

ARTÍCULO ORIGINAL

Efectividad del ejercicio aeróbico supervisado en el nivel de hemoglobina glucosilada en pacientes diabéticos de tipo 2 sedentarios

Héctor de Jesús Andrade-Rodríguez,^{a*} Francisco Javier Valadez-Castillo,^b Juan Francisco Hernández-Sierra,^{b*} Antonio Augusto Gordillo-Moscoso,^b María Eugenia Dávila-Esqueda^c y Carlos Loredo Díaz-Infante^b

^aUnidad de Medicina Familiar 45, IMSS, San Luis Potosí, S.L.P., México

^bDepartamentos de Epidemiología clínica y ^cFarmacología, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, S.L.P., México

Recibido en su versión modificada: 4 de abril de 2006

Aceptado: 20 de octubre de 2006

RESUMEN

Objetivo. Determinar el cambio en la hemoglobina glucosilada ($HbA1c$) en pacientes diabéticos tipo 2 sedentarios al realizar ejercicio aeróbico 2 o 3 veces por semana en días alternos. Se realizó en la Unidad de Medicina Familiar del Instituto Mexicano del Seguro Social en San Luis Potosí, con el diseño de un ensayo clínico controlado.

Material y métodos. Se integraron dos grupos ($n = 25$) de ejercicio de 2 y 3 veces por semana en días alternos. Mediciones de los valores basales, 8 y 16 semanas de hemoglobina glucosilada $A1c$ ($HbA1c$), capacidad aeróbica, índice de masa corporal (IMC) y cumplimiento.

Resultados. No se encontró diferencia significativa en $HbA1c$ entre los dos grupos de estudio, pero sí al comparar sus valores basales ($p < 0.001$). No se encontró correlación significativa entre la $HbA1c$ y el cambio de capacidad aeróbica o el IMC. El porcentaje de cumplimiento fue mayor en el grupo de 2 días de ejercicio.

Conclusiones. El ejercicio aeróbico de intensidad moderada es bien tolerado, obteniendo una reducción significativa de $HbA1c$ y se constata mejor cumplimiento en el grupo de 2 días.

Palabras clave:

Diabetes mellitus tipo 2, ejercicio aeróbico, hemoglobina glucosilada, tratamiento, cumplimiento

SUMMARY

Objective. Determine the extent to which levels of glycosylated hemoglobin levels among type 2 sedentary diabetic patients change when performing aerobic exercises two or three times a week.

Setting. Mexican Institute Social Security, Family Medicine Unit, primary care level.

Study design. Controlled clinical trial

Methods and Subjects. Two groups of 25 participants carried out a comprehensive exercise routine 2 or 3 times per week in alternate days. Measurements were done at baseline, 8 and 16 weeks. $HbA1c$, aerobic capacity, BMI and compliance were assessed.

Outcome. There was no significant difference in $HbA1c$ between the two study groups, however both groups showed lower levels of $HbA1c$ when comparing their baseline and follow up levels ($p < 0.001$). No significant association was found between $HbA1c$, aerobic capacity or BMI. Compliance was higher among the group exercising 2 days.

Conclusion. Moderate aerobic exercise was well tolerated showing a significant decrease on $HbA1c$ even among the 2 day group.

Keywords:

Type 2 diabetes mellitus, aerobic exercise, glycosylated hemoglobin, treatment, compliance.

Introducción

La diabetes mellitus tipo 2 es una de las enfermedades crónico degenerativas más frecuentes. Según información obtenida de la Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas de 1993, su prevalencia era de 8.2% en la población mexicana de 20 a 69 años y aumentó a 10.9 % para el año 2000 (ENSA 2000).^{1,2}

Se ha dicho que el descontrol metabólico es un factor fundamental en la aparición de las complicaciones agudas y tardías de la diabetes.³ Sin embargo, sólo una pequeña

fracción de diabéticos acude regularmente a los servicios de salud y se estima que, de ésta, apenas el 25 al 40% de los enfermos tiene un control metabólico adecuado. El tratamiento del paciente diabético tipo 2 se fundamenta en terapéutica farmacológica y cambios en la forma de vida que incluyen hábitos alimenticios, dieta con las proporciones adecuadas de nutrientes y calorías, así como la implementación de un programa de ejercicio aeróbico.⁴

