

Acta Médica

Grupo Ángeles

Volumen 2
Volume

Número 4
Number

Octubre-Diciembre 2004
October-December

Artículo:

Efectos del ejercicio aeróbico
submáximo en pacientes con diabetes
mellitus tipo 2 y obesidad o sobrepeso

Derechos reservados, Copyright © 2004:
Grupo Ángeles Servicios de Salud

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*



Efectos del ejercicio aeróbico submáximo en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 y obesidad o sobrepeso

Luis Gerardo Domínguez Carrillo,* Gregorio Arellano Aguilar**

Objetivo: En estudio prospectivo y autocontrolado, determinar las modificaciones metabólicas en pacientes con sobrepeso (GS) u obesidad (GO) y diabetes mellitus tipo 2 (DM), con ejercicio aeróbico submáximo (EASM) de 6 meses de duración. **Material y métodos:** **Pacientes:** 31 personas con DM tipo 2 con \bar{X} de evolución de 8 años y variación de 3 a 15; edad \bar{X} y DE de 55 años \pm 6.3; género femenino (n = 27) 87% y masculino (n = 4) 13% utilizando hipoglucemiantes bucales y dieta, divididos en 2 grupos. (GS: n = 18 y GO: n = 13). **Mediciones efectuadas:** Peso corporal, cálculo de peso ideal, índice de masa corporal, determinaciones iniciales y finales de: glucosa, colesterol, triglicéridos, hemoglobina glucosilada (Hb. glu) y cambios en TA, FC. **Intervención:** EASM en ergómetro de bicicleta con 10 minutos iniciales, con carga de 50 watts e incremento de 5 minutos semanales. **Resultados:** Se observó disminución entre 5 y 10% de peso corporal en ambos grupos; la disminución de cifras de colesterol, triglicéridos, glucosa y Hb glu resultaron estadísticamente significativos (p = 0.01), con mayores cambios en el GS; las modificaciones en TA y FC fueron similares en ambos grupos sin diferencia entre ellos y con diferencia de mediciones iniciales de las finales (p = 0.05); el gasto calórico fue mayor en el GO. **Conclusiones:** El EASM realizado en programas de mediana a larga duración como parte del tratamiento en DM es más benéfico en pacientes con sobrepeso ya que auxilia en la mejoría de los parámetros metabólicos, no obstante, mejora la condición física general en ambos grupos.

Palabras clave: Ejercicio aeróbico submáximo, diabetes mellitus tipo 2, sobrepeso, obesidad.

Objective: To determine the metabolic modifications in diabetes mellitus type 2 patients (DM) with overweight (OW) or obesity (O), under an aerobic submaximal exercise program of 6 months duration. **Design:** Prospective and autocontrolled study. **Material and Methods:** **Patients:** DM patients with hypoglycemic drugs treatment and diet, distributed in 2 groups: Overweight (OW) and Obese (O). **Measurements:** Weight, stature, body mass index and ideal weight calculation; initial and final determination of: glucose, cholesterol, triglycerides; glycosylated hemoglobin; changes in AT and CF. **Intervention:** An aerobic exercise program realized on bicycle ergometer with 10 minutes of initial time and increment of 5 minutes/week with 50 watts like work charge. **Results:** There was between 5 to 10% of weight diminish in both groups; decrement significative (p = 0.01) of cholesterol, triglycerides, glucose, and glycosylated hemoglobin, those were more important at OW group than O group; there were changes in AT, and CF (p = 0.05) like prove of fitness in both groups; caloric waste was upper in Obesity group. **Conclusions:** Aerobic submaximal exercise realized at median and long time, like part of treatment of DM, is more beneficial, over metabolic parameters, in overweight than on obese patients, but fitness changes are similar on both groups.

Key words: Aerobic exercise, overweight, obesity, diabetes mellitus.

* Especialista en Medicina de Rehabilitación. Director Médico del Hospital Ángeles León. Profesor del Módulo de musculoesquelético Facultad de Medicina de León, Universidad de Guanajuato.

** Especialista en Medicina Interna. Jefe de la División de Medicina del Hospital Ángeles León. Profesor de la Facultad de Medicina de León, Universidad de Guanajuato.

