

Ejercicio interválico y hemoglobina glucosilada en diabetes mellitus tipo 2. Estudio de casos

Diminished glycosylated hemoglobin by means of interval exercise in diabetes mellitus tipe 2. Case study

Muñoz-Aguilar LF^a, Vergara-Eumaña MJ^b

^a Universidad del Valle de Puebla. Puebla. México

^b Clínica de Medicina Familiar de Puebla. ISSSTE. México

Correspondencia:

Luis Felipe Muñoz Aguilar
luisf.ma@hotmail.com

Recibido: 2 marzo 2017

Aceptado: 17 junio 2017

RESUMEN

Introducción: la diabetes mellitus tipo 2, enfermedad crónica degenerativa, caracterizada por aumento de glucosa sanguínea y hemoglobina glucosilada. En México es la segunda causa de muerte entre hombres y mujeres; en su tratamiento se recomienda el uso de fármacos, dieta y actividad física, siendo ésta última la menos supervisada entre los pacientes. En últimas décadas se han estudiado y documentado beneficios del ejercicio interválico para la salud, entre ellos, control cardiovascular y metabólico. **Objetivo:** determinar si un programa de ejercicio interválico contribuye a la disminución de los niveles de hemoglobina glucosilada en adultos con diabetes mellitus tipo 2. **Presentación de casos:** trabajamos con 3 hombres con diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2. Se les estructuró un programa de ejercicio interválico de intensidad 80-90 % de la frecuencia cardiaca máxima; 3 veces por semana con ejecución de 3 minutos de ejercicio por uno de descanso, repitiendo 6 ciclos en cada visita, durante 16 semanas. Se les cuantificó la hemoglobina glucosilada al inicio y final del programa. **Resultados:** en los 3 pacientes disminuyó su porcentaje de hemoglobina glucosilada, uno 13,5 %, otro 19,3 % y el último 42,0 %. **Conclusiones:** el ejercicio interválico puede contribuir a disminuir los porcentajes de HbA1c.

Palabras clave: ejercicio, hemoglobina glucosilada, diabetes mellitus tipo 2.

ABSTRACT

Introduction: type 2 diabetes mellitus is a chronic degenerative disease, characterized by increased blood glucose and glycosylated hemoglobin. In Mexico it is the second cause of death amongst men and women; in their treatment, the use of drugs, diet and physical activity is recommended, the latter being the least supervised among patients. In recent decades, benefits of intervallic exercise for health, including cardiovascular and metabolic control, have been studied and documented. **Objectives:** To determine if an intervallic exercise program contributes to the reduction of glycosylated hemoglobin levels in adults with type 2 diabetes mellitus. **Case presentation:** we worked with three men with a diagnosis of type 2 diabetes mellitus. They underwent an intervallic exercise program of 80-90% intensity of maximum heart rate; three times a week with three minutes of exercise per one minute rest, repeating six cycles at each visit for 16 weeks. **Glycosylated hemoglobin was quantified at the beginning and the end of the program. Results:** all three patients decreased their glycosylated hemoglobin percentage, one 13.5%, another 19.3% and the last one 42.0%. **Conclusions:** Intervallic exercise may contribute to decrease HbA1c percentages.

Keywords: exercise; glycosylated hemoglobin; diabetes mellitus type 2.

INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus (DM) es una enfermedad crónica degenerativa, causada por la falta de producción de insulina en el páncreas o por resistencia a la insulina. La insulina es una hormona que se encarga de regular la cantidad de glucosa en sangre. En la diabetes se presenta hiperglucemia (aumento de glucosa en sangre), la cual es precursora del daño en órganos y sistemas, prioritariamente en nervios y vasos sanguíneos. Existen cuatro tipos de diabetes: tipo 1, tipo 2, diabetes gestacional y otros tipos específicos de diabetes^(1, 2). La diabetes tipo 2 (DM2), también llamada no insulinodependiente, representa el mayor número de casos a nivel mundial. Anteriormente sólo se observaba en adultos, pero en los últimos años también se ha presentado en niños, y por lo general se diagnostica cuando ya los pacientes presentan complicaciones. El número de casos de DM2 registrados a nivel mundial se ha incrementado de 108 millones en 1980 a 422 millones en 2014; la prevalencia mundial en este mismo período, aumentó de 4,7 a 8,5 % sobre todo en países de ingresos medianos y bajos⁽³⁻⁵⁾.

