

Acondicionamiento físico y respuesta aguda en la concentración de lípidos séricos.

La práctica de ciclismo fijo

Lillian Karina
Díaz-Ríos,¹
Antonio Eugenio
Rivera-Cisneros,²
Maciste Habacuc
Macías-Cervantes,¹
Jorge Manuel
Sánchez-González,³
Francisco Javier
Guerrero-Martínez²

¹Departamento de Fisiología, Club Deportivo Punto Verde
²Facultad de Medicina, Universidad de Guanajuato
³Academia Mexicana de Cirugía, Capítulo Centro, A. C.

Comunicación con:
Lillian Karina
Díaz-Ríos.
Tel: (477) 1954 052.
Correo electrónico:
harinitta@yahoo.com.mx;
ariverac58@aol.com;
juevesm@yahoo.com

RESUMEN

Introducción: se ha demostrado una asociación entre el incremento en la actividad física y mejora en el perfil de lípidos.

Objetivo: evaluar los cambios en los lípidos séricos causados por la práctica del ciclismo fijo (*spinning*).

Material y métodos: se estudiaron nueve hombres y 12 mujeres, quienes se sometieron a una prueba de esfuerzo inicial en banda sin fin, para precisar el nivel de acondicionamiento físico. Se midieron lípidos séricos antes y después de una sesión típica de ciclismo fijo. El estudio fue prospectivo, experimental, longitudinal y comparativo. Se aplicó la prueba *t* acoplada y el modelo de regresión para determinar los cambios en las concentraciones de lípidos séricos y su relación con el nivel de acondicionamiento físico. El nivel de significancia estadística se fijó en $p \leq 0.05$.

Resultados: se observaron elevaciones significativas ($p < 0.05$) en las concentraciones de lípidos séricos, excepto en los triglicéridos de los varones en quienes incluso hubo reducción. Se encontró relación estadísticamente significativa entre el nivel de acondicionamiento físico y el porcentaje de variación de las lipoproteínas de alta densidad ($r = 0.44$ y $p = 0.046$).

Conclusiones: el porcentaje de variación de lipoproteínas de alta densidad fue mayor cuando los valores de VO_2 máx fueron más altos. A mayor acondicionamiento físico, mayor respuesta positiva en dichas. En las otras mediciones de lípidos séricos no se observó relación entre el nivel de acondicionamiento físico y el porcentaje de variación debido a la ejecución de la sesión de ciclismo fijo.

SUMMARY

Background: it has been demonstrated an association between the increase in physical activity and improvements in the lipid profile.

Objective: to evaluate changes in the serum lipids caused by spinning practice.

Methods: nine men and twelve women were studied, they underwent to an initial evaluation that included a treadmill effort test, in order to establish the physical fitness level. With the purpose of determine the lipids change, a blood sample was obtained before and after a typical spinning session. The design was prospective, experimental, longitudinal and comparative study. Student's *t*-test and regression model were used to determine the changes in the lipids concentrations, and its relation with the physical fitness level. A p value ≤ 0.05 was required for statistical significance.

Results: lipids increase concentrations were observed ($p < 0.05$), except at triglycerides in men, in which it had a decrease. It was statistically significant relation between the physical fitness level and the percentage of high-density lipoproteins variation ($r = 0.44$, $p = 0.046$).

Conclusions: the percentage of high-density lipoproteins variation was greater when the values of VO_2 max were higher. At greater level of medical fitness greater positive answer in this lipoproteins. In the case of the rest serum lipids, it was not observed relation between the level of medical fitness and the percentage of variation due to the execution of the spinning session.

Palabras clave

- ✓ acondicionamiento físico
- ✓ lípidos séricos
- ✓ actividad física
- ✓ prueba de esfuerzo

Key words

- ✓ physical fitness
- ✓ lipids
- ✓ sports
- ✓ exercise test

Recibido: 23 de marzo de 2006

Aceptado: 22 de mayo de 2007

Introducción

El programa de ejercicio en bicicleta fija (*spinning*) es una modalidad de actividad de reciente práctica, donde un grupo de participantes son dirigidos por un instructor para realizar un entrenamiento que permite emular el trabajo del ciclismo de ruta. Cada sesión de entrenamiento tiene una duración aproximada de 50 minutos e incluye cinco a 10 minutos de calentamiento, un simulacro de recorrido de 30 a 40 minutos y cinco a 10 minutos de estiramientos y enfriamiento. Existen varios tipos de sesiones de entrenamiento: de fondo, de fuerza, de intervalos y de carrera,¹ diseñados tomando en cuenta diferentes niveles de intensidad y asumiendo la frecuencia cardíaca como medida de la intensidad del ejercicio.

En las sesiones de fondo se trabaja en el rango de 65 a 75 % de la frecuencia cardíaca máxima (FC_{máx}), a una intensidad constante y con una variación mínima de la frecuencia cardíaca (cinco latidos por minuto); el número de revoluciones por minuto (rpm) debe encontrarse entre 80 y 100.¹ En las sesiones de fuerza, se busca trabajar entre 75 y 85 % de la FC_{máx}, sin exceder las 80 rpm; se pretende el desarrollo de fuerza muscular, agregando resistencia para simular ascenso en colinas.¹ El riesgo muscular y esquelético es bajo por corresponder a una actividad de bajo impacto. Young y Thompson² describieron el primer caso de rabdomiólisis inducida por la práctica del ciclismo fijo.

