

Pedro Agustín Monterrey Gutiérrez<sup>1</sup>; Lilia Yadyra Cortés Sanabria<sup>2</sup>

### Resumen

**Antecedentes:** la actividad física es una de las acciones principales para disminuir la prevalencia de obesidad. El deporte de alto rendimiento incrementa el consumo de energía, pero no está establecido claramente qué sucede con las personas cuya actividad física se dirige a mejorar su estado de salud. **Objetivo:** determinar si la actividad física produce cambios en los niveles de ingesta de energía y nutrientes para mejorar el estado de salud. **Materiales y métodos:** dos grupos de estudio formados por mujeres, uno que cumplía con los niveles recomendados de actividad física para la salud y otro que no. El análisis estadístico se realizó a partir de un modelo de efectos mezclados. **Resultados:** la actividad física para mejorar el estado de salud no incrementó las ingestas de energía y proteínas, aunque sí las de grasas, carbohidratos y colesterol. El consumo de fibra se modificó pero fue bajo. **Conclusiones:** la disminución en la ingestión calórica pudiera determinar un balance energético negativo que favorecería la pérdida de grasa corporal, manteniendo la masa muscular. Las personas más activas físicamente descuidaron la calidad de la dieta. Los patrones de variabilidad observados correspondieron a poblaciones con dietas variadas, no monótonas.

**Palabras clave:** acondicionamiento físico, ejercicio, ingesta de energía, ingesta de nutrientes, macronutrientes.

1 Universidad del Rosario, Departamento de Matemáticas. Bogotá-Colombia.  
pedro.monterrey@urosario.edu.co.

2 Pontificia Universidad Javeriana, Departamento de Nutrición y Bioquímica. Bogotá-Colombia.

Como citar este artículo: Monterrey PA, Cortés LY. Efecto de la actividad física sobre la ingestión de energía y nutrientes en mujeres jóvenes universitarias: un análisis bayesiano. *Perspect Nutr Humana*. 2013;15: 67-81.

## Effect of physical activity on energy and nutrient intake in young university students: a bayesian analysis

### Abstract

**Background:** Physical activity is one of the main actions in order to reduce the prevalence of obesity. High performance sport increases energy consumption but there is no conclusive evidence about the effect of physical activity to achieve a healthy life on energy intake. **Objective:** To determine if physical activity to achieve a healthy life changes energy and nutrient intakes. **Materials and methods:** Two study groups made up of women, one with physical activity according to recommended levels to maintain health and the other one not. The statistical analysis was made taking into account a mixed effects model. **Results:** physical activity to achieve a healthy life doesn't increase neither energy nor protein intakes although it increases fat, carbohydrate and cholesterol intakes. Fiber intake was not affected, but it was very low. **Conclusions:** reduction in energy intake could determine a negative caloric balance that favors the loss of body fat maintaining body mass. People with more physical activity neglected diet quality. Variability patterns observed corresponds to typical populations with non monotonous diets.

**Key words:** physical fitness, exercise, energy intake, nutrient intake, macronutrients.

### INTRODUCCIÓN

En Colombia, la última Encuesta nacional sobre la situación nutricional (ENSIN) del 2010, estimó que el 51,2% de la población mayor de 18 años presentaba sobrepeso u obesidad; en el caso específico de las mujeres la proporción estimada fue aún mayor, 55,2% (1). Estos resultados muestran una tendencia creciente en la prevalencia del exceso de peso corporal, pues la misma encuesta al ser realizada en el 2005 arrojó que en Colombia el 45,9% de la población y el 49,7% de la población femenina tenían sobrepeso u obesidad (2).

La presencia de sobrepeso u obesidad se asocia con diferentes trastornos de la salud, siendo reconocido el exceso de peso corporal como uno de los factores de riesgo más importantes en el caso de las enfermedades crónicas no transmisibles. Existen múltiples vías para tratar esta afección, algunas tan radicales e invasivas como la cirugía bariátrica;

otras, como el control dietético, resultan algo difíciles de implementar por requerir largos períodos de tiempo y una intensa dedicación por parte del paciente. En este contexto, el aumento de la actividad física es recomendado por muchos profesionales de la salud, como una vía para alterar el balance energético y así reducir la grasa corporal (3) y de esta forma disminuir el peso corporal; sin embargo, a pesar de que la actividad física ha sido reconocida como un método efectivo para la pérdida de peso, su eficacia terapéutica se ha visto limitada por la falta de conocimiento práctico sobre las características de los ejercicios que se deben realizar, así como por el desconocimiento sobre el efecto que la realización de esos ejercicios tiene sobre la ingesta de alimentos (4). En general, el desarrollo de tratamientos efectivos para combatir el sobrepeso y la obesidad se ha visto limitado porque aún no se conocen adecuadamente los mecanismos que regulan la ingestión de alimentos, el metabolismo y el almacenamiento de la energía (5).

En el caso de los seres humanos, los principios de la termodinámica indican que los individuos más activos deberían tener mayores ingestiones calóricas que aquellos que son inactivos, existiendo una correlación entre gasto energético e ingestión calórica total (6). Los individuos sometidos sistemáticamente a regímenes de actividad física intensos son capaces de mantener su masa magra al ajustar sus ingestas a los niveles de requerimientos determinados por su actividad física (7). Cuando la actividad física no es intensa, como ocurre en la práctica sistemática de deportes con fines de entretenimiento o para mantener la salud, se ha observado que el ejercicio regula el apetito (7), lográndose un balance calórico negativo (3,7) que favorece la disminución del peso corporal. Para las mujeres este efecto no ha sido establecido claramente porque en su caso existen diferencias metabólicas en su respuesta tanto al ejercicio como a la actividad física. En el caso del ejercicio intenso, ha sido reportado que las mujeres tienen patrones metabólicos de la grasa diferentes a los de los hombres (8) y que, en su caso, el ejercicio altera las hormonas reguladoras de la energía en la dirección de estimular la ingestión calórica total, esto sería consistente con el paradigma de que las mujeres disponen de mecanismos para mantener la grasa corporal (9). No existe claridad en el efecto que pudiera tener el género sobre la relación entre la actividad física y la ingesta de energía, hay falta de información porque la mayoría de los estudios realizados han considerado poblaciones masculinas (7,10). Este trabajo pretende, en el caso de las mujeres jóvenes, determinar si la práctica de actividad física moderada produce cambios en los niveles de ingesta tanto de energía como de los diferentes nutrientes.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Durante un período de 28 días se evaluó la dieta a 38 mujeres, estudiantes universitarias no rela-

