PubliCE, (PubliCE) 1997

Research

Pérdida de Peso y Entrenamiento de Lucha: Efectos sobre la Nutrición, el Crecimiento, la Maduración, la Composición Corporal y la Fuerza

James N Roemmich[1] y Wayne E Sinning[1]

[1]*Applied Physiology Research Laboratory, Kent State University, Kent, Ohio 44242.*

RESUMEN

Un grupo de luchadores adolescentes (n=9, 15.4 años) y un grupo control activo, ambos de sexo masculino (n=7; 15.7 años) fueron medidos antes, al final (final de la temporada) y 3.5-4 meses, después de una temporada de lucha para valorar la influencia de la restricción dietaria sobre el crecimiento, la maduración, la composición corporal, la nutrición proteica y la fuerza muscular. Los controles consumieron una cantidad adecuada de energía, carbohidratos (CHO), proteínas y grasas, y mostraron ganancias normales en el peso, la masa grasa (FM) y en la masa libre de grasa (FFM). Durante la temporada los luchadores consumieron una dieta alta en CHO (61±2 % kcal), baja en grasas (24±2 % kcal), pero no tuvieron una adecuada ingesta energética (24.7±3.5 kcal/kg/día) o proteica (0.9 g/kg/día). La ingesta dietaria deficiente redujo los niveles de prealbúmina (26.0±1.9 vs. 20.2±0.9 mg/dl) y enlenteció el aumento de las áreas de sección cruzada muscular magra del brazo y del muslo (B_{XSECT}, M_{XSECT}, respectivamente). En los luchadores, la deficiencia dietaria también produjo una disminución en el peso (60.3±3.5 hasta 58.0±3.3 kg), en la grasa relativa (9.9±0.5 a 8.0±0.7 %), y en la FM (6.0±0.5 a 4.7±0.6 kg). Luego de la temporada, los luchadores y los controles consumieron dietas similares, y los luchadores tuvieron un incremento significativo en los niveles de prealbúmina, B_{XSECT}, M_{XSECT}. Luego de la temporada, los luchadores también incrementaron su peso (6.1±0.6 kg), la FFM (3.0±0.6 kg) y la FM (3.2±0.5 kg). Las tasas de maduración ósea y el crecimiento de los segmentos no fueron diferentes entre los grupos. Los luchadores experimentaron una reducción en la fuerza del codo y de la rodilla desde la pre temporada hasta el final de la misma, pero luego de la temporada la fuerza se incrementó. Los cambios en el tejido magro estuvieron asociados con los cambios en la fuerza y la potencia (r=0.72-0.91, p<0.001). Luego de calcular la covarianza para la FFM o la sección cruzada específica de los miembros, pocos cambios continuaron siendo significativos. En conclusión, la restricción dietaria redujo la nutrición proteica y el rendimiento muscular, pero tuvo un efecto pequeño sobre el crecimiento longitudinal y la maduración. Los niveles de prealbúmina y la tasa de acumulación de tejido magro estuvieron positivamente correlacionadas (r=0.43, p≤0.05).

Palabras Clave: adolescencia, pérdida de peso, nutrición proteica, fuerza muscular

INTRODUCCION

Se ha especulado que la pérdida de peso a través de la restricción dietaria enlentece el crecimiento somático (21, 30, 34)

de luchadores adolescentes, aunque no hay efectos reportados sobre el crecimiento en la talla. Estudios previos en luchadores prepúberes han mostrado que varios de los diámetros óseos y de los perímetros corporales tenían una disminución en el crecimiento incremental durante la temporada y un incremento en el crecimiento incremental luego de la temporada (26, 29). La acumulación de masas libre de grasa (FFM) durante la pubertad también puede enlentecerse durante la temporada de lucha. Investigaciones longitudinales sobre la composición corporal a lo largo de una temporada de lucha han mostrado que la FFM puede no cambiar (14), así como también reducirse de manera no significativa (7, 27). Una investigación reportó que durante la temporada de lucha, el crecimiento incremental en la FFM de los luchadores fue significativamente más lento que el de otros jóvenes activos (26), y varios estudios han reportado un crecimiento acelerado en la FFM de los luchadores durante la post temporada (26, 29). Horswill y cols. (12) especularon que, una reducción en el nivel de nutrición proteica en luchadores adolescentes causada por la restricción dietaria contribuía a la reducción significativa de la FFM estimada por medio de pliegues cutáneos. Sin embargo, ningún estudio ha utilizado un método de criterio de valoración de la composición corporal para investigar la relación entre los cambios en la nutrición proteica y la FFM de luchadores u otros atletas que deben controlar el peso.

Por medio del impedimento de una acumulación normal de tejido magro durante la adolescencia, la restricción dietaria puede afectar el rendimiento en la fuerza. Estudios previos han mostrado disminuciones significativas (7, 16, 26), incrementos significativos (9, 31), o que no hubo cambios (16, 23) en la fuerza muscular de luchadores durante la temporada deportiva. El propósito del presente estudio fue 1) relacionar los cambios en la ingesta energética y de nutrientes que ocurre durante la temporada interescolar de lucha a los cambios en el crecimiento y la maduración, y 2) examinar las interrelaciones entre los cambios en la nutrición proteica, la composición corporal, y la potencia de brazos y piernas en luchadores adolescentes. Un trabajo asociado (27) discute las alteraciones en las hormonas relacionadas al crecimiento en luchadores mal alimentados.

METODOS

Sujetos

Se reclutaron luchadores adolescentes (n=9) y varones adolescentes activos (n=7). Los procedimientos para la participación fueron explicados tanto a los sujetos como a sus padres, y se obtuvo un consentimiento escrito antes de la participación en el estudio. Los procedimientos fueron aprobados por el Comité de Revisión para Investigaciones con Humanos como Sujetos de la Universidad Estatal de Kent. Para evitar la influencia de la deshidratación en la composición corporal, los sujetos fueron evaluados a mediados de Noviembre, 1-2 semanas antes de la primera competencia de lucha (pre temporada). En esta época los luchadores estaban entrenando, pero no se deshidrataban para alcanzar un peso específico. Los sujetos fueron entonces evaluados nuevamente 3.5 a 4 meses más tarde (finales de febrero a mediados de marzo), dependiendo de si el luchador no calificaba para competir en un torneo (a finales de la temporada). Hacia finales de la temporada, los luchadores fueron medidos al menos 24 hs después de su última pelea para permitir que transcurra un tiempo para la rehidratación. También fueron recolectados datos 3.5-4 meses después de finalizada la temporada de lucha (post temporada, de comienzos de junio a mediados de julio). Durante la post temporada los luchadores no estaban perdiendo peso o deshidratándose. Los sujetos del grupo control fueron evaluados en las mismas fechas que los luchadores. En todas las fechas de evaluación, todos los sujetos fueron medidos al menos 16 hs después de la última sesión de ejercicios.

Después del ayuno nocturno, los sujetos arribaban al laboratorio y vaciaban sus vejigas e intestinos. Se recolectaron muestras de sangre para la medición de prealbúmina, urea sanguínea (BUN), y la concentración de fosfatasa alcalina. Luego de medir el hematócrito un mínimo de tres veces, se permitió que las muestras de sangre coagularan y entonces fueron centrifugadas; el suero fue separado y guardado en frascos criogénicos a –135ºC. Las muestras de sangre utilizadas en este estudio se obtuvieron como parte de una serie de muestras que se usaron para realizar análisis hormonales (27).

Nutrición y Actividad de Crecimiento Óseo

Los registros de la dieta durante la temporada de lucha se realizaron de manera tal que los luchadores tuvieran una competición durante el período de 7 días en que se registro la dieta. Los registros de la dieta a comienzos de la temporada fueron completados durante la primer o segunda semana de diciembre, lo cual coincidió con el intento inicial de los luchadores de “dar con el peso” para la competición (Figura 1). Los registros de la dieta a finales de la temporada fueron tomados antes de la última competencia del luchador. Se les proporcionó a los sujetos una explicación verbal de cómo registrar debidamente las cantidades y tipos de comidas ingeridas y se les mostraron dispositivos de medición para la cocina y modelos de comidas para ayudarlos a visualizar una única porción. Los registros de las dietas fueron analizados con el programa West Nutrition (West Publishing, St. Paul, MN). Los macronutrientes fueron examinados como el

porcentaje del total de energía proporcionado, y como la cantidad de nutriente consumido por kilogramo de peso corporal por día. La prealbúmina plasmática fue medida por medio de láminas de inmunodifusión radial (Behring Diagnostics, La Jolla, CA). La urea sanguínea fue medida utilizando un equipo Sigma no. 640-A (Sigma Chemical, St. Louis, MO). La concentración de fosfatasa alcalina se midió por medio de ensayo fotométrico (no. 245, Sigma Chemical).