La práctica de ejercicio aeróbico se asocia con mejor salud cardiovascular, pues mejora el perfil de lípidos:³ reduce 6.3 % el colesterol sérico total (CT), 10.1 % las lipoproteínas de baja densidad (LDL-c), 13.4 % el índice CT/lipoproteínas de alta densidad (HDL-c) e incrementa 5 % las HDL-c. Estos beneficios parecen ser mayores en los individuos con niveles superiores de acondicionamiento físico,^{4,5} y pueden estar influidos por cambios en la hemoconcentración debida al ejercicio.⁶

Aunque existe evidencia científica sobre la respuesta fisiológica aguda a ciertas modalidades de ejercicio,^{7,8} es necesario caracterizarla en relación con el ciclismo fijo a fin de evaluar los posibles riesgos.^{4,9,10} De acuerdo con el Colegio Americano de Medicina Deportiva, es indispensable evaluar los factores de riesgo cardiovascular.⁷ El propósito de este trabajo es evaluar los cambios en lípidos séricos en hombres y mujeres, secundarios a la práctica de ciclismo fijo.

Material y métodos

Estudio experimental, longitudinal, comparativo y prospectivo en 21 participantes voluntarios sanos, nueve hombres y 12 mujeres, quienes realizaron al menos dos sesiones de ciclismo fijo por semana, de 50 minutos cada una, durante al menos los tres meses anteriores al inicio del estudio. La obtención de la muestra fue mediante muestreo no probabilístico. Se descartó presencia de diabetes mellitus, cáncer, nefropatía, insuficiencia respiratoria o epilepsia; enfermedad tiroidea, cardiovascular, vascular cerebral,

Cuadro I
Características físicas, fisiológicas, alimentarias y cardiovasculares, de 21 participantes en una sesión de ciclismo fijo

	Hombres (n = 9)	Mujeres (n = 12)	Ambos (n = 21)
Edad (años)	39.8 ± 11.5	40.8 ± 6.2	40.4 ± 8.6
Peso (kg)	79.9 ± 6.4	57.7 ± 7.2	67.2 ± 13.1
Estatura (cm)	175.8 ± 5.2	159.4 ± 6.3	166.5 ± 10.1
IMC (kg/m ²)	25.9 ± 2.1	22.7 ± 2.4	24.0 ± 2.7
ICC	0.9 ± 0.03	0.8 ± 0.07	0.9 ± 0.08
Grasa corporal (%)	23.3 ± 5.0	26.3 ± 6.4	25.0 ± 5.9
FC (lpm)	58.6 ± 6.7	63 ± 11.5	61.1 ± 9.8
FC _{máx} (lpm)	181.0 ± 10.7	185.7 ± 7.4	183.7 ± 9.0
PAS (mm Hg)	120.9 ± 11.3	113.3 ± 13.0	116.6 ± 12.6
PAD (mm Hg)	81.9 ± 4.9	78.5 ± 5.9	80.0 ± 5.6
PAM (mm Hg)	93.0 ± 9.8	86.6 ± 11.3	89.4 ± 10.9
GE (kcal)	2248.9 ± 155.7	1783.0 ± 182.9	1982.7 ± 289.7
BE (kcal)	50.4 ± 486.4	41.8 ± 529.0	45.5 ± 498.6

Consumo según recordatorio de 24 horas

E (kcal)	2198.5 ± 488.0	1741.2 ± 457.7	1937.2 ± 514.1
HDC (%)	48.8 ± 10.9	52.9 ± 8.6	51.1 ± 9.6
Pro (%)	14.1 ± 2.3	14.3 ± 4.4	14.3 ± 3.6
Gra (%)	36.5 ± 10.0	34.0 ± 8.3	35.1 ± 8.9
Col (mg)	248.4 ± 154.2	192.9 ± 90.3	216.7 ± 121.6
Fibra (g)	13.5 ± 5.6	14.0 ± 6.3	13.8 ± 5.9

IMC = índice de masa corporal, ICC = índice cintura-cadera, E = energía, HDC = hidratos de carbono, Pro = proteína, Gra = grasa, Col = colesterol, GE = gasto de energía, BE = balance de energía, FC = frecuencia cardíaca en reposo, FC_{máx} = frecuencia cardíaca máxima, lpm = latidos por minuto, PAS = presión arterial sistólica, PAD = presión arterial diastólica, PAM = presión arterial media. Los valores son media ± desviación estándar

tromboembólica, hipertensiva arterial sistémica no controlada (sístole > 250 mm Hg y diástole > 120 mm Hg), o enfermedad aguda o crónica que contraindicara la realización de ejercicio. Ningún sujeto informó consumir medicamentos que alterasen el perfil de lípidos.

Fueron excluidos quienes interrumpieron las actividades programadas para el estudio. Cada uno de los sujetos otorgó por escrito su consentimiento de participación voluntaria, de acuerdo con lo establecido en la Declaración de Helsinki,¹¹ el cual fuera revisado por el Comité de Bioética de la Facultad de Medicina de la Universidad de Guanajuato.

El estudio se llevó a cabo en dos etapas.

Primera etapa

Los participantes fueron citados en el Laboratorio de Fisiología del Club Deportivo Punto Verde, donde se les hizo historia clínico-nutricia y evaluación antropométrica. Se aplicó un recordatorio de 24 horas para evaluar la dieta según las listas del Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes¹² y las tablas de valor nutritivo de los alimentos.¹³ El contenido energético fue comparado con el gasto energético, el cual se calculó con el método propuesto por FAO/OMS/UNU¹⁴ para posteriormente obtener por diferencia el balance de energía. En cuanto a la proporción de macronutrientes, se tomaron como valores recomendables¹⁵ los siguientes: hidratos de carbono, 50 a 60 %; proteínas, 12 a

22 %; grasas, 25 a 35 %; colesterol, < 200 mg/día; fibra, ≥ 31 g/día. La valoración antropométrica incluyó peso corporal, estatura, circunferencias y pliegues cutáneos, para calcular índice de masa corporal, índice cintura-cadera y porcentaje de grasa corporal.

