

Revista Mexicana de Patología Clínica

Volumen
Volume **50**

Número
Number **2**

Abril-Junio
April-June **2003**

Artículo:

Influencia de la grasa corporal y el sexo sobre la respuesta de los lípidos séricos al ejercicio físico en personas con diferente capacidad aeróbica

Derechos reservados, Copyright © 2003:
Federación Mexicana de Patología Clínica, AC

Otras secciones de
este sitio:

- 👉 [Índice de este número](#)
- 👉 [Más revistas](#)
- 👉 [Búsqueda](#)

*Others sections in
this web site:*

- 👉 [Contents of this number](#)
- 👉 [More journals](#)
- 👉 [Search](#)



www.Medigraphic.com

Influencia de la grasa corporal y el sexo sobre la respuesta de los lípidos séricos al ejercicio físico

en personas con diferente capacidad aeróbica

Palabras clave: Lípidos séricos, composición corporal, ejercicio físico.

Key words: Serum lipids, body composition, physical exercise.

Recibido: 10/02/03
Aceptado: 27/02/03

ML Salgado Ortega,* Antonio E Rivera Cisneros,* Maciste Habacuc M,* Jorge M Sánchez-González,* Arturo Mancera A,* María José Aboytes,* J. Luz Tovar García*

* Universidad de Guanajuato, Departamento de Fisiología del Club Deportivo Punto Verde de León, Laboratorios LABPAC.

Correspondencia:

Acad. Dr. Jorge Sánchez-González, Mitla 250 Col. Vértiz 03020 México, D.F.
Correo electrónico: juevesm@yahoo.com, ariverac58@aol.com.

Resumen

Objetivo: Determinar la influencia de la grasa corporal y el sexo sobre la respuesta de los lípidos séricos al ejercicio físico agudo en una muestra de deportistas con diferente capacidad aeróbica. **Material y métodos:** Se estudiaron nueve hombres y doce mujeres jóvenes, quienes se sometieron a una prueba de ejercicio físico máximo para valorar la respuesta de los lípidos séricos. El estudio se diseñó en forma prospectiva, longitudinal y comparativa. Se realizaron las siguientes mediciones en los sujetos: composición del cuerpo, aptitud aeróbica y lípidos séricos antes y después del ejercicio. Se utilizaron los análisis de la media, error estándar de la media, prueba t de Student y análisis de regresión lineal simple para comparar las relaciones entre las variables. Se asignó un valor de $p < 0.05$ para la significancia estadística. **Resultados:** En los hombres se encontró aumento estadísticamente significativo en la concentración de colesterol sérico ($p = 0.04$) y colesterol en lipoproteínas de alta densidad (C-HDL) ($p = 0.02$) postejercicio. Las mujeres tuvieron aumento significativo en la concentración de colesterol ($p = 0.02$), C-HDL ($p =$

Summary

Objective: To determine the influence of the corporal fat and gender on serum lipids response on intense physical exercise in an athlete's sample with dissimilar aerobic capacity. **Material and methods:** Through an experimental study, nine men and twelve young women were studied, they underwent to a test of maximum physical exercise to assess the abrupt answer of serum lipids. The experimental design consisted of a prospective, longitudinal and comparative study. The following measurements were studied in the subjects: body composition assessment, aerobic fitness and serum lipids before and after exercise. Mean, standard error of the mean, Student's t-test and simple linear regression analysis were used to compare the relationships among variables of interest. A p value of < 0.05 was required for statistical significance. **Results:** We found a statistically significance increase in the serum cholesterol concentration ($p = 0.04$) and post-exercise C-HDL ($p = 0.02$) in males. Females had a statistically significance increase in serum cholesterol ($p = 0.02$), HDL-C ($p = 0.05$), triglycerides ($p = 0.05$) and VLDL ($p = 0.05$). There was not statistically

0.05), triglicéridos ($p = 0.05$) y lipoproteínas de muy baja densidad ($p = 0.05$). Se encontró correlación significativa entre el VO_2 máx y los niveles de C-HDL postejercicio en los hombres ($r = 0.8$); tanto el porcentaje de variación del colesterol como el colesterol en lipoproteínas de baja densidad mostraron fuerte correlación con el VO_2 máx observado en hombres ($r = 0.6$), pero no en mujeres. **Conclusiones:** Los resultados sugieren que el ejercicio tiene efectos agudos definitivos sobre los niveles de lípidos y lipoproteínas séricos, los cuales están afectados por el sexo, la dieta, la capacidad aeróbica y la masa corporal de los sujetos. El conocimiento de las posibles variaciones de los lípidos y lipoproteínas es necesario para una completa evaluación del impacto del ejercicio físico.

Introducción

Entre hombres y mujeres existen diferencias, tanto morfológicas como fisiológicas, que son relativamente importantes para la capacidad física y de entrenamiento. El VO_2 máx es menor en las mujeres que en los hombres debido principalmente a una menor capacidad cardíaca. Las diferencias en el VO_2 máx por sexo se reducen cuando aumenta la masa muscular. La composición corporal es significativamente diferente en hombres y mujeres: las mujeres tienen menos masa muscular, menor densidad ósea y mayor porcentaje de masa grasa.¹

Esas diferencias entre individuos de uno y otro sexos, especialmente el porcentaje de grasa corporal y su distribución, se relacionan con niveles de actividad física y con factores de riesgo de enfermedades coronarias como son los niveles de colesterol y lipoproteínas de baja densidad (LDL) circulantes tanto en niños como en adultos.²

Los lípidos séricos están influenciados por el sexo, la edad, la grasa corporal, la actividad física y la dieta.³ Las mujeres premenopáusicas tienen niveles más bajos de LDL que los hombres de la misma edad.⁴

Muchas alteraciones de los lípidos y lipoproteínas secundarias a entrenamiento son atribuidas a elevados niveles de lipoproteinlipasa y a la disminución de la actividad de la lipasa hepática.⁴ La in-

significant correlation between of serum lipids levels and body fat index for both subjects, male and female. However, there was a significant correlation statistically significant between VO_2 max and HDL-C post-exercise for male subjects ($r = 0.8$). The cholesterol and LDL-C, variation percentage showed significant correlation with VO_2 max ($r = 0.6$) for male subjects.