cionadas con el área de la salud, captadas a partir de una convocatoria que se libró para participar en el proyecto Efecto del consumo de tocotrienoles y tocoferoles de la dieta sobre el perfil lipídico y la proteína c reactiva en mujeres jóvenes, desarrollado en la Pontificia Universidad Javeriana (PUJ) de Bogotá. En ese proyecto se realizó un estudio experimental en el que se controló el tipo de aceite por consumir, pero no las cantidades ni la frecuencia del consumo de alimentos, siendo la ingestión calórica total recogida diariamente a las estudiantes un buen representante de su consumo en condiciones normales. Estas 38 mujeres fueron seleccionadas de acuerdo con su actividad física en correspondencia con el documento Recomendaciones globales de actividad física para la salud, de la Organización Mundial de la Salud (11), teniendo en cuenta el criterio de cumplimiento o no de los niveles recomendados de actividad física, como actividades recreacionales o en el tiempo libre, con el fin de mejorar la condición cardiorrespiratoria y muscular, la salud ósea y reducir el riesgo de enfermedades no transmisibles y depresión. De esta forma se consideraron dos grupos de estudio:

Grupo 1. Cumple con los niveles recomendados de actividad física para la salud (NRAFS): mujeres jóvenes estudiantes de la PUJ, que durante los últimos seis meses hubieran realizado actividad física por mínimo una hora en el Centro de Formación Deportivo de la PUJ. Todas ellas realizaban clase de aeróbicos o hacían elíptica/trotadora y otros similares (alrededor de 5 MET) (12). Esta actividad hacía parte de una asignatura inscrita en el plan de estudios de estas estudiantes.

Grupo 2. No cumple con los NRAFS: mujeres jóvenes estudiantes de la PUJ, que no habían realizado actividad física de nivel moderado o intenso durante los últimos seis meses. No asistían a gimnasio ni realizaban otro tipo de actividad fuera de las funciones como estudiante de la PUJ (alrededor de 2 MET) (12).

## Actividad física e ingestión de energía y macronutrientes

El Center for Diseases Control de Atlanta (USA) define la intensidad de actividad física de acuerdo con el gasto energético medido en METs, como leve (1,1-2,9 METs), moderada (3,0-5,9 METs) o intensa (> 6,0 METs) (13).

La recolección de la información dietética se realizó a partir del auto-diligenciamiento de un diario de consumo, la calidad de la información se aseguró con un entrenamiento en el registro del mismo y mediante controles semanales en los que la información recolectada se contrastaba contra modelos de alimentos con porciones estándar marca Nasco®. La recolección de la información dietética fue realizada por dos estudiantes de Nutrición asesoradas por la autora. Se elaboró una hoja de cálculo en Excel para transformar la información del consumo diario de los diferentes alimentos en el consumo de energía y nutrientes. En los cálculos se tomó como base la Tabla de composición de alimentos (14).

El consumo de energía y nutrientes de cada participante fue estimado a partir del promedio de cada uno de los 28 días reportados, de esta forma se estimó su patrón de ingestión dietética (15). La distribución del consumo, para cada uno de los grupos estudiados, fue caracterizada mediante el promedio del consumo estimado de sus integrantes, su desviación estándar y los valores mínimos y máximos reportados. Para representar la distribución en cada uno de los grupos se construyeron diagramas de cajas.

Para el análisis estadístico se consideró un modelo de efectos mezclados con observaciones repetidas, en el los valores del consumo  $Y_{ijk}$  se descompusieron como:  $Y_{ijk} = \tau_i + s_{ij} + e_{ijk}$

Siendo:

$i=1,2$  para representar los grupos de estudio, es decir la componente de efectos fijos del modelo.

Representando  $\tau_i$  el efecto o aporte del cumplimiento de los NRAFTS sobre la ingesta de energía y los macronutrientes estudiados y  $\tau_2$  el efecto del no cumplimiento.

$j=1, \dots, 19$  representa los individuos dentro de cada grupo de estudio, siendo  $s_{ij}$  una variable aleatoria con distribución  $n(0, \sigma_e^2)$ , que representa las fluctuaciones aleatorias del patrón de consumo de cada individuo sobre la media del grupo. El valor  $\sigma_e^2$  representa la varianza entre individuos

$k=1, \dots, 28$  representa las replicaciones de las evaluaciones del consumo, siendo  $e_{ijk}$  el término de error aleatorio del modelo, el que fue considerado, como es usual, una variable aleatoria con distribución  $n(0, \sigma_d^2)$ . El valor  $\sigma_d^2$  representa la varianza dentro de los individuos, es decir la variación de la dieta día a día.