Correspondencia:

Acad. Dr. Luis Gerardo Domínguez Carrillo

Hospital Ángeles León. Avenida Cerro Gordo 311. Col. Lomas del Campestre C.P. 37150, León, Gto. México

Correo electrónico: lgdomínguez@saludangeles.com

Aceptado: 29-10-2004

INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus (DM) en la población de la República Mexicana se encuentra dentro de las enfermedades más importantes por su prevalencia, la cual es de 6% en personas mayores de 15 años de edad; la tasa de mortalidad ocasionada por ésta se eleva a 109 x 100,000 habitantes en el grupo de 45 a 54 años de edad; en el grupo de más de 64 años alcanza la cifra de 315.¹ Las complicaciones de DM son extraordinariamente frecuentes (tanto micro como macroangiopatías) como resultado de sufrir la alteración metabólica de la glucosa en pacientes con más de 5 a 10 años de padecerla.²

El control estricto de la glucemia en pacientes con diabetes mellitus no insulino dependiente llega a prevenir e incluso a atenuar las complicaciones, sin embargo para lograr la normalización de la glucemia se requiere un manejo que revierta las alteraciones metabólicas de fondo y que producen hiperglucemia, esto es, todas aquellas medidas que logren disminuir la resistencia a la insulina así como la hiperproducción de glucosa hepática en el ayuno.³

El tratamiento farmacológico de la DM aunado a una dieta adecuada⁴ y estricta, beneficia al paciente y si a los dos pilares de tratamiento antes mencionado agregamos el ejercicio,⁵ los beneficios obtenidos se manifestarán en un mejor control de peso, tendencia a la normalización de glucosa en ayunas, menor intolerancia a la glucosa, menor resistencia a la insulina⁶ y un mejor acondicionamiento físico general del paciente, lo que debiese redundar en una mejor calidad de vida a mediano y largo plazo.⁷

Por lo anterior realizamos un programa de ejercicio aeróbico submáximo en ergómetro de bicicleta con 6 meses de duración en un grupo de pacientes con DM tipo 2 con tratamiento de hipoglucemiantes bucales y dieta y reportamos en este trabajo los resultados del mismo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante los años de 2000 al 2003 se invitó a participar a 50 pacientes mayores de 30 años portadores de DM tipo 2, en un programa de ejercicio aeróbico submáximo en ergómetro de bicicleta; de los anteriores se redujo la muestra a 31 pacientes pues 6 no acudieron al programa; 8 abandonaron en la tercera semana; 2 en la sexta, 1 paciente cambió de localidad, 1 falleció en accidente automovilístico y 1 presentó esguince de tobillo.

Los criterios de inclusión fueron: pacientes con DM tipo 2 diagnosticados según los criterios de la American Diabetes Association,⁸ los cuales no presentaron contraindicaciones para la realización de ejercicio físico según los criterios del American College of Sport Medicine.⁹ Bajo tratamiento con hipoglucemiantes bucales.

Los criterios de exclusión fueron los siguientes: manifestaciones clínicas severas de descontrol metabólico, presencia de disautonomía como hipotensión ortostática, vejiga neurogénica, insuficiencia renal, disminución acentuada de agudeza visual, angina de pecho o antecedentes de infarto del miocardio, así como pacientes con incapacidad física para realizar ejercicio en bicicleta estacionaria (ergómetro) o que estuviesen realizando ejercicio físico previo al estudio.

En todos los casos se efectuó:

- a) Historia clínica con énfasis especial en tiempo de evolución de DM.
- b) Se realizaron mediciones de estatura y peso, se calculó peso ideal¹⁰ e índice de masa corporal (IMC); se realizaron registros de peso e IMC iniciales y al final del estudio.
En base a IMC los pacientes fueron distribuidos en dos grupos, uno con sobrepeso (GS) (IMC 25 a 29.9) y otro con obesidad (GO) (IMC 30 a 34.9).
- c) Se registraron mediciones de tensión arterial (TA) y frecuencia cardíaca (FC) y se calculó el doble producto (TA sistólica por FC) reportándose los resultados iniciales y finales.
- d) Se realizó toma de muestra sanguínea en condiciones de reposo y ayuno previo de 12 horas; se obtuvieron 15 mL de sangre venosa, manejándose sin estasis y se analizó: hemoglobina glucosilada, colesterol total, triglicéridos y glucosa.
Los análisis se repitieron 24 horas después de la última sesión de ejercicios.
- e) Durante el programa de ejercicios se efectuó cálculo de las unidades de gasto metabólico (mets) alcanzados en base a cálculo del gasto calórico a las 4, 7, 10 y 13 semanas en que se alcanzaron los 60 minutos de ejercicio continuo, el cual se mantuvo hasta la semana 27, en que se dio por terminado el programa.
- f) En todos los casos se prescribió una dieta con variación de 1,400 calorías a 2,000 calorías calculada por el servicio de nutrición de acuerdo a cada paciente, consistente en: 130 g a 160 g de carbohidratos/día, 1.5 a 2.0 g de proteínas/kg de peso ideal/día, 25% de grasas, 20% de fibras y 1 polivitamínico a dosis de 1 cápsula diaria.
- g) Los hipoglucemiantes bucales utilizados fueron los prescritos por sus médicos tratantes, dejando las modificaciones a los mismos bajo su prescripción.
- h) El programa de ejercicios consistió en: ejercicio en ergómetro de bicicleta realizado 5 días de la semana, iniciando con 10 minutos e incrementando 5 minutos por semana, hasta alcanzar los 60 minutos de ejercicio continuo, la carga de trabajo se estandarizó en 50 watts,

con velocidad de 20 kilómetros/hora. Hasta alcanzar el 70-75% de la FC máxima permitida; durante cada sesión de ejercicio se registraron: TA, FC, inicial y monitoreo de esta última con pulsómetro electrónico digital.

