

Modificación de la HbA1C secundaria a terapia con oxígeno hiperbárico en pacientes con diabetes mellitus en el Hospital Central Militar

Mayor M.C. Rosenberg Castillejos-Vargas,[†] Tte. Cor. M.C. Enrique Figueroa-Genis,^{†,§} Tte. Cor. M.C. Javier Salgado-Camarillo,^{†,¶} Mayor M.C. Roberto Rodríguez-De La Cruz,^{†,||} Mayor M.C. Carlos Armando Sosa-Luna^{*,‡}

Escuela Médico Militar, Universidad del Ejército y Fuerza Aérea. Ciudad de México.

RESUMEN

Introducción. La prevalencia de diabetes mellitus es de 8.4 a 14% en México, lo cual representa la principal causa de muerte asociada a la enfermedad cardiovascular y la cuarta por complicaciones crónicas. La HbA1 es un indicador del descontrol glicémico de los pacientes con diabetes mellitus, por lo cual una alternativa de diagnóstico y reducción de este indicador es el empleo de la terapia con oxígeno hiperbárico (TOH).

Objetivo. Demostrar la capacidad del protocolo TOH para modificar el porcentaje de la HbA1 en diabéticos tipo 2 en el Hospital Central Militar.

Material y métodos. Se realizó un estudio prospectivo con 10 pacientes mexicanos con diabetes mellitus tipo 2, con una evolución clínica de 15 ± 9 años, a quienes se les midió la hemoglobina glicosilada antes y después de recibir veinte sesiones de cámara hiperbárica con una presión absoluta de 2.4 atmósferas, suplementadas con oxígeno al 100% con mascarilla de presión a flujo demandado de 10 L por minutos durante una hora de tratamiento.

Resultados. Se observó una reducción de hemoglobina de 21.84% siendo ésta estadísticamente significativa ($p = 0.002$), después de 30 días de aplicar 20 sesiones de TOH.

Conclusión. La terapia de oxígeno hiperbárico es útil para reducir la hemoglobina glicosilada de $10.19 \pm 0.9\%$ en pacientes diabéticos tipo 2 en un periodo de 30 días.

Modification of the HbA1C secondary to hyperbaric oxygen therapy in patients with diabetes mellitus at the Hospital Central Militar

SUMMARY

Introduction. The prevalence of diabetes mellitus is 8.4 to 14% in Mexico, which represents the leading cause of death associated with cardiovascular disease and chronic complications in fourth place. The HbA1 is an indicator of glycemic disorder in patients with diabetes mellitus, for which an alternative diagnosis and reduction of this indicator is the use of hyperbaric oxygen therapy (HOT).

Objective. To demonstrate the ability of the protocol HOT to modify the percentage of HbA1 in type 2 diabetics in the Hospital Central Militar.

Material and methods. This research was prospective, including 10 Mexican volunteer patients with diabetes mellitus type 2, with time clinic evolution 15 ± 9 years, which glycosilated haemoglobin (HbA1C) was measured before and after hyperbaric oxygen treatment using absolute pressure of 2.4 atmospheres, supplied with 100% oxygen through a mask (10 L per minute) during 60 minutes.

Results. It was observed a reduction of hemoglobin to 21.84% ($p = 0.002$), after 30 days to implement 20 sessions of HOT.

Conclusion. The oxygen hyperbaric therapy done in the Hospital Central Militar protocol is able to reduce HbA1C with rates of 10.19, 0.9% that is observed on diabetic patients in a period of 30 days.

Palabras clave: diabetes mellitus, hemoglobina glicosilada, oxígeno, cámara hiperbárica.

Key words: Glycosilated hemoglobin, hyperbaric oxygen, diabetes mellitus.

* Subsección Farmacología, Escuela Médico Militar, Universidad del Ejército y Fuerza Aérea, México. † Curso de Especialización y Residencia en Medicina Aeroespacial, Escuela Militar de Graduados de Sanidad, Universidad del Ejército y Fuerza Aérea, México. ‡ Escuela Superior de Medicina, Instituto Politécnico Nacional, México. § Jefe de Curso de Medicina Interna, Escuela Militar de Graduados de Sanidad, Universidad del Ejército y Fuerza Aérea, México y Jefe del Servicio de Medicina de Hombres, Hospital Central Militar y Clínica de Diabetes de la Unidad de Especialidades Médicas. || Coordinador del Curso de Medicina Aeroespacial, Escuela Militar de Graduados de Sanidad, Universidad del Ejército y Fuerza Aérea, México y Jefe de la Sección de Medicina Aeroespacial de la Dirección General de Sanidad, SEDENA. ¶ Jefe de Urgencias y del Servicio de Medicina Hiperbárica, Hospital Central Militar.