Conclusions: Results suggest that exercise has definitive acute effects in both, serum lipids and lipoproteins, which are affected by gender, diet, aerobic capacity and the body mass index of the subjects. Knowledge of the possible variations of lipids and lipoproteins are necessary for a complete evaluation of the impact of the physical exercise.

tensidad, duración y gasto de energía requeridos para producir los efectos agudos del ejercicio no están claramente definidos. Los efectos agudos del ejercicio sobre los triglicéridos y las lipoproteínas de alta densidad (HDL) parecen aumentar con el gasto total de energía.⁵ Algunos experimentos recientes han indicado que durante actividades prolongadas de resistencia, los triglicéridos musculares se utilizan en una proporción considerable.⁶

En sujetos entrenados, se observan cambios en la concentración de lípidos y lipoproteínas plasmáticas, hay aumento de 10 a 25% en las HDL, así como disminución en los triglicéridos.⁷

Algunos estudios proveen evidencias de que existen diferencias influenciadas por el sexo en la respuesta al ejercicio; Kriketos y colaboradores⁸ encuentran una fuerte correlación negativa entre el VO_2 máx y el porcentaje de grasa tanto en hombres como en mujeres.

Existe muy poca información sobre las respuestas de las lipoproteínas en las mujeres después de una sesión de ejercicio; las modificaciones postejercicio del colesterol de lipoproteínas de alta densidad (C-HDL) son diferentes en las mujeres debido a los valores más altos de esta lipoproteína preejercicio y a las diferencias en la actividad lipolítica.⁹

En un estudio revisado por Denke,¹⁰ se encontró que las mujeres premenopáusicas con mayor porcen-

taje de grasa tienen niveles más altos de colesterol en lipoproteínas de baja densidad que las mujeres con menor porcentaje de grasa de su misma edad.

Ser atleta o practicar algún deporte no es sinónimo de llevar buena alimentación y poseer buena salud.¹¹ Se conoce que los ejercitantes reportados en estos estudios presentan hábitos de alimentación y composición corporal inadecuados, lo que los coloca como individuos de riesgo;¹² la mayoría de investigaciones hechas en mujeres han aplicado principios de entrenamiento derivados de estudios en hombres, por lo que es difícil determinar si las recomendaciones basadas en hombres son óptimas para las mujeres. Con base en lo anterior, el propósito del presente trabajo fue mostrar los efectos del sexo y el porcentaje de grasa corporal en la respuesta aguda de los lípidos séricos de los ejercitantes para, de esta manera, orientarlos en el conocimiento de sus necesidades alimentarias y nutricionales, así como proporcionarles pautas individualizadas que mejoren su estado de salud y desempeño deportivo.

Material y métodos

Se llevó a cabo un estudio cuasiexperimental de naturaleza prospectiva, longitudinal y comparativa con una maniobra intencionada de intervención.

Participaron 12 hombres y 12 mujeres de 18 a 35 años de edad pertenecientes a un Club Deportivo de la Ciudad de León, Guanajuato, que acudieron al Laboratorio de Fisiología del Club después de realizar una convocatoria tanto en el interior del Club como en otros centros deportivos. La selección de los participantes se efectuó mediante una invitación voluntaria para participar en el estudio. Las características clínicas de los participantes se muestran en el *cuadro I*.

Todos ellos practicaban ejercicio aeróbico al menos tres veces por semana durante 30 minutos, no eran fumadores, no consumían más de cuatro bebidas alcohólicas por semana, no estaban tomando ningún medicamento que afectara el metabo-

lismo de lípidos o lipoproteínas, habían mantenido un peso estable por lo menos seis meses antes de la prueba y todos los participantes aceptaron voluntariamente someterse a dieta estandarizada una semana antes del experimento.¹³

No se incluyeron los participantes que no accedieron a participar voluntariamente. Por sus características, esta investigación no puso en riesgo la vida ni la función de los órganos de los individuos en estudio, por lo que está de acuerdo con la Ley General de Salud en lo que respecta a investigación en humanos y que se fundamenta en la declaración de Helsinki y los acuerdos de Tokio.¹⁴

El estudio se realizó en tres etapas:

Primera etapa del estudio:

Los participantes acudieron a consulta, donde se les realizó lo siguiente:

- A) Historia clínica: antecedentes heredofamiliares, historia médica personal y exploración física.
- B) Actividad física: se registró frecuencia por semana, duración e intensidad de la actividad y se le pidió a cada uno de los sujetos que no variaran su actividad hasta realizar la prueba experimental.
- C) Historia dietética: se aplicó un recordatorio de 24 horas para evaluar el consumo energético de los sujetos, verificar si su dieta era completa y suficiente; en quienes no cumplieran con esto, se adecuó su requerimiento. Los requerimientos se calcularon con la fórmula de Harris-Benedic, tomando el peso actual del sujeto. Se calculó la cantidad de hidratos de carbono, proteínas y lípidos, así como la cantidad de colesterol y calcio en la dieta. Para determinar si la dieta era variada, se les aplicó una tabla de frecuencia de consumo y, sobre la base de esto, se les dio una adecuada prescripción dietética. Se incluyó una lista de preguntas para obtener información sobre el contexto global de sus hábitos alimentarios.

Con base en lo anterior, se establecieron modelos alimenticios normalizados y dietas apropiadas para la administración de nutrimentos antes, durante y después del entrenamiento. Esta

dieta se mantuvo durante una semana antes de la prueba.

D) Antropometría: se determinó el peso utilizando una báscula Bame calibrada, y la talla empleando un estadímetro de pared con técnicas previamente estandarizadas.¹⁵ La medición de pliegues cutáneos se hizo con un plicómetro Lange frecuentemente calibrado con una presión de 10 g/mm²; el porcentaje de grasa corporal se determinó tomando los siguientes pliegues: tri-cipital, suprailíaco, abdomen y muslo en mujeres; y tríceps, pectoral, axilar medio, subescapular, abdominal, suprailíaco y muslo en hombres, utilizando las ecuaciones de Jackson-Pollock.¹⁵ El porcentaje de grasa se determinó con la ecuación de Siri. La toma de los pliegues se hizo siempre en el mismo hemicuerpo; se tomaron dos medidas del mismo pliegue y se consideró como válido su valor promedio. Se midieron las siguientes circunferencias: de brazo, tanto del lado derecho como del izquierdo, de abdomen y de cadera.

Segunda etapa del estudio:

A cada uno de los participantes se dio orientación alimentaria, se les proporcionó una dieta que constó de 25% de lípidos y menos de 300 mg de colesterol, 65% de hidratos de carbono y el porcentaje de proteínas se ajustó dependiendo de la actividad física (de 1.2 a 1.7 g/kg/día).¹¹ Esta dieta la mantuvieron hasta el día del experimento (una semana). A los participantes se les tomó la presión arterial y un electrocardiograma.