- i) Se efectuó valoración global del programa según las respuestas metabólicas, considerando a los resultados como "buenos o malos" en relación a similitud o cercanía con las normales de laboratorio habituales para los parámetros estudiados.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se expresan en promedio y desviación estándar; se utilizó la "t" de Student para comparar los resultados iniciales de los finales dentro de cada grupo. El uso de χ^2 se manejó para comparar los resultados buenos o malos entre ambos grupos; se consideró el valor de $p = 0.05$ como estadísticamente significativo.

RESULTADOS

Las características de la muestra ($n = 31$) fueron: edad promedio y desviación estándar (\bar{X} y DS) de 55 años ± 6.3 con variación de 49 a 61; la distribución por género reportó: femenino ($n = 27$) 87% y masculino ($n = 4$) 13%; el tiempo de evolución promedio de DM fue de 8 años con variación de 3 a 15; la estatura \bar{X} y DS fue de 1.61 m ± 6.3 cm para el grupo con sobrepeso (GS) y de 1.62 m ± 5.5 cm para el grupo con obesidad (GO) sin diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

Con respecto al peso, en el GS la disminución al término del programa fue de 7.1 kg ± 2.8 y en el GO se encontró 7.1 kg ± 3.2 ; entre ambos grupos la diferencia de reducción de peso no fue estadísticamente significativa,

sin embargo en el GS se encontraron malos resultados (reducción menor al 5% de peso corporal) en 22% ($n = 4$); regulares (reducción del 5 al 9%) en 44.5% ($n = 8$) y buenos (reducción de peso mayor del 10%) en 33.5% de los casos ($n = 6$). En el GO los resultados fueron malos en 6 casos (46%) y regulares en 7 pacientes (54%) (Figura 1).

El IMC se comportó con resultados (para el GS) malos en 3 pacientes y buenos en 15 casos (83.5%); para el GO se encontraron resultados malos en 4 casos y buenos en 9 pacientes (70%) (Figura 2).

Con respecto a la glucemia en ayuno las modificaciones en ambos grupos fueron similares, disminuyendo en forma importante ($p = 0.01$) no obstante no alcanzaron los niveles normales en ninguno de los dos grupos, siendo más significativos en el GS (Figura 3).

La hemoglobina glucosilada disminuyó de manera más importante en el GS ($p = 0.02$), alcanzando cifras con excelente control, a diferencia del GO (Figura 4).

Los niveles de colesterol mostraron disminución en ambos grupos de manera significativa GS ($p = 0.02$); GO ($p = 0.01$), disminuyendo hasta 100 mg en 50% de ambos grupos (Figura 5).

Los triglicéridos mostraron disminución en ambos grupos, siendo ésta más importante en el GS, los cuales llegaron a 180 mg como promedio ($p = 0.02$) (Figura 6).

La FC presentó modificaciones en ambos grupos con disminución importante en comparación a la medida inicial ($p = 0.05$) (Figura 7).

Con relación a los cambios de presión arterial sistólica, ambos grupos se beneficiaron ya que en el GS ésta cam-

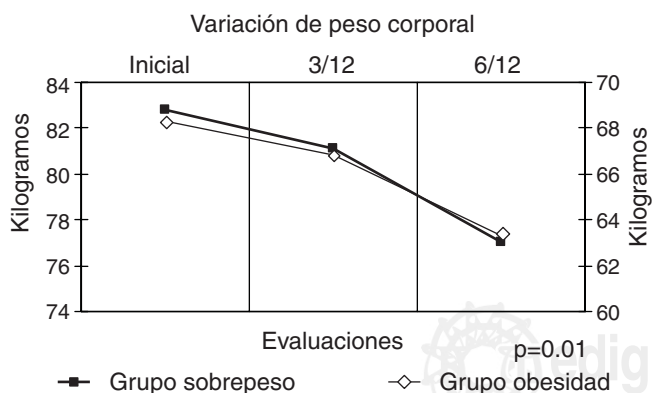


Figura 1. Se muestra la variación de peso corporal en 31 pacientes diabéticos, 18 con sobrepeso y 13 con obesidad, con un programa de ejercicio aeróbico sub-máximo de 6 meses de duración.