En México la diabetes es la primera causa de muerte en mujeres y la segunda en hombres desde el 2010, causando 83.000 muertes. La diabetes es una enfermedad sumamente costosa, por sus características de cronicidad, los medios que se requieren para su control, por causar severas complicaciones como retinopatía, nefropatía, neuropatía, y acompañarse con frecuencia de enfermedad coronaria, dislipidemias y enfermedad vascular coronaria. El problema es mayor porque del 30 al 50 % de las personas con DM2, solicitan atención cursando ya complicaciones, pues la DM2 tiene un período largo de prediabetes, en el cual por lo general no se presenta sintomatología. En México, representa un gasto anual de 3,430 millones de pesos en atención de pacientes⁽⁶⁻⁸⁾.

Existen diferentes tipos de ejercicio y entrenamiento que se pueden adecuar a cada paciente. El ejercicio Interválico, combina cortos periodos de ejercicio con pausas de menor duración (recuperación relativa), pudiendo ser estas pausas con una carga de menor intensidad o incluso con pausas de reposo total. En el método interválico, a diferencia del método continuo, participan más

componentes para su ejecución como son intensidad y duración del ejercicio, número de repeticiones, número y tiempo de descanso^(8, 9).

En la actualidad se están describiendo las características y adaptaciones específicas del ejercicio interválico, entre las que destaca la mejora en la capacidad funcional y aeróbica con la utilización predominante del sistema energético glucolítico aláctico, así como la remodelación de los miocitos que mejora la capacidad cardiorrespiratoria, lo que evidencia que el ejercicio de forma interválica puede traer mejores resultados en pacientes con cardiopatías. Este ejercicio también ha demostrado que mejora el metabolismo de los lípidos y en consecuencia la captación de glucosa intramuscular⁽⁹⁻¹¹⁾.

Hemoglobina glucosilada

La prueba sanguínea de hemoglobina glucosilada (HbA1c) mide la cantidad de este compuesto en la sangre. El aumento de glucosa y la resistencia a la insulina permiten que se almacene mayor cantidad de glucógeno y ácidos grasos en el músculo, y se presente mayor glucosilación espontánea no enzimática de la hemoglobina (HB), aumentando las concentraciones normales hasta en un 4 %. En 2009 la Asociación Americana de Diabetes, ADA por sus siglas en inglés, aceptó la HbA1c como referencia para el diagnóstico de DM2 y no sólo para su control, estableciendo un parámetro igual o mayor al 6,5 %, porcentaje por debajo del cual los valores de HbA1c se consideran normales. Los beneficios que aporta la prueba HbA1c en comparación con la prueba de resistencia oral a la glucosa y la prueba de glucemia es que no necesita ser tomada en ayunas, ni es afectada en forma considerable por estrés u otras enfermedades. La vida media de los eritrocitos es de 120 días, por lo que nos da un resultado de entre 8 y 12 semanas anteriores, siendo una prueba más real y precisa que la medición de glucosa en plasma^(1, 2, 10).

El objetivo de este estudio es establecer la efectividad del ejercicio interválico como coadyuvante para la terapéutica y control del porcentaje de HbA1c en los pacientes con DM2.

DESCRIPCIÓN DE LOS CASOS

Tres pacientes de entre 50 y 55 años de edad todos ellos con diagnóstico de DM2 con tratamiento médico, el cual no se modificó, y sin plan alimenticio estricto, que tampoco se modificó para el estudio. Todos ellos sin alteraciones cardíacas, con sobrepeso u obesidad. Se les implementó un programa de ejercicio interválico en bicicleta fija con carga de trabajo de 80 a 90 % de la frecuencia cardíaca máxima ($FC_{m\acute{a}x}$) obtenida bajo la fórmula $FC_{m\acute{a}x} = 220 - \text{edad}$; y monitorizado con el sensor de frecuencia cardíaca marca *Polar Hart Rate*; con duración de 16 semanas, 3 veces por semana, una vez al día, con ciclo de 6 series de ejercicio durante 3 minutos con pausa de un minuto en paro total del pedaleo. Todos los pacientes aceptaron y firmaron la carta de consentimiento informado.