Antes de la prueba de esfuerzo máximo se tomó la presión arterial de cada participante y un electrocardiograma de 12 derivaciones. La prueba de esfuerzo se realizó bajo los criterios del protocolo del Colegio Americano de Medicina del Deporte,¹⁶ utilizando una banda sin fin, iniciando a una velocidad de 5 millas/hora y manteniéndola durante toda la prueba; la inclinación de la banda se incrementó 1 ° cada minuto, hasta que el sujeto alcanzara su máximo esfuerzo. Los criterios para considerar que el participante hizo su máximo esfuerzo fueron: que la frecuencia cardiaca no se incrementara a pesar del aumento la carga de trabajo; que el sujeto alcanzara 90 % de la FC_{máx} esperada para su edad; la ausencia de síntomas o agotamiento; la voluntad del sujeto para continuar.

A partir del resultado final de la prueba se obtuvo el nivel de acondicionamiento físico, el cual para efectos de este trabajo se define como la capacidad del individuo para afrontar las demandas que el movimiento corporal le impone a cargas externas de trabajo, y para afrontar emergencias imprevistas.⁷

Al comparar el consumo máximo de oxígeno observado (VO₂máx O)—mediante uso de la banda sin fin— con el consumo de oxígeno predicho o ideal (VO₂máx P), se determinó la capacidad

Cuadro II
Correlación entre acondicionamiento físico medido por VO₂máx O y características físicas, en 21 participantes de una sesión de ciclismo fijo

Variable	Hombres (n = 9)		Mujeres (n = 12)		Ambos (n = 21)	
	r	p	r	p	r	p
Edad (años)	0.30	0.44	-0.02	0.95	0.05	0.83
Peso (kg)	0.07	0.86	-0.49	0.11	0.29	0.19
VO ₂ máx O (mL/kg/minuto)	0.25	0.52	-0.61	0.04	0.04	0.85
IMC (kg/m ²)	0.46	0.21	0.18	0.58	0.48	0.03
ICC	0.46	0.21	0.18	0.58	0.48	0.03
Grasa corporal (%)	-0.76	0.02	-0.69	0.01	-0.71	< 0.01

IMC = índice de masa corporal, ICC = índice cintura-cadera
VO₂máx O = consumo máximo de oxígeno observado

aeróbica funcional. El $VO_{2\text{máx P}}$ se calculó de la siguiente manera: para hombres, $69.7 - (0.612 \times \text{edad})$; para mujeres, $42.9 - (0.312 \times \text{edad})$. La eficiencia o deficiencia aeróbica funcional se determinó con la fórmula de Bruce:¹⁷

$$\frac{(VO_{2\text{máx O}} - VO_{2\text{máx P}})}{(VO_{2\text{máx P}} \times 100)}$$

Un resultado positivo tradujo eficiencia aeróbica funcional, indicador universal que muestra si la persona posee o no condición aeróbica.

Segunda etapa

Los participantes fueron citados 24 horas después en el área de ciclismo fijo del club deportivo. Se procedió a la extracción de muestras para biometría hemática y determinación del perfil de lípidos. Inmediatamente después se realizó la sesión de ciclismo fijo de fondo y fuerza. La sesión tuvo una duración total de 50 minutos y comenzó con un calentamiento de siete minutos, seguido de un recorrido de 35 minutos (intensidad de 65 a 85 % FC_{máx}, 70 a 100 rpm) y finalizó con una fase de enfriamiento y estimulamientos de ocho minutos. Cada cinco minutos fue registrada la frecuencia cardíaca.

Una vez concluida la sesión se procedió a tomar una nueva muestra de sangre. La biometría hemática fue efectuada en contador celular

automatizado Coulter, mientras que CT, triglicéridos, HDL-c, LDL-c y VLDL-c, por el método de química seca en equipo Vitros Slide. El tamaño de la muestra se obtuvo a partir de la varianza esperada de los cambios en lípidos séricos, mediante la fórmula $n = L^2 \times S^2 / d^2$, donde L^2 es el nivel de confianza, S^2 la varianza de los cambios en los lípidos séricos y d^2 el nivel de error dispuesto a aceptar.

Se aplicó *t* pareada para determinar los cambios en las concentraciones de lípidos séricos y el modelo de correlación *r* de Pearson. El nivel de significancia estadística se fijó en $p < 0.05$. Los datos fueron procesados en Statistica versión 6.0.

Resultados

Los participantes no presentaron antecedentes patológicos de importancia, sin embargo, 67 % refirió antecedentes familiares de enfermedad cardiovascular e hipertensión arterial, 57 % de cáncer, 52 % de sobrepeso u obesidad, 48 % de diabetes mellitus y 24 % de dislipidemia. El porcentaje de grasa corporal excedió los niveles recomendables en hombres (23.3 %, rango de 14.9 a 27.9) y mujeres (26.3 %, rango de 17.1 a 35.7). La evaluación de la dieta mostró un balance energético positivo en hombres (50.4 kcal, rango de -605.8 a 1135.2) y mujeres (41.8 kcal, rango de -1097.6 a 883.6), lo cual sugiere que la dieta de los participantes no fue adecuada.