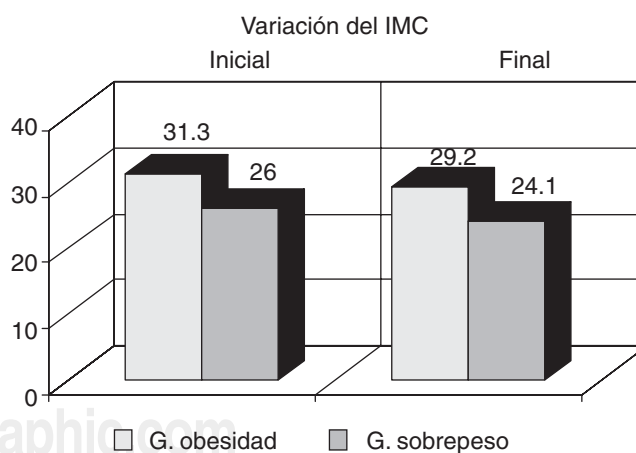


Figura 2. Se presenta la variación de IMC en 31 pacientes diabéticos, 18 con sobrepeso y 13 con obesidad, con un programa de ejercicio aeróbico sub-máximo de 6 meses de duración.

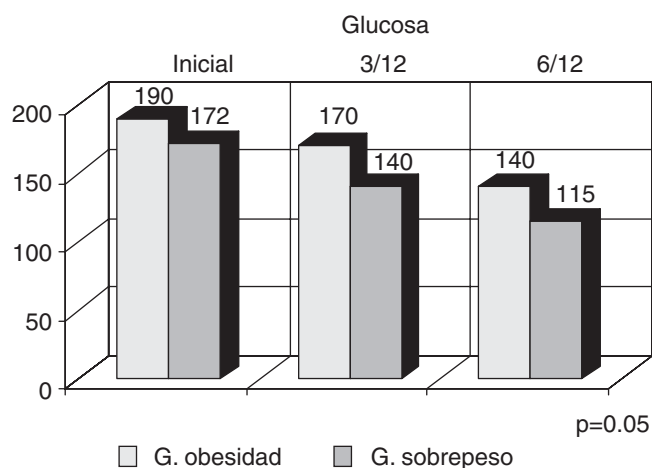


Figura 3. Cambios en los niveles de glucosa en pacientes diabéticos sometidos a un programa de ejercicio aeróbico sub-máximo de 6 meses de duración.

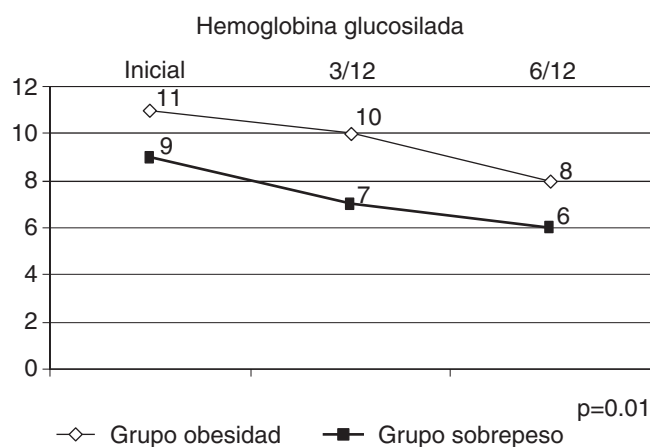


Figura 4. Modificaciones de los niveles de hemoglobina glucosilada en 31 pacientes diabéticos, 18 con sobrepeso y 13 con obesidad, con un programa de ejercicio aeróbico sub-máximo de 6 meses de duración.

bió del inicio al final del programa de 157 a 128 mmHg ($p = 0.006$) y en el GO los cambios fueron de 160 a 135 mmHg ($p = 0.01$) (Figura 8). La tensión arterial diastólica mostró la misma tendencia en ambos grupos ($p = 0.01$).