Los sujetos pasaron después a la prueba de ejercicio máximo (prueba de esfuerzo), para determinar su tolerancia al esfuerzo (VO₂máx) en una banda sin fin Q65 serie 90. Se utilizó el protocolo del *American College of Sports Medicine* (ACSM).¹⁶ Para cada sujeto, se calculó la frecuencia cardíaca media predicha y 90% de la frecuencia cardíaca media predicha.

Durante toda la prueba, el electrocardiograma se monitoreó y se registró la frecuencia cardíaca los últimos 10 segundos de cada minuto en un electro-

cardiógrafo de 12 derivaciones. Se obtuvieron la frecuencia cardíaca en reposo y la frecuencia cardíaca máxima, así como el volumen de oxígeno máximo; los sujetos fueron clasificados como deficientes o eficientes de acuerdo a la ecuación de Pollock y colaboradores. La realización de la prueba de máxima capacidad aeróbica no se detuvo, excepto cuando el individuo alcanzaba su límite de seguridad o cuando el sujeto no era capaz de soportar por más tiempo el esfuerzo físico requerido.^{16,17}

Tercera etapa del estudio:

Esta etapa corresponde al protocolo de ejercicio experimental. Para asegurar si los participantes llevaron a cabo dietas similares, completaron una lista de cotejo y un diario de alimentos; además, de manera aleatoria, se hicieron visitas domiciliarias y encuestas a familiares.

Los participantes no hicieron ejercicio intenso un día antes de la prueba experimental.¹³

Protocolo de ejercicio experimental: los participantes se presentaron a la prueba con 12 horas de ayuno. Con el objetivo de evitar variaciones posturales en la determinación de lípidos, el individuo permaneció en reposo de pie con mínimos movimientos durante 10 minutos, al final de los cuales, por venopunción (cefálica o basilica), se extrajo una muestra sanguínea de 7 mL sin estasis y mediante sistema vacutainer. Después, los participantes se sometieron a una prueba de desempeño aeróbico máximo con un protocolo del ACSM modificado que duró de 20 a 40 minutos. Se mantuvo constante la velocidad y se aumentaba 1% la pendiente cada tres minutos. Los sujetos no fueron hidratados y no se alimentaron durante el experimento. Se monitoreó cada tres minutos el VO₂máx, los METS y la frecuencia cardíaca. Se calculó 90% de la frecuencia cardíaca sobre la base de la frecuencia máxima alcanzada en la primera prueba.

Diez minutos después de terminada la prueba, con el sujeto ya estabilizado y nuevamente utilizando el sistema vacutainer, se tomó otra muestra sanguínea de 7 mL.

Los criterios para considerar que el participante hizo su máximo esfuerzo fueron: frecuencia cardíaca máxima observada mayor o igual a 90% de la esperada para su edad, incapacidad para continuar corriendo a la velocidad de la prueba por fatiga, la apariencia del sujeto y la voluntad del sujeto.⁵

- Muestras sanguíneas:

La muestra de sangre se extrajo en condiciones posabsortivas entre 7 y 10 de la mañana para la determinación de los lípidos. Cada tubo donde se recolectó la sangre había sido previamente etiquetado con el nombre del sujeto, el número de toma y la hora a la que se extrajo la sangre. Las variables hematológicas se determinaron con el autoanalyzer. El ensayo de triglicéridos se hizo de manera enzimática colorimétrica, utilizando un reactivo basado en el método de Wako y las modificaciones de McGowan y Fossati y colaboradores.¹⁸ El ensayo de colesterol se hizo de manera enzimática basado en la fórmula de Allain *et al* y la modificación de Roeschlau. El ensayo de C-HDL directo se hizo con un método colorimétrico.¹⁸ Se emplearon los métodos de Delog y colaboradores para calcular tanto C-LDL como las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL).⁴

- Análisis estadístico:

Se aplicaron procedimientos de estadística descriptiva (promedio y error estándar de la media), así como pruebas t para valorar diferencias entre sexos y modelo de regresión para ensayar las relaciones entre los regresores candidatos (composición corporal, sexo y nivel de acondicionamiento físico aeróbico) sobre la respuesta de los lípidos séricos al ejercicio físico máximo. Se utilizó el programa NCSS97 para analizar los datos. En todos los casos, el nivel de significancia estadística se fijó con una $p < 0.05$.¹²

Resultados

La mayoría de los participantes, 78.9%, realizaban actividad física moderada (de 55 a 69% del

VO₂máx), 14.3% actividad intensa (de 70 a 89% del VO₂máx) y 7.1% actividad leve (de 35 a 54% del VO₂máx).¹⁹ Los participantes del estudio no tuvieron antecedentes personales patológicos de importancia; sin embargo, 52% de los sujetos tuvo antecedentes heredofamiliares de diabetes mellitus y cáncer, 22% de hipertensión arterial, 11% de enfermedad del corazón, 7% de hipercolesterolemia y el otro 7% restante no refirió ningún antecedente.

Como se puede apreciar en el *cuadro I*, los hombres fueron más pesados, con mayor estatura, mayor índice abdomen-cadera y mayor índice de masa corporal; sin embargo, presentaron menor porcentaje de masa grasa.

El promedio del índice de masa corporal (IMC) para las mujeres fue de 22.1, el más pequeño fue de 16.1 y el más grande de 26. Los hombres presentaron un promedio de 24.6, siendo 22.1 el IMC menor y 28.9 el mayor. Cincuenta por ciento de la muestra cayó en el rango de 19 a 24.

El índice abdomen-cadera promedio para los hombres fue de 0.91, el valor más bajo fue de 0.8 y el más alto de 1.2. Las mujeres tuvieron un promedio de 0.76, presentando como valor más bajo 0.7 y el más alto 0.85.

Los hombres presentaron valores de porcentaje de masa grasa desde 3.7% como valor mínimo hasta 22.5% como valor máximo, con un promedio de 14.6%. El porcentaje más pequeño de masa grasa para las mujeres fue de 12.6 y el más alto de 27.4, teniendo en promedio 22.9%.

En cuanto a las características dietéticas de los participantes (*cuadro II*), los hombres tuvieron mayor ingesta calórica, mayor balance positivo de energía y más alto porcentaje de los diferentes macronutrientes con excepción de los hidratos de carbono, además de mayor consumo de colesterol diario en relación con las mujeres.

El balance energético para las mujeres fue desde -227 hasta 339.5 kcal, resultando como promedio un balance positivo de 104.5 kcal. El balance energético en los hombres fue de -406.5 hasta

1,057 kcal, con un promedio de balance positivo de energía de 399.6 kcal.

El consumo promedio de proteínas para los hombres fue de 116 g/día y para las mujeres de 82 g/día, el consumo de lípidos fue de 97.6 g/día para los hombres y de 73.2 g/día para las mujeres, la ingesta de hidratos de carbono fue de 336 g/día para los hombres y 275 g/día para las mujeres. (Estos valores se presentan en porcentajes en el *cuadro I*.

