



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Medicina  
Especialidad en Medicina Familiar

**“EFECTO DEL EJERCICIO AERÓBICO SUPERVISADO EN EL NIVEL DE HEMOGLOBINA  
GLUCOSILADA EN PACIENTES INTEGRADOS A DIABETIMSS”**

**TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de  
Especialidad en Medicina Familiar

**Presenta:**

Médico General: Elsa Jenifer Cárdenas Maldonado

**Dirigido por:**

Med. Esp. Jorge Velázquez Tlapanco

**SINODALES**

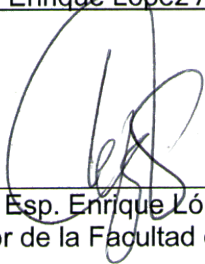
Med. Esp. Jorge Velázquez Tlapanco  
Presidente

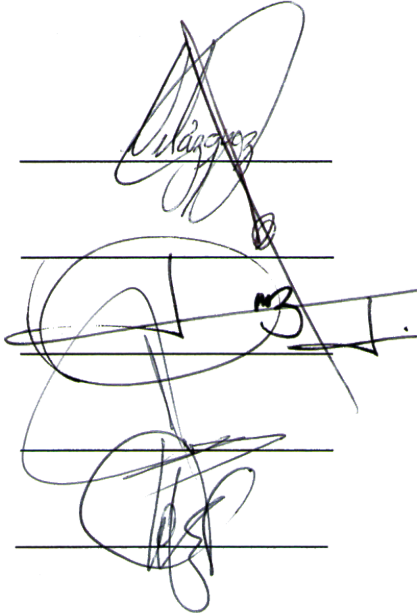
Med. Esp. Martín Gerardo López Gómez  
Secretario

M. en S.P. Alberto Juárez Lira  
Vocal

Dr. en C.S José Trinidad López Vázquez  
Suplente

Med. Esp. Enrique López Arvizu  
Suplente

  
Med. Esp. Enrique López Arvizu  
Director de la Facultad de Medicina

  
Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval  
Director de Investigación y  
Posgrado

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.  
Enero, 2011  
México

## INDICE

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Resumen	i
Summary	ii
Dedicatorias	iii
Agradecimientos	iv
I. Introducción	1
I.1 Objetivo General	4
I.2 Objetivos Específicos	4
I.3 Hipótesis	4
II: Revisión de la literatura	5
II.1 Diabetes Mellitus	5
II.2 Epidemiología	6
II.3 Fisiopatología y cuadro clínico	9
II.4 Tratamiento	10
II.5 Control metabólico	11
II.6 Ejercicio y diabetes	14
II.7 Diabetimss	18
III.1 Metodología	21
III.1 Diseño del estudio	21
III.2 Estrategia	23
III.3 Medición y análisis	24
III.4 Consideraciones éticas	25
IV. Resultados	26
V. Discusión	34
VI. Conclusiones	39
VII. Propuestas	40
VIII. Literatura citada	41
IX. Anexos	
Anexo 1. Consentimiento informado	46
Anexo 2. Hojas de recolección de datos	47

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
	Flujograma	28
IV.1	Características socio demográficas y metabólicas de pacientes diabéticos con ejercicio supervisado y sin ejercicio supervisado al inicio del estudio	29
IV.2	Comparación de hemoglobina glucosilada, glucosa en ayunas, índice de masa corporal al inicio y al final en el grupo con ejercicio supervisado	30
IV.3	Comparación de hemoglobina glucosilada, glucosa en ayunas, índice de masa corporal al inicio y al final en el grupo sin ejercicio supervisado	31
IV.4	Comparación entre grupos de la hemoglobina glucosilada, glucosa en ayunas, índice de masa corporal valores iniciales y finales	32
IV.5	Comparación entre grupos de hemoglobina glucosilada, glucosa en ayunas, índice de masa corporal al final de los cuatro meses de seguimiento	33