Los resultados del gasto calórico indican como era de esperarse que a mayor peso corporal, ante una carga de trabajo dada, el gasto calórico es mayor; en el GO se observó que el gasto calórico es mínimo en las primeras 13 semanas y partir de este momento se estandarizó en promedio en 434.8 calorías por sesión, lo que significa un gasto de energía de 5.4 Mets ($p = 0.005$); con un gasto

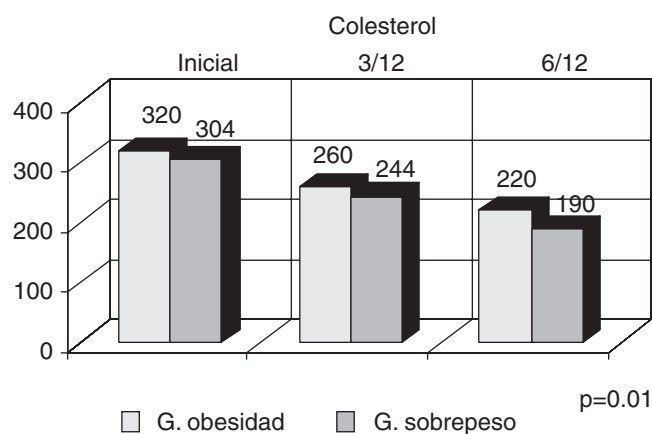


Figura 5. Cambios en los niveles de colesterol en 31 pacientes diabéticos, 18 con sobrepeso y 13 con obesidad, con un programa de ejercicio aeróbico sub-máximo de 6 meses de duración.

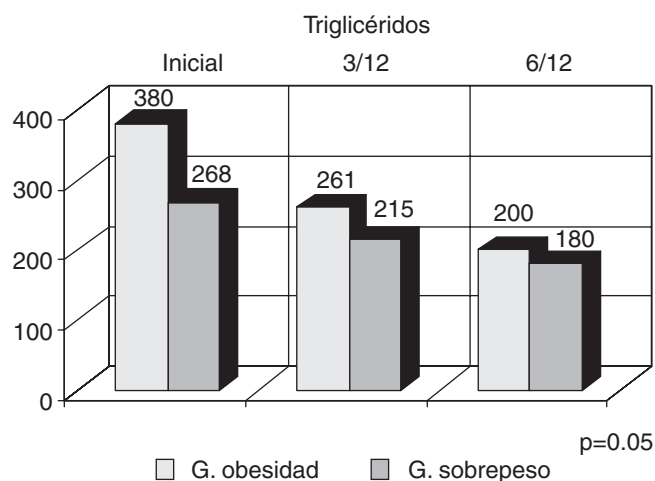


Figura 6. Se muestran los niveles de triglicéridos y sus modificaciones en 31 pacientes diabéticos, 18 con sobrepeso y 13 con obesidad, con un programa de ejercicio aeróbico sub-máximo de 6 meses de duración.

total durante el ejercicio a lo largo del programa de 41,849 calorías, (tomando en cuenta que el consumo de 1 kg de grasa requiere del gasto de 7,780 calorías) significa una disminución de peso esperada de 5.379 kg; en el GS el gasto calórico alcanzó como promedio 376.5 calorías por sesión a partir de la semana 13 ($p=0.05$), lo que significa un consumo de energía de 5.2 Mets; el gasto calórico total durante todo el programa fue calculado en 36,235.5 calorías con una pérdida de peso esperada de 4.650 kg.

A lo anterior debe agregarse la no ingesta de 100 a 300 calorías diarias durante 180 días el programa, que signifi-

can 18,000 calorías y que divididos entre 7,780 calorías consumidas por cada kilogramo de grasa metabolizado, significan una pérdida de 2.313 k, los cuales al sumarse a los kilogramos perdidos durante el ejercicio, suman: para el GO 7.6 kg y para el GS 6.9 kg; en ambos grupos concordantes con el promedio de disminución de peso alcanzado como promedio.

Con relación a la valoración de las respuestas metabólicas al programa de ejercicios, se puede observar en las figuras 9 y 10, que los resultados catalogados en forma global como "buenos" fueron: en el GS fueron 78% y malos en 22% (n = 4); en cambio en el GO el 54% de los casos

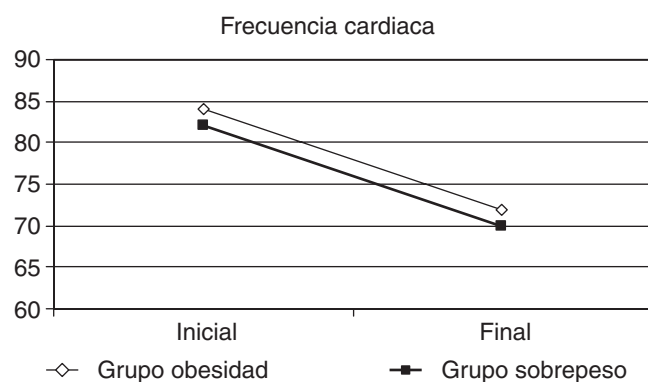


Figura 7. Se muestra la modificación de la frecuencia cardíaca en 31 pacientes diabéticos, 18 con sobrepeso y 13 con obesidad, con un programa de ejercicio aeróbico sub-máximo de 6 meses de duración.