El ejercicio aeróbico mejora el control metabólico. Logra reducciones en el nivel de hemoglobina glucosilada del 10 al 20% en relación con la basal y también mejoría en los criterios

*Correspondencia y solicitud de sobretiros: Dr. Juan Francisco Hernández Sierra. Departamento de Epidemiología Clínica, Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Venustiano Carranza 2405, 78210 San Luis Potosí, San Luis Potosí, S.L.P., México Tel.: (01 444) 826 2345 extensión 519, Fax: (01 444) 826 2352. Correo electrónico: kilo_hdzs@hotmail.com.

de control del paciente diabético,⁴⁻¹² mediante la disminución de la concentración de glucosa durante y después del ejercicio y de la concentración basal y postprandial de insulina, mediante la mejoría en la sensibilidad a la insulina, la disminución de los triglicéridos y del colesterol de lipoproteínas de baja densidad (LDL), el aumento del colesterol de lipoproteínas de alta densidad (HDL), la reducción de peso si se realiza junto con un plan de alimentación apropiado, el mantenimiento de la masa corporal magra, el mejor control de la hipertensión arterial, la mejoría en el acondicionamiento cardiovascular, el aumento de la fuerza y flexibilidad muscular y la mejoría en la sensación de bienestar y en la calidad de vida.¹³⁻²¹

Como en toda intervención, con el ejercicio existen riesgos como hipoglucemia, complicaciones cardiovasculares, oftalmológicas y de tejidos blandos. Sin embargo, si existe supervisión, su frecuencia es muy baja (5%).¹¹

Con el propósito de ofrecer una alternativa práctica y de fácil cumplimiento en la prescripción del ejercicio, decidimos investigar en cada uno de los 2 grupos si, en pacientes diabéticos no complicados, la caminata realizada en días alternos dos o tres veces por semana es eficaz para disminuir el nivel de hemoglobina glucosilada, así como determinar la proporción de sujetos que lograron control metabólico y comparar la magnitud del cambio entre éstos, independientemente del tratamiento farmacológico y de la dieta.

Material y métodos

Se realizó un estudio clínico controlado en una muestra aleatoria de pacientes con diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2, sedentarios y de menos de 10 años de evolución. A partir de una población de 186 pacientes que acude a una Unidad de Primer Nivel de Atención Médica en la ciudad de San Luis Potosí, S.L.P., México, se formaron de manera aleatoria dos grupos de 25 pacientes con base en una muestra calculada para demostrar las diferencias entre los grupos del 30 % con respecto a la hemoglobina glucosilada A1c (HbA1c), confianza de 95% y poder del 80 %. Al grupo 1 se prescribió dos sesiones semanales de ejercicio en días alternos y al grupo 2 tres sesiones semanales en días alternos. En el grupo 1 se incluyeron 10 hombres y 15 mujeres con promedio de edad de 46.1 años y, en el grupo 2, 12 hombres y 13 mujeres con promedio de 50.6 años de edad (diferencias estadísticamente no significativas). Se excluyeron pacientes con cardiopatía, hipertensión arterial, neuropatía, nefropatía en fase terminal, retinopatía proliferativa, vasculopatía periférica, pie diabético o glucemia en ayuno mayor de 240 mg/dl. En forma basal se realizaron historia clínica, radiografía de tórax, química sanguínea, HbA1c, examen general de orina, electrocardiografía de 12 derivaciones en reposo y medidas antropométricas, así como prueba de Cooper para medir la capacidad aeróbica, llevando al paciente a VO₂ Máx entre 45 y 60%.²²

Interrelación con los sujetos en estudio

En primer lugar, se realizaron 10 seminarios (20 horas) de información sobre la diabetes mellitus tipo 2, la importancia

Cuadro I. Características basales por grupo en pacientes diabéticos sometidos a ejercicio aeróbico