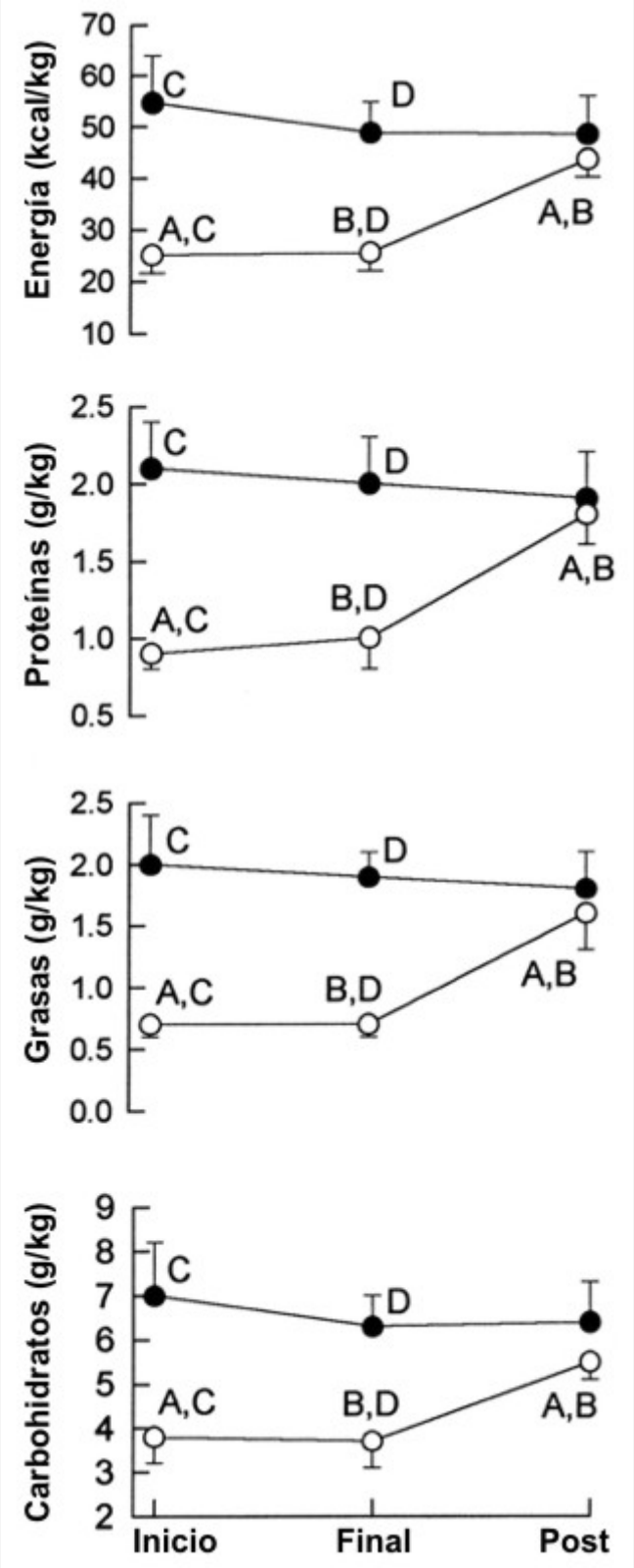


Figura 1. *Ingesta relativa de energía (kcal/kg/día), proteínas (g/kg/día), grasas (g/kg/día) y carbohidratos (CHO, g/kg/día) para el grupo de luchadores (●, n=9) y el grupo control (○; n=7) al comienzo y al final de la temporada y en la post temporada. Las letras*

iguales indican diferencia significativa. Los valores son presentados como medias±DS.

Antropometría y Maduración Física

Todas las mediciones fueron hechas por un antropometrista experimentado (J. N. Roemmich). En lo relativo a las marcas anatómicas y a los métodos, se siguieron las recomendaciones de Lohman y cols. (19). Excepto para los pliegues cutáneos, cada variable fue medida tres veces, y para evitar el efecto que una medición distante pudiera tener sobre la media, se utilizo la mediana. Los pliegues cutáneos fueron medidos en el mismo sitio hasta que tres de las mediciones estuvieran dentro del 5% una de las otras; y entonces se calculó la media. Las longitudes esqueléticas incluyeron talla, talla sentado, y la extremidad inferior, mano, antebrazo-mano, codo-muñeca, hombro-codo, y las longitudes del muslo y la pantorrilla. Los diámetros tomados fueron el biacromial, transverso del tórax, antero posterior del tórax, biiliocrestídeo, codo, muñeca, rodilla y tobillo. Las circunferencias medidas incluyeron la muñeca, antebrazo, brazo medio en flexión, hombro, tórax, cintura natural, abdomen, cadera, muslo y pantorrilla. Los sitios para la medición de pliegues cutáneos incluyeron el subescapular, trícipital, bícipital, pecho, suprailíaco, abdominal, muslo y pantorrilla medial. El área de sección cruzada magra (músculo más hueso) del brazo en flexión (A_{XSECT}) se midió como fue descrito previamente (26). El área de sección cruzada magra del muslo medio relajado (T_{XSECT}) se calculó utilizando el perímetro medio del muslo y el pliegue cutáneo del muslo medio (26). Todas las mediciones antropométricas fueron tomadas a la misma hora del día en cada período de evaluación. La confiabilidad del antropometrista fue valorada por medio de la utilización de las medidas repetidas dentro del mismo día. Se calculó el error técnico de medición (σe) y el coeficiente de variación (CV) (20) para varias mediciones antropométricas importantes los cuales se encuentran en la Tabla 1. El σe y el CV fueron iguales o menores que el de otros antropometristas experimentados (20).

Mediciones / **Longitudes**	**σe (cm)**	**CV (%)**
Talla	0.179	0.107
Hombro-codo	0.235	0.679
Codo-muñeca	0.336	1.226
Pantorrilla	0.309	0.805
Diámetros		
Biacromial	0.432	1.317
Biiliocrestídeo	0.219	0.806
Codo	0.081	1.174
Perímetros		
Hombros	1.273	1.241
Cintura natural	0.849	1.197
Brazo medio en flexión	0.298	1.038
Muslo	0.363	0.786
Pantorrilla	0.238	0.704

Tabla 1. *Error técnico de medición inter-evaluador y coeficiente de variación para las mediciones antropométricas de los 16 sujetos. σe, error técnico de medición; CV, coeficiente de variación.*

Las variaciones normales en el crecimiento y el pequeño tamaño de la muestra tienen el potencial de producir índices medios de crecimiento para el grupo control que no son representativos de varones adolescentes de esa edad. Por lo tanto el incremento en el crecimiento de talla y peso que se observó desde la pre a la post temporada fue ajustado al incremento esperado para 6 meses y comparado con tablas de crecimiento incremental para intervalos de 6 meses. Las tablas fueron derivadas del estudio de Fels sobre crecimiento longitudinal en varones residentes en el sur de Ohio (4). Esto representó una comparación apropiada dado que nuestros sujetos también residían en Ohio. La maduración esquelética de la muñeca de la mano izquierda se evaluó con el método de Fels (24). Los sujetos se autoevaluaron la maduración puberal comparándose de pie frente a un espejo de pared de longitud completa en una habitación privada con los dibujos de las

cinco etapas estándar para el bello púbico y desarrollo genital, como fue descrito por Tanner (22).

Composición Corporal

La composición corporal se midió por medio del pesaje subacuático usando los procedimientos previamente descritos por Sinning (28). El volumen residual (RV) se midió fuera del agua por medio de la técnica de lavado de nitrógeno (33) con el sujeto sentado en la misma posición que durante el pesaje subacuático. Las mediciones del RV se repitieron hasta que dos pruebas estuvieran dentro de ±50 ml. Para el cálculo del porcentaje de grasa corporal (% de BF) se utilizaron las ecuaciones de Lohman (18), las cuales consideran los cambios en la densidad de la masa libre de grasa en relación a la maduración.