Caso 1

Varón de 54 años de edad, con diagnóstico de DM2 desde el año 2014, actualmente jubilado de actividades administrativas desde 2015, trabajo que realizó durante 35 años, presentó nivel inicial de HbA1c de 10,3 %; su nivel de glucosa en sangre osciló en los últimos seis meses entre 190 y 230 mg/dl. Su tratamiento era con metformina y glibenclamida. Durante 16 semanas el paciente realizó ejercicio interválico en bicicleta fija 3 veces a la semana con duración de 3 minutos de pedaleo por uno de descanso durante 6 repeticiones, más una secuencia inicial de adecuación y una final de enfriamiento a una intensidad del 80 al 90 % de la $FC_{m\acute{a}x}$, para completar un tiempo de 40 minutos, acudía a la unidad médica familiar los días lunes, miércoles y viernes por las mañanas para sus sesiones supervisadas. No se modificó tratamiento farmacológico o dietético.

Caso 2

Varón de 55 años de edad con diagnóstico de DM2 desde 2013, presentó glucosa inicial en sangre de 180 mg/dl y de HbA1c de 9,3 %; jubilado de profesor de primaria desde 2014, actualmente con actividades en el

hogar. Tratado con metformina e insulina glargina. El paciente realizó el protocolo de ejercicio interválico supervisado de 16 semanas, trabajando sesiones de 3 minutos de duración por uno de descanso total e intensidad del 80 a 90 % de la $FC_{m\acute{a}x}$, acudiendo 3 veces por semana a la CMF, en su sesiones realizaba 40 minutos de ejercicio total. No se modificó la dosis de los fármacos ni se alteró el tratamiento dietético.

Caso 3

Varón de 50 años de edad con diagnóstico de DM2 desde hace 5 años, profesor de educación física en primaria. Al inicio del estudio presentó HbA1c de 11,9 % y sus niveles de glucosa sanguínea se encontraban en 280 mg/dl, era tratado con linagliptina, pioglitazona y metformina. El paciente se ingresó al protocolo, acudiendo a la CMF a realizar ejercicio interválico supervisado, con intensidad del 80 al 90 % de la $FC_{m\acute{a}x}$ durante 16 semanas, con la metodología de 3 minutos de pedaleo por uno de descanso, 6 repeticiones, más el tiempo de adecuación y enfriamiento, completando así 40 minutos de ejercicio los días lunes, martes y viernes por la tarde. No se modificó tratamiento farmacológico ni dietético.

RESULTADOS

Después de 16 semanas de ejercicio interválico supervisado sobre bicicleta fija, todos los pacientes disminuyeron su nivel de HbA1c, sin embargo sólo uno de los 3 casos logró el objetivo de encontrarse entre el rango de 6,5 a 6,9 % de HbA1c como se muestra en la tabla 1; donde se puede apreciar, en la segunda columna las dosis de HbA1c que tomaba cada uno de los pacientes al inicio del estudio antes de realizar el entrenamiento interválico, en la tercera columna la cantidad final que tomaban los 3 pacientes al finalizar las 16 semanas de ejercicio interválico, apreciándose que solo el caso número 3 cumplió con la estimación de estar en el rango esperado, en la cuarta y última columna se observa el porcentaje de disminución de cada caso estudiado, siendo el menor descenso del 13,5 %, el siguiente fue

TABLA 1. Comparación en las mediciones de HbA1c y cantidad y porcentaje de disminución.

