consecuentemente, la resistencia muscular a un porcentaje dado de 1 RM puede ser así medida, mientras se controlan los cambios de fuerza en 1 RM. No obstante los resultados indicaron que las ganancias en fuerza en 1 RM en los grupos MRx, P-I y P-II fueron significativamente mayores que las ganancias en el grupo NS, pero no hubo diferencias en la resistencia muscular cuando se levantó el 70% de su 1 RM nueva. Investigaciones adicionales deberían analizar los efectos de la ingesta de suplementos que contienen creatina sobre la fuerza durante el entrenamiento.

Conclusión

Los resultados de este estudio indicaron que sujetos que suplementan sus dietas con P-I y P-II en un entrenamiento de fútbol americano durante la pretemporada tuvieron ganancias significativamente mayores en la STLM, en comparación a sujetos que mantienen una dieta normal o que suplementan sus dietas con una cantidad casi isocalórica de un placebo de carbohidratos o un reemplazador de comidas en polvo. Además, las ganancias en la fuerza demostradas por el test 1 RM en los grupos suplementados MRx, P-I, y P-II fueron significativamente mayores que las ganancias en el grupo NS. Las ganancias en STLM y fuerza fueron observadas principalmente durante la fase I de entrenamiento de hipertrofia/agilidad mientras que estas variables fueron esencialmente mantenidas durante la fase II del entrenamiento de prácticas de fútbol americano de primavera. Estos hallazgos no pudieron ser explicados por diferencias entre grupos en porcentaje del agua

corporal total, ingesta calórica y/o diferencias en el gasto energético. Mientras es necesaria investigación adicional para examinar las potenciales interacciones aditavas y/o sinérgicas que los nutrientes contenidos en la formulación P-I y P-II pueden tener sobre el crecimiento del tejido magro durante el entrenamiento de fuerza, los resultados indican que estas formulaciones nutricionales pueden servir como una estrategia nutricional efectiva para incrementar el crecimiento del tejido magro particularmente durante periodos intensos de entrenamiento de fuerza/agilidad.

Agradecimientos

Quisiéramos agradecer a los sujetos que participaron en este estudio y a los asistentes del laboratorio de Ejercicio y Ciencias del Deporte, a los Centros de Prevención de las Universidades, y al Departamento de Atletismo de la Universidad de Memphis, quienes asistieron en la adquisición y análisis de los datos. Los autores también quieren agradecer a Maria Ferreira, MS, RD, CSCS por su contribución a este trabajo científico. Este estudio fue realizado a través de una beca de investigación provista por la Universidad de Memphis para Ciencias Experimentales y Aplicadas, Golden, CO. Los investigadores de la Universidad de Memphis recolectaron, analizaron e interpretaron los datos de este estudio independientemente y no tuvieron intereses financieros sobre las consecuencias de los resultados reportados. A.L. Almada es cofundador y consultor del Experimental and Applied Sciences, Inc. y sirvió como consultor y coordinador entre los Investigadores de la Universidad de Memphis y la agencia de becas. La presentación de los resultados en este estudio no constituye que la Universidad de Memphis apoye los productos investigados.

Dirección para Correspondencia: Richard B. Kreider, PhD, FACSM, Exercise & Sport Nutrition Laboratory, Department of Human Movement Sciences & Education, The University of Memphis, Memphis, TN 38152, Teléfono: 901/678-3474, Fax: 901/678-3591

REFERENCIAS

1. Kreider RB, Klesges R, Harmon K, Grindstaff P, Ramsey L, Bullen D, Wood L, Li Y, Almada A (1996). Effects of ingesting supplements designed to promote lean tissue accretion on body composition during resistance-training. *Int J Sport Nutr; 6: 234-246*
2. Van Loan MD (1990). Bioelectrical impedance analysis to determine fat-free mass, total body water and body fat. *Sports Med; 10: 205-217*
3. Fuller NJ, Jebb SA, Laskey MA, Coward WA, Elia M (1992). Four-compartment model for assessment of body composition in humans: comparison with alternative methods and evaluation of the density and hydration of fat-free mass. *Clin Sci; 82: 687-693*
4. Horber FF, Thomi F, Casez HP, Fonteielle J, Jaeger P (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*
5. Kellie EE (1992). Measurement of bone density with dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA). *JAMA; 267: 286-294*
6. Mazess RB, Barden HS, Biseck JP, Hanson J (1990). Dual-energy x-ray absorptiometry for total-body and regional bone-mineral and soft-tissue composition. *Am J Clin Nutr; 51: 1106-1112*
7. Klesges RC, Ward KD, Shelton ML, Applegate WB, Cantler ED, Palmeiri GMA, Harmon K, Davis J (1996). Changes in bone mineral content in male athletes: Mechanisms of action and intervention effects. *JAMA; 276: 226-230*
8. Kreider R, Ferreira M, Wilson M, Grindstaff P, Plisk S, Reinhardy J, Cantler E, Almada A (1998). Effects of creatine supplementation on body composition, strength and sprint performance. *Med Sci Sport Exerc; 30: 73-82*
9. Forbes GB (1991). Exercise and body composition. *J Appl Physiol; 70: 994-997*
10. Kraemer WJ (1994). General adaptations to resistance and endurance training. *In: Baechle T (Ed.). Essentials of Strength Training and Conditioning. Champaign, IL: Human Kinetics, 127-150*
11. Forbes GB, Brown MR, Welle SL, Lipinski BA (1986). Deliberate overfeeding in women and men: energy cost and composition of weight gain. *Br J Nutr; 56: 1-9*
12. Bessman SP, Savabi F (1988). The role of the phosphocreatine energy shuttle in exercise and muscle hypertrophy. *Biochemistry of exercise VII: Champaign, IL: Human Kinetics, Vol. 21: 167-178*
13. Chanutin A (1926). The fate of creatine when administered to man. *J Biol Chem; 67: 29-41*
14. Greenhaff PL, Casey A, Short AH, Harris R, Soderlund K, Hultman E (1993). Influence of oral creatine supplementation of muscle torque during repeated bouts of maximal voluntary exercise in man. *Clin Sci; 84: 565-571*
15. Becque BD, Lochmann JD, Melrose D (1997). Effect of creatine supplementation during strength training on 1 RM and body composition. *Med Sci Sport Exerc; 29: S146*
16. Earnest CP, Snell PG, Rodriguez R, Almada AL, Mitchell TL (1995). The effect of creatine monohydrate ingestion on anaerobic power indices, muscular strength and body composition. *Acta Physiol Scand; 153: 207-9*
17. Goldberg PG, Bechtel PJ (1997). Effects of low dose creatine supplementation on strength, speed and power by male athletes. *Med Sci Sport Exerc; 29: S251*
18. Kirksey KB, Warren BJ, Stone MH, Stone MR, Johnson RL (1997). The effects of six weeks of creatine monohydrate supplementation in male and female track athletes. *Med Sci Sport Exerc; 29: S145*