Fuerza y Potencia

El torque isoquinético pico (fuerza) y la potencia fueron medidos a 60 y 180º.s^{-1} (Lumex, Cybex Division, Bay Shore, NY) durante los ejercicios de flexión y extensión del codo y rodilla del lado derecho del cuerpo. Durante las mediciones de la fuerza, el eje de rotación de la articulación del codo o de la rodilla se alineo con el eje del dinamómetro. Para la flexión y la extensión del codo, cada sujeto se colocó en posición supina, a la vez que el codo se estabilizó con una correa de 2 pulgadas de ancho que se extendía alrededor de la mesa y sobre el brazo próximo al pliegue antecubital. Para la flexión y extensión de la rodilla, los sujetos se sentaban en una silla que estaba anclada de manera tal que no pudiera moverse independientemente. El muslo fue estabilizado con una correa de 3 pulgadas de ancho. Tanto para el codo como para la rodilla, se realizaron tres flexiones submáximas como entrada en calor que fueron seguidas por tres flexiones máximas, con un minuto de pausa entre las repeticiones. Para el movimiento de extensión se siguió el mismo procedimiento. El torque pico y la potencia pico se promediaron a partir de las tres repeticiones. El coeficiente de correlación intraclase para la confiabilidad de estas mediciones, tanto dentro del mismo día, como entre diferentes días fue de 0.94 o mayor ($p<0.05$; Ref. 26).

Registro de la Actividad Física

Para el registro de la actividad física, se anotaron los tiempos empleados en actividades que fueran más intensas que caminar, durante 1 semana en la temporada deportiva y durante 1 semana posterior a la temporada. La actividad física se expresó en kilocalorías por kilogramo de peso corporal por semana por medio del producto del tiempo de duración de la actividad por la tasa de gasto energético en kilocalorías por kilogramo de peso corporal por hora (1).

Análisis Estadísticos

Se analizaron los efectos principales del grupo y del tiempo y la interacción del grupo por el tiempo con el análisis de varianza (ANOVA) para mediciones repetidas utilizando el modelo 2 (grupo) x 3 (período de evaluación). El cambio incremental en el peso y en la masa libre de grasa fue analizado mediante ANOVA 2 x 2 (grupo x tiempo). Para investigar los cambios en el peso corporal y en la ingesta de nutrientes durante la semana previa a la competición, el peso corporal y la ingesta dietaria fueron analizados mediante ANOVA para mediciones repetidas con el modelo 2 (grupo) x 7 (días).El análisis de covarianza fue utilizado para ajustar los datos de fuerza y potencia a la masa libre de grasa, y a las A_{XSECT}, y T_{XSECT}. Para localizar las significación estadística cuando el ANOVA fue significativo se utilizó el análisis post hoc de Newman-Keuls. Para determinar asociaciones entre las mediciones de fuerza y de FFM, A_{XSECT}, y T_{XSECT} se utilizaron correlaciones producto-momento de Pearson. Se realizaron correlaciones similares entre las concentraciones de prealbúmina de finales de temporada y el cambio en la masa libre de grasa desde la pre temporada hasta finales de la misma. Para todas las comparaciones estadísticas se eligió un nivel de significación de $p \leq 0.05$.

RESULTADOS

Características Físicas

Inicialmente, los grupos no fueron significativamente diferentes en ninguna de las características físicas listadas en la Tabla 2. La edad relativa (edad esquelética - edad cronológica) se mantuvo constante en ambos grupos. El hematócrito se mantuvo sin cambios tanto en el grupo de luchadores (41.1, 42.8, 42.6 %) como en el grupo control (43.5, 43.4, 43.5 %) en la pre temporada, al final de la temporada o en la post temporada.

Características y grupo	Pre Temporada	Final de Temporada	Post Temporada
Talla (cm)			
Luchadores	166.3±2.6	167.2±2.5	168.4±2.4
Controles	167.2±3.9	168.7±3.7	168.9±3.6
Edad (años)			
Luchadores	15.4±0.3	15.7±0.3	16.0±0.3
Controles	15.0±0.4	15.3±0.4	15.6±0.4
Edad Esquelética (años)			
Luchadores	15.7±0.4	16.0±0.4	16.3±0.4
Controles	15.4±0.7	15.8±0.7	16.1±0.7
Etapa Genital			
Luchadores	III=1, IV=6, V=1		
Controles	III=2, IV=2, V=1		
Peso (kg)			
Luchadores	60.3±3.5 ^{A}	58.0±3.5 ^{A}	64.1±3.6 ^{A}
Controles	53.8±5.1 ^{B}	55.5±5.1 ^{B}	56.5±4.9 ^{B}
Porcentaje de Grasa (%)			
Luchadores	9.88±0.53 ^{A}	8.03±0.66 ^{A}	12.29±0.84 ^{A}
Controles	10.54±1.37	10.85±0.85	11.53±0.90
Masa Grasa (kg)			
Luchadores	6.00±0.54 ^{A}	4.72±0.58 ^{A}	7.95±0.78
Controles	6.00±1.17	6.30±0.97	6.66±0.96
Masa libre de Grasa (kg)			
Luchadores	54.28±3.11 ^{A}	53.17±2.98 ^{B}	56.16±3.07 ^{B}
Controles	47.75±4.14 ^{C,D}	49.44±4.17 ^{C}	49.88±4.09 ^{D}
Area Magra del Brazo (cm^2)			
Luchadores	66.9±4.4 ^{A}	66.4±3.9 ^{B}	75.0±4.6 ^{A,B}
Controles	52.8±6.3 ^{C}	59.3±7.0 ^{D}	61.6±6.8 ^{C,D}
Area magra del Muslo (cm^2)			
Luchadores	172.5±9.9 ^{A}	160.9±7.8 ^{A,B}	177.3±4.6 ^{B}
Controles	140.0±11.6 ^{C}	141.9±9.8	145.4±11.9 ^{C}

Tabla 2. *Características físicas, distribución de la frecuencia del estadio de maduración genital en la pre temporada, y datos de la composición corporal para los luchadores y los sujetos controles. Los valores son presentados como media±DS. Luchadores, n=9, Controles, n=7. Las medias con las mismas letras muestran interacciones significativas del grupo en función del tiempo, p< 0.05.*

Registros de las Dietas

La ingesta energética y la ingesta relativa de nutrientes de los luchadores fue menor que la de los controles durante la temporada deportiva, pero fue similar a la de los controles durante la post temporada (Figura 1). Los luchadores consumieron una dieta baja en grasas y alta en carbohidratos durante la temporada deportiva y una dieta más típica del oeste en la post temporada (Figura 2). El porcentaje energético derivado de las proteínas no cambió significativamente.