Cuadro I. Características clínicas de los sujetos de estudio.		
Variable	Hombres (n = 7)	Mujeres (n = 7)
Edad (años)	26.71 + 6.9	26 + 4.3
Peso (kg)	73.94 + 8.6	58.88 + 10.01
Estatura (m)	1.73 + 0.05	1.63 + 0.06
Índice abdomen/cadera	0.91 + 0.13	0.76 + 0.06
Grasa corporal (%)	14.63 + 6.4	22.9 + 5.1
Índice de masa corporal (kg/m²)	24.61 + 2.9	22.07 + 3.4
Frecuencia cardiaca en reposo (lpm)	69.14 + 7.7	61 + 10.9
Presión arterial sistólica (mmHg)	126.14 + 6.3	112.86 + 11.1
Presión arterial diastólica (mmHg)	82.86 + 4.8	75.71 + 7.9
VO ₂ máx (mL/kg/min)	48.5 + 4.1	41.5 + 4.3

Los valores son media + desviación estándar.

Cuadro II. Composición de la dieta de los sujetos de estudio.		
Variable	Hombres (n = 7)	Mujeres (n = 7)
Kcal totales consumidas	2684.6 + 494	2086.93 + 162.2
Balance de energía	399.6 + 546.2	104.5 + 234.4
Porcentaje del total de kcal de:		
Proteínas	17.5 + 3.4	15.6 + 0.79
Grasas	32.5 + 6.5	31.5 + 6.8
Hidratos de carbono	50.1 + 8.2	52.8 + 7.5
Colesterol (mg)	415.43 + 180.6	233.3 + 107.4

Los valores son media + desviación estándar.

dro II. De los sujetos de la muestra, 62.5% consumen menos de 300 mg de colesterol/día y 37.5% tienen un consumo de colesterol mayor de 300 mg/día. En cuanto al consumo de colesterol en los hombres, 57% consumió menos de 300 mg y 43% más de 300 mg; en las mujeres, un mayor porcentaje (71%) consumió menos de 300 mg de colesterol en su dieta y la minoría (29%) más de 300 mg de colesterol.

La frecuencia cardiaca en reposo fue menor en las mujeres; las presiones arteriales sistólica y diastólica fueron mayores en los hombres (*cuadro I*). Las características funcionales de los sujetos durante la prueba de desempeño aeróbico máximo se muestran en el *cuadro III*. El VO₂máx (consumo máximo de oxígeno), un indicador fisiológico de la capacidad funcional aeróbica, fue más alto en los hombres, mostrando valores desde 41.5 hasta 52.1 y las mujeres desde 35.3 hasta 47.2.

En cuanto a la distribución del volumen de oxígeno, 91.7% de las mujeres mostraron eficiencia aeróbica funcional y 60% de los hombres deficiencia aeróbica funcional.

Las concentraciones séricas (mg/dL) de los lípidos y lipoproteínas de hombres y mujeres antes y después de la prueba de ejercicio físico agudo se muestran en los *cuadros IV/I y IV/II* respectivamente. Las concentraciones basales de triglicéridos, C-

Cuadro III. Características funcionales de los sujetos durante la prueba de desempeño aeróbico máximo.		
Variable	Hombres (n = 7)	Mujeres (n = 7)
FCM 90%	168.8 + 3.4	173.9 + 5.9
VO ₂ máx observado	48.4 + 4.1	41.5 + 4.4
VO ₂ máx predicho	53.2 + 4.4	34.8 + 1.3
METS observados	13.9 + 1.2	11.8 + 1.3
Eficiencia aeróbica funcional	1.6 + 1.8	19.9 + 10.7
Deficiencia aeróbica funcional	11.9 + 7.1	0

Los valores son media + desviación estándar. FCM: Frecuencia cardiaca máxima, METS: Unidad metabólica del gasto energético.

Cuadro IV.I. Perfil lipídico en hombres (n = 7) antes y después de la prueba de desempeño aeróbico máximo.

Variable (m/dL)	Antes	Después	% Variación
Colesterol total	185.4 + 33	189 + 33.3	2.0 + 2.5
Triglicéridos	95.7 + 68.7	97.7 + 65.5	4.9 + 17.9
C-LDL	118.6 + 26	118.7 + 26.9	0.2 + 4.7
VLDL	19.1 + 13.7	19.5 + 13.7	4.9 + 17.9
C-HDL	47.7 + 14.16	50.7 + 15.3	6.5 + 5.2

Los valores son media + desviación estándar.

Cuadro IV.II. Perfil lipídico en mujeres (n = 7) antes y después de la prueba de desempeño aeróbico máximo.

Variable (mg/dL)	Antes	Después	% Variación
Colesterol total	188.3 + 43.6	195.7 + 48.7	3.9 + 3.4
Triglicéridos	76 + 33.6	82.7 + 38.2	10.3 + 18.7
C-LDL	117.7 + 32.4	121.2 + 33.7	3.1 + 4.4
VLDL	15.2 + 6.7	16.5 + 7.6	10.3 + 18.7
C-HDL	55.4 + 10.1	58.0 + 10.8	4.6 + 2.3

*Los valores son media + desviación estándar.

LDL y VLDL fueron más elevadas en los hombres y los valores de colesterol y C-HDL estuvieron más elevados en las mujeres. Tanto en hombres como en mujeres hubo un aumento en la concentración de todas las variables.

En los hombres se encontró un aumento estadísticamente significativo en la concentración de colesterol sérico ($p = 0.04$) y C-HDL ($p = 0.02$) después del ejercicio físico agudo; sin embargo, no hubo diferencia estadísticamente significativa en el aumento de C-LDL, VLDL y triglicéridos (*figura 1*).

Las mujeres, al igual que los hombres, tuvieron un aumento estadísticamente significativo en la concentración de colesterol ($p = 0.02$) y C-HDL ($p = 0.005$); las demás variables no tuvieron aumento estadísticamente significativo (*figura 2*).