Variables	Grupo 1		Grupo 2		p
	Media	DE	Media	DE	
Edad (años)	46.1	9.1	50.6	6.9	0.060*
Glucosa (mg/dl)	149.5	28.0	154.8	34.0	0.556*
IMC (kg/m ²)	28.08	4.4	26.8	3.26	0.275*
Cooper (m)	858.0	55.0	913.0	102.0	0.024*
HbA1c (%)	8.73	1.7	9.26	2.13	0.545**

* t de student; ** Rangos señalados de Wilcoxon; DE = Desviación estándar; IMC = Índice de masa corporal; HbA1c = Hemoglobina glucosilada A1c.

del ejercicio, de la dieta y de los medicamentos en el control metabólico, y sobre las características del programa de ejercicio que desarrollarían y sus beneficios.

En ambos grupos, las sesiones de ejercicio consistieron en:

- Precalentamiento de 10 minutos con movimientos activos de estiramiento, rotación, flexión, dorsiflexión, elongación de miembros superiores e inferiores, cuello y región lumbosacra.
- Caminata por un lapso de 20 minutos con cadencia y ritmo según adaptación de cada paciente.
- Relajación con una duración de 10 minutos, bajando el ritmo de la caminata a lento durante 2 minutos, con movimientos de aflojamiento, rotación y flexión de extremidades superiores e inferiores y con estiramiento y respiración profunda con relajación.

El ejercicio aeróbico se desarrolló bajo la supervisión del investigador principal, vigilando eventos adversos como la hipoglucemia (< 50 mg /dl), el descontrol metabólico, las lesiones musculares y tendinosas o la evidencia de complicaciones cardiovasculares.^{4,6} Se obtuvo, a las 8 y 16 semanas, medición basal de hemoglobina glucosilada por el método de cromatografía de intercambio catiónico,^{23,24} así como de la capacidad aeróbica mediante la prueba de Cooper. Se consideró como adherencia terapéutica cuando los individuos asistieron al menos al 90% de las sesiones.

Dieta y tratamiento farmacológico

Se prescribió una dieta buscando un equilibrio entre los carbohidratos (55-60%), las proteínas (20%) y las grasas (20 %), siendo el 10% de éstas de origen animal. Se ajustó por kilogramos de peso de acuerdo con el índice de masa corporal (IMC) de cada paciente y fue recetada y supervisada por el servicio de Nutriología del Hospital general de Zona 1, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en San Luis Potosí.

El tratamiento médico consistió en metformín/glibenclamida con dosis que variaron de 850 a 2500 mg/día y de 5 a 15 mg/día respectivamente. La dosis fue determinada por el médico tratante de cada paciente por tratarse de un estudio abierto.

Cuadro II. Características basales, a las 8 y 16 semanas, por grupo de diabéticos sometidos a ejercicio aeróbico supervisado 2 y 3 días alternos por semana

Valores	Grupo 1 (25 pacientes)				Grupo 2 (25 pacientes)			
	Basal Media ± DE	8 Semanas Media ± DE	16 Semanas Media ± DE	p*	Basal Media ± DE	8 Semanas Media ± DE	16 Semanas Media ± DE	p*
HbA1c (%)	8.73 ± 1.7	7.24 ± 1.04	7.38 ± 1.20	0.0001	9.26 ± 2.13	7.70 ± 1.84	7.10 ± 0.97	0.0001
Cooper (m)	858 ± 55	969 ± 68	1045 ± 69	0.0005	913 ± 102	1024 ± 116	1113 ± 112	0.0003
IMC (kg/m ²)	28.08 ± 4.4	—	26.63 ± 4.06	0.371	26.8 ± 3.26	—	25.69 ± 2.89	0.213

* Comparación de valores basales contra los de 16 semanas, con rangos señalados de Wilcoxon; DE = Desviación estándar; IMC = Índice de masa corporal; HbA1c = Hemoglobina glucosilada A1c.

Análisis estadístico

La comparación de la hemoglobina glucosilada antes y después en un mismo grupo se realizó con la prueba de rangos señalados de Wilcoxon; para la comparación de ésta entre los grupos se utilizó ANOVA. Por último se realizó un análisis multivariado con regresión múltiple para evaluar el peso de los posibles confusores sobre el cambio observado en la hemoglobina glucosilada. Se consideró significativo cuando p fue menor de 0.05.