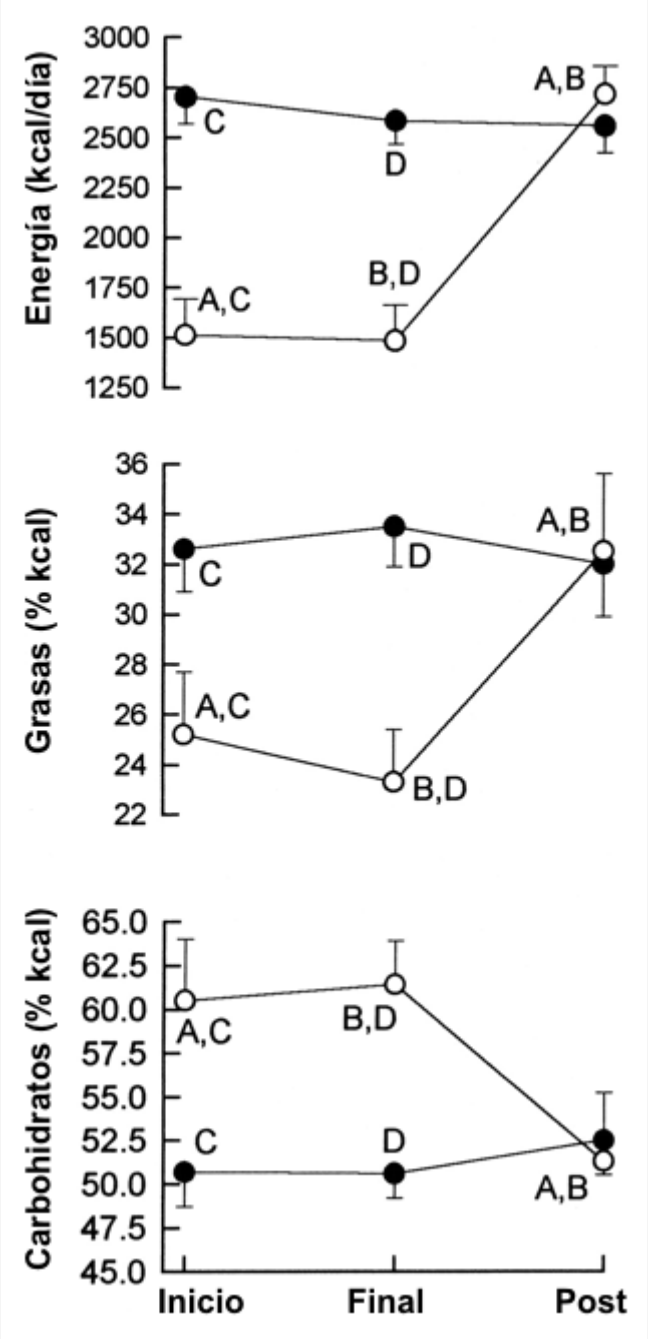


Figura 2. *Ingesta energética (kcal/día) y % energético derivado de las grasas y carbohidratos para el grupo de luchadores (●, n = 9) y el grupo control (○; n = 7). Las letras iguales indican diferencia significativa. Los valores son presentados como media±DS.*

La ingesta energética y el peso corporal fueron reportados diariamente (Figura 3), para ilustrar como los luchadores alteraban su ingesta energética para dar con el peso. Los luchadores consumieron más energía los Domingos y los Lunes que el día previo a la competición (Viernes). Para reducir el peso para la competición, los luchadores consumieron menos energía que los controles los días Miércoles, Jueves y Viernes. El peso corporal de los controles (Figura 3) se mantuvo sin cambios, mientras que el peso corporal de los luchadores disminuyó uniformemente desde el Domingo hasta el Sábado. Todas las comparaciones post hoc realizadas entre los días fueron significativas excepto la comparación entre el Martes y el Domingo. La perdida de peso media entre el Lunes y el Jueves para dar con el peso de competencia fue de 2.8 kg o una reducción del 4.8%. La perdida de peso media a partir de la pre temporada para dar con el peso de competencia fue de 4.5 kg o una reducción de 7.4%.

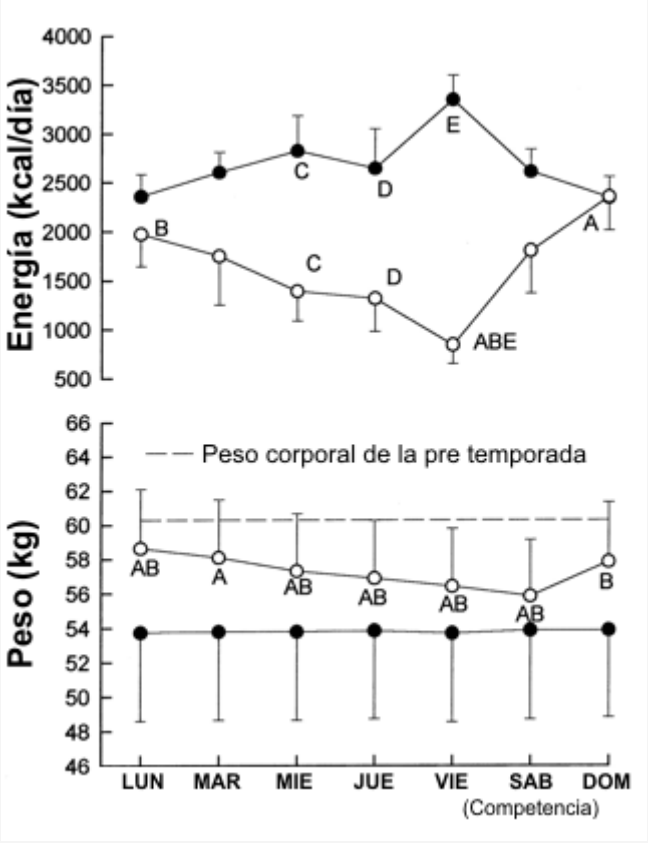


Figura 3. *Ingesta energética diaria (kcal/día) y peso corporal (kg) para el grupo de luchadores (●, n=9) y para el grupo control (○; n=7) durante 1 semana, siendo el día sábado la certificación del peso de los luchadores. Las letras iguales indican diferencia significativa. Los valores son presentados como media±DS.*

Composición Corporal

Se hallaron interacciones grupo–tiempo para los cambios en el peso, el % de BF, masa grasa (FM), y masa libre de grasa (Tabla 2). Los sujetos controles incrementaron su peso y su FFM, pero no cambiaron su % de BF o su FM. Los luchadores perdieron peso, FM y % de BF desde la pre temporada hasta el final de la misma y luego de la temporada ganaron una cantidad significativa de peso. La reducción de 1.1 kg de masa libre de grasa que ocurrió durante la temporada no fue significativa, pero el incremento que ocurrió luego de la temporada (3.0 kg) si fue significativo. El incremento en la masa libre de grasa desde la pre a la post temporada (1.9 vs. 2.1 kg) fue similar para ambos grupos. Como se esperaba, el incremento del crecimiento para el peso (– 3.72 kg/6 meses, < al percentil 3 para la edad) y la masa libre de grasa (– 1.92 kg/6 meses) de los luchadores fue significativamente menor durante la temporada deportiva que en la post temporada (9.26 kg/6 meses, > al percentil 97 para la edad, y 4.49 kg/6 meses, respectivamente). Los sujetos del grupo control tuvieron incrementos en el peso durante la temporada deportiva y durante la post temporada de 3.19 kg/6 meses (percentil 63 para la edad) y de 1.60 kg/6 meses (percentil 37 para la edad), e incrementos en la masa libre de grasa de 2.5 y 0.9 kg/6 meses. El incremento en el peso para los luchadores desde la pre a la post temporada (2.9 kg/6 meses, percentil 62 para la edad) fue similar al de los sujetos del grupo control (2.4 kg/6 meses, percentil 54 para la edad) (4).

Antropometría

Los incrementos corregidos para la talla desde la pre temporada hasta finales de la temporada y desde finales de la temporada hasta la post temporada en los luchadores (1.46±0.24 cm/6 meses, percentil 46 para la edad vs. 1.78±0.41 cm/6 meses, percentil 56 para la edad) y en los sujetos del grupo control (2.32±0.47 cm/6 meses, percentil 55 vs. 1.81±0.54 cm/6 meses, percentil 57) no produjeron efectos principales o de interacción significativos. Los incrementos en la talla desde la pre temporada hasta la post temporada, tanto en los luchadores (1.76±0.32 cm/6 meses, percentil 55) como los sujetos del grupo control (2.16±0.48 cm/6 meses, percentil 66), estuvieron dentro de los rangos normales (4). Para las longitudes de los segmentos corporales y los diámetros esqueléticos, hubo muchos efectos significativos del tiempo, pero solamente las longitudes hombro-codo y codo-muñeca tuvieron interacciones significativas (Tabla 3). En los sujetos del grupo control, las longitudes hombro-codo y codo-muñeca se incrementaron por sobre los valores de pre

temporada, tanto a finales de la temporada como luego de la misma. La longitud hombro-codo en los luchadores se incremento desde la pre a la post temporada.