El *cuadro V* muestra las correlaciones encontradas para ambos sexos. Tanto en los hombres como en las mujeres, el porcentaje de grasa tuvo una fuerte asociación negativa con la cantidad de calorías consumidas ($r = -0.7$); el índice abdomen/cadera

mostró una asociación más fuerte con el colesterol sérico en los hombres ($r = 0.7$) que en las mujeres ($r = 0.5$). La asociación del porcentaje de variación del C-HDL con el VO_2 máx observado, no fue significativo en ningún sexo; sin embargo, el porcentaje de variación del colesterol mostró una fuer-

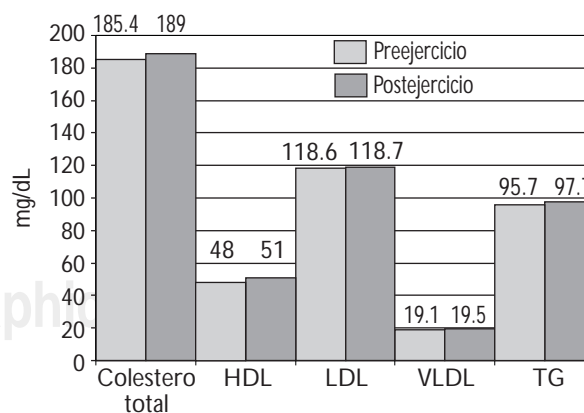


Figura 1. Cambio en los lípidos séricos en hombres. Los valores corresponden a la media. N = 9; $p < 0.04$.

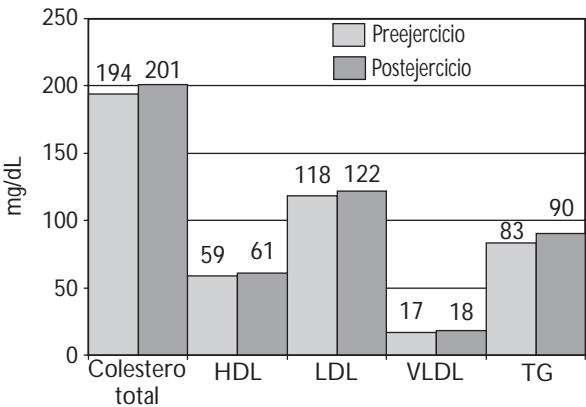


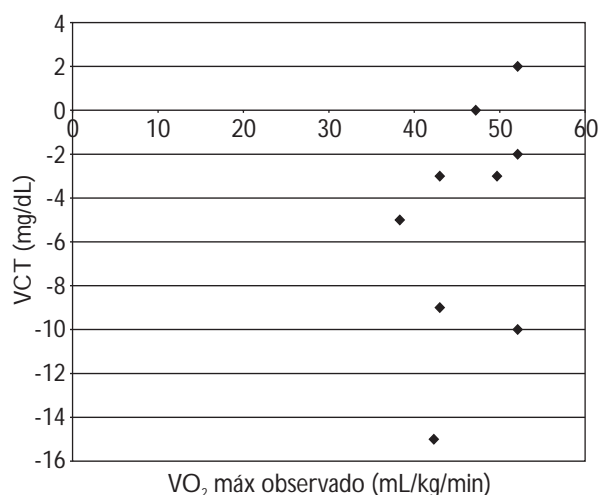
Figura 2. Cambios en los lípidos séricos en mujeres. Los valores corresponde a la media. N = 12, p < 0.02.

te correlación con el VO₂máx observado (r = 0.7) en las mujeres, pero no en los hombres (*figuras 3 y 4*, respectivamente). Éstos sólo tuvieron una asociación significativa (r = 0.7) en el porcentaje de variación de C-LDL con el VO₂máx observado. Se encontró correlación estadísticamente significati-

va entre el VO₂máx y el porcentaje de variación de triglicéridos durante el ejercicio en las mujeres (r = 0.5), pero no en los hombres (r = 0.3) (*figuras 5 y 6*). Hubo correlación estadísticamente significativa entre el VO₂máx y los niveles de C-HDL postejercicio en los hombres (r = 0.8), pero no en las mujeres (r = 0.4) (*figuras 7 y 8*, respectivamente). Se encontró asociación significativa entre el colesterol de la dieta y las calorías consumidas en ambos sexos (r = 0.2 en mujeres y r = 0.03 en hombres). No hubo asociación significativa entre el porcentaje de grasa corporal con el colesterol de la dieta en las mujeres (r = 0.1) y en los hombres dicho parámetro mostró una asociación negativa (r = -0.2). Se encontró una fuerte correlación negativa entre el VO₂máx observado y el porcentaje de grasa corporal en los hombres (r = -0.7), pero no en las mujeres (r = 0.2). La asociación entre el peso corporal y el colesterol sérico fue menos significativa en los hombres (r = 0.1) que en las mu-

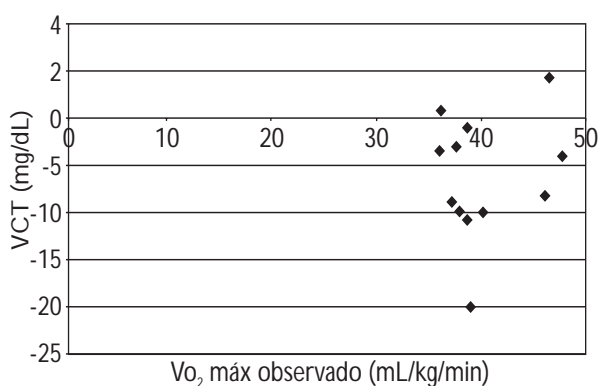
Cuadro V. Correlación de las variables en hombres y mujeres.

Parámetro	Parámetro	Coefficiente de correlación hombres (r)	Coefficiente de correlación mujeres (r)
Colesterol de la dieta	Ingesta diaria	0.04	0.2
Ingesta diaria	% G	-0.7	-0.7
Colesterol de la dieta	% G	-0.2	0.1
VO ₂ máx observado	% G	-0.7	0.2
Índice abdomen-cadera	Colesterol de la dieta	-0.6	-0.4
VO ₂ máx observado	ΔC-HDL	0.2	0
VO ₂ máx observado	ΔColesterol sérico	0.3	0.7
VO ₂ máx observado	ΔTriglicéridos	0.3	0.5
VO ₂ máx observado	ΔLDL	0.7	0.5
VO ₂ máx observado	ΔVLDL	0.3	0.5
VO ₂ máx observado	C-LAD post-ejerc.	0.8	0.4
% Grasa	C-HDL	0.2	-0.1
% Grasa	ΔColesterol sérico	-0.6	-0.6
% Grasa	ΔTriglicéridos	-0.03	-0.8
% Grasa	ΔC-LDL	-0.4	-0.2
% Grasa	ΔVLDL	-0.03	-0.8
Peso	Colesterol sérico basal	0.1	0.3
Peso	Triglicéridos basales	0.9	0.4
Índice abdomen/cadera	Colesterol sérico basal	0.7	0.5
Peso	C-LDL basal	0.2	0.3



$r=0.3$, $p<0.01$

Figura 3. Relación del volumen de oxígeno máximo observado (VO₂máx) con la variación de colesterol sérico (VCT) en hombres.