Resultados

De cada grupo de 25 pacientes diabéticos, sólo 6 (24%) tuvieron control metabólico adecuado ($\text{HbA1c} \leq 7\%$). No se encontró diferencia basal estadísticamente significativa en relación con edad, sexo, glucemia, hemoglobina glucosilada e IMC (Cuadro I). La diferencia observada en la prueba de Cooper no se consideró de importancia clínica de acuerdo con lo referido en la literatura.⁹

En el grupo 1 (dos días de ejercicio), la hemoglobina glucosilada basal presentó una media de 8.73 %, similar a la de 9.26 % observada en el grupo 2 (tres días de ejercicio).

A las 8 semanas, la media de HbA1c del grupo 1 disminuyó a 7.24% y la del grupo 2 a 7.70%; a las 16 semanas, esta media fue de 7.38% para el grupo 1 y de 7.10% para el grupo 2. En cada grupo, la variación con su valor basal fue estadística y clínicamente significativa (Cuadro II), y más aún cuando se incluye únicamente a los sujetos que inicialmente tenían descontrol metabólico (reducción de HbA1c de 2.32 % para el grupo 1 y de 2.18 % para el grupo 2).

Al finalizar el programa, se encontraron en control metabólico adecuado 16 sujetos (64%) en el grupo 1 y 21 sujetos (84%) en el grupo 2.

Aunque tuvo una tendencia descendente, el IMC registrado en ambos grupos al inicio del estudio y a las 16 semanas de ejercicio no presentó diferencias intragrupo o intergrupos estadísticamente significativas.

En la prueba de Cooper, la diferencia fue estadísticamente significativa con respecto a la basal en los dos grupos tanto a las 8 como a las 16 semanas (comparación intragrupo), con incremento de 111 y 187 metros respectivamente para el

grupo de dos días (ambos p < 0.01) y de 111 y 200 metros para el de tres (ambos p < 0.01). No se encontró diferencia al respecto entre los dos grupos (comparación intergrupo).

Por último, el cambio observado en la hemoglobina glucosilada fue sometido a análisis de regresión múltiple para identificar los factores asociados. Se demostró que es la capacidad aeróbica (Cooper) y no la diferencia entre el número de días de ejercicio la que se encuentra significativamente relacionada por el ajuste del resto de los factores (Cuadro III).

La adherencia terapéutica a las 16 semanas fue de 95.8 % para el grupo 1 y de 87.5 % para el grupo 2 (diferencia estadística no significativa).

No se observaron efectos adversos en ninguno de los dos grupos y no se reportaron modificaciones dietéticas que conllevaran elementos de coparticipación en ninguno de los grupos de estudio.

Discusión

En la actualidad existe consenso de expertos y organizaciones internacionales de salud en considerar al ejercicio aeróbico como elemento básico en el tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2.^{11-21,25}

Estas asociaciones recomiendan realizar entre 20 y 30 minutos de ejercicio aeróbico todos los días o bien 2.5 horas

Cuadro III. Regresión múltiple entre HbA1c y posibles factores asociados

Variables	Beta	Error estándar	p
Intercepto	1.84741	3.74840	0.6 25
Días	-0.32751	0.52698	0.538
Tiempo de evolución	-0.00797	0.00789	0.318
Sexo	-0.21282	0.50304	0.674
Edad	0.05558	0.03224	0.092
Cooper	-0.07873	0.02389	0.002
IMC	0.09191	0.06679	0.176

IMC = Índice de masa corporal.

por semana; sin embargo, parece que el ejercicio de moderada intensidad da resultados semejantes en cuanto a sobrevida comparado con el ejercicio vigoroso.²⁶ Esta información concuerda con los resultados de este estudio; en efecto, al inicio el 76% de los pacientes estaban descontrolados a pesar de asistir a consulta con su médico familiar y recibir tratamiento farmacológico y al final la proporción de sujetos controlados y descontrolados en los dos grupos, prácticamente se invirtió de acuerdo con las cifras de HbA1c antes y después de la intervención.