## RESUMEN

La práctica del ejercicio es un elemento fundamental en el manejo de pacientes con DM2 con el objetivo de mejorar las alteraciones metabólicas, como la disminución de la hemoglobina glucosilada y la resistencia a la insulina. **OBJETIVO GENERAL:** Determinar en pacientes del DIABETIMSS, el efecto del ejercicio aeróbico supervisado en el nivel de hemoglobina glucosilada en comparación con los que no lo realizan. **MATERIAL Y MÉTODOS:** Estudio cuasiexperimental de antes y después comparativo en 80 pacientes del DIABETIMSS en la Unidad de Medicina Familiar 16 del IMSS Querétaro, de noviembre del 2009 a marzo del 2010. Un grupo de 40 pacientes con una estrategia de ejercicio aeróbico supervisado y otro de 40 pacientes del mismo programa, sin estrategia. Se incluyeron para ambos grupos: pacientes entre 40 y 60 años de edad, ambos sexos, evolución menor de 10 años de la DM2, con cifras de hemoglobina glucosilada de 7 a 9%, con tratamiento farmacológico establecido, sin complicaciones crónicas. Con estrategia de sesiones de ejercicio de 60 minutos tres veces por semana, impartidas por un instructor, durante 4 meses, con medición al inicio y al final de hemoglobina glucosilada, glucosa en ayunas, IMC. Se realizó estadística descriptiva e inferencial, (nivel de confianza del 95%). **RESULTADOS.** No hubo diferencia estadísticamente significativa en las variables sociodemográficas y metabólicas de ambos grupos al inicio del estudio. El grupo de ejercicio supervisado tuvo cambios significativos en los valores iniciales y finales de: hemoglobina glucosilada, glucosa en ayunas, índice de masa corporal ( $p= 0.001$ ); lo cual no se presentó en el grupo sin estrategia. La comparación entre grupos, mostró en el de ejercicio supervisado, valores de hemoglobina glucosilada que presentaron una diferencia absoluta de  $-0.92$  y relativa de  $-12.8\%$  ( $p= 0.001$ ) con una diferencia de medias de  $-1.19$ , la glucosa en ayunas presentó, una diferencia absoluta de  $-26.10$  y relativa de  $-18.98\%$  ( $p=0.004$ ) con una diferencia de medias de  $-24.45$ . La diferencia de medias del IMC fue  $-0.48$  siendo estadísticamente significativo. **CONCLUSION.** La estrategia de una rutina de ejercicio aeróbico supervisado en pacientes diabéticos, presentó reducción en los niveles de hemoglobina glucosilada, glucosa en ayunas e IMC.

(PALABRAS CLAVE: Diabetes Mellitus tipo 2, ejercicio aeróbico supervisado, hemoglobina glucosilada)

## SUMMARY

Exercise is a fundamental element in the handling of patients with type II diabetes mellitus, its objective is to improve metabolic alterations such as a decrease in glycosylated hemoglobin and resistance to insulin. **GENERAL OBJECTIVE:** To determine in DIABETIMSS patients the effect of supervised aerobic exercises on the glycosylated hemoglobin level compared with those patients not doing the exercises. **MATERIAL AND METHODS:** A quasi experimental study of before and after, comparing 80 patients of DIABETIMSS from the 16 Family Medicine Unit of the Mexican Social Security Institute (IMSS, from its initials in Spanish) of Queretaro from November, 2009 to March 2010. There was a group of 40 patients with a supervised aerobic exercises strategy and another of 40 patients in the same program but with no strategy. Included in both groups were: patients between 40 and 60 years of age, both sexes, type II diabetes mellitus evolution of less than 10 years with glycosylated hemoglobin levels from 7 to 9% with an established pharmacological treatment and with no chronic complications. The strategy for exercise sessions was 60 minutes, three times per week, supervised by an instructor and lasting 4 months. At the beginning and end of the strategy, measurements were taken of glycosylated hemoglobin, fasting glucose and body mass index. Descriptive and inferential statistics were obtained (95% confidence level). **RESULTS:** At the beginning of the study, there was no statistically significant difference in sociodemographic and metabolic variables in either group. The group with supervised exercises showed significant changes in initial values and final values of: glycosylated hemoglobin, fasting glucose and body mass index ( $p=0.001$ ). This was not the case with the group having no strategy. A comparison of both groups showed that in the supervised exercises group, values of glycosylated hemoglobin presented an absolute difference of  $-0.92$  and a relative difference of  $-12.8\%$  ( $p=0.001$ ), with a difference in averages of  $-1.19$ . Fasting glucose presented an absolute difference of  $-26.10$  and a relative one of  $-18.98\%$  ( $p=0.004$ ) with a difference in averages of  $-24.45$ . The difference in averages of the body mass index was  $-0.48$  which is statistically significant. **CONCLUSION:** The strategy of a supervised aerobic exercises routine in diabetic patients presented a reduction in the levels of glycosylated hemoglobin, fasting glucose and the body mass index.