Cuadro III

Cambios en los valores de los lípidos séricos en 21 participantes de una sesión de ciclismo fijo

	Hombres (n = 9)		Mujeres (n = 12)		Ambos (n = 21)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Hemoglobina (g/dL)	15.8 ± 0.9	16.4 ± 0.7	14.2 ± 1.1	14.6 ± 1.3	14.9 ± 1.3	15.3 ± 1.4
Hematócrito (%)	44.4 ± 2.7	45.9 ± 1.3	38.7 ± 2.3	40.4 ± 2.6	41.1 ± 3.8	42.8 ± 3.5
Proteínas (g/dL)	8.4 ± 0.2	9.0 ± 0.1	8.1 ± 0.1	8.7 ± 0.1	8.3 ± 0.2	8.8 ± 0.2
Glucosa (mg/dL)	87 ± 4.8	100.5 ± 8.3	76.9 ± 2.4	83.1 ± 1.7	81.2 ± 6.2	90.6 ± 10.3
Colesterol total (mg/dL)	201.3 ± 49.9	207.4 ± 53.3	183.7 ± 28.9	192.6 ± 29.1	191.2 ± 39.2	199.0 ± 40.7
Triglicéridos (mg/dL)	155.1 ± 57.1	152.8 ± 53.9	95.2 ± 46.4	103.3 ± 43.9	120.9 ± 58.4	124.5 ± 53.4
HDL-c (mg/dL)	38.9 ± 4.7	39.6 ± 4.4	53.4 ± 2.4	59.8 ± 3.8	47.2 ± 8.1	51.2 ± 11.0
LDL-c (mg/dL)	139.6 ± 17.1	146.3 ± 19.8	134.6 ± 28.0	139.1 ± 27.5	136.7 ± 23.6	142.2 ± 24.2
VLDL-c (mg/dL)	34.3 ± 7.6	35.4 ± 7.1	14.8 ± 1.2	16.3 ± 1.1	23.2 ± 11.1	24.5 ± 10.7

HDL-c = lipoproteínas de alta densidad, LDL-c = lipoproteínas de baja densidad, VLDL-c = lipoproteínas de muy baja densidad. Los valores se expresan en media ± desviación estándar

Los hombres presentaron valores de frecuencia cardíaca en reposo y FC_{máx} (181 ± 10.7 versus 185.7 ± 7.4 latidos por minuto) menores que las mujeres. Mientras que los valores de presión arterial sistólica, presión arterial diastólica y presión arteria media fueron mayores en hombres que en mujeres (cuadro I). El promedio de VO_2 máx O en hombres fue 43.7 mL/kg/minuto, con rango de 40.2 a 49.7 ; y en mujeres de 38.2 mL/kg/minuto, con rango de 30.4 a 47.6 . A partir de la fórmula propuesta por Bruce,¹⁷ se determinó la eficiencia o deficiencia aeróbica funcional de cada participante, encontrando eficiencia aeróbica funcional en 55.5 % de los hombres y 91.6 % de las mujeres. Al correlacionar las características físicas de los participantes y su VO_2 máx O, se apreció relación inversa estadísticamente significativa, y entre porcentaje de grasa corporal y VO_2 máx, tanto en el total de la muestra como en cada sexo (cuadro II). Además, hubo significancia estadística en la asociación negativa entre índice de masa corporal y VO_2 máx O en mujeres ($r = -0.61$, $p = 0.04$). En el total de la muestra, el índice cintura-cadera tuvo relación estadísticamente significativa con VO_2 máx O ($r = 0.48$, $p = 0.03$), que no alcanzó significancia estadística en los hombres ($r = 0.46$, $p = 0.21$). El peso presentó cierta asociación negativa con VO_2 máx O en mujeres, aunque sin significancia estadística ($r = -0.49$, $p = 0.11$).

En los lípidos séricos en reposo se observó una concentración promedio de CT en hombres ligeramente superior a la máxima deseable (201.3 ± 49.9 mg/dL, rango de 143 a 267),

mientras que en mujeres la media se encontró por debajo (183.7 ± 28.9 mg/dL, rango de 140 a 227). En ambos sexos, el valor promedio de triglicéridos séricos estuvo dentro del rango deseable, aunque los hombres presentaron valores más elevados que las mujeres (155.1 ± 57.1 mg/dL, rango de 53 a 232 , versus 95.2 ± 46.4 mg/dL, rango de 41 a 195). El valor promedio de HDL-c estuvo dentro del rango deseable tanto en hombres como en mujeres, sin embargo, en los primeros fue inferior (38.9 ± 4.7 mg/dL, rango de 33.4 a 49 , versus 53.4 ± 2.4 mg/dL, rango de 48 a 59). La concentración promedio de LDL-c resultó por arriba del nivel máximo deseable y fue similar en ambos sexos (139.6 ± 17.1 mg/dL, rango de 111.8 a 157 , versus 134.6 ± 28 mg/dL, rango de 70 a 171); el valor máximo se encontró entre las mujeres. Los hombres presentaron un valor promedio de VLDL-c mayor que las mujeres (34.3 ± 7.6 mg/dL, rango de 21.9 a 44 , versus 14.8 ± 1.2 mg/dL, rango de 12 a 17), ambos por debajo del valor máximo deseable (cuadro III). Al analizar las características físicas de los participantes y los niveles CT, en los hombres la edad estuvo moderadamente relacionada con el nivel de CT ($r = 0.67$, $p = 0.04$), mientras que el peso estuvo débilmente relacionado de manera inversa ($r = -0.58$, $p = 0.1$). No se observaron correlaciones significativas en el resto de las características físicas (cuadro IV).