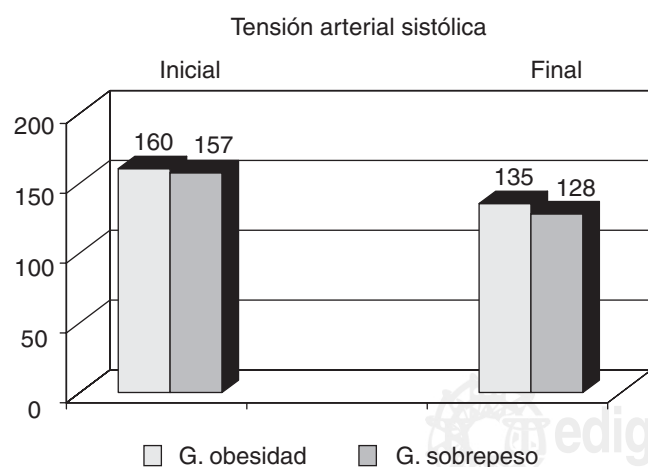
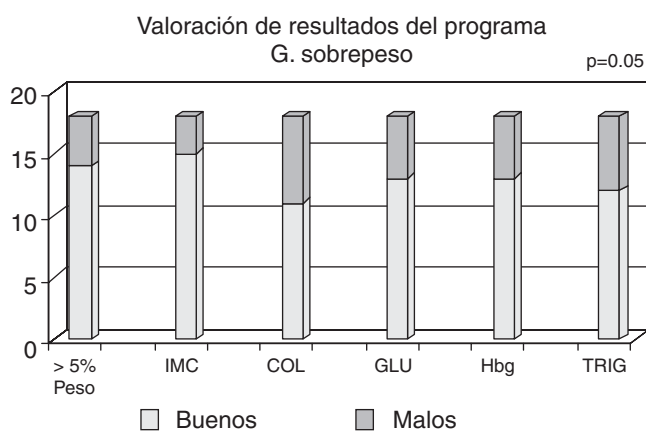


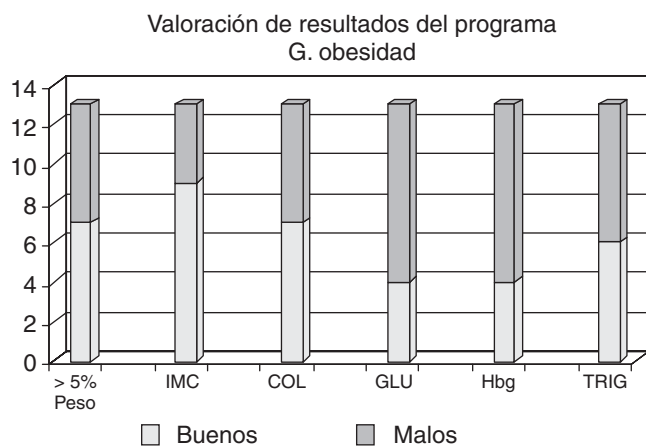
Figura 8. Modificación de la tensión arterial sistólica en 31 pacientes diabéticos, 18 con sobrepeso y 13 con obesidad, con un programa de ejercicio aeróbico sub-máximo de 6 meses de duración.

(n = 7) resultaron buenos y 46% malos (n = 6); con respecto a cambios en TA, y FC, las respuestas fueron: GS 100% de los casos buenos, mientras que en el GO, no obstante que todos los pacientes se beneficiaron, solamente en 50% de los casos el beneficio resultó de importancia; llama la atención que no se encontró diferencia entre



IMC = índice de masa corporal; COL = colesterol; GLU = glucosa; Hbg. = Hemoglobina glucosilada; TRIG = triglicéridos.

Figura 9. Resultados de parámetros metabólicos catalogados como buenos o malos en 18 pacientes diabéticos con sobrepeso, después de haber cumplido con un programa de ejercicios aeróbicos sub-máximo de 6 meses de duración.



IMC = índice de masa corporal; COL = colesterol; GLU = glucosa; Hbg. = Hemoglobina glucosilada; TRIG = triglicéridos.

Figura 10. Resultados de parámetros metabólicos catalogados como buenos o malos en 18 pacientes diabéticos con sobrepeso, después de haber cumplido con un programa de ejercicios aeróbicos sub-máximo de 6 meses de duración.

ambos grupos con relación a peso, IMC, FC, colesterol y triglicéridos; por otra parte fueron significativos los cambios en la TA, glucosa y hemoglobina glucosilada, resaltando un mayor número de casos beneficiados en el grupo con sobrepeso.