Denotando  $n(\mu, \sigma^2)$  la distribución normal con los correspondientes parámetros. El supuesto de normalidad de los datos se fundamenta en que solo se consideran las ingestas de energía y macronutrientes. En el caso de la energía su ingesta está determinada por mecanismos fisiológicos, cumpliéndose adicionalmente que existe una alta correlación entre las ingestas de energía y macronutrientes (16); estos elementos determinan que ellos sean aportados por diferentes alimentos de consumo diario con una relativa estabilidad; siendo los totales diarios del consumo de energía y macronutrientes la suma del aporte de diferentes fuentes, es decir, son una suma de magnitudes aleatorias. Una situación como esta es la considerada en las hipótesis del teorema central del límite de Lindenberg-Levy de la teoría de probabilidades y asegura, al menos de manera aproximada, la normalidad de los datos.

En el modelo, la componente de efectos fijos identificó el aporte o efecto respectivo del cumplimiento o no de los niveles recomendados de actividad

física para la salud sobre las ingestas de energía y macronutrientes, tal y como se determina en los modelos de análisis de varianza, clasificación simple. Para comparar las ingestas de los grupos se utilizó  $\lambda = t_1 - t_2$ . Para representar las componentes aleatorias del modelo se utilizó el modelo de Beaton tal y como lo refiere Willet en su libro (16), identificándose dos componentes de la varianza: la variabilidad dentro de los individuos o variabilidad diaria de la ingesta y la variabilidad entre individuos, la que representa las diferencias entre sus patrones de alimentación (15). Estas componentes fueron estudiadas a partir del cociente de varianzas, construido dividiendo la varianza dentro de los individuos por la varianza entre individuos ( $\sigma_d^2 / \sigma_e^2$ ).

Para la estimación de los parámetros del modelo se aplicó la estadística bayesiana, de esta manera se dispuso de una distribución de probabilidad, la distribución a *posteriori*, que representó el conocimiento obtenido a partir de los datos sobre los valores plausibles de dichos parámetros. Para la estimación fueron considerados priors no informativos para los diferentes parámetros del modelo. En el caso de los parámetros fijos se emplearon priors con distribución normal con media 0 y precisión  $10^{-4}$ , en el caso de las componentes de la varianza los priors considerados tuvieron distribución gamma con parámetros 0,01. De esta forma se obtuvo la distribución a *posteriori* para  $\lambda$  en el caso de las ingestas de energía y los nutrientes; con ella se calculó la probabilidad de que ese efecto fuera positivo. En cada uno de los casos esta distribución fue representada utilizando diagramas de cajas y bigotes en los que las cajas fueron construidas con los percentiles 25, 50 y 75 de la distribución y los bigotes con los percentiles 2,5 y 97,5, respectivamente. Con este criterio de construcción de los diagrama las cajas se logró que estas brindaran una estimación de la diferencia entre las ingestas de los dos grupos ( $\lambda$ ), al representar las cajas un

intervalo de confianza bayesiano, intervalo de credibilidad, del 95%. Adicionalmente se construyó la distribución a *posteriori* del cociente entre las desviaciones estándar entre y dentro, distribución que fue representada a partir de la estimación de Kernel de la función de densidad de probabilidad a *posteriori*.

El procesamiento estadístico se realizó utilizando el sistema WINBUGS (17), para ello se realizó un acondicionamiento inicial (burning) de 1.000 iteraciones. El proceso de estimación final se realizó con 100.000 iteraciones, refrescando el sistema cada 100 iteraciones y diluyendo el proceso cada 10.

El anexo contiene los detalles del modelo considerado y cómo fueron obtenidas las distribuciones a *posteriori* de sus parámetros en el sistema WINBUGS.

## RESULTADOS

La figura 1 describe el comportamiento, según el grupo de actividad física, de las ingestas individuales de cada una de las participantes en el estudio. La figura permite apreciar las semejanzas en la ingesta de energía en ambos grupos. El grupo de mujeres que cumplió con los NRAFS reportó un consumo promedio diario de 1.582,6±347,6 kcal (media ± desviación estándar), mientras que las sedentarias reportaron valores semejantes: 1.490±319,7 Kcal.

La figura 2 describe, en su primera parte, el comportamiento del consumo de proteínas en cada uno de los dos grupos estudiados. Se observa para las proteínas, al igual que en el caso de la energía, distribuciones del consumo muy semejantes para cada uno de los grupos. Para la ingesta de proteínas los valores observados en cada uno de los grupos fueron, respectivamente, de 65,2±13,6 g y 64,9±11,3 g para el grupo que cum-

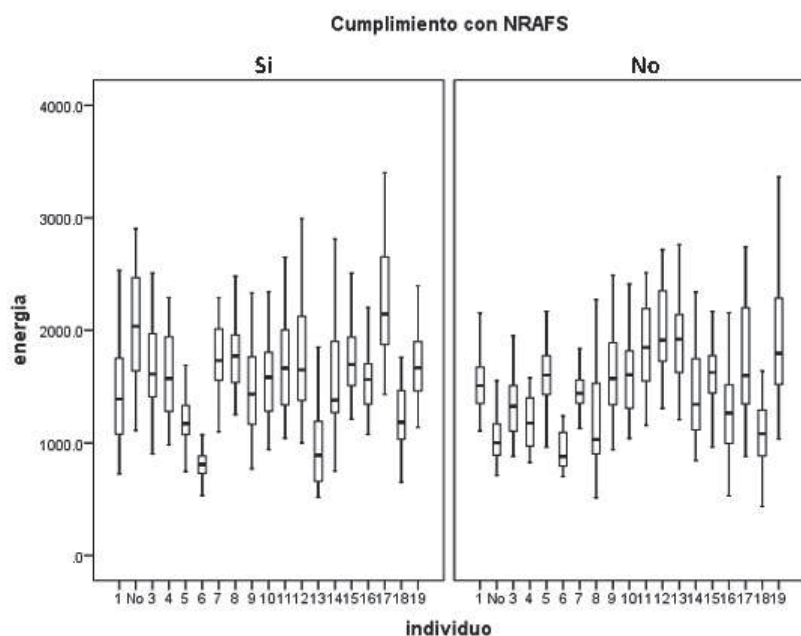


Figura 1. Distribución de los valores de consumo de energía (kcal) de cada participante en el estudio.