Variable y Grupo	Pre Temporada	Final de Temporada	Post Temporada
Longitudes, (cm)			
Hombro-Codo			
Luchadores	34.5 ± 0.6^{A}	34.6 ± 0.6	35.0 ± 0.5^{A}
Controles	$34.8 \pm 0.7^{B,C}$	35.2 ± 0.7^{B}	35.3 ± 0.6^{C}
Codo-Muñeca			
Luchadores	27.5 ± 0.7	27.5 ± 0.7	27.7 ± 0.7
Controles	$27.3 \pm 0.6^{A,B}$	27.7 ± 0.5^{A}	27.9 ± 0.6^{B}
Perímetros (cm)			
Brazo en Flexión			
Luchadores	30.1 ± 1.0^{A}	29.8 ± 0.9^{B}	$31.7 \pm 0.9^{A,B}$
Controles	26.9 ± 1.8^{C}	27.8 ± 1.8	28.4 ± 1.7^{C}
Antebrazo			
Luchadores	26.1 ± 0.7^{A}	25.8 ± 0.7^{B}	$26.9 \pm 0.7^{A,B}$
Controles	24.1 ± 1.1^{C}	24.6 ± 1.1	24.9 ± 1.0^{C}
Muñeca			
Luchadores	16.4 ± 0.3^{A}	16.1 ± 0.3^{A}	16.6 ± 0.3^{A}
Controles	15.9 ± 0.4^{B}	16.0 ± 0.4	16.3 ± 0.3^{B}
Muslo			
Luchadores	48.4 ± 1.3^{A}	$46.7 \pm 1.1^{A,B}$	49.2 ± 1.2^{B}
Controles	43.2 ± 2.3^{C}	44.1 ± 2.4	44.6 ± 3.1^{C}
Pantorrilla			
Luchadores	34.5 ± 0.9^{A}	$33.6 \pm 0.8^{A,B}$	34.8 ± 0.7^{B}
Controles	32.8 ± 1.4	33.2 ± 1.4	33.2 ± 1.3
Hombro			
Luchadores	105.3 ± 2.3^{A}	104.1 ± 2.4^{A}	108.3 ± 2.4^{A}
Controles	99.2 ± 4.5^{B}	100.9 ± 4.3	102.0 ± 4.3^{B}
Pecho			
Luchadores	90.9 ± 2.4^{A}	89.9 ± 2.4^{A}	92.5 ± 2.4^{A}
Controles	84.1 ± 3.6^{B}	85.0 ± 3.6	85.6 ± 3.4^{B}
Abdomen			
Luchadores	73.2 ± 2.3^{A}	72.2 ± 2.2^{B}	$76.4 \pm 2.3^{A,B}$
Controles	71.7 ± 2.5	72.6 ± 2.5	72.6 ± 2.5
Cadera			
Luchadores	88.4 ± 2.4^{A}	86.7 ± 1.8^{A}	90.3 ± 2.0^{A}
Controles	83.0 ± 3.3	84.3 ± 3.3	85.0 ± 3.1

Tabla 3. *Longitudes de los segmentos corporales y perímetros de los luchadores y los controles. Los valores son presentados como media±DS, en centímetros. Luchadores, n=9, Controles, n=7. Las medias con las mismas letras muestran interacciones significativas del grupo en función del tiempo, $p<0.05$.*

Se hallaron interacciones grupo-tiempo para todas las circunferencias (Tabla 3). En los luchadores, 6 de las 10 circunferencias medidas disminuyeron desde la pre temporada hasta el final de la misma. Todas las circunferencias se incrementaron desde los finales de la temporada a la post temporada. Los incrementos de la mayoría de las circunferencias

desde la pre a la post temporada fueron bastante similares para los dos grupos (dentro de los 2-3 mm), pero los incrementos desde finales de temporada hasta la post temporada en los luchadores fueron a menudo de más del doble que los de los sujetos del grupo control.

Nutrición Proteica

Las concentraciones de prealbúmina de los luchadores (Figura 4) estuvieron reducidas desde la pre temporada hasta finales de la temporada, y se incrementaron en la post temporada. La concentración de prealbúmina varió directamente con el cambio en la masa libre de grasa (Figura 4). En los luchadores, las concentraciones de urea sanguínea en la pre temporada (12.3±0.9 mg/dl), a finales de la temporada (14.3±0.6 mg/dl), y en la post temporada (13.4±0.9 mg/dl), no cambiaron significativamente.

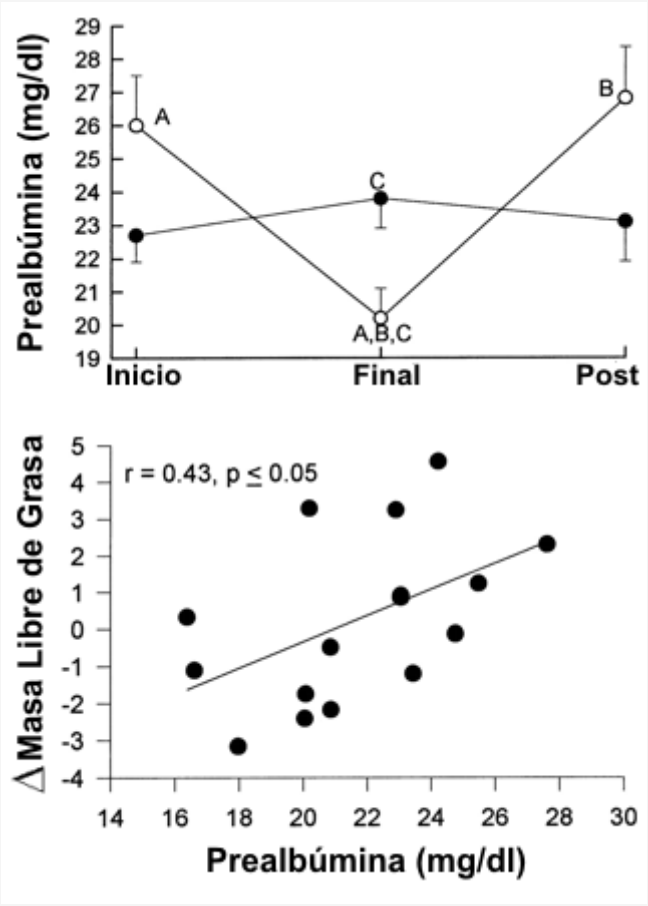


Figura 4. *Prealbúmina sérica en mg/dl (arriba) y correlación entre la concentración de prealbúmina a finales de la temporada y el cambio en la masa libre de grasa, desde la pre temporada hasta finales de la misma (FFM, abajo) para el grupo de luchadores (●, n=9) y para el grupo control (○; n=7). Las letras iguales indican diferencia significativa. Los valores son medias±DS.*

Las áreas de sección cruzada magras de las extremidades son comúnmente utilizadas como marcadores de la nutrición proteica y se piensa que reflejan las reservas proteicas musculares (10). Las A_{XSECT} y T_{XSECT} (Tabla 1) de los controles se incremento significativamente desde la pre a la post temporada. En los luchadores, a pesar del entrenamiento realizado desde la pre temporada hasta finales de la temporada, el A_{XSECT} no cambio, mientras que el T_{XSECT} disminuyó. Ambas se incrementaron significativamente en la post temporada. Los incrementos desde la pre hasta la post temporada en el A_{XSECT} (8.1 vs. 8.8 cm2) y en el T_{XSECT} (4.8 vs. 5.4 cm2) fueron similares para los dos grupos.

Fuerza y Potencia

Los cambios en la potencia y el torque pico del codo se muestran en la Tabla 4. No hubo cambios significativos en los sujetos del grupo control, pero en los luchadores hubo una disminución desde la pre temporada hasta finales de la temporada en el torque pico para la flexión del codo (EF) a $60º.s^{-1}$ y en la extensión del codo (EE) y EF a $180º.s^{-1}$. En los

luchadores la potencia pico del brazo disminuyó desde la pre temporada hasta finales de la temporada para la EE y la EF a 180º.s^{-1}. En la post temporada, todas las mediciones de los luchadores se incrementaron significativamente. El A_{XSECT} y la FFM estuvieron directamente relacionadas a la fuerza y potencia del brazo (r =0.80 a 0.90, p<0.001). Luego de calcular la covarianza para la FFM y para el A_{XSECT}, solamente el torque en la EF a 60º.s^{-1} y el torque y la potencia en la EF a 180º.s^{-1} se mantuvieron reducidos en los luchadores desde la pre temporada hasta finales de la temporada y se incrementaron en la post temporada.