19. Kreider R, Ferreira M, Wilson M, Almada A (1997). Effects of creatine supplementation with and without glucose on body composition in trained and untrained men and women. *J Strength Cond Res; 11: 283*
20. Stout JR, Eckerson J, Noonan D, Moore G, Cullen D (1997). The effects of a supplement designed to augment creatine uptake on exercise performance and fat-free mass in football players. *Med Sci Sport Exerc; 29: S251*
21. Volek JS, Kraemer WJ, Bush JA, Boetes M, Incledon T, Clark KL, Lynch JM (1997). Creatine supplementation enhances muscular performance during high-intensity resistance exercise. *J Am Diet Assoc 97: 765-770*
22. Ziegenfuss TN, Lemon PWR, Rogers MR, Ross R, Yarasheski KE (1997). Acute creatine ingestion: effects on muscle volume, anaerobic power, fluid volumes, and protein turnover. *Med Sci Sports Excer; 29:S127*
23. Vanderberghe K, Goris M, Van Hecke P, Van Leeputte M, Vangerven L, Hespel P (1997). Long-term creatine intake is beneficial to muscle performance during resistance-training. *J Appl Physiol 83:2055-63*
24. Ziegunfuss TN, Lowery LM, Lemon PWR, Rogers M, Ross R, Yarasheski K (1998). Acute fluid volume changes in men during three days of creatine supplementation. *JEPonline; 1(3) Available: http://www.css.edu/users/tboone2/asep/jan13d.htm*
25. Ingwall JS (1976). Creatine and the control of muscle-specific protein synthesis in cardiac and skeletal muscle. *Circ Res 38(Suppl. 1):I115-I123*
26. Kendler BS (1989). Taurine: an overview of its role in preventive medicine. *Prev Med 18:79-100*
27. Kulakowski EC, Maturo J (1984). Hypoglycemic effects of taurine: not mediated by enhanced insulin release. *Biochem Pharmacol 33:2835-2838*
28. Lampson WG, Kramer JH, Schaffer SW (1983). Potentiation of the actions of insulin by taurine. *Can J Physiol Pharmacol 61:457-463*
29. Corey J (1982). Purine and pyrimidine nucleotide metabolism. *In: Devlin TM (Ed.) Textbook of Biochemistry. New York, NY: Wiley; 628-80*
30. Haussinger D (1995). Regulation of metabolism by changes in cellular hydration. *Clin Nutr 14:4-12*
31. Hammarqvist F, Wernerman J, Ali R, von der Decken A, Vinnars E (1989). Addition of glutamine to total parenteral nutrition after elective abdominal surgery spares free glutamine in muscle, counteracts the fall in protein synthesis, and improves nitrogen balance. *Ann Surg 209:455-461*
32. MacLennen PA, Brown RA, Rennie MJ (1987). A positive relationship between protein synthesis rate and intracellular glutamine concentration in perfused rat skeletal muscle. *FEBS Lett. 215:187-191*
33. Johnson KD, Smodic B, Hill R (1997). The effects of creatine monohydrate supplementation on muscular power and work. *Med Sci Sport Exerc 29:S251*
34. Grindstaff PD, Kreider RB, Bishop R, Wilson M, Wood L, Alexander C, Almada AL (1997). Effects of creatine supplementation on repetitive sprin performance and body composition in competitive swimmers. *Int J Sport Nutr 7:330-46*

Cita Original

Richard B. Kreider, Robert C. Klesges, Dean Lotz, Mike Davis, Edward Cantler, Pamela Grindstaff, Leigh Ramsey, Darryll Bullen, Larry Wood, Anthony L. Almada. Effect of nutritional supplementation during off-season college football training on body composition and strength. JEPonline; Vol. 2, Nr. 2, 1999.