Si bien el impacto del ejercicio ha sido estudiado extensamente, en este trabajo nos propusimos investigar el impacto de sesiones aisladas en el control metabólico del paciente así como el hecho de la participación en un grupo supervisado; por otro parte, la prescripción de ejercicio suele ser empírica y, en la mayoría de los casos, se limita a la recomendación de caminatas sin precisar tiempo y distancia necesarios para obtener un efecto sobre el metabolismo que permita controlar al enfermo diabético.

En la literatura médica no se encuentran estudios que hayan utilizado ejercicio aeróbico de intensidad tan baja en el tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 y resultan notables los descensos en la HbA1c obtenidos en nuestro trabajo. Para explicar estos cambios no parece haber un sustento fisiológico basado exclusivamente en el consumo de glucosa inducido por el ejercicio (200 a 300 gr de hidratos de carbono por semana) o en la modificación del IMC, ya que sólo el incremento en la capacidad aeróbica se encontró asociado a los cambios en la hemoglobina glucosilada durante el análisis multivariado, lo cual puede ser reflejo de otras modificaciones en la conducta del paciente directamente asociadas con modificaciones en la glucemia como pueden ser la motivación personal para mejorar el control dietético o el apego al tratamiento farmacológico.

A pesar de lo anterior, no existieron evidencias de un sesgo diferencial entre los grupos que pudiera confundir la respuesta similar entre ellos, aunque se sugiere, en investigaciones futuras, considerar de manera más directa la evaluación del apego a la dieta. Por otra parte el manejo farmacológico dado por el médico tratante aunque no fue consistente; fue independiente y cegado tanto a la hipótesis como al grupo de estudio, por lo que nuestra investigación no contempló interferencia en la decisión sobre disminuir dosis y/o cambio de medicamentos como respuesta al ejercicio en cada paciente.

Consideramos que el seguimiento cercano y la comunicación frecuente con los pacientes favorece la formación de un ambiente agradable y positivo que puede propiciar en los grupos la realización de actividad física, disminuir el nivel de la HbA1c, lo que puede retardar o evitar las complicaciones tardías de la enfermedad y con ello disminuir su elevado costo social y económico.^{21,27}

Dependiendo de la respuesta al ejercicio se puede recomendar más días de ejercicio o bien continuar realizando el ejercicio mínimo dos veces por semana ya que, como se demostró, favorece el apego y la adherencia.

De acuerdo con nuestros resultados es conveniente revisar otras opciones de atención médica ya que el control

glucémico adecuado no se logra exclusivamente con la visita regular al médico. Entre otros se sugieren las actividades que incluyan atención extramuros, que promuevan cambios en el estilo de vida, supervisión más cercana y participación de equipos de trabajo, bajo la supervisión de un médico y con el apoyo de personal paramédico.

Agradecimientos

Agradecemos a las autoridades y personal del IMSS Delegación 25 en San Luis Potosí, al SNTSS Secc XVIII, al doctor Antonio Benito Torres Ruvalcaba, al Maestro Peter Mandeville con sus sugerencias de análisis, a los doctores Gerardo Gaviño Cury, Marco Hernández Gallardo, José Manuel Córdoba Ruiz y Francisco Ortiz Nesme por la valoración clínica de los pacientes.