Variable y Grupo	Pre Temporada	Final de Temporada	Post Temporada
60°/s			
Torque pico en la Extensión (N.m)			
Luchadores	38.5 ± 2.8^{A}	35.8 ± 2.9^{B}	42.7 ± 3.0^{A,B}
Controles	32.9 ± 5.3	35.0 ± 5.3	34.6 ± 4.7
Potencia Pico en la Extensión (W)			
Luchadores	41.2 ± 3.2^{A}	38.9 ± 3.4^{B}	46.7 ± 3.3^{A,B}
Controles	36.4 ± 5.4	37.2 ± 5.5	37.7 ± 5.4
Torque pico en la Flexión (N.m)			
Luchadores	37.8 ± 3.1^{A}	33.3 ± 2.9^{A}	44.3 ± 2.5^{A}
Controles	33.7 ± 5.3	34.4 ± 5.0	36.8 ± 5.1
Potencia pico en la Flexión (W)			
Luchadores	40.2 ± 3.2^{A}	37.9 ± 3.9^{B}	48.1 ± 2.7^{A,B}
Controles	37.9 ± 5.1	38.2 ± 5.1	40.2 ± 5.4
180°/s			
Torque pico en la Extensión (N.m)			
Luchadores	33.1 ± 2.4^{A}	29.8 ± 3.0^{A,B}	35.4 ± 2.4^{B}
Controles	23.3 ± 3.6	25.9 ± 3.6	25.4 ± 3.8
Potencia pico en la Extensión (W)			
Luchadores	111.8 ± 9.4^{A}	98.8 ± 10.7^{A,B}	119.2 ± 8.5^{B}
Controles	81.7 ± 10.3	88.7 ± 10.7	91.4 ± 11.2
Torque pico en la Flexión (N.m)			
Luchadores	30.4 ± 2.3^{A}	24.5 ± 2.7^{A}	34.3 ± 1.6^{A,B}
Controles	23.8 ± 3.3	23.7 ± 3.4	24.4 ± 3.8
Potencia pico en la Flexión (W)			
Luchadores	103.2 ± 7.9^{A}	83.2 ± 7.3^{A,B}	111.5 ± 7.6^{B}
Controles	86.3 ± 11.0	91.7 ± 10.4	96.0 ± 11.8

Tabla 4. *Torque isoquinético y potencia producidos por los ejercicios de flexión y extensión del brazo a 60 y 180º/seg de los luchadores y los sujetos controles. Los valores son presentados como media±DS. Luchadores, n=9, Controles, n=7. Las medias con las mismas letras muestran interacciones significativas de grupo en función del tiempo, p<0.05.*

El torque y la potencia pico producidos durante la extensión (KE) y la flexión (KF) de la rodilla a 60 y 180º/seg se muestran en la Tabla 5. Los luchadores tuvieron reducciones significativas en todas las variables de fuerza y potencia de la rodilla, desde la pre temporada hasta finales de la temporada e incrementos significativos en la post temporada. El análisis de covarianza fue calculado para el torque y la potencia pico en las extensiones y flexiones de rodilla, utilizando la FFM o el T_{XSECT}, variables que tuvieron altas correlaciones con estas mediciones (r=0.72 a 0.91, p<0.001). Luego de calcular la covarianza, ninguna de las interacciones continuó sinedo significativa.

Variable y Grupo	Pre Temporada	Final de Temporada	Post Temporada
60°/s			
Torque pico en la Extensión (N.m)			
Luchadores	159.2 ± 11.4^{A,C}	134.3 ± 9.4^{A,B}	162.0 ± 12.7^{B}
Controles	116.9 ± 16.3^{c}	124.6 ± 16.7	130.6 ± 19.7
Potencia pico en la Extensión (W)			
Luchadores	182.2 ± 13.2^{A,C}	155.8 ± 9.4^{A,B}	184.1 ± 13.9^{B}
Controles	137.1 ± 20.3^{c}	143.1 ± 19.0	151.5 ± 22.3
Torque pico en la Flexión (N.m)			
Luchadores	89.3 ± 9.9^{A}	75.6 ± 8.1^{A}	101.4 ± 10.5^{A}
Controles	75.5 ± 10.6	78.5 ± 10.7	79.3 ± 12.2
Potencia pico en la Flexión (W)			
Luchadores	102.0 ± 11.3^{A}	84.2 ± 8.5^{A}	116.7 ± 13.0^{A}
Controles	82.3 ± 12.3	85.9 ± 11.2	89.5 ± 14.3
180°/s			
Torque pico en la Extensión (N.m)			
Luchadores	110.5 ± 7.3^{A,C}	94.0 ± 7.2^{A,B}	113.6 ± 10.1^{B}
Controles	84.6 ± 11.8^{C}	91.9 ± 12.7	98.7 ± 14.1^{C}
Potencia pico en la Extensión (W)			
Luchadores	408.5 ± 25.2^{A,C}	357.6 ± 28.0^{A,B}	411.6 ± 37.9^{B}
Controles	291.6 ± 25.5^{C,D}	313.5 ± 22.5	343.7 ± 24.7^{D}
Torque pico en la Flexión (N.m)			
Luchadores	73.4 ± 6.3^{A}	65.1 ± 5.5^{A}	82.3 ± 7.1^{A}
Controles	56.8 ± 10.5^{B}	62.4 ± 9.5	68.4 ± 8.5^{B}
Potencia pico en la Flexión (W)			
Luchadores	267.1 ± 25.4^{A}	233.9 ± 21.0^{A}	296.6 ± 29.2^{A}
Controles	217.5 ± 40.0^{B}	233.1 ± 36.0	258.5 ± 36.8^{B}

Tabla 5. *Torque y potencia isoquinéticos producidos en los ejercicios de flexión y extensión de rodilla a 60 y 180º/seg. Los valores son presentados como media±DS. Las medias con las mismas letras muestran interacciones significativas grupo por tiempo, p<0.05.*

Actividad Física

En comparación con la post temporada, durante la temporada deportiva los luchadores participaron en una cantidad significativamente mayor de actividades físicas expresadas en kilocalorías por kilogramos por semana (71 vs. 41 kcal/kg/semana). La actividad física de los sujetos controles no cambió significativamente (25 vs. 36 kcal/kg/semana). Durante la temporada deportiva los valores de actividad física para los grupos fueron significativamente diferentes. En general, las sesiones de práctica de lucha consistían de lucha con un oponente (45-90 min), ejercicios de lucha (20-45 min), ejercicios calisténicos (10-20 min), enseñanza (10-20 min), y carreras (10-20 min). Los lunes los luchadores participaban en basquetbol (n=2, 45-60 min) y en carreras (n=1, 20 min). Ningún luchador registró el entrenamiento de pesas como una actividad durante la temporada deportiva. Cinco de los sujetos en el grupo control formaban parte de un grupo de niños exploradores (boys scouts) y participaron en muchas actividades al aire libre. Todos los sujetos del grupo control eran activos, por lo que practicaban deportes tales como tenis, motocross, ciclismo, básquetbol, y béisbol.

DISCUSION

Esta es una investigación original debido a que constituye el único estudio sobre luchadores adolescentes que investigó los efectos interactivos de la reducción de energía sobre el crecimiento y la maduración, incluyendo la edad ósea. Tampoco ha sido bien documentada la desnutrición de luchadores adolescentes. Una investigación (12) reportó la ingesta energética de luchadores adolescentes, pero el presente estudio es el único que estimó tanto la ingesta como el gasto energético. Además, aunque otros estudios (7, 12) han investigado las relaciones entre los cambios en la composición corporal y la

fuerza en luchadores adolescentes, estos no incluyeron un grupo control de no luchadores, no reportaron alteraciones en el crecimiento o la maduración, y en un estudio (12), la composición corporal se estimo a partir de pliegues cutáneos. En el presente estudio, los sujetos fueron inicialmente agrupados según las características físicas y el nivel de maduración. De esta manera, se puede realizar una comparación valida con respecto a la influencia del entrenamiento de la lucha y la restricción dietaria sobre el crecimiento, la maduración y la composición corporal.