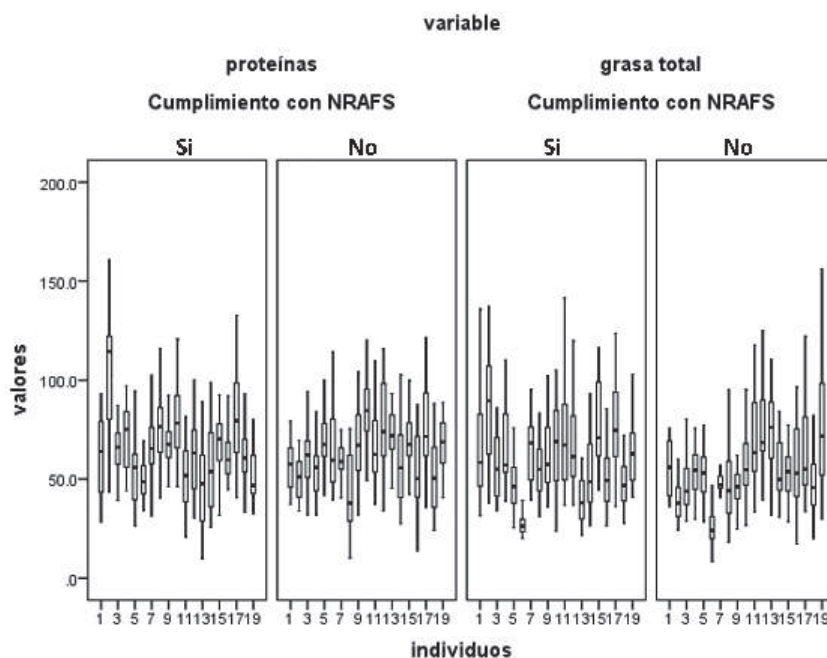


Figura 2. Distribución de los valores de consumo de proteínas (g) y de grasa (g) de cada participante en el estudio.

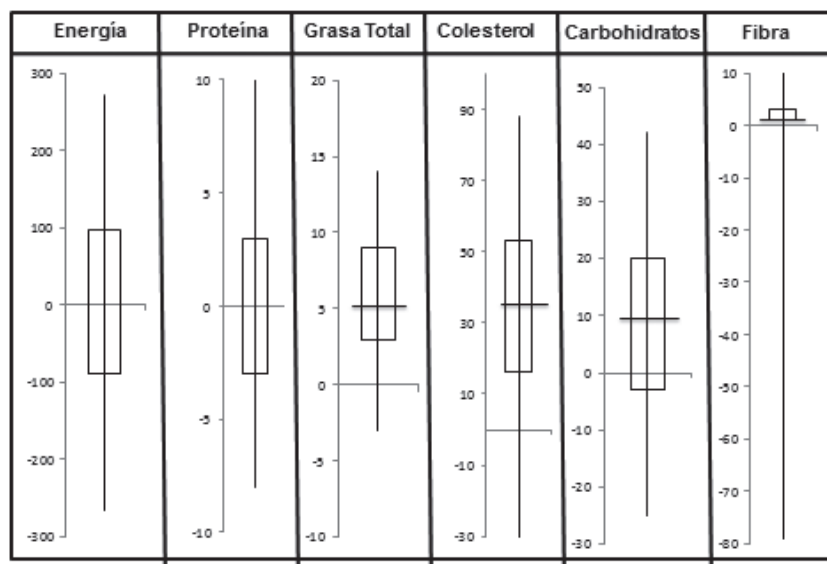
plió con los NRAFS y para las que no cumplieron con esos niveles.

Las ligeras diferencias observadas en cada uno de los casos anteriores no fueron relevantes desde el punto de vista biológico, como se aprecia en las dos primeras gráficas de la figura 3, en la que se muestra la distribución *a posteriori* de la diferencia entre los efectos del cumplimiento de los NRAFS y del no cumplimiento sobre la ingesta reportada de energía y proteínas ( $\lambda$ ). En la misma figura, el rango de valores comprendido entre los bigotes muestra el intervalo de credibilidad bayesiano del 95% para estimar la diferencia entre los efectos ( $\lambda$ ); como se puede apreciar se obtuvo un balance entre valores positivos y negativos, lo cual corresponde con que la diferencia entre los efectos es nula, es decir, en el caso de la ingestión de energía y proteínas no se observaron diferencias de relevancia biológica entre los grupos. La tabla 1 permite reforzar esta afirmación, en ella se presentan las probabilidades de que la diferencia

entre ambos efectos sea positiva ( $\lambda > 0$ ), lo cual correspondería con una mayor ingesta como consecuencia de la realización de actividad física para cumplir con los NRAFS. En el caso de la ingesta de energía se obtuvo una probabilidad de 0,5149 y para las proteínas 0,5237, valores que corroboraron la afirmación de que no existieron diferencias entre los grupos tanto para ingesta de la energía como para la de las proteínas.