DISCUSIÓN

El ejercicio como parte del tratamiento en DM es reconocido desde hace mucho tiempo como una herramienta terapéutica,¹¹ desafortunadamente los estudios al respecto no presentan una estandarización,¹²⁻¹⁴ lo que implica variación en los resultados; otro de los problemas al que se enfrentan los grupos de investigación es el abandono de los programas por parte de los pacientes, principalmente cuando las rutinas de ejercicio son llevadas a mediano o largo plazo;¹⁵ en el caso del presente trabajo, de un universo de 50 pacientes iniciales, solamente 31 (62%) completaron el estudio de 6 meses; por otra parte, las características de los pacientes son muy variables, algunos, independientemente de su peso corporal responderán en forma satisfactoria a las medidas terapéuticas, los pacientes con obesidad pueden presentar variabilidad en las modificaciones tanto en peso como en los parámetros metabólicos, por ejemplo el estudio de Poirier y col,¹⁶ mencionan que la sensibilidad a la insulina está disminuida en este grupo de pacientes; los niveles de triglicéridos disminuyeron en forma más importante en el GS, es por ello que estamos de acuerdo en que existe disminución de la sensibilidad a la insulina en los pacientes obesos debido a la presencia de mayor tejido graso, lo que explica la presencia de triglicéridos con niveles más elevados que en los pacientes no obesos; en este mismo artículo se menciona que el ejercicio no es benéfico en los pacientes diabéticos obesos, sin embargo está demostrado tanto en esta investigación como en muchas otras,^{17,18} que el acondicionamiento físico mejora en forma radical las expectativas de vida,¹⁹ ya que una mala condición física es un factor de riesgo independiente para presentar enfermedad cardiovascular. Si a lo anterior agregamos que el ejercicio puede auxiliar a disminuir: cifras de TA elevada, peso corporal, niveles de colesterol, de triglicéridos y principalmente de glucosa, es entonces indispensable como parte del tratamiento de DM.

En lo que respecta al gasto calórico, como es lógico, a mayor peso corporal existirá un mayor gasto de energía ante un trabajo dado, por lo que los pacientes con obesidad reportan consumo energético mayor que el GS, en ambos grupos debe tomarse en cuenta la no ingesta de aproximadamente 18,000 calorías por el uso de dieta a lo largo de los 180 días que duró el programa, lo que significa una baja de peso por sí sola de 2.313 kg como prome-

dio; tomando en cuenta que se requieren 7,780 calorías por cada kilogramo de grasa metabolizado; otro de los factores importantes es el cumplimiento de la dieta, pues para el médico es imposible corroborar si el paciente se apega a ella, principalmente cuando el paciente insiste en que la lleva a efecto pero la báscula u otro tipo de mediciones nos dice lo contrario.

Es de llamar la atención que en algunos programas de ejercicios se reporta un inicio de los mismos con tiempos de 30 minutos, otros recomiendan 20 a 30 minutos de ejercicio solamente; en la presente investigación se inició con 10 minutos y el incremento fue a razón de 5 minutos por semana, lo que permite la adaptación paulatina del paciente a la carga de trabajo y evita que éste pueda caer en hipoglucemia.²⁰ Quizá una de las razones de buenas respuestas encontradas en ambos grupos de este estudio fue el tiempo del mismo, pues 5 días de la semana durante 27 semanas resultan 135 días de trabajo. Es importante hacer hincapié que es recomendable en todo sujeto que realiza ejercicio (más aún si es diabético) que el reposo al menos cada 5 días es indispensable para evitar la fatiga originada en la depleción de glucógeno muscular.

El hallazgo más importante en este trabajo es la reducción de hemoglobina glucosilada, ya que se logró alcanzar niveles más adecuados en el GS y su disminución resultó estadísticamente significativa, lo que habla por una parte, del efecto conjunto de los fármacos, la dieta y el ejercicio efectuado y es (en forma indirecta) una manera de valorar la sensibilidad a la insulina.

Otro dato de interés es el IMC, ya que no obstante la disminución de peso no fue de gran magnitud en ambos grupos, permitió que 83% (n = 15) de los pacientes con sobrepeso pasaran a tener IMC normal y que en el GO, 70% (n = 9) de los pacientes pasaron a tener IMC con sobrepeso.

Desgraciadamente en este estudio no llevamos a cabo control de las dosis de fármacos hipoglucemiantes utilizados, ni las modificaciones que se llevaron a efecto durante los 6 meses que duró el programa, otro de los defectos que el estudio presenta es que desconocemos el número de pacientes de este estudio que permanecen realizando ejercicio como parte de su tratamiento, así mismo el número de los que lo han abandonado.