A pesar de participar en un 65% más de actividad física que los sujetos del grupo control durante la temporada deportiva, la ingesta energética de los luchadores al principio y a finales de la temporada (Figuras 1 y 2) fue aproximadamente del 50% de las 48 kcal/kg/día recomendadas (8). La ingesta energética de los luchadores en la post temporada fue similar a la de los sujetos del grupo control y cercana a la recomendada. Horswill y cols. (12) también reportaron ingestas energéticas deficientes durante la temporada y adecuadas fuera de la temporada, de luchadores adolescentes (27 vs. 43 kcal/kg/día respectivamente). De esta manera, a pesar de los comunicados de opinión sobre la pérdida de peso (2, 3), los luchadores continúan perdiendo peso por medio de restricciones dietarias severas. La ingesta proteica media durante la temporada fue también similar a la reportada por Horswill y cols. (12), alcanzando los 0.9 g/kg/día. La ingesta proteica mínima recomendada para esta edad es de 0.97 g/kg/día (8), pero la ingesta proteica podría ser aún más deficiente de lo que estos datos sugieren. Los requerimientos proteicos son mayores durante el entrenamiento físico (17), durante períodos de ingesta energética reducida (6) y durante el crecimiento (8), todas condiciones que estaban presentes en los luchadores.

Un aspecto único de este estudio es la documentación del cambio en la ingesta energética y del peso durante los días previos a una competición (Figura 3). En conflicto con la creencia común acerca de que ocurren rápidas fluctuaciones en el peso y en la ingesta energética antes de una competencia, los luchadores redujeron su peso y su ingesta energética de manera lineal. En ninguno de los días de la semana los luchadores consumieron suficiente energía para satisfacer los requerimientos combinados del crecimiento, la actividad metabólica de reposo y del entrenamiento, sugiriendo que estaban en un continuo estado de desnutrición a través de la semana. Si esta semana es representativa, la temporada entera estaría caracterizada por una gradual desnutrición lo que esta respaldado por nuestros hallazgos sobre la prealbúmina (Figura 3).

La desnutrición no parece enlentecer la maduración puberal (Tabla 2), como lo indica la edad ósea ligeramente avanzada, la estabilidad en la edad relativa (edad ósea – edad cronológica), y el estadio puberal dentro del rango normal de los luchadores (24, 32). La maduración esquelética continua y un enlentecimiento del crecimiento lineal podrían resultar en que los luchadores no alcancen su potencial genético para la talla. Sin embargo, como en reportes previos, el crecimiento incremental en la talla de los luchadores fue similar al de los sujetos del grupo control tanto durante la temporada como después de la misma (13, 26), y la actividad de la fosfatasa alcalina sugiere que no hubo cambios en el metabolismo del crecimiento óseo. Los diámetros esqueléticos también mostraron poca diferencia con respecto a la tasa de crecimiento óseo entre los luchadores y los sujetos del grupo control. Aunque no hubo cambios en la longitud codo – muñeca de los luchadores (Tabla 2), esto pudo deberse a un error sistemático de medición (Tabla 1). Asimismo, una reducción en el grosor de los pliegues cutáneos desde la pre temporada hasta finales de temporada (77.5±5.4 a 61.5±4.2 mm) pudo haber reducido la capa de grasa-piel en los lugares de las marcas anatómicas de las extremidades superiores, creando una situación en donde el crecimiento de los huesos pareció enlentecerse. La capa de grasa subcutánea se incremento durante la post temporada (sumatoria de los pliegues =97.4±4.2 mm). En acuerdo con hallazgos previos (14, 26), las circunferencias corporales de los luchadores se redujeron desde la pre temporada hasta finales de la temporada y se incrementaron desde finales de la temporada a la post temporada (Tabla 2). El gran incremento de los perímetros de los luchadores en la post temporada muestra un crecimiento acelerado del tejido blando después de la temporada de lucha. El porcentaje de grasa corporal medio (10.5 %) en el grupo control fue bajo para jóvenes activos, pero permitió agrupar a los sujetos según su adiposidad. Aún cuando la reducción en la masa libre de grasa durante la temporada no fue estadísticamente significativa, esta puede ser biológicamente significativa. La masa libre de grasa se incrementó en los sujetos del grupo control y estuvo relacionada a la perdida de fuerza en brazos y pierna en el presente y en previos estudios (26). Como se reportó previamente en otros estudios (26, 29), el peso y la masa libre de grasa de los luchadores se incrementó a una tasa acelerada durante la post temporada. Las alteraciones en la hidratación de los luchadores tuvieron el potencial para influenciar los resultados sobre la composición corporal. Sin embargo, las mediciones de la composición corporal se realizaron cuando los sujetos estuvieron normohidratados (ver sección MÉTODOS). Además, el hematócrito no cambio para ninguno de los grupos. Horswill y cols. (12) sugirieron que la falta de acumulación de tejido magro en los luchadores adolescentes se debía a una reducción en la nutrición proteica y en la síntesis proteica muscular. La prealbúmina (Figura 4) es un marcador sensible de las proteínas periféricas o de la ingesta energética en niños aparentemente saludables y sirve como un marcador de mal nutrición antes de que sean evidentes las complicaciones clínicas (15). La modesta relación ($r=0.43$, $p\leq0.05$) entre la concentración de prealbúmina a finales de la temporada y el cambio en la masa libre de grasa desde la pre temporada hasta finales de temporada podría ser limitada por ser la prealbúmina más un indicador del nivel de proteínas viscerales (5) que de la masa libre de grasa total. La reducción en la concentración sérica de prealbúmina es causada por una reducción en la síntesis de esta en el hígado (15). La reducción en la síntesis proteica en otros tejidos, especialmente en el tejido muscular, podría enlentecer el desarrollo físico de los luchadores adolescentes (12). Aunque no tenemos mediciones directas de la síntesis proteica, la masa libre de grasa media

de los luchadores fue 2.0% menor (un cambio no significativo), al igual que en un estudio previo (26), y además el incremento normal en el área de sección cruzada magra de las extremidades (10) estuvo significativamente enlentecido o invertido desde la pre temporada hasta finales de la temporada (Tabla 2). Un incremento en la catabolismo proteico podría también enlentecer la acumulación de tejido magro, sin embrago las concentraciones de urea sanguínea de los luchadores no cambiaron significativamente.

Luego de calcular la covarianza del rendimiento muscular para la masa libre de grasa o la sección transversal, solamente 2 de las 26 mediciones continuaron siendo significativas, sugiriendo que los cambios en la potencia están principalmente relacionados a los cambios en el tejido magro, tal como se reportó previamente en otros estudios (7, 16, 26). Un cambio en el régimen del entrenamiento de la fuerza de los luchadores o un efecto de sobreentrenamiento puede haber contribuido al cambio en el rendimiento muscular. Ninguno de los luchadores incluyó el entrenamiento de pesas como una parte de su entrenamiento durante la temporada deportiva, pero durante la post temporada seis de los nueve luchadores realizaron entrenamiento de pesas 3-4 días a la semana. La influencia del entrenamiento de pesas sobre la masa muscular y la fuerza de los luchadores durante la temporada deportiva es incierta.

La reducción en la fuerza y potencia de brazos y piernas durante la temporada de lucha debería ser de interés para el luchador y para el entrenador, tal como se ha establecido previamente la importancia de la potencia para el éxito en la lucha (25). La reducción en la fuerza y potencia muscular relativa a la perdida de tejido magro contradice con la teoría acerca de que la perdida de peso le permite al participante ganar una ventaja competitiva. Sin embargo, se ha reportado que los luchadores exitosos reducen su peso corporal más que los luchadores menos exitosos, y que muchos otros factores además de la fuerza están relacionados al éxito en la lucha (25). Quizás los luchadores más exitosos son aquellos que son capaces de reducir su peso y aun mantener su fuerza y potencia, a través de limitar la perdida de masa libre de grasa. A través de las diferencias en los regímenes para la perdida de peso y en la nutrición, los luchadores exitosos pueden también limitar las perdidas de glucógeno muscular. Las investigaciones sobre pérdida de peso aguda con dietas bajas en energía y altas en carbohidratos han demostrado un mantenimiento del rendimiento en luchadores universitarios (11). Sin embargo, en el presente estudio las reducciones en la fuerza y la potencia estuvieron influenciadas por una temporada deportiva en donde se mantuvo el peso en luchadores físicamente menos maduros de colegio secundario.