**Tabla 1.** Probabilidades *a posteriori* de que la actividad física según cumplimiento de los NRAFS incremente los niveles de ingesta respecto a los niveles de consumo de quienes no los cumplen

Ingesta de	Probabilidad
Energía	0,5149
Proteínas	0,5237
Grasa	0,8996
Colesterol	0,8976
Carbohidratos	0,7038
Fibra	0,9112



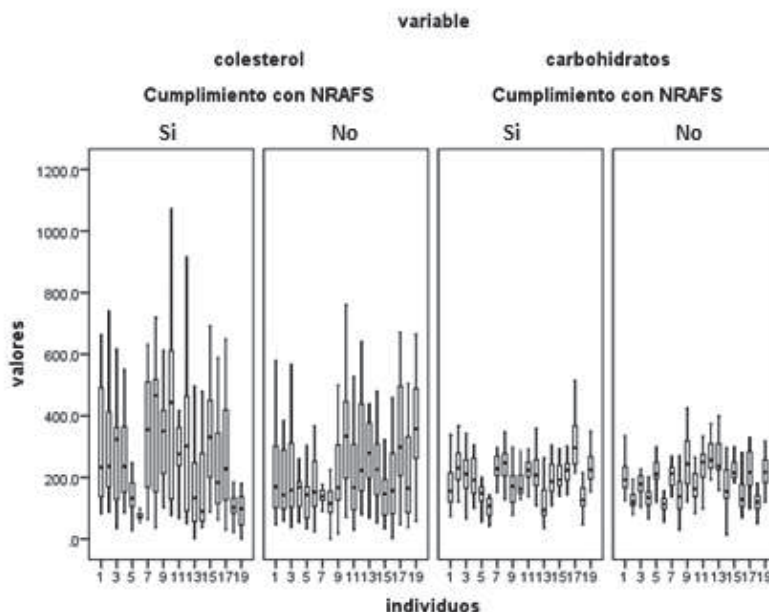
**Figura 3.** Distribución *a posteriori* de las diferencias de los efectos del grupo NRAFS con el grupo que no cumplió con esos niveles ( $\lambda$ ) sobre el consumo de energía y macronutrientes.

## Actividad física e ingestión de energía y macronutrientes

En el caso de los otros nutrientes la situación observada fue diferente. La figura 2, en su segunda parte, muestra el comportamiento del consumo de grasas para cada una de las participantes en el estudio según el grupo de actividad física al que perteneció. Como se aprecia los valores del consumo en el grupo que cumplió con los NRAFS fueron superiores a los del grupo que no cumplió con los niveles recomendados de actividad física. El consumo de grasas en el grupo de actividad física que cumplió con las recomendaciones para la salud fue de  $61,3 \pm 14,0$  g y en el que no cumplió con esas recomendaciones fue  $55,7 \pm 12,6$  g. Estas diferencias sí fueron de interés pues, en la figura 3, se observa que el intervalo de credibilidad bayesiano establece que la diferencia de los efectos se estimó entre -3 y 14,3 g, predominando en la distribución a *posteriori*, con una alta probabilidad, los valores positivos, valores que determinaron una mayor ingesta de grasas en el grupo que cumplió con los NRAFS. Basta observar que el

percentil 25 fue calculado como 2,7 g. Vale destacar que las diferencias entre los efectos no fueron muy elevadas, pues la mediana de la diferencia fue de 5,6 g. La tabla 1 muestra una probabilidad de 0,8986 de que el efecto del cumplimiento de los NRAFS sobre la ingesta de grasas fuera mayor que el determinado por el no cumplimiento de esas recomendaciones. Esas diferencias, a pesar de ser no nulas, según establece su probabilidad, no fueron muy grandes en su cuantía.

En el caso de las ingestas de colesterol y carbohidratos también se observaron diferencias entre los grupos estudiados. La figura 4 representa la distribución de los valores consumidos por cada una de las participantes, apreciándose que las distribuciones del consumo diario de las personas que cumplían con los NRAFS fueron ligeramente mayores que los reportados por aquellas mujeres que no los cumplían.



**Figura 4.** Distribución de los valores de consumo de colesterol (mg) y de carbohidratos (g) de cada participante en el estudio.



La ingesta de colesterol fue de  $261,9 \pm 94,0$  miligramos en el grupo de cumplimiento de los niveles de actividad física y de  $225,4 \pm 73,8$  mg en el grupo que no los cumplió. La distribución a *posteriori* de la diferencia de efectos,  $\lambda$ , que se presenta en la figura 3, muestra que el percentil 25 fue estimado como 16,5 mg, por lo que las diferencias entre el aporte a la ingesta como consecuencia de la práctica de actividad física cumpliendo con los NRAFS y el no cumplimiento fueron positivas, la probabilidad de tal afirmación fue de 0,8976 tal y como se presenta en la tabla 1. En el caso de la ingesta de colesterol las diferencias observadas entre los grupos indicaron que el grupo más activo, que cumplió con los niveles recomendados de actividad física, presentó un mayor consumo de colesterol, siendo estas diferencias de un orden digno de consideración pues la mediana de la distribución a *posteriori* de la diferencia entre los efectos de cada factor (práctica o no de actividad física) fue de 34,9 mg.

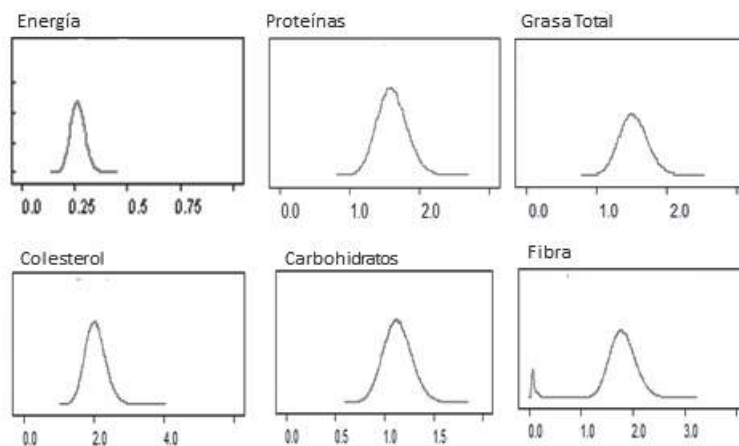
El consumo de carbohidratos fue de  $200,2 \pm 51,3$  g en el grupo más activo físicamente y de  $190,8 \pm 51,2$  g en el grupo que su actividad física no cumplió con los niveles recomendados para la salud. La figura 3 muestra el predominio de los valores positivos en la distribución a *posteriori* de las diferencias de efectos por lo que fue posible identificar la presencia de una mayor ingesta en el grupo más activo físicamente. La probabilidad de que la actividad física, en niveles que garanticen el cumplimiento de las recomendaciones para la salud, determine una mayor ingesta de carbohidratos fue de 0,7038.