Por otra parte, dentro del renglón de apego a la dieta, consideramos, tomando en cuenta los resultados buenos y malos en ambos grupos, que en aquellos casos en que éstos fueron buenos, el apego a la dieta fue más estricto por parte de los pacientes, ya que de lo que estamos seguros es que cumplieron con el programa de ejercicios el cual fue supervisado.

Es de llamar la atención que en el paciente con DM y obesidad, las respuestas al ejercicio en cuanto a los pará-

metros metabólicos estudiados no son tan importantes¹⁵ como en los pacientes con sobrepeso, por lo que se confirma que la adiposidad por sí misma es un factor determinante en que los beneficios del ejercicio no sean tan acentuados como se podría esperar; por otra parte, las respuestas al ejercicio con relación al acondicionamiento físico resultan ser similares tanto en diabéticos con obesidad como con sobrepeso.

Como conclusión (independientemente del pequeño tamaño de la muestra) podemos confirmar que el ejercicio es un pilar más en la terapéutica del paciente con DM, que su prescripción debe estar a cargo del médico y por último, que debe continuarse a lo largo de la vida para que se mantengan los objetivos de buscar cifras normales de glucosa; que independientemente que constituye una parte básica para el control metabólico en DM, por sí solo no es suficiente, pues se requiere además una alimentación adecuada y el uso racional de los diversos fármacos hipoglucemiantes, así como un control estricto por parte de un equipo multidisciplinario de trabajo.

REFERENCIAS

1. Zárate A. Un programa nacional para la atención y tratamiento de la diabetes mellitus. *Gac Med Mex* 1987; 123: 203.
2. Wallace S. A new technique for identifying risk for type 2 diabetes. *Lancet* 2001; 357: 208.
3. Hu FB, Leitzmann MF, Stapfer MJ, Colditz GA, Willet WC, Rimm EB. Physical activity and television watching in relation to risk for type 2 diabetes mellitus in men. *Arch Intern Med* 2001; 161: 1542-1548.
4. Golay A. Treatment of obesity: mission possible. *Lancet* 2001; (356) supplement 1: 124.
5. Larkin M. Diet and exercise delay onset of type 2 diabetes, say US experts. *Lancet* 2001; 357: 318.
6. Mayer EJ, D'Agostino R, Karter AJ et al. Intensity and amount of physical activity in relation to insulin sensitivity. *JAMA* 1998; 279: 669-674.
7. Boulé NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA, Sigal RJ. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: A meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA* 2001; 286: 1218-1227.
8. American Diabetes Association Council on Nutrition. Glycemic effects of carbohydrates. *Diabetes Care* 1984; 7: 607-608.
9. American College of Sports Medicine: *Guidelines for exercise testing and prescription*. Ed 4. Lea & Febiger, Philadelphia, 1991: 126.
10. Joslin EP, Root HF, White P Marble A. *The treatment of diabetes mellitus*. Philadelphia: Lea & Febiger. 1935.
11. American College of Sports Medicine and American Diabetes Association joint position statement. Diabetes mellitus and exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29: i- vi.
12. Arky RA. Principios de la dietoterapia en la diabetes sacarina. *Clin Med North Am* 1978; 4: 673-696.
13. Woo R, Pi-Sunyer FX. Effect of increased physical activity on voluntary intake in lean women. *Metabolism* 1985; 34: 836-841.
14. Ekoe JM. Overview of diabetes mellitus and exercise. *Clinical Sciences* 1989; 21: 352-355.
15. Kang J, Robertson RJ, Hagberg JM et al. Effect of exercise intensity on glucose and insulin metabolism in obese individuals and obese NIDDM patients. *Diabetes Care* 1996; 19:341-349.
16. Poirier P, Tremblay A, Broderick T, Catellier C, Tancrede G, Nadeau A. Impact of moderate aerobic exercise training on insulin sensitivity in type 2 diabetic men treated with oral hypoglycemic agents. Is insulin sensitivity enhanced only in nonobese subjects? *Med Sci Monit* 2002; 2: 59-65.
17. Ishii T, Yamakita T Sato T et al: Resistance training improves insulin sensitivity in NIDDM subjects without altering maximal oxygen uptake. *Diabetes Care* 1998; 21: 1353-1355.
18. Schneider SH, Wood R, Ruderman NB. Exercise and NIDDM. Technical review. *Diabetes Care* 1990; 13: 785-789.
19. Erikssen G, Liestol K, Bjormholt J, Thaulow E, Sandvik L, Erikssen J. Changes in physical fitness and changes in mortality. *Lancet* 1998; 352: 352-357.
20. Kelley DE, Mintun MA, Watkins SC et al. The effect of non-insulin-dependent diabetes mellitus and obesity on glucose transport and phosphorylation in skeletal muscle. *J Clin Invest* 1996; 97: 2705-2713.