Referencias

1. Rull R, Quirbrera-Infante R, Pérez Pastén E. Epidemiología de la diabetes en San Luis Potosí en: Epidemiología de la Diabetes en México. FUNSALUD. México: 1^a. Ed, 1995;1:9-21.
2. Encuesta nacional de salud (ENSA 2000) Plan Nacional de Salud 2001-2006.
3. Alpizar SM. Acciones anticipadas ante diabetes mellitus. Rev Med IMSS 1997;36:3-5.
4. American Diabetes Association: Diabetes Mellitus and exercise (Position Statement). Diabetes Care 1999;22(sup.1):533-549.
5. Mardle A, Krall L, Bradley R, Christlieb R, Soeldner S. Diabetes Mellitus En: Luois Vignati, Lee N Cunningham. Ejercicio y diabetes. Editorial intermédica, 12 ed, Buenos Aires,: 1990;22:443-454.
6. Kahn C, Weir G, Joslin S. Diabetes Mellitus en: Goodyear L, Smith R. Exercise and diabetes. Editorial Lea & Febiger 13 ed, Philadelphia, Baltimore EUA: 1994;26:451-460.
7. MacArdie K. Weigh control and exercise en:Mac Ardie,Weigh K. Editorial Philadelphi & Febbiger. 3 Ed. EUA. 1988;1:111.
8. American College of Sports Medicine. The recommended quality and quantity of exercise for developing and maintaining fitness in healthy adults. Med Sci Sports Exercise 1990;22:265-274.
9. Cooper KH, Brown K. The aerobics way. Mc Evans & Col. 18a ed; Editorial Diana S.A. México, 1989;5:56-102.
10. Schneider S, Ruderman N. Exercise and NIDDM (Technical Review). Diabetes Care 1990;13:785-789.
11. American Diabetes Association: Diabetes and exercise: the risk-benefit profile. In The Health Professional's Guide to Diabetes and Exercise. Devlin JT,Ruderman N, Eds. Alejandria,VA. Diabetes American Association 1999;(S1):3-4.
12. Hemnrich SP, Raland RW, Paffembarger RS Jr. Physical activity and reduce occurrence of non insulin-dependent Diabetes mellitus. N Engl J Med 1991;325:147-152.
13. American College of Sports Medicine. Position Statement. The recommend quantity and quality of exercise for developing and maintaining fitness in healthy adults. Med Sci Sports 1978;10:8.
14. Holloszy JO, Schulz IM. Ebsania. Effects of exercise on glucose Tolerance and insulin resistance. Acta Med Scand 1986;11(S7):53-65.
15. American College of Sports Medicine. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardio respiratory and muscular fitness in health adults (Position Statement). Med Sci Sports Exercise 1990;22:256-274.
16. Mikines KJ, Sonne B. The effect of exercise in the sensibility and answer to the insulin in human. Eur J Physiol 1988;254:248-259.
17. Madraz-Navarro M, Lifshiz-Guinzberg A, Juárez-Díaz González N. Diabetes mellitus tipo 2. Rev Med IMSS 1997;35:353- 368.
18. Devlin JT, Horton ES. Effects of prior high intensity exercise on glucose metabolism of glucose in normal and insulin-resistant men. Diabetes 1985;34:973-979.
19. American Diabetes Association. Diabetes Mellitus and exercise. Diabetes Care 1997;20:(supl 1):851.
20. Devlin JT, Hirshman M, Horton ED, Horton ES. Enhanced peripheral and splachnic insulin sensitivity in NIDDM men after single bout of exercise . Diabetes 1987;36:434-439.
21. Irwin H, Mayer-Davis E, Cheryl L, Pate R, Dursiine L, Stolarczyk L, et al. Moderate-Intensity Physical Activity and Fasting Insulin Level in women. Diabetes Care 2000;23:449-454.

22. **Cooper KH.** A means of Assessing Maximal Oxygen Intake. *JAMA* 1968;203: 135-138.
23. **Compagnucci P, Crtechini MG , Bolli G, De Feo P, Santeusanio F, Brunetti P.** The importance of determining irreversibly glycosylated Hemoglobin in diabetics. *Diabetes* 1981;30:607-612.
24. **Suendsen P, Christiansen J.J, Joergaard U, Welinder B.S, Nerup L.** Rapid changes in chromatographically determined Hemoglobin A1c induced by short-term changes in glucose concentration". *Diabetol* 1980;19:130-136.
25. **Knowler W.** Diabetes Prevention Program Research Group: Reduction in the indice type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 2002;346:393-403.
26. **Manson J, Greenland P, Lacroix A.** Walking Compared With Vigorous Exercise for the prevention of Cardiovascular Events in Women. *N Engl J Med* 2002;347:716-25.
27. **De la Fuente R, Sepulveda J, Rull R.** Diez problemas relevantes en salud pública en México: Instituto Nacional de Salud Pública Academia Nacional de Ciencias; En Fondo Cultural Económico. 1er Ed. México (1999). VI *Diabetes Mellitus* 1999;8:167-186.