El consumo de fibra no fue elevado en ninguno de los grupos. El grupo más activo físicamente reportó una ingesta de  $11,7 \pm 3,5$  g y el de menor actividad  $9,7 \pm 3,4$ . La distribución a *posteriori* de la diferencia entre los efectos de ambos patrones de actividad física sobre la ingesta de fibra mos-

tró un pequeño balance a favor de que el grupo con mayor actividad física tuvo una tendencia a ingerir más fibra; la probabilidad de tal afirmación fue de 0,9112, tal y como se puede apreciar en la tabla 2; sin embargo los valores de las diferencias de los aportes son poco relevantes desde el punto de vista biológico y la amplitud del intervalo de credibilidad bayesiano que se obtuvo para estimar la diferencia entre los efectos fue muy grande, en correspondencia con estos argumentos parece razonable aceptar que las diferencias numéricas observadas no deben ser tenidas en consideración, sobre todo por lo bajo del consumo.

El modelo de componentes de la varianza utilizado identificó dos fuentes de variación: entre individuos y dentro del individuo. La variación dentro del individuo correspondió a la variabilidad o los cambios día a día de la ingesta, la variación entre individuos con las diferencias entre las ingestas de las personas. Las figuras 1, 2 y 4 muestran que los niveles de variación de las ingestas individuales en cada uno de los grupos fueron muy semejantes tanto para la energía como para los diferentes nutrientes. Los coeficientes de variación observados oscilaron, en todos los casos, entre 20 y 35% aproximadamente, lo cual determinó la existencia de diferencias entre individuos. La figura 5 muestra las funciones de densidad de las distribuciones a *posteriori*, obtenidas para el cociente entre las desviaciones estándar dentro del individuo y entre individuos. Estas funciones de densidad se representan en la figura por las correspondientes estimaciones de Kernel. El valor 1,0 representa la igualdad entre ambas fuentes de variabilidad. En el caso de la ingesta de energía se apreció un predominio de la variabilidad entre individuos, el percentil 97,5 de esa distribución fue estimado como 0,3. En el caso de los nutrientes todas las distribuciones a *posteriori* del cociente entre las desviaciones estándar mostraron el predominio de la variación dentro del individuo, es

## Actividad física e ingestión de energía y macronutrientes



**Figura 5.** Distribución a *posteriori* del cociente entre las desviaciones estándar dentro de los individuos y entre los individuos para la energía y los macronutrientes.

decir el predominio de la variedad de la ingesta en los diferentes días evaluados, sobre las diferencias entre las ingestas medias o patrones de ingestión dietética de los individuos.

### DISCUSIÓN

Los principios de la termodinámica establecen que los individuos más activos deben tener mayores ingestas de energía que las correspondientes a personas menos activas, reportándose una correlación significativa entre los cambios en el gasto energético y la ingestión calórica total. Tanto los animales como las personas son capaces de mantener su masa magra corporal como consecuencia de los mecanismos homeostáticos que ajustan el apetito y en consecuencia el consumo de alimentos a los requerimientos derivados de los patrones elevados de actividad física (6, 7, 18). Este efecto, sin embargo, no parece ser inmediato. King y colaboradores (19) estudiaron hombres sometidos a altas cargas de ejercicios físicos y reportaron que una actividad física intensa en un día no aumentó la ingestión de energía en las 48 horas siguientes respecto a los patrones habituales. En el caso

de una disminución de la actividad física, Stubbs y colaboradores (20) reportaron una situación semejante, en su estudio, en el cual sometieron un grupo de hombres a una reducción de su actividad física de 1,8 a 1,4 TMB (Tasa metabólica basal). Ellos observaron que una rutina sedentaria no introdujo una compensación en la ingestión de energía, produciéndose, en consecuencia un balance calórico positivo y su correspondiente depósito como grasa corporal. Este comportamiento sugiere que los cambios en la actividad física pudieran estar precedidos por un efecto de meseta en la ingestión calórica total antes de producir cambios en la ingesta de energía, tal y como fue referido por Woo (21) a partir de modelos de experimentación animal. Aunque no se descarta que en el caso de los humanos los factores sociales y culturales influyan en la relación apetito/actividad física, cuando esta última disminuye. No se han identificado muchas evidencias en este último aspecto.

En esta relación consumo/gasto energético existen algunas evidencias de que los sexos pudieran tener un comportamiento diferenciado. Kleges y colaboradores (22), en un análisis longitudinal de

la relación entre ingesta dietaria, actividad física y cambios en el peso corporal, encontraron patrones diferenciados de cambio de peso entre hombres y mujeres. Pomerleau y colaboradores (10) refieren que los hombres sometidos a una actividad física intensa redujeron su ingestión calórica total; en mujeres, se observaron incrementos en la ingestión como consecuencia de la realización de ejercicios físicos de alta intensidad. Hoyt y colaboradores (8) encontraron que las mujeres sometidas a actividad física prolongada y bajo inanición mantuvieron un mayor predominio de las grasa en la combustión que los hombres. Hagobian y colaboradores (9) reportaron que hombres y mujeres sedentarios al seguir un programa de actividad física con alimentación *ad libitum* no reaccionaban de la misma forma, en su caso los hombres perdieron peso corporal, pero las mujeres no. Según ellos sus resultados mostraron que en el caso de las mujeres los mecanismos para mantener la grasa corporal fueron más efectivos, posiblemente debido a que el ejercicio alteró las hormonas reguladoras de la energía de forma tal que ellas estimularon la ingestión calórica.