Correspondencia:

Dr. Carlos Armando Sosa-Luna

Cerrada de Palomas y Batalla de Celaya, Col. Lomas de San Isidro. C.P. 11200, Del. Miguel Hidalgo, México, D.F. Tel.: 5540-7728. Ext. 143. Fax: 5520-2121. Correo electrónico: rocas_71@hotmail.com

Recibido: Octubre 22, 2008.

Aceptado: Abril 13, 2009.

Introducción

En México la prevalencia de diabetes mellitus es de 8.4 a 14% de la población, siendo actualmente la principal causa de muerte asociada a la enfermedad cardiovascular y la cuarta por complicaciones crónicas. Es el principal problema de salud pública, la gran mayoría de los mexicanos presentan diabetes mellitus tipo 2.

La diabetes mellitus es el principal factor de muerte y morbilidad en nuestro país, se caracteriza por el aumento de la glucosa. Al elevarse el nivel de glicemia, el aumento de la glicación no enzimática de proteínas es proporcional tanto al nivel de glucosa sanguínea como al periodo de vida de las proteínas glicosiladas (*Cuadro 1*). Debido a que la vida media del eritrocito es de 120 días, con un promedio de 60 días, el cálculo de las fracciones glicosiladas de hemoglobina a (HbA1c) refleja el nivel de glicemia correspondiente a los dos meses precedentes con valores normales de 3.8 a 5.9%.¹

La HbA1c es un indicador del descontrol glicémico de los pacientes con diabetes mellitus y se ha asociado a complicaciones crónicas de la diabetes mellitus cuando se encuentra elevada en una proporción mayor a 7%, como es el caso de la nefropatía, neuropatía, retinopatía y pie diabético.^{2,3}

Existen reportes científicos de investigadores rusos citados por la Dra. Nina Subbotina que aseveran que el empleo de la terapia con oxígeno hiperbárico (TOH) disminuye la HbA1c en 30%.^{4,5}

La terapia con oxígeno hiperbárico (TOH) está basada en el aumento de la presión atmosférica para tratamientos médicos en los cuales se obtienen presiones parciales de oxígeno elevadas, las cuales se suplementan con la respiración de oxígeno puro, en el interior de una cámara hiperbárica, la cual alcanza presión superior a la atmosférica, es decir 1,824 mmHg que equivale a 2.4 atmósferas de presión (ATA'S) una cámara hiperbárica puede alcanzar una presión máxima de 10 ATA'S. Desde 1662 el médico británico Henshaw proyectó la posibilidad de que el aumento de la presión del aire podría ser utilizado para aliviar algunas lesiones graves. En América la primera cámara hiperbárica fue construida en Canadá, en 1860, un año después en Nueva York, para tratamiento de desórdenes nerviosos. Corning (1881), Cuninghan (1921), Drager (1917) tuvieron éxito en terapias hiperbáricas.^{5,6} En 1937 Behnke y Shaw usaron el oxígeno hiperbárico para la enfermedad por descompresión.⁶

Cuadro 1. Relación HbA1c con glicemia dos meses previos.

HbA1c (%)	Glicemia media (mg/dL)
5	100
6	135
7	170
8	205
9	240
10	275
11	310
12	345

Objetivo

Demostrar que el protocolo de TOH que se aplica en el Hospital Central Militar tiene la capacidad de modificar el porcentaje de la HbA1c en pacientes mexicanos con diabetes mellitus tipo 2.