**(Key words:** Type II diabetes mellitus, supervised aerobic exercises, glycosylated hemoglobin)

## DEDICATORIAS

A mi hijo Eduardo, quien es el motor de de todo lo que realizó, y mi fuente de inspiración; por todos sus momentos y logros perdidos, pero que se compensan con una sonrisa día a día, dándome las fuerzas para continuar y recordar que no estoy sola y que el producto de todo este esfuerzo es por él y para él, que se ha convertido en ese rayito de luz que ilumina mi camino a diario.

A mi esposo Francisco, por la paciencia, comprensión y apoyo que me ha brindado, en esos momentos de desesperación, de angustia y miedo que juntos hemos superado y que nunca me ha dejado caer, en este corto y a la vez largo y nuevo camino en nuestra vida juntos.

A mi madre Carmen por ser el apoyo más grande en este proyecto de vida, tanto profesional como personal, ya que sin su apoyo, no hubiera sido posible iniciar y terminar con esta parte de mi formación. Gracias por ser la abuela y madre de mi hijo, por estar presente en esos momentos de mi ausencia por sus consejos como madre y amiga y por nunca dejarme vencer en esos momentos tan difíciles.

A mi abuela Guille, mi hermana Bere y mi padre José Luis, por el apoyo, por sus consejos y por nunca dejarme sola.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Doctor Jorge Velázquez Tlapanco, por su apoyo, comprensión y paciencia durante estos tres años, en la situación académica y personal por su interés en este proyecto, por ser nuestro principal apoyo en esta residencia.

A la Doctora Lety Martínez, por ser tan comprensiva y paciente, por su interés en hacernos descubrir lo interesante y lo bonito de la medicina familiar, por sabernos escucharnos y ser nuestra amiga, por ser la guía principal para la culminación de este proyecto.

A la Doctora Susana Gallardo Vidal, con la que juntos conocimos y descubrimos la medicina familiar y por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

Al personal de la Unidad Deportiva del IMSS al personal de DIABETIMSS, por su apoyo y tiempo para la realización de este trabajo. Y finalmente pero siendo la parte más importante, a todos los pacientes que aceptaron trabajar como un solo equipo ya que sin ellos esto nunca podría haberse realizado.

## I. INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2), es un trastorno metabólico, resultado de un defecto en la secreción de insulina, de su acción o ambos, la cual ha mostrado un incremento en su frecuencia durante los últimos años entre los diferentes grupos étnicos, sin importar su nivel social o cultural. Afecta de un 75% a un 90% de la población, por lo que se ha considerado un problema de salud pública por su carácter epidémico (Deakin, 2008).

La DM2 o diabetes de inicio en la madurez, es diagnosticada con mayor frecuencia después de los 40 años de edad (Deakin, 2008). La estimación para el año 2030, de personas con diabetes mayores de 64 años de edad es de 82 millones en los países en desarrollo y más de 48 millones en los países desarrollados (Wild, 2004).

Existen factores que han sido considerados de gran importancia para el desarrollo e incremento de este trastorno, tanto genéticos como del medio ambiente; entre éstos se encuentran el crecimiento y envejecimiento de la población, la urbanización, la falta de actividad física y el aumento en la prevalencia de obesidad (Wild, 2004).

Existe evidencia de que el adecuado control metabólico, tiene un efecto favorable en la aparición y progresión de sus complicaciones a corto y largo plazo (American Diabetes Association, 2008).

Hay investigaciones que respaldan como pilares del tratamiento para lograr el control metabólico de estos pacientes, a los cambios en estilo de vida (dieta y actividad física) en combinación con el tratamiento farmacológico (López, 2007).



Los cambios en el estilo de vida no sólo mejoran la tolerancia a la glucosa, sino también reducen la magnitud de varios factores de riesgo cardiovascular (Tuomilehto, 2001).

Los niveles de hemoglobina glucosilada, proporcionan información sobre el grado de control de la glucemia en los 3 a 4 meses previos (Díaz, 2006) y se relacionan con la aparición de complicaciones micro y macrovasculares a largo plazo (Goday, 2006); estos niveles, pueden ser modificados por el efecto del ejercicio aeróbico realizado de forma regular.

Se han observado, efectos favorables de los diferentes tipos de ejercicio, entre los que se incluyen el ejercicio aeróbico, sobre los niveles de hemoglobina glucosilada (Boule, 2001). Los reportes en pacientes con DM2 refieren una disminución de 0.5 a 1% de la hemoglobina glucosilada con este tipo de ejercicio (Snowling, 2006).

Basado en estos antecedentes y en la literatura científica el establecer programas de ejercicio aeróbico supervisado en pacientes con DM2, deben de ser empleados