El análisis de correlación entre el acondicionamiento físico y las concentraciones de lípidos séricos en reposo mostró una moderada relación inversa entre VO_2 máx O y la concentración de triglicéridos séricos en mujeres ($r = -0.63$,

Cuadro IV
Correlación entre los niveles de colesterol sérico y características físicas, en 21 participantes de una sesión de ciclismo fijo

Variable	Hombres (n = 9)		Mujeres (n = 12)		Ambos (n = 21)		
	r	p	r	p	r	p	
Edad (años)	0.67	0.04	0.27	0.39	0.52	0.02	
Peso (kg)	-0.58	0.10	0.1	0.75	0.07	0.75	
Colesterol total (mg/dL)	IMC (kg/m ²)	-0.35	0.36	0.02	0.70	0.04	0.86
	ICC	-0.37	0.33	-0.04	0.89	0.05	0.82
	Grasa corporal (%)	-0.11	0.78	-0.31	0.33	-0.24	0.30

IMC = índice de masa corporal, ICC = índice cintura-cadera

$p = 0.03$), no así en hombres. Además, se encontró relación entre el VO_2 máx O y los niveles de VLDL-c en el total de la muestra ($r = 0.51$, $p = 0.02$), pero al aplicar el análisis por sexo no se apreció dicha relación (cuadro V).

Durante la fase de calentamiento, el promedio de porcentaje de FCmáx fue ligeramente mayor en hombres que en mujeres (67 ± 3.8 versus 66 ± 6.4 %). Durante los 35 minutos del recorrido el promedio del porcentaje FCmáx O fue similar en ambos sexos (hombres 75 ± 3.8 %, mujeres 75.1 ± 2.4 %). Finalmente, en la fase de enfriamiento también el promedio del porcentaje FCmáx O fue mayor en hombres (61 ± 5.1 versus 58 ± 4.8 %).

Las concentraciones de lípidos séricos después de la maniobra de estudio revelaron cambios significativos ($p < 0.05$) en todas las variables, tanto en hombres como en mujeres, excepto en la fracción de triglicéridos séricos en el total de la muestra ($p = 0.13$) y en hombres ($p = 0.59$), pero no en mujeres ($p < 0.01$) (cuadro VI).

Se observó cierta relación estadísticamente significativa entre VO_2 máx y el porcentaje de variación de HDL-c, tanto en el total de la muestra ($r = 0.44$, $p = 0.046$) como en hombres, aunque en éstos no fue estadísticamente significativa ($r = 0.42$, $p = 0.26$). Hubo cierta relación negativa entre VO_2 máx y el porcentaje de variación de CT en mujeres, pero sin significancia estadística ($r = -0.44$, $p = 0.15$) al igual que la débil asociación entre VO_2 máx y el porcentaje de variación de VLDL-c ($r = 0.39$, $p = 0.08$) (cuadro VII).

Discusión

Según Blair y colaboradores,¹⁰ una dieta alta en grasa está asociada con una cantidad de grasa corporal por arriba de lo deseable. La dieta de los participantes fue más alta en contenido de grasa de lo recomendado, además, el balance energético promedio fue positivo en ambos sexos. El consumo de fibra fue menor de 50 % del recomendado. Lo anterior concuerda con los resultados informados por Reynaga y colaboradores.¹⁸

En los hombres, el consumo de colesterol fue mayor al recomendado, lo cual explica las cifras de CT por arriba de las deseables. Las concentraciones de triglicéridos estuvieron en el límite recomendado; las LDL-c, por arriba y las HDL-c, por abajo. Los datos en torno a la composición corporal, variables cardiovasculares y capacidad aeróbica funcional, orientan a riesgo elevado para enfermedad cardiovascular.

En las mujeres destacan un perfil de lípidos aceptable y características físicas y fisiológicas más saludables, lo cual concuerda con los señalamientos de Schaefer y colaboradores.¹⁹ Quizás una razón es que las hormonas sexuales femeninas influyen positivamente,^{20,21} además, ninguna participante había llegado a la menopausia ni refería tratamiento hormonal.

Brown y colaboradores²² informan cifras elevadas de colesterol sérico total ante índice de masa corporal superior a 25, en contraste con los resultados de este estudio, donde no se observó relación entre las cifras de colesterol sérico total y la mayoría de las características físicas de los participantes, incluyendo el índice de

Cuadro V
Correlación entre acondicionamiento físico medido por VO_2 máx O y niveles de lípidos séricos en reposo, en 21 participantes de una sesión de ciclismo fijo

Variable	Hombres (n = 9)		Mujeres (n = 12)		Ambos (n = 21)	
	r	p	r	p	r	p
Colesterol total (mg/dL)	-0.15	0.71	0.02	0.96	0.08	0.72
Triglicéridos (mg/dL)	0.05	0.91	-0.63	0.03	-0.01	0.96
VO_2 máx O (mL/kg/minuto)	0.41	0.27	0.03	0.94	-0.41	0.07
HDL-c (mg/dL)	0.28	0.47	-0.02	0.93	0.08	0.72
LDL-c (mg/dL)	0.32	0.41	-0.01	0.97	0.51	0.02
VLDL-c (mg/dL)						

VO_2 máx O = consumo máximo de oxígeno observado, HDL-c = lipoproteínas de alta densidad, LDL-c = lipoproteínas de baja densidad, VLDL-c = lipoproteínas de muy baja densidad

masa corporal; las excepciones fueron la edad, que mostró moderada relación, y el peso, que se correlacionó débilmente (cuadro IV).