Paciente	HbA1c al inicio del estudio	HbA1c al final del estudio	Cantidad de HbA1c disminuida	Porcentaje de disminución
1	10,3	8,9	1,4 %	13,5 %
2	9,3	7,5	1,8 %	19,3 %
3	11,9	6,9	5,0 %	42,0 %

Fuente: Elaboración propia en base a medición de HbA1c en CMF Puebla, ISSSTE.

del 19,3 %, y el último fue el paciente que logró el objetivo al obtener un descenso de 42,0 %.

DISCUSIÓN

Los resultados en los 3 casos demuestran disminución en el porcentaje de HbA1c, sin embargo existen diferencias individuales, 2 pacientes bajaron un 13,5 % y 19,3 %, y uno un 42,0 %.

La ADA y OMS recomiendan en los protocolos de tratamiento de DM2, ejercicio moderado de 30 minutos a una hora una vez al día, al menos 3 veces por semana, que incluye actividades como caminata acelerada, trote ligero, volibol, etc., sin embargo Wyndaele⁽¹²⁾, Derave y cols⁽¹³⁾ y Willmore y Costil⁽¹⁴⁾ especifican que los miembros pélvicos, a excepción de los gemelos, están compuestos predominantemente de fibras oxidativas, y al realizar un ejercicio de mayor intensidad activamos las fibras rápidas y al realizar pedaleo con grupos musculares de fibras lentas aumenta el metabolismo de la glucosa por activación de los diferentes tipos de fibras musculares. Gómez-Zorita y Urdampilleta⁽¹⁵⁾ también mencionan que existen diferencias entre las fibras de contracción rápida y lenta, así como en transporte de glucosa, por lo que las investigaciones realizadas, sugieren llevar a cabo entrenamiento combinado para hacer trabajar las fibras musculares rápidas y lentas y que esto permita sensibilizar la insulina, por ejemplo con ejercicio interválico en el cual se basa nuestro trabajo^(1, 5, 8, 16).

Existen estudios que narran que el ejercicio físico de corta duración, de 30 a 60 minutos no reducen los niveles de glucosa en sangre, como el de que se requiere

actividad mayor a 60 minutos con un gasto aproximado de 45 %⁽¹⁷⁾. Kuehnbaum y cols. Describen mediante su estudio a mujeres sedentarias con DM2 en las cuales no obtuvieron un descenso significativo en niveles de glucosa en sangre. Probablemente sea necesario en ellas más de una sesión de ejercicio al día, ya que en nuestro estudio los 3 casos fueron hombres. Además, consideramos que esto puede explicar por qué en nuestro trabajo, el paciente que realizaba mayor actividad física al día, alcanzó el mayor descenso de HbA1c (42 %) ⁽¹⁸⁾.

Los estudios de Aguilera y cols.⁽¹¹⁾ indican que no existe una disminución significativa de HbA1c, ya que en su trabajo con 15 individuos durante 12 semanas explica que siguieron un protocolo de 5 días a la semana con intervalos de un minuto de ejercicio al 100 % del consumo de oxígeno residual por 3 minutos de recuperación al 20 % del consumo de oxígeno de reserva. Con esta metodología aplicada encontraron, entre otras variables, que el descenso en HbA1c fue de 0,3 hasta 0,5, sin embargo podemos observar que las variables estudiadas fueron muchas y a pesar de que el título encamina el estudio a la disminución de HbA1c, éste no fue el tema central, pues compararon, además, la pérdida de grasa corporal, el peso, el control de colesterol, de triglicéridos, el estado de ánimo, etc. Por el contrario, nuestro estudio estuvo enfocado a la disminución de HbA1c, y podemos comparar que si bien la pérdida en 2 de los casos fue escasa, el resultado en general arrojó un porcentaje de disminución de HbA1c, y así mismo observamos que en el estudio referido el tiempo de ejecución fue modificado desde las primeras 4 semanas, iniciando con 30 min y terminando con 60 min en la semana 12, mientras que en nuestro estudio no se modificó el tiempo.