Los resultados obtenidos en este estudio indican que la práctica sistemática de actividad física, siguiendo aproximadamente los patrones de cumplimiento de los niveles recomendados de actividad física para la salud, no produjo un incremento en la ingestión calórica total, esto, a mediano plazo, conduciría a un balance energético negativo con la correspondiente disminución de los depósitos de grasa corporal. Esta afirmación coincide con lo reportado en diferentes estudios (3, 6-7, 21, 23). La presencia de un balance energético negativo como consecuencia de la práctica de actividad física según patrones de cumplimiento con los niveles recomendados para la salud, durante cortos períodos de tiempo, pudiera explicarse porque en estos casos se incrementaron los niveles de glucosa sérica, ácidos grasos libres y ácido láctico

plasmático, destacándose que esta movilización de los combustibles almacenados en la sangre pudiera desempeñar un papel fundamental en la inhibición del consumo de alimentos (7). Una conclusión importante es que la actividad física para asegurar una vida saludable, realizada sistemáticamente, produce un balance energético negativo a mediano plazo que pudiera favorecer la pérdida de grasa corporal. En este sentido se impone la realización de estudios que determinen la relación entre gasto energético en actividad física siguiendo los patrones recomendados para la salud de la persona y la pérdida de grasa corporal. De esta forma se podrían perfeccionar los patrones óptimos de entrenamiento.

Analizando la ingesta de nutrientes, en el estudio se apreció que, además de no afectar la ingesta de energía, la práctica de actividad física según los niveles recomendados para la salud tampoco introdujo modificaciones en el consumo de proteínas, pero sí en el caso de todos los otros nutrientes estudiados. Los estudios dedicados al análisis del efecto de la actividad física sobre la ingesta se centran en la ingesta de energía por su función en la pérdida del peso corporal, siendo algo novedoso en este estudio extender la evaluación dietética a diferentes macronutrientes. Las diferencias en las calidades de la alimentación en los dos grupos estudiados pudiera explicarse porque aquellas personas que practican ejercicio físico sistemáticamente, introduciendo con esto una actividad física adicional a sus funciones diarias, se considerarían más libres de consumir alimentos sin restricciones al sentirse protegidas por un sistema de vida saludable que les permitiría controlar su peso corporal, descuidando entonces la calidad de la dieta. Por lo anterior su consumo de grasas, carbohidratos y colesterol es mayor que en el grupo de estudiantes que no realizaba otro tipo de actividad física diferente a las derivadas de sus funciones como estudiantes, quienes al no organi-

zar acciones extras para regular su peso corporal presentaron un comportamiento más cauteloso en su alimentación. Se evidencia la necesidad de una consejería nutricional o de programas de educación alimentaria y nutricional que mejoren la calidad de la dieta de la población en general y específicamente de quienes practican actividad física adicional a los retos de su vida diaria.

En el caso del consumo de fibra no se observaron diferencias entre los grupos, pero vale resaltar los bajos consumos observados, pues en una dieta de 2.500 Kcal es recomendable consumir 35 gramos de fibra, y los valores observados tanto en quienes tuvieron actividad física adicional a las impuestas por la vida de estudiantes, como aquellas que no lo hicieron, el consumo fue apreciablemente mucho menor que esta recomendación.

El patrón usual de comportamiento de las dos fuentes de variabilidad de la ingesta consiste en que la varianza dentro es mayor que la varianza entre individuos (24). El predominio de la variabilidad dentro sobre la variabilidad entre individuos es típico de poblaciones en las que la dieta no es monótona y establece el predominio de la diversidad de la ingesta en diferentes días respecto a las diferencias entre los individuos de la población. Esto es válido para los nutrientes pero, en el caso de la energía, esto no ocurre exactamente así. Dentro de todos los componentes de la dieta el único cuya ingesta se regula por mecanismos fisiológicos es la energía (16,25); eso conduce a que la variabilidad del aporte calórico de los alimentos que ingiere diariamente un mismo individuo no sea muy elevada y en correspondencia la varianza dentro sea más pequeña que las diferencias de la ingesta entre individuos. En Colombia solamente se ha identificado otro estudio que analizó el comportamiento de estas fuentes de variabilidad, en efecto Herrán y colaboradores (26) identificaron que en su po-

blación de estudio también estaba presente este patrón de variabilidad referido internacionalmente.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La actividad física, según patrones que aseguren el cumplimiento de los niveles recomendados para la salud en mujeres adultas jóvenes, no incrementó el consumo de energía y proteínas. Se corroboró lo afirmado en otros estudios que la actividad física sistemática, no relacionada con el deporte de alto rendimiento, pudiera producir un balance energético negativo que favorecería la pérdida de grasa corporal con el mantenimiento de la masa muscular.

El grupo con NRAFS presentó un mayor consumo de grasa total, carbohidratos y colesterol. Estas diferencias en la calidad de la alimentación en los dos grupos estudiados, podría explicarse porque aquellas personas que practican ejercicio físico se sienten más libres de consumir alimentos sin restricciones, descuidando entonces la calidad de la dieta. Como no se dispone de estudios a profundidad sobre estas motivaciones sería conveniente profundizar en los determinantes de la alimentación de estos grupos poblacionales.

El consumo de fibras fue igualmente deficiente en ambos grupos.

Los patrones de variabilidad observados corresponden a poblaciones con dietas variadas, no monótonas.

## CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de intereses, teniendo en cuenta que el trabajo que se presenta es un análisis secundario de la información recolectada en un proyecto de investigación de doctorado financiado por la Pontificia Universidad Javeriana.