En conclusión, la restricción dietaria y el entrenamiento de la lucha tuvieron poco efecto sobre el crecimiento óseo o la maduración. La restricción dietaria produjo reducciones en el nivel nutricional proteico, en las reservas corporales de grasas y proteínas, y en la fuerza y potencia muscular. Todo esto se revirtió rápidamente durante la post temporada cuando los luchadores redujeron su actividad física e incrementaron la ingesta energética. Durante la temporada deportiva, los cambios en el tejido magro estuvieron directamente asociados con los cambios en el nivel nutricional proteico. Las reducciones en la fuerza y en la potencia durante la temporada deportiva estuvieron principalmente asociadas con la perdida de tejido magro. Estudios subsiguientes podrían medir, utilizando isótopos estables, la tasa de síntesis proteica de los luchadores.

Agradecimientos

Agradecemos a los sujetos, a los padres y a los entrenadores por su participación y cooperación. Agradecemos al Dr. Craig Horswill por sus útiles ideas y contribuciones en la interpretación de los datos y en la discusión, y agradecemos al Dr. Alan D. Rogol por las sugerencias durante la preparación del manuscrito.

Notas al Pie

Este estudio estuvo respaldado en parte por becas de la Ronald McDonald Children’s Charities, la Fundación Sisler McFawn, y el Gatorade Sciences Institute.

Dirección para el pedido de reimpresiones

J. N. Roemmich, Univ. of Virginia Health Sciences Center, Dept. of Pediatrics, Div. of Endocrinology, Box 386, Charlottesville, VA 22908 (correo electrónico: jr5n@virginia.edu).

REFERENCIAS

1. Ainsworth, B. E., W. L. Haskell, A. S. Leon, D. R. Jacobs, H. J. Montoye, J. F. Sallis, and R. S. Paffenbarger (1993). Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med. Sci. Sports Exercise 25: 71-80*
2. American College of Sports Medicine (1996). American College of Sports Medicine position stand on weight loss in wrestlers. *Med.*

Sci. Sports Exercise 28: ix-xii
3. American Medical Association (1967). American Medical Association position paper on wrestling and weight control. *J. Am. Med. Assoc. 201: 131-133*
4. Baumgartner, R. N., A. F. Roche, and J. H. Himes (1986). Incremental growth tables: supplementary to previously published charts. *Am. J. Clin. Nutr. 43: 711-722*
5. Bistrian, B. R., G. L. Blackburn, N. S. Scrimshaw, and J. P. Flatt (1975). Cellular immunity in semistarved states in hospitalized adults. *Am. J. Clin. Nutr. 28: 1148-1155*
6. Butterfield, G. E (1987). Whole-body protein utilization in humans. *Med. Sci. Sports Exercise 19, Suppl. 5: S157-S165*
7. Eckerson, J. M., D. J. Housh, T. J. Housh, and G. O. Johnson (1994). Seasonal changes in body composition, strength, and muscular power in high school wrestlers. *Pediatr. Exercise Sci. 1: 39-52*
8. Food, and Agricultural Organization, World Health Organization, and United Nations University (1985). Energy and Protein Requirements. *Geneva, Switzerland: World Health Organization. (Tech. Rept. Ser. 724)*
9. Freischlag, J (1984). Weight loss, body composition, and health of high school wrestlers. *Phys. Sports Med. 12: 121-126*
10. Frisancho, A. R (1981). New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *Am. J. Clin. Nutr. 34: 2540-2545*
11. Horswill, C. A., R. C. Hickner, J. R. Scott, D. L. Costill, and D. Gould (1990). Weight loss, dietary carbohydrate modifications, and high intensity physical performance. *Med. Sci. Sports Exercise 22: 470-476*
12. Horswill, C. A., S. H. Park, and J. N. Roemmich (1990). Changes in protein nutritional status of adolescent wrestlers. *Med. Sci. Sports Exercise 22: 599-604*
13. Housh, T. J., G. O. Johnson, J. Stout J., and D. J. Housh (1993). Anthropometric growth patterns of high school wrestlers. *Med. Sci. Sports Exercise 25: 1141-1151*
14. Hughes, R. A., T. J. Housh, and G. O. Johnson (1991). Anthropometric estimations of body composition in wrestlers across a season. *J. Appl. Sport Sci. Res. 5: 71-76*
15. Ingenbleek, Y., H. G. Van Den Schrieck, P. De Nayer, and M. De Visscher (1975). The role of retinol-binding protein in protein calorie malnutrition. *Metabolism 24: 633-641*
16. Kelly, J. M., B. A. Gorney, and K. K. Kalm (1978). The effects of a collegiate wrestling season on body composition, cardiovascular fitness, and muscular strength and endurance. *Med. Sci. Sports Exercise 10: 119-124*
17. Lemon, P. W. R (1989). Nutrition for muscular development of young athletes. *In: Persp. in Exerc. Sci. and Sports Med. Youth, Exerc, and Sport, ed. by Gisolfi, and Lamb. Indianapolis, IN: Benchmark, vol. 2, chapt. 9, p. 369-396*
18. Lohman, T. G (1989). Assessment of body composition in children. Pediatr. *Exercise Sci. 1: 19-30*
19. Lohman, T. G., A. F. Roche, and R. Martorell (1988). Anthropometric Standardization Reference Manual. *Champaign, IL: Human Kinetics*
20. Malina, R. M., P. V. V. Hamill, and S. J. Lemeshow (1973). Selected Body Measurements of Children 6-11 Years. *Series 11, No. 123. Washington, DC: US Government Printing Office*
21. McMurray, R. G., C. R. Proctor, and W. L. Wilson (1991). Effect of caloric deficit and dietary manipulation on aerobic and anaerobic exercise. *Int. J. Sports Med. 12: 167-172*
22. Morris, N. M., and J. R. Udry (1980). Validation of a self-administered instrument to assess stage of adolescent development. *J. Youth Adolesc. 9: 271-280*
23. Park, S. H., J. N. Roemmich, and C. A. Horswill (1990). A season of wrestling and weight loss by adolescent wrestlers: effect on anaerobic arm power. *J. Appl. Sport Sci. 4: 1-4*
24. Roche, A. F., W. C. Chumlea, and D. Thissen (1988). Assesssing the Skeletal Maturity of the Hand Wrist: Fels Method. *Springfield, IL: Thomas*
25. Roemmich, J. N., and J. P. Frappier (1993). Physiological determinants of wrestling success in high school athletes. *Pediatr. Exercise Sci. 5: 134-144*
26. Roemmich, J. N., and W. E. Sinning (1996). Sport-seasonal changes in body composition, growth, power and strength of adolescent wrestlers. *Int. J. Sports Med. 17: 92-99*
27. Roemmich, J. N., and W. E. Sinning (1997). Weight loss and wrestling training: effects on growth-related hormones. *J. Appl. Physiol. 82: 1760-1764*
28. Sinning, W. E (1977). Body composition analysis by body densitometry. *Nat. Assoc. for Girls and Women s Sports Research Reports, ed. by Adrian and Brame. Wash, DC: American Alliance for Health, Phys. Ed., and Recr*
29. Sinning, W. E., N. Wilensky, and E. Meyers (1976). Post-season body composition changes and weight estimation in high-school wrestlers. *In: Physical Education, Sports and the Sciences, edited by J. Broekhoff. Eugene, OR: Microform Publications, p. 137-153*
30. Smith, N. J (1984). Weight control in the athlete. *Clin. Sports Med. 3: 693-704*
31. Song, T. M. K., and K. Cipriano (1984). Effects of seasonal training on physical and physiological function on elite varsity wrestlers. *J. Sports Med. 24: 123-130*
32. Tanner, J. M., and R. H. Whitehouse (1976). Longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity and stages of puberty. *Arch. Dis. Child. 51: 170-179*
33. Wilmore, J. H (1969). A simplified method for determination of residual lung volume. *J. Appl. Physiol. 27: 96-100*
34. Williams, M. H (1993). Exercise effects on children s health. *Sports Sci. Exchange 4 (Gatorade Sport Sci. Inst. Ser.)*

Cita Original

James N. Roemmich and Wayne E. Sinning. Weight loss and wrestling training: effects on nutrition, growth, maturation, body composition, and strength. J Appl Physiol 82: 1751-1759, 1997