Por otro lado existen diversos estudios teóricos y revisiones bibliográficas que apuntan a que todo programa de ejercicio crea disminución en los niveles de glucosa sanguínea y HbA1c, también contribuye a mejorar la condición físico-atlética de los pacientes y a prevenir las complicaciones propias de la enfermedad, pero que hace falta enfatizar la experimentación y la descripción del ejercicio interválico como medida terapéutica, como mencionan Parra y cols.⁽¹⁹⁾. Los datos de nuestro trabajo nos inducen a pensar que el ejercicio interválico contribuye al control en la HbA1c, sin embargo, al presentar solamente 3 casos, no podemos hacer una inferencia estadística pero nos abre la puerta a posteriores estudios mediante los cuales podamos corroborar los resultados inicialmente encontrados. Por otra parte, pudiera suceder que el ejercicio interválico necesitara el apoyo de la intervención de los otros dos componentes de control: dieta y fármacos.

CONCLUSIÓN

El ejercicio interválico es una herramienta útil que puede contribuir a mejorar el tratamiento y control de la DM2; consideramos que en nuestro trabajo contribuyó a disminuir la HgbA1c, y al logralo se minimizaron e inclusive desaparecieron síntomas. Los pacientes se sintieron satisfechos con los resultados, mencionaron que comprendieron la importancia de combinar tratamiento médico, con ejercicio y dieta y que tienen la intención de continuar realizando estas actividades, además de agradecerlos haberlos incluido en el estudio. Proponemos realizar el protocolo con un mayor número de pacientes, para poder comparar resultados y llevar los beneficios a más personas.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Protección de personas y animales. El estudio cumplió con la Declaración de Helsinki, de la Asociación Médica Mundial, Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos. De acuerdo a Ley General de Salud

en Materia de Investigación para la Salud, el protocolo y el trabajo final fueron revisados y autorizados por los Comités de Investigación registro:16CI21114068, y de Ética en Investigación registro: CONBIOÉTICA-21-CEI-001-20160413 de la Clínica de Medicina Familiar del ISSSTE, Puebla (CMF), México.

Confidencialidad y consentimiento informado.

Los autores nos comprometimos a guardar la confidencialidad de los datos de pacientes, lo cual se les manifestó en el consentimiento informado. El consentimiento informado también fue revisado y autorizado por los Comités de Investigación y de Ética en Investigación.

Privacidad. Se cumplió la protección de datos, apeados a la normatividad en investigación del ISSSTE, de la Secretaría de Salud de México, de la Ley de Protección de Datos Personales de México, así como las Normas de la Asociación Médica Mundial.

Financiamiento. No se obtuvo financiamiento. Los pacientes que participaron son derechohabientes del ISSSTE y tienen derecho a que se les realicen estudios. Las mediciones de hemoglobina glucosilada fueron costeadas por la institución.

Conflicto de intereses. Los autores declaramos no tener conflicto de intereses mediante la elaboración del documento correspondiente.

Autoría. Todos los autores declaran haber participado en la concepción, diseño y realización del estudio además de en sus revisiones una vez finalizado, así como aprobado la versión finalmente enviada para su publicación.

AGRADECIMIENTOS

A los pacientes que participaron voluntariamente en el estudio, a Lic. Sandra Paola Rodríguez Gómez, Delegada Estatal del ISSSTE en Puebla, a Dra. Guadalupe Furlong Mercado, Subdelegada Estatal del ISSSTE en Puebla por el apoyo brindado para la realización del tra-