Material y métodos

Pacientes

Voluntarios adultos mexicanos hombres y mujeres de 54 a 79 años con capacidad legal e intelectual, quienes firmaron su hoja de consentimiento validamente informado de conformidad a los estándares internacionales de Helsinki y bajo la aprobación y directivas de los Comités de Bioética e Investigación de la Escuela Militar de Graduados de Sanidad y del Hospital Central Militar, dando cumplimiento a lo establecido a la Ley General de Salud (*Anexo*). Se incluyeron los pacientes con diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2 de conformidad a lo establecido por la Asociación Americana de Diabetes, que no padecieran de claustrofobia y no presentaban complicaciones crónicas con manifestación clínica. Se excluyeron los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 con HbA1c $\leq$ 7%. Un caso fue eliminado del estudio por requerir de una amputación secundaria a insuficiencia arterial por aterosclerosis de la tibial anterior del miembro inferior derecho.

Medición de la HbA1c

Se tomaron muestras de sangre venosa en tubos con EDTA, las muestras fueron procesadas por inmunolectroforesis y analizadas en el espectrofotómetro digital con tiras reactivas BIORAD® con valores normales de referencia estandarizados para el Hospital Central Militar de 4.2 a 6.2%.

TOH

Para evitar barotraumas, antes de iniciar con la TOH se realizó la exploración clínica de otorrinolaringología, la cual consistió en verificar la permeabilidad tubárica con otoscopia directa de insuflación para verificar el movimiento de la membrana timpánica y maniobras de Valsalva; se descartaron procesos infecciosos neumológicos por auscultación y análisis de la tele de tórax. Se realizó auscultación precordial y estudio electrocardiográfico para descartar arritmias e isquemia. Sólo los voluntarios que cumplían con los criterios del *cuadro 2* recibieron TOH que consistió en un ciclo de 20 sesiones de lunes a viernes, con una presión de 2.4 atmósferas durante la cual estuvieron respirando oxígeno al 100% con mascarilla a presión durante 30 minutos, descansando tres minutos respirando aire hiperbárico y nuevamente 30 minutos con oxígeno al 100% con mascarilla a presión.

Estadística

Se realizó un análisis de t pareada con prueba de suma de rangos de Wilcoxon ($P < 0.050$). Los datos fueron resumidos en media y error estándar de la media.

Cuadro 2. Indicaciones para recibir tratamiento de oxigenación hiperbárica.

- Los pacientes serán valorados por otorrinolaringología para descartar patología ótica y de senos paranasales y por odontología para identificar caries severas, buscar grietas o fisuras en amalgamas o piezas dentales.
- Deberán contar con valoración por escrito del Jefe de la Sección de Medicina Hiperbárica.
- Desayuno completo estricto antes de cada sesión.
- Acudir puntualmente y 15 minutos antes de su tratamiento.
- Utilizar ropa 100% algodón (interior y exterior).
- Baño antes de cada sesión.
- No podrá usar lo siguiente:
 - a) Fijadores en el cabello de ningún tipo: gel, spray, brillantina, aceite, etc.
 - b) Cosméticos: maquillaje, polvo, rimel, uñas postizas, esmalte, etc.
 - c) Crema, desodorante, talco, loción, perfume, etc.
 - d) Prótesis dentales removibles.
- No fumar por lo menos dos horas antes del tratamiento.
- No ingerir bebidas gaseosas (ni alimento que produzca gas).
- No introducir a la cámara ninguna clase de objeto electrónico, ni que provoque estática (ya que pudiera desencadenar chispas dentro de la cámara).
- No introducir joyería de ningún tipo.
- Presentarse el día de su cita confirmándola 24 horas antes llamando al teléfono: 5557-3100. Ext. 1556.

Cuadro 3. Resultados obtenidos en el estudio.

Sexo	Edad	A1c previo	A1c después	Diferencia
M	59	7.2	7.2	0
M	54	7.2	10.5	+3.3
M	68	7.3	6.8	-0.5
M	54	7.4	7.0	-0.4
M	54	8.5	7.5	-1
F	75	11.2	9.5	-1.7
F	79	12.4	8.4	-4
F	78	12.9	8.5	-4.4
F	59	13.4	11.4	-2
F	66	14.4	8.4	-6