El valor alto de VO_2 máx es característico de sujetos entrenados y está asociado con capacidad incrementada del sistema cardiovascular para transportar oxígeno y de los músculos para utilizarlo, por lo tanto, VO_2 máx es el mejor parámetro del nivel de acondicionamiento físico y capacidad aeróbica funcional. Las mujeres suelen presentar valores menores que los hombres debido a que también comúnmente tienen menores cifras de masa muscular, hemoglobina, volumen sanguíneo y volumen de expulsión sistólica.⁵ En este estudio, los hombres obtuvieron niveles de consumo de oxígeno superiores que las mujeres, sin embargo, éstas alcanzaron niveles indicativos de eficiencia aeróbica funcional en mayor proporción que los primeros. Diversos autores²³⁻²⁵ coinciden con nuestro estudio al encontrar que VO_2 máx muestra una relación negativa con el porcentaje de grasa corporal: a mayor porcentaje de grasa corporal, menor grado de eficiencia aeróbica (cuadro II). Si bien la mayoría de los varones tuvo un índice de masa corporal y porcentaje de grasa corporal por arriba de los recomendados, más de la mitad presentó eficiencia aeróbica funcional, lo que traduce que una pequeña proporción de los participantes tiene un adecuado acondicionamiento físico a pesar del sobrepeso.

Dado que un índice cintura-cadera elevado es característico de personas sedentarias con una importante cantidad de grasa abdominal, llama

la atención que en los participantes a mayor eficiencia aeróbica funcional mayor índice cintura-cadera (cuadro II), fenómeno para el cual no podemos formular una explicación sustentada. Giada y colaboradores²⁶ concluyen que poseer un alto nivel de eficiencia aeróbica no es condición suficiente para modificar significativamente el perfil de lipoproteínas, lo cual coincide con lo reportado por Sánchez y colaboradores,²⁷ quienes no encontraron relación entre el nivel de acondicionamiento físico y las concentraciones de lípidos séricos. En nuestro estudio, sólo dos variables correlacionaron significativamente con el consumo máximo de oxígeno: triglicéridos séricos y VLDL-c (cuadro V); las mujeres con valores menores de VO_2 máx tendieron a cifras mayores de triglicéridos séricos; en los hombres no se apreció dicha asociación. En ambos, las VLDL-c fueron más elevadas a mayor eficiencia aeróbica. Una de las fracciones de lipoproteínas que más se ha asociado con la actividad física de manera positiva es la HDL-c, como lo confirman múltiples estudios.^{4,5,21,23,28} En nuestro grupo existió cierta relación entre VO_2 máx y la concentración HDL-c en reposo en el total de la muestra (cuadro V).

Varios autores han registrado cifras menores de CT o LDL-c en personas que realizan actividad física con regularidad.^{4,5,23,29,30} Vasankari y colaboradores²³ reportan una correlación negativa entre VO_2 máx y las cifras basales de LDL-c en mujeres. Sin embargo, los datos en el presente estudio no lograron confirmar esos hallazgos (cuadro V).

Cuadro VI
Cambios en los valores de los lípidos en 21 participantes de una sesión de ciclismo fijo

	Hombres (n = 9)		Mujeres (n = 12)		Ambos (n = 21)	
	% Δ	p	% Δ	p	% Δ	p
Colesterol total (mg/dL)	2.8 ± 2.0	< 0.01	5.0 ± 2.3	< 0.01	4.0 ± 2.4	< 0.01
Triglicéridos (mg/dL)	0.6 ± 12.5	0.59	11.5 ± 12.1	< 0.01	6.8 ± 13.2	0.13
HDL-c (mg/dL)	2.0 ± 1.0	< 0.01	12.1 ± 5.1	< 0.01	7.8 ± 6.4	< 0.01
LDL-c (mg/dL)	4.7 ± 1.5	< 0.01	3.6 ± 1.6	< 0.01	4.1 ± 1.6	< 0.01
VLDL-c (mg/dL)	3.9 ± 3.2	< 0.01	10.6 ± 2.5	< 0.01	7.7 ± 4.4	< 0.01

HDL-c = lipoproteínas de alta densidad, LDL-c = lipoproteínas de baja densidad, VLDL-c = lipoproteínas de muy baja densidad, % D = porcentaje de variación, diferencia entre los valores antes y después de la sesión de ciclismo fijo. Los valores son media ± desviación estándar.

Al evaluar la respuesta aguda al ejercicio es necesario considerar también los patrones de entrenamiento, ya que el estímulo crónico del ejercicio produce adaptaciones en los sistemas corporales que mejoran dicha respuesta.¹⁰ La respuesta inmediata del sistema cardiovascular al ejercicio está dada por una elevación de la frecuencia cardíaca ocasionada por la disminución del tono vagal. El nivel máximo de frecuencia cardíaca que una persona puede alcanzar durante el ejercicio es directamente proporcional a la cantidad de masa muscular involucrada.³¹ VO_2 máx y la FC máx son los indicadores más utilizados para medir el grado de intensidad del ejercicio.⁵ En el ejercicio dinámico, la frecuencia cardíaca se incrementa linealmente con la carga de trabajo y puede estabilizarse en minutos durante el ejercicio de baja intensidad y carga de trabajo constante. Varios factores influyen en la respuesta de la frecuencia cardíaca al ejercicio, como la edad, la posición corporal, el tipo de ejercicio, ciertas condiciones físicas, estado de salud, volumen sanguíneo, función del nodo sinodal, fármacos y medio ambiente.⁵ Flanagan y colaboradores³² reportan que las diferentes posturas en una sesión de ciclismo fijo producen respuestas metabólicas diversas. En la sesión de ciclismo fijo del presente estudio se instruyó a los participantes para que durante los 35 minutos no hubiera variaciones abruptas de intensidad, cambios de postura y mínima variación en la carga de trabajo (cuadro II).