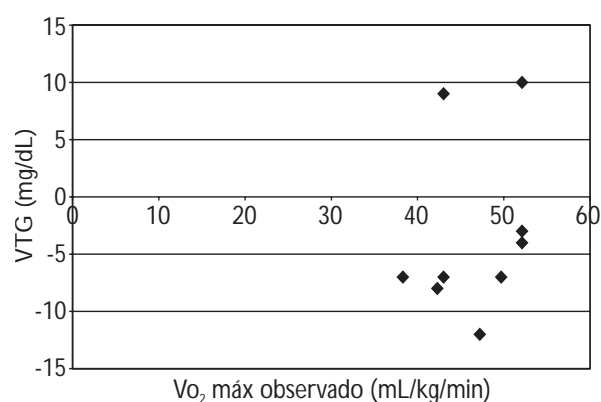


$r=0.7$, $p<0.002$

Figura 4. Relación del volumen de oxígeno máximo observado (VO₂máx) con la variación de colesterol sérico (VCT) en mujeres, 95% de confiabilidad.

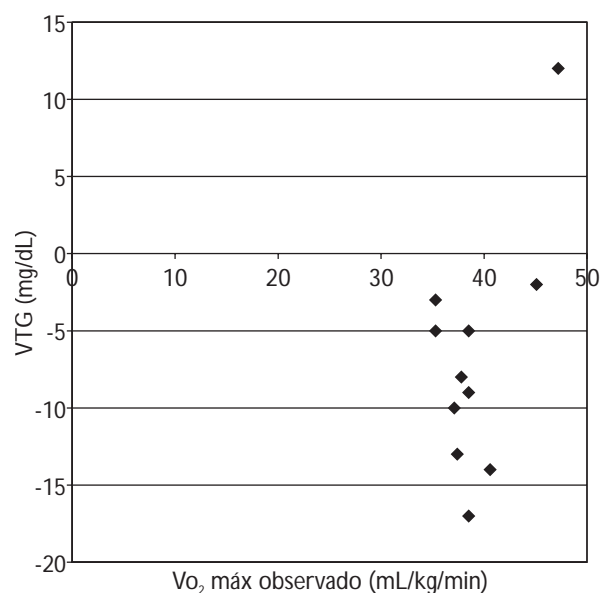
jeres ($r = 0.3$). La asociación de los triglicéridos con el peso corporal fue significativa para los hombres ($r = 0.9$), pero no para las mujeres ($r = 0.4$). No se encontró correlación significativa entre el peso y la fracción de C-LDL en uno y otro sexos ($r = 0.2$ para los hombres y $r = 0.3$ para las mujeres).

No hubo, ni en hombres ni mujeres, correlación significativa entre el porcentaje de grasa cor-



$r=0.3$, $p<0.05$

Figura 5. Relación del volumen de oxígeno máximo observado (VO₂máx) con la variación de triglicéridos (VTG) en hombres, 95% de confiabilidad.



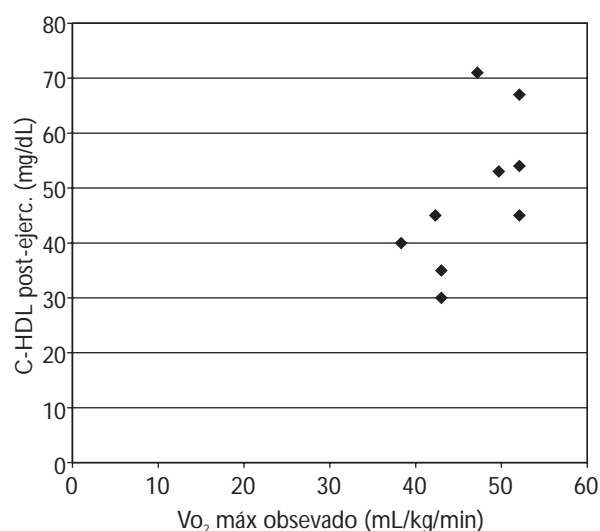
$r=0.5$, $p<0.01$

Figura 6. Relación del volumen de oxígeno máximo observado (VO₂máx) con la variación de triglicéridos séricos (VTG) en mujeres.

poral y el porcentaje de cambio observado en los lípidos y lipoproteínas séricas.

Discusión

Es importante destacar las características dietéticas de los sujetos. Los hombres mostraron ma-



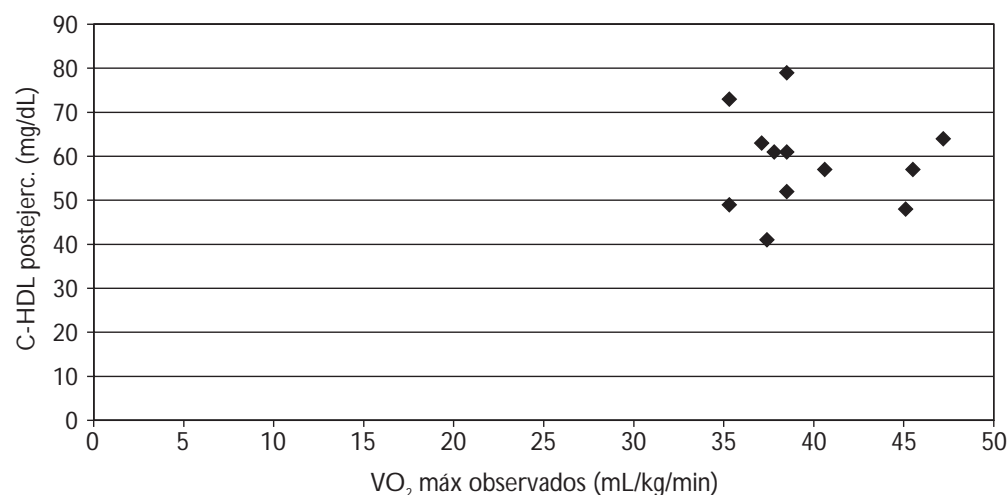
$r=0.8$, $p<0.002$

Figura 7. Relación del volumen de oxígeno máximo observado (VO₂máx) con la concentración de C-HDL postejercicio en hombres.

yor consumo de colesterol (415.4 + 180.6 mg) y grasas (32.5%) que las mujeres. Una posible explicación a este tipo de hábitos alimentarios es el típico comportamiento en el contenido de dieta que se aprecia en esta región del centro del país, donde el consumo de grasas saturadas provenientes de la carne de cerdo y de res es alto;²⁰ también puede deberse al mayor consumo energético de los hombres. Sin embargo, tanto hombres

como mujeres muestran poco conocimiento acerca de lo que es una adecuada alimentación y de sus necesidades nutricias; llama la atención que tanto unos como otras tengan bajo consumo de hidratos de carbono, debido quizás a la creencia errónea de que los alimentos que contienen este nutrimento engordan. Fue clara la tendencia que muestran las mujeres de cuidarse más, quizás por estética, en cuanto al balance de energía, ya que estuvieron menos alejadas del ideal (balance = 0) que los hombres.