Resultados

En el cuadro 3 y figura 1 se muestran los resultados de la medición de HbA1c iniciales y posteriores a la TOH, observándose una diferencia en los promedios ($P = 0.002$) de la HbA1c al inicio del tratamiento, comparada con la reportada posterior a la aplicación de oxígeno hiperbárico. Se obtuvo una muestra de 10 pacientes (cinco mujeres y cinco hombres), con una edad promedio de 65.4 años con desviación estándar de 9.4, error estándar de 2.975 y coeficiente de variación de 6.729, los cuales presentaban una evolución clínica de 14.6 años con desviación estándar de 8.514, error estándar de 2.692 y un coeficiente de variación de 6.091, quienes mostraron una HbA1c inicial de 10.19%, una desviación estándar de 2.947, un error estándar de la media de 0.932 y un coeficiente de variación de 2.108. Después de 30 días de aplicar 20 sesiones de TOH se encontró una reducción de la hemoglobina en 21.84%, ya que la HbA1c posterior tuvo una media de 8.52% con desviación estándar de 1.537, error estándar de 0.486 y coeficiente de variación de 1.09 (Figura 2).

Cuando se construye un gráfico con los datos obtenidos en las mediciones se calcula el área bajo la curva (AUC), la cual se presenta en la figura 3, encontrándose un decremen-

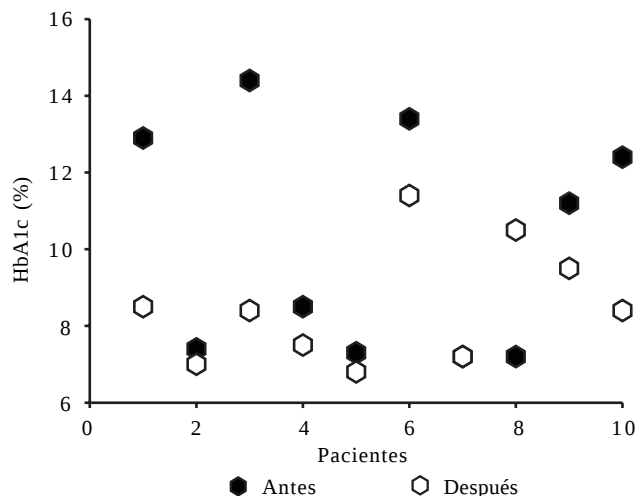


Figura 1. Se expresa la distribución con hexágonos. Los negros representan las mediciones iniciales de HbA1c y los blancos las mediciones posteriores a 20 sesiones de TOH del Hospital Central Militar. El cambio que ocurre antes y después del tratamiento es tan grande que no puede ser explicado por una variación al azar, existiendo una diferencia estadísticamente significativa ($P = 0.002$).

to de -D 13.7%, el cual se obtuvo de la diferencia en los promedios 1.67 ± 0.834 ($n = 10$).

Discusión

Este estudio fuera realizado prospectivamente con la finalidad de analizar experimentalmente la modificación de la hemoglobina glicosilada por medio de oxígeno hiperbárico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2; los resultados obtenidos son de gran interés informativo porque sirven de base para la formulación de hipótesis futuras y pruebas necesarias en estudios más amplios y profundos de tipo experimental básico, asimismo brindan el conocimiento nuevo de que efectivamente el protocolo de TOH que se aplica en el

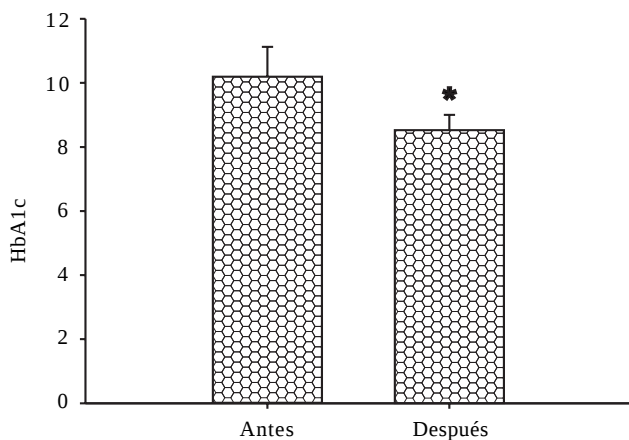


Figura 2. Las barras representan la medianas y su error estándar de la media. El asterisco (*) representa que el cambio que ocurre con el tratamiento es estadísticamente significativo y no se debe a una variación aleatoria ($P = 0.002$).

Hospital Central Militar para diferentes tratamientos es de utilidad para los pacientes diabéticos con hemoglobina glicosilada fuera de control, ya que se logra la reducción de la misma, con los que se propicia la prevención y control de complicaciones crónicas de la diabetes mellitus tipo 2.