Pocos estudios han analizado la práctica de ciclismo fijo. En el realizado por Kang y cola-

boradores³³ se aplicaron dos protocolos: una rutina de intensidad constante (67 % FC máx) y otra con variaciones en la intensidad (60 a 80 % FC máx); el objetivo fue determinar las diferencias metabólicas y la percepción de esfuerzo entre uno y otro. Los investigadores no encontraron diferencias en dichas respuestas durante el ejercicio, pero observaron elevado consumo de oxígeno después de finalizar la sesión de intensidad variada. Por su parte, Crumpton y colaboradores³⁴ evaluaron el requerimiento aeróbico y calórico en una sesión de ciclismo fijo, concluyendo que el gasto energético en una sesión de 40 minutos fue de 0.16 kcal/kg/minuto.

La respuesta aguda en las concentraciones de lípidos séricos en ejercitantes de diversos deportes ha sido ampliamente documentada.^{30,35,36} El presente estudio es el primero en relación con ciclismo fijo.

La hemoconcentración, efecto de la pérdida de líquidos corporales debido al ejercicio, puede producir cambios en las concentraciones de lípidos séricos. Aquí se estimó el porcentaje de cambio del volumen plasmático mediante la fórmula propuesta por Dill y Costill,⁶ encontrando que el porcentaje de variación del volumen plasmático (6.6 %) era el esperado. Las modificaciones en los lípidos séricos pueden ser atribuidas a la maniobra de trabajo y no a hemoconcentración.

Varias investigaciones informan cambios agudos en HDL-c cuando el ejercicio se realiza a intensidades altas (> 80 % FC máx) o por periodos prolongados (> 80 minutos).^{3,21,28,29,30,35} Ferguson y colaboradores²⁹ encontraron que las

Cuadro VII
Correlación entre acondicionamiento físico medido por VO_2 máx O y porcentaje de variación de lípidos séricos, en 21 participantes de una sesión de ciclismo fijo

Variable	Hombres (n = 9)		Mujeres (n = 12)		Total (n = 21)		
	r	p	r	p	r	p	
VO_2 máx O (mL/kg/minuto)	Colesterol total (% Δ)	-0.14	0.71	-0.44	0.15	-0.04	0.86
	Triglicéridos (% Δ)	-0.17	0.66	-0.28	0.37	0.03	0.9
	HDL-c (% Δ)	0.42	0.26	0.02	0.94	0.44	0.046
	LDL-c (% Δ)	-0.26	0.50	-0.13	0.68	-0.31	0.17
	VLDL-c (% Δ)	0.25	0.52	-0.14	0.67	0.39	0.08

VO_2 máx O = consumo máximo de oxígeno observado, HDL-c = lipoproteínas de alta densidad, LDL-c = lipoproteínas de baja densidad, VLDL-c = lipoproteínas de muy baja densidad, % Δ = porcentaje de variación, diferencia entre los valores antes y después de la sesión de ciclismo fijo

LDL-c disminuyeron al realizar ≥ 95 minutos de ejercicio a 75 % FCmáx. La sesión de ciclismo fijo aquí analizada tuvo una duración de 50 minutos y se llevó a cabo a una intensidad relativamente constante (75 % FCmáx, cuadro I), a pesar de lo cual logramos observar cambios estadísticamente significativos no sólo en las cifras de HDL-c y LDL-c sino también en CT y VLDL-c, más acentuados en las mujeres (cuadro VI). El incremento en HDL-c inducido por el ejercicio físico puede ser resultado de una actividad aumentada de la lipasa de lipoproteínas o de una depuración disminuida por parte de la lipasa hepática.³⁰

Los triglicéridos séricos endógenos representan la mayor reserva de combustible en el cuerpo. La hidrólisis de los triglicéridos séricos produce ácidos grasos libres y glicerol. La oxidación de ácidos grasos permite sustentar la actividad física y retrasar el inicio de la depleción de glucógeno y la hipoglucemia. Casi todos los triglicéridos séricos están almacenados en el tejido adiposo, pero también están presentes en el músculo esquelético y el plasma; en condiciones de reposo constituyen 5 a 10 % de la oxidación total de grasa.^{29,37} Durante el ejercicio físico y a medida que la duración de éste aumenta, la contribución de triglicéridos séricos plasmáticos a la oxidación de grasa también se eleva.^{29,31,37} El músculo entrenado tiene incrementada su capacidad para depurar triglicéridos séricos plasmáticos.³¹ Ferguson y colaboradores²⁹ encontraron que los niveles de triglicéridos séricos disminuyeron en quienes completaron 60 minutos o más a 75 % FCmáx. En el presente estudio, la sesión de ciclismo fijo no ocasionó cambios significativos en los triglicéridos séricos (cuadro VI). Es posible que esto se deba al balance inducido por la intervención de dos factores: el estímulo lipolítico del ejercicio *per se* y la continua depuración por parte del músculo a que hacen referencia Hamilton y colaboradores.³⁸ Otra razón pudiera ser que la sesión de ciclismo fijo no haya durado lo suficiente para inducir cambios significativos en los triglicéridos séricos.

Al investigar la influencia del nivel de eficiencia aeróbica funcional en la respuesta de lípidos séricos ocasionada por la sesión de ciclismo fijo, encontramos que el porcentaje de cambio de HDL-c fue mayor cuando los valores de

VO₂máx fueron más altos (cuadro VII). Gordon y colaboradores obtuvieron resultados similares.³⁵

No logramos identificar relación entre el resto de los lípidos séricos y el consumo máximo de oxígeno como respuesta al ciclismo fijo (cuadro VII). Es probable que sea necesario efectuar esfuerzos de mayor intensidad (> 85 % FCmáx) y aumentar la duración del esfuerzo (> 50 minutos).

Consideramos que los resultados sugieren la conveniencia de la práctica de esta modalidad de ejercicio físico, especialmente por personas con riesgo de enfermedad cardiovascular, sin embargo, es necesario ampliar la investigación en este tema.