Las características antropométricas y sus derivadas a composición corporal y distribución de grasa fueron factores intencionalmente buscados, para intentar encontrar una relación con los niveles de lípidos séricos; sin embargo, sólo las correlaciones del peso con los triglicéridos y el índice abdomen cadera con el colesterol sérico fueron significativos para ambos sexos. Hasta el momento, en México no existe la suficiente cantidad de estudios que permitan caracterizar la asociación y posible influencia de la corporalidad del mexicano con la concentración de lípidos séricos.¹² Aunque estadísticamente no hubo asociación significativa de la mayoría de las variables antropométricas con los lípidos y el colesterol de lipoproteínas séricas, y a pesar de que los sujetos de estudio eran ejercitantes, cabe recalcar que los valores observados de colesterol tan-



$r=0.4$, $p<0.05$

Figura 8. Relación del volumen de oxígeno máximo observado (VO₂máx) con la concentración de C-HDL postejercicio en mujeres.

to en hombres como en mujeres se encontraron elevados (185.4 y 188.3, respectivamente), siendo que éste se debe mantener por debajo de 160 mg/dL como prevención primaria¹⁹ y los valores de C-HDL bajos, ubicándose en el rango de riesgo moderado.

Se sabe que los hombres presentan mayores valores de lípidos que las mujeres, invocándose factores alimentarios, de estilo de vida y hormonales.¹² Los datos disponibles no excluyen la posibilidad de que la dieta y la composición corporal quizás jueguen un papel en las modificaciones del perfil lipídico, como la reducción de los triglicéridos plasmáticos y el aumento en el C-HDL. Esto se refleja en la correlación significativa que tuvieron el peso y los triglicéridos en los hombres ($r = 0.9$), así como el índice de masa corporal con el colesterol sérico (0.7); sin embargo, estas correlaciones fueron menos significativas en las mujeres ($r = 0.4$ y $r = 0.5$, respectivamente)

Los efectos del ejercicio agudo no se pueden considerar de manera aislada. El ejercicio de entrenamiento (efecto crónico) aumenta la capacidad para ejercitarse, permitiendo, de este modo, sesiones de ejercicio más vigorosas y prolongadas y, por lo tanto, efectos agudos más significativos. La intensidad, duración y gasto de energía requeridos para producir estos efectos agudos no están claramente definidos. Los efectos agudos del ejercicio sobre los triglicéridos y el C-HDL parecen aumentar con el gasto total de energía, posiblemente porque el efecto esté mediado por reducciones en los triglicéridos intramusculares. El aumento de los niveles de C-LDL observados en el presente estudio no fueron significativos; esto se debe a que se requiere ejercicio prolongado (más de dos horas) para que éste tenga efecto en estas lipoproteínas.²¹

Se realizó una revisión bibliográfica en los índices internacionales para identificar estudios que han investigado los efectos de edad, sexo y nivel de salud en los cambios de variables con el ejercicio de enero de 1966 a agosto de 2000. La revisión de

estos estudios indica que la edad tiene poca o nula influencia en cambios de la presión arterial sistólica y diastólica, triglicéridos y C-HDL. En cuanto al sexo, las mujeres parecen tener una atenuada respuesta al ejercicio comparadas con los hombres respecto a la presión y al C-HDL, respuesta que se observó en el presente estudio; además, por estar nuestra muestra conformada por personas sanas, el cambio de estas variables es menor.²²

Los niveles elevados de C-HDL son asociados con niveles elevados de capacidad aeróbica,²³ lo que confirma la correlación significativa del $\text{VO}_2\text{máx}$ con el C-HDL en los hombres de este estudio, pues éstos mostraron mayor $\text{VO}_2\text{máx}$ que las mujeres. Este aumento del C-HDL pudo deberse a una redistribución intramolecular de las lipoproteínas de alta densidad y sus fracciones que pueden estar relacionadas con el aumento en la lipólisis; ese aumento, después del ejercicio aeróbico, es en parte debido a la disminución del reciclamiento y velocidad de catabolismo de las lipoproteínas. Es generalmente aceptado que los atletas con entrenamiento aeróbico tienen concentraciones altas de C-HDL en comparación con sus controles sedentarios; además, se ha encontrado que las adaptaciones de los lípidos y lipoproteínas con el entrenamiento parecen deberse al tipo de entrenamiento que han recibido (aeróbico, anaeróbico, de resistencia). También es posible que un aumento en el flujo de lípidos y de moléculas de C-HDL resulte de la acción de la lipoproteína lipasa (LPL), que aumenta la vida de las fracciones de las lipoproteínas de alta densidad sin afectar su síntesis. De este modo, la alta supervivencia de las lipoproteínas de alta densidad en el plasma de los sujetos del estudio puede resultar de un aumento en la transferencia de lípidos al C-HDL por la LPL o por una disminución en la aclaramiento de las lipoproteínas de alta densidad por la lipasa hepática. La LPL juega un papel en el metabolismo de los lípidos y lipoproteínas durante el ejercicio agudo intenso, ejerciendo acciones adicionales acumulativas antiaterogénicas e independientes de los efectos del ejercicio prolongado so-

bre el perfil de las lipoproteínas.²⁴ En este estudio, después del ejercicio agudo, todos los sujetos mostraron un aumento significativo en los niveles de C-HDL ($p = 0.02$ en hombres y $p = 0.005$ en mujeres), esto fue debido a que todos los participantes practicaban ejercicio de tipo aeróbico o mixto.

Al igual que en un estudio realizado en hombres por Guida y colaboradores, en el que se encontró una correlación negativa entre la ingesta calórica con el porcentaje de grasa ($r = -0.6$) y una asociación positiva con la ingesta diaria de colesterol ($r = 0.71$), en este estudio, tanto hombres como mujeres también tuvieron una correlación negativa de la ingesta diaria con el porcentaje de grasa ($r = -0.7$) y positiva con la ingesta de colesterol ($r = 0.4$ en hombres y $r = 0.2$ en mujeres); esto confirma la observación de que, a pesar de una alta ingesta, las personas que se ejercitan, tienen una disminución general de su porcentaje de grasa debido a su alto gasto de energía.^{25,26}

El porcentaje de grasa fue adecuado para hombres y mujeres, y éste fue menor en los sujetos con entrenamiento intenso.