## Referencias

1. ICBF, Profamilia, Instituto Nacional de Salud, Ministerio de la Protección Social. Encuesta nacional de la situación nutricional en Colombia 2010 (ENSIN). Bogotá; 2011.
2. ICBF, Profamilia, Instituto Nacional de Salud, Universidad de Antioquia, OPS. Encuesta nacional de la situación nutricional en Colombia 2005 (ENSIN). Bogotá; 2006.
3. Staten M. The effect of exercise on food intake in men and women. *Am J Clin Nutr.* 1991;53:27-31.
4. Kissileff H, Pi-Sunyer F, Segal K, Meltzer Z, Foelsch P. Acute effects of exercise on food intake in obese and nonobese women. *Am J Clin Nutr.* 1990;52:240-5.
5. Periwé V, Chow C. Patterns in food intake correlate with body mass index. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2006;291:E929-36.
6. Blair S, Jacobs D, Powell K. Relationship between exercise or physical activity and other health behaviors. *Publ Health Rep.* 1985;100:172-80.
7. Melzer K, Kayser B, Saris W, Pichard C. Effects of physical activity on food intake. *Clin Nutr.* 2005;24:885-95.
8. Hoyt R, Opstad P, Haugen A, DeLany J, Cymerman A, Friedl K. Negative energy balance in male and female rangers: effects of 7d of sustained exercise and food deprivation. *Am J Clin Nutr.* 2006;83:1068-75.
9. Hagobian T, Sharoff C, Stephens B, Wade G, Silva E, Chipkin S, et al. Effects of exercise on energy-regulating hormones and appetite in men and women. *Am J Physiol Integr Comp Physiol.* 2009;296:R233-42.
10. Pomerleau M, Imbeault P, Parker T, Doucet E. Effects of exercise intensity on food intake and appetite in women. *Am J Clin Nutr.* 2004;80:1230-6.
11. WHO. Global recommendations on physical activity for health. Geneva; 2010. [citado noviembre de 2011]. Disponible en: [http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241599979\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241599979_eng.pdf).
12. Ainsworth B, Haskell W, Herrmann S, Meckes N, Bassett D, Tudor-Locke C, et al. Compendium of physical activities: a second update of codes and met value. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43:1575-81.
13. Brown DR, Heath GW, Levin MS. Promoting physical activity: a guide for community action. 2nd ed. Atlanta: CDC; 2010.
14. Centro de Atención Nutricional. Tabla de composición de alimentos. Medellín; 2003.
15. Monterrey P, Cortés Y. El análisis de la dieta (I): Los fundamentos de las ingestiones dietéticas de referencia. *Lect Nutr.* 2004;11:39-54.
16. Willett W: Nutritional epidemiology. New York: Oxford University Press;1998.
17. Lunn DJ, Thomas A, Best N, Spiegelhalter D. WinBUGS a bayesian modeling framework: concepts, structure, and extensibility. *Stat Comput.* 2000;10:325-37.
18. Mayer J, Roy P, Prasad Mitra K. Relation between caloric intake, body weight, and physical work. *Am J Clin Nutr.* 1956;4:169-75.
19. King N, Lluch A, Stubbs R, Blundell J. High dose exercise does not increase hunger or energy intake in free living males. *Eur J Clin Nutr.* 1997;51:478-83.
20. Stubbs J, Hughes D, Johnstones A, Horgan G, King N, Blundell. A decrease in physical activity affects appetite, energy, and nutrient balance in lean men feeding ad libitum. *Am J Clin Nutr.* 2004;79:62-9.

### **Actividad física e ingestión de energía y macronutrientes**

21. Woo R, Garrow J, Pi-Sunyer FX. Voluntary food intake during prolonged exercise in obese women. *Am J Clin Nutr.* 1982;36:478-84.
22. Kleges R, Kleges L, Haddock C, Eck L. A longitudinal analysis of the impact of dietary intake and physical activity on weight change in adults. *Am J Clin Nutr.* 1992;55:818-22.
23. El Elj N, Lac G, Gharbi Z, El Fazaa S. Effect of physical exercise on reducing food intake and weight gain. *Procedia-Soc Behav Sci.* 2011;30: 2027-31.
24. Monterrey P, Cortés Y, Corredor C, Caicedo P, Acosta A. Variabilidad de la dieta de las mujeres jóvenes universitarias, su influencia sobre los criterios de evaluación dietética. *Perspect Nutr Humana.* 2009;11:11-24.
25. Murphy ZP, Barr S, Poos M. Using the new dietary reference intakes to assess diets: a map to the maze. *Nutr Rev.* 2002;60:267-75.
26. Herrán O, Quintero D, Ardila M. Fuentes y magnitud de la variación de la dieta de adultos de Bucaramanga, Colombia. *Rev Chil Nutr.* 2006;33:55-64.

## Anexo

Instrucciones para el análisis en WINBUGS e representa la variable dependiente

```
model
{
for (i in 1:2)
{
for (j in 1:19)
{
for (k in 1:28)
{

T1[i,j,k]<-equals(tto[i,j,k],1)
T2[i,j,k]<-equals(tto[i,j,k],2)

e[i,j,k]~ dnorm(mu[i,j,k], sd)
mu[i,j,k] <- m1*T1[i,j,k]+m2*T2[i,j,k]+s[i,j]
}}

for (i in 1:2)
{
for (j in 1:19)
{
s[i,j] ~ dnorm(0,se)
}}

sd~dgamma(0.1,0.1)
vsd<-1/sd
se ~ dgamma(0.1,0.1)
vse<-1/se

dif<-m1-m2
pdif<-step(dif)
coc<-vsd/vse

m1 ~ dnorm(0.0,1.0E-04)
m2 ~ dnorm(0.0,1.0E-04)
}
```