Referencias

1. Goldberg J. Manual del instructor de spinning. Quinta edición; 1995.
2. Young IM, Thomson K. Spinning-induced rhabdomyolysis: a case report. *Eur J Emerg Med* 2004;11(6):358-359.
3. Rutherford RB. Vascular surgery. Fourth edition. United States: WB Saunders; 1995.
4. Shephard RJ, Balady GJ. Exercise as cardiovascular therapy. *Circulation* 1999;99:963-972.
5. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, et al. Exercise standards for testing and training: A statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 2001;104:1694-1740.
6. Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma and red cells in dehydration. *J Appl Physiol* 1974;37(2):247-248.
7. American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30(6): 975-991.
8. Rowland TW. The biological basis of physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30: 392-399.
9. U.S. Department of Health and Human Services. Physical activity and health: A report of the surgeon general. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Prevention and Health Promotion; 1996.
10. Blair SN, Horton E, Leon AS, Lee IM, Drinkwater BL, Dishman RK, et al. Physical activity, nutrition, and chronic disease. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28:335-349.

11. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos enmendada en la 52.^a Asamblea General. Edimburgo, Escocia: Asociación Médica Mundial; 2000.
12. Pérez LAB, Marván LL. Sistema mexicano de alimentos equivalentes. México: Fomento de Nutrición y Salud; 2001.
13. Muñoz M, Mendoza ME. Tablas de valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en Latinoamérica. México: Pax; 1996.
14. Report of a Joint FAO/OMS/UNU Expert Consultation. Energy and protein requirements. Technical Report Series 724. Geneva: World Health Organization; 1985.
15. USDA Dietary Guidelines for Americans 2005. Disponible en www.healthierus.gov/dietaryguidelines
16. Hellerstien HK, Franklin Franklin BA. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
17. Pollock M, Bohannon R, Cooper K. A comparative analysis of four protocols for maximal treadmill stress testing. *Am Heart J* 1976;92:39-46.
18. Reynaga-Salgado ML, Rivera-Cisneros AE, Habacuc MM, Sánchez-González JM, Mancera AA, Abortes MJ, Tovar-García JM. Interacciones de la corporalidad: alimentación, lípidos séricos y máxima capacidad aeróbica en ejercitantes recreacionales. *Rev Mex Patol Clin* 1996;43(1):27-34.
19. Schaefer EJ. Lipoproteins, nutrition and heart disease. *Am J Clin Nutr* 2002;75:191-212
20. Workshop of Statens Legemiddelkontroll. Treatment of hyperlipidaemia. Stockholm/Oslo: Läkemedelsverket, Statens legemiddelkontroll Medical Products Agency; 1996.
21. Safer RS, Cornell MO. The emerging role of HDL cholesterol. *Postgrad Med* 2000;108:87-98.
22. Brown CD, Higgins M, Donato KA, Rohde FC, Garrison R, Obarzanek E, et al. Body mass index and the prevalence of hypertension and dyslipidemia. *Obes Res* 2000;8:605-619.
23. Vasankari TJ, Kujala UM, Vasankari TM, Ahotupa M. Reduced oxidized LDL levels after a 10-month exercise program. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1496-1501.
24. 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.
25. Salgado-Ortega ML, AE Rivera-Cisneros, Habacuc MM, Sánchez-González JM, Mancera AA, Abortes MA, Tovar-García JL. Influencia de la grasa corporal y el sexo sobre la respuesta de los lípidos séricos al ejercicio físico en personas con diferente capacidad aeróbica. *Rev Mex Patol Clin* 2003;50(2):58-70.
26. Giada F, Zuliani G, et al. Lipoprotein profile, diet and body composition in athletes practicing mixed anaerobic activities. *J Sports Med Phys Fitness* 1996;36:211-216.
27. Sánchez-González J, Rivera Cisneros AE, Reynaga-Salgado ML, Tovar-García JL, Vázquez-Mellado A. Lípidos séricos en ejercitantes recreacionales. *Rev Lab Acta* 1995;7(3):67-73.
28. Williams PT. High-density lipoprotein cholesterol and other risk factors for coronary heart disease in female runners. *N Engl J Med* 1996;334:1298-1303.
29. Ferguson MA, Alderson NL, Trost S, Essig D, Burke J, Durstine J. Effects of four different single exercise sessions on lipids, lipoproteins, and lipoprotein lipase. *J Appl Physiol* 1998;85:1169-1174.
30. Sgouraki 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.
31. Coyle EF. Physical activity as a metabolic stressor. *Am J Clin Nutr* 2000;72(Suppl):512S-520S.
32. Flanagan K, DiFrancisco J, Chinsky A, Wygand J, Otto RM. The metabolic and cardiovascular response to select positions and resistances during spinning exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30(5):166S.
33. Kang JIE, Chaloupka EC. Metabolic and perceptual responses during spinning cycle exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37(5):853-859.
34. Crumpton S, Scharff-Olson M, et al. The effects of a commercially produced "spinning" video: aerobic responses and caloric expenditure. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31(5):112S.
35. Gordon PM, Goss FL, Vaslch PS, Warty V, Denys B J, Metz KF, Robertson RJ. The acute effects of exercise intensity HDL-c metabolism. *Med Sci Sports Exerc* 1994;26:671-677.
36. Wooten JS, Biggerstaff, KD, Anderson CE. Acute response of lipid and lipoprotein concentrations following treadmill and circuit resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35(5):86S.
37. Ranallo RF, Rhodes EC. Lipid metabolism during exercise. *Sports Med* 1998;26(1):29-42.
38. Hamilton MT, Booth FW. Skeletal muscle adaptation to exercise: a century of progress. *J Appl Physiol* 2000;88(1):327-331. **rm**