En este estudio no hubo aumento significativo de la mayoría de las lipoproteínas después del ejercicio, tanto en hombres como en mujeres, debido a que una capacidad aeróbica relativamente alta, como la que mostraron los sujetos de estudio, no es una condición suficiente para modificar significativamente el perfil de las lipoproteínas. Existen estudios que sugieren que el ejercicio aeróbico intenso asociado con un considerable aumento en la capacidad aeróbica máxima puede modificar el metabolismo de los lípidos mediante el aumento en la actividad de la LPL y la lecitin-colesterol-acil-transferasa, así como modificaciones en insulina plasmática y niveles de catecolaminas.^{24,26}

La falta de correlación entre los niveles de lípidos y lipoproteínas, composición corporal e ingesta quizá depende del hecho de que, a pesar de las diferencias entre los sujetos, la dieta y la composición corporal fueron relativamente adecuados,

aunque se notaron marcadas diferencias en la actividad física. Los resultados encontrados en el presente estudio quizás se vieron limitados también por el reducido número de la muestra.

Conclusiones

Los resultados sugieren que el ejercicio tiene efectos agudos definitivos en los lípidos y lipoproteínas séricos, los cuales son afectados por el sexo, la dieta, la capacidad física y la corporalidad de los sujetos.

El conocimiento de las posibles variaciones de los lípidos y lipoproteínas es necesario para una completa evaluación del impacto del ejercicio físico. El análisis de sólo el perfil de los lípidos y lipoproteínas no es suficiente para especificar las modificaciones del metabolismo de las lipoproteínas completamente. Los niveles de los lípidos séricos son el resultado de reacciones complejas mediadas por apoproteínas, y la composición de las partículas lipoproteicas pueden cambiar significativamente sin modificar los niveles plasmáticos de los lípidos.

Referencias

1. ACSM Position stand on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 975-991.
2. Eliakim A, Makowski GS, Brasel JA, Cooper DM. Adiposity, lipid levels and brief endurance training in nonobese adolescent males. *Int J Sports Med* 2000; 21: 332-337.
3. Paffenbarger RS, Hyde RT. Exercise in the primary prevention of ischemic heart disease. In: Welsh RP, Shephard RJ (eds). *Current therapy in sports medicine 1985-1986*. New York: BC Decker Mosby, 1985.
4. Gordon PM, Goss FL, Visich PS, Warty V, Denys BJ et al. The acute effects of exercise intensity on HDL-C metabolism. *Med Sci Sports Exerc* 1994; 26: 671-677.
5. Díaz FJ, Rivera AE, López MG, López H. Efectos de un programa de ejercicio aeróbico y dieta sobre la composición corporal y función cardiovascular en obesos. *Arch Inst Cardiol Mex* 1986; 56: 527-533.
6. Bower RW, Fox EL. *Fisiología del Deporte*. 3a ed. México, DF: Panamericana, 1998.
7. Horowitz JF, Klein S. Lipid metabolism during endurance exercise. *Am J Clin Nutr* 2000; 72 (suppl): S558-S563.
8. Kriketos AD, Sharp TA, Seagle HM, Peters JC, Hill JO. Effects of aerobic fitness on fat oxidation and body fatness. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 805-811.

9. Gordon PM, Fowlers AD, Warty V, Danduran M, Visich PS et al. Effects of acute exercise on high density lipoprotein cholesterol and high density lipoprotein subfractions in moderately trained females. *Brit J Sports Med* 1998; 32: 63-67.
10. Denke MA. Lipids, estrogen status, and coronary heart disease risk in women. *Int J sports Med* 1998; 67: 13-21.
11. ACSM Position stand on the Nutrition and Athletic Performance. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 2130-2145.
12. Sánchez GJ, Rivera CA, Reynaga MG, Tovar JL, Vázquez MA. Lípidos séricos en ejercitantes recreacionales. *LAB-acta* 1995; 7: 67-73.
13. Ferguson MA, Alderson NL, Trost SG, Essig DA, Burke JR et al. Effects of four different single exercise sessions on lipids, lipoproteins, and lipoprotein lipase. *J Appl Physiol* 1998; 85: 1169-1174.
14. *Ley General de Salud*. Título Quinto: Investigación para la salud. Artículo 100.
15. Heyward VH, Stolarczyk LM. Body composition and Athletes. In: Heyward VH, Stolarczyk LM, editors. *Body composition Assessment*. 2nd ed. EUA: Human Kinetics, 1996: 143-154.
16. Oficina de la Sociedad Castellana de Cardiología. *Monocardio corazón y ejercicio. Valoración de la capacidad funcional: Pruebas de esfuerzo, protocolos y ergómetros*. 2000; 2: 33-44.
17. Reynaga MG, Rivera AE, Sánchez GF, Tovar JL, Andrade M et al. Interacciones de la corporalidad, alimentación, lípidos séricos y máxima capacidad aeróbica en ejercitantes recreacionales. *Rev Mex Patol Clin* 1996; 43 (1): 27-34.
18. Badimon JJ, Badimon L, Fuester V. Regression of atherosclerotic lesions by high-density lipoprotein plasma fraction in the cholesterol-Fed. *J Clin Invest* 1990; 85: 1234-1241.
19. ACSM. *Guidelines for exercise testing and prescription*, 5th ed., WL Kenney (ed.). Baltimore: Williams and Wilkins, 1995: 269-287.
20. Williams P, Robinson D, Baily A. Prospective cardiovascular Munster study: Adult treatment panel III. *JAMA* 2001; 19: 2486-2497.
21. Paul DT, Stephen FC, Brett G, Kelley D, Moyna N et al. The acute versus the chronic response to exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 6: S438-S445.
22. Wilson P, Castelli WP, Kannel WB. Coronary risk prediction in adults. *Am J Cardiol* 1987; 59: 91G-94G.
23. Wilmore JH. Dose-response: Variation with age, sex, and health status. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: S622-S634.
24. Esgouraki E, Tsopanakis A, Tsopanakis C. Acute exercise: response of HDL-C, LDL-C lipoproteins and HDL-C subfractions levels in selected sport disciplines. *J Sports Med Phys Fitness* 2001; 41: 386-391.
25. Giada F, Zuliani G, Baldo-Enzi G, Palmieri E, Volpato S et al. Lipoprotein profile, diet and body composition in athletes practicing mixed and anaerobic activities. *J Sports Med Phys Fitness* 1996; 36: 211-216.
26. Safeer RS, Cornell MO. The emerging role of HDL cholesterol. *Postgraduate Medicine* 2000; 7: 87-96.