En el estudio citado por Nina Subbotina se refiere una reducción de hemoglobina glicosilada hasta de 30%. Esquematisando lo anterior (con la literatura consultada en comparación con este estudio), encontramos las diferencias mostradas en el *cuadro 4*.^{4,7}

Cuadro 4. Diferencias contrastadas entre nuestro estudio y el de Nina Subbotina.

Hemoglobina glicosilada	Nina Subbotina Reducción	Hospital Central Militar Reducción
A1c	30%	21.84%

El presente trabajo determinó que la reducción de la hemoglobina glicosilada en el Hospital Central Militar de los 10 pacientes que integraron nuestro estudio fue de 21.84%.

Se comprueba que la aplicación de oxígeno hiperbárico efectivamente reduce la hemoglobina glicosilada.

Conclusiones

Aunque es conveniente continuar con más ensayos al respecto, la seguridad que ha mostrado el protocolo de TOH en el Hospital Central Militar durante los últimos siete años de aplicación, podemos concluir que la aplicación de oxígeno hiperbárico disminuye la hemoglobina glicosilada en 21.84% resultado similar al previamente reportado en la literatura.

Con base en los resultados de este estudio y conociendo la relevancia de las complicaciones crónicas de la diabetes

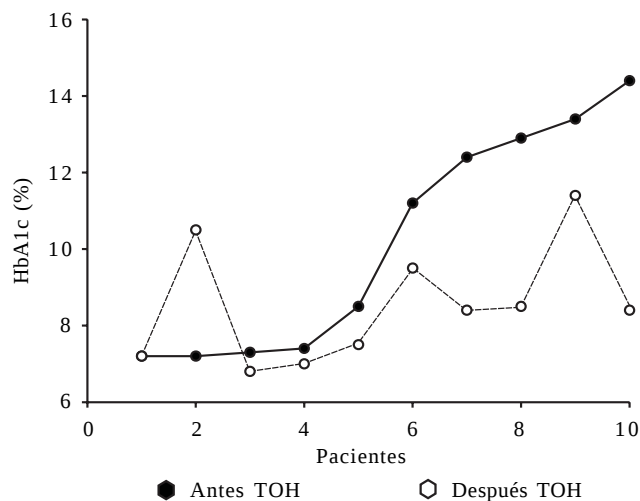


Figura 3. Se expresa el Área Bajo la Curva (AUC) que en el caso de los círculos negros fue de 91.1, los cuales representan las mediciones iniciales de HbA1c y el AUC de los círculos abiertos que fue de 77.4 que representa a las mediciones posteriores de HbA1c después de 20 sesiones de TOH en el Hospital Central Militar. Los círculos negros representan las mediciones iniciales y los blancos las posteriores. El cambio que ocurre con el tratamiento de las AUC es tan grande que no puede deberse al azar ($P = 0.002$).

mellitus y sus consecuencias en nuestro país, se sugiere en primer lugar la aplicación de oxígeno hiperbárico como medida preventiva para disminuir los riesgos de las complicaciones crónicas.

Referencias

- Kasper DL, Fauci AS. Harrison Principios de Medicina Interna 16a Ed. Mc Graw Hill; 2005.
- Saavedra DR. La hemoglobina glicosilada A1c en el diagnóstico y control de la diabetes mellitus. Disponible en: <http://www.salud.com.co/pages/postit/lab/clinic>.
- Saz JAF. La hemoglobina glicada (Hb A1c). Disponible en: <http://www.adezaragoza.org/diabetes/index.php?id=26>. (Consultado el 31 enero de 2005).
- Subbotina N. Medicina Hiperbárica. Actuación del Oxígeno Hiperbárico sobre mecanismos alterados. Disponible en: <http://www.hipercamaras.com.ar/actuación-oxígeno-hiperbarica.htm> 2003.
- Neumeister M. Hiperbaric Oxygen Therapy. Disponible en: E-medicine. www.e-medicine.com.
- García LC, Sánchez ECR. Terapia con oxigenación hiperbárica conceptos básicos. Gac Med Mex 2000; 136(1): 45-56.
- Desola J. Disponible en: <http://www.cccmh.com/basesOHB.ht> 7.

125