bajo, a Yessica Anahí por su aportación en la redacción, a Yunuén Italia Vázquez Vergara y Pamela Vázquez Vergara por su apoyo en la revisión y corrección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Diabetes Association. Classification and Diagnosis of diabetes. *Diabetes care* 2016; 39 (Suppl.1): S13–S22.
2. Organización Panamericana de la Salud/Organización mundial de la salud (OPS/OMS). Guías de la Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD), de diagnóstico, control y tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2. 2008.
3. Li Y, Xu W, Zhihong L, Bin Y, Xiahua Ch, Huang Z, et al. Introduction of long-term glycemetic control in newly diagnosed type 2 diabetic patients is associated with improvement of beta-cell function. *Diabetes Care*. 2004 Nov; 27(11): 2597-602.
4. Stumvoll M, Goldstein BJ, van Haefen TW. Type 2 diabetes: principles of pathogenesis and therapy. *Lancet*. 2005; 365: 1333–46.
5. OMS. Int [página de internet]. Mexico: Organización mundial de la Salud [revisado el 10/12/2015]. Disponible en <http://www.who.int/diabetes/action-online/basics/es/index3.html>
6. Rojas Martínez M, Jimenez Corona A, Franco A, Aguilar Salinas C. Epidemiología de la diabetes mellitus en México. En: Aguilar Salinas Carlos A. Acciones para enfrentar a la diabetes. México: Inter Sistemas, 2015. P. 1-20.
7. INEGI.org [página de internet]. Mexico: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [revisado el 8/12/2015] disponible en: <http://www.inegi.org.mx>
8. Guzmán JR, Lyra R, Aguilar-Salinas CA, Cavalcanti S, Escario F, Tambasia M, et al. Treatment of type 2 Diabetes in Latin America, a consensus statement by the medical association of 17 latin American Countries. *Latin American Diabetes Association*. *Rev Panam Salud Pública*. 2010; 28(6): 463–71.
9. Barquilla García A, Mediavilla Bravo JJ, Comas Samper JM, Seguí Díaz M, Carramiñana Barrera F, Zaballos Sánchez FM. Recomendaciones de la Sociedad Americana de Diabetes para el manejo de la diabetes mellitus. *Se-mergen*. 2010; 36(7): 386–391.
10. Zamudio J. Diagnóstico de Diabetes con Hemoglobina Glucosilada. *Rev Eviden Invest Clin*. 2010; 3(1): 58–60.
11. Aguilera R, Rusell J, Soto M, Villegas B, Poblete C, Ibañache A. Efectividad del entrenamiento interválico de alta intensidad en la reducción de la hemoglobina glucosilada en pacientes adultos con diabetes tipo 2. *MEDWAVE*. [edición electrónica]. 2015 [consultado el 17/02/2017]. (aprox 6 p.). Disponible en: <http://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Revisiones/6079>.
12. Wyndaele J, Poortmans A. Functional and Histological effects of intravaginal electrical stimulation on the pelvic muscles: a study in the rat. *IntUrogynecol J Pelvic Floor Dysfunct*. 2006 Sep; 17(5): 444–8.
13. Richter E, Derave W, Wojtaszewski J. Glucose, exercise and insulin: emerging concepts. *JPhysiol*. 2001; 535(Pt2): 313–22.
14. Willmore H. Costill J. Diabetes obesidad y ejercicio. En: Willmore y Costil Fisiología del Esfuerzo y el Deporte. Barcelona. Paidotribo: 2007. P. 710–34.
15. Gómez-Zorita S., Urdanpilleta A. El GLUT4: efectos de la actividad física y aspectos nutricionales en los mecanismos de captación de glucosa y sus aplicaciones en la diabetes tipo 2. *Av Diabetol*. 2012; 28(1): 19–26.
16. Umpierre D, Ribeiro A, Kramer K, Cristiane B, Zucatti T, Azevedo J, et al. Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review metaanalysis. *JAMA*. 2011; 17: 1790–9.
17. Larsen S, Dela F, Kjaer M, Galbo H. The effect of moderate exercise on postprandial glucose homeostasis in NIDDM patients. *Diabetologia*. 1997; 40(4): 447–53.
18. Kuehnbaum L, Gillen B, Gibala J, Britz-McKibbin P. Personalized Metabolomics for Predicting Glucose Tolerance Changes in Sedentary Women After High-Intensity Interval Training. *Scientific Reports*. 2014; 4: 61–6.
19. Parra J, Moreno M, Nicola C, Nocua I, Ameglo M, Carmen M, et al. Evaluación de un programa de ejercicio físico supervisado en pacientes sedentarios mayores de 65 años con diabetes mellitus tipo 2. *Atención Primaria*. 2015 Nov; 47(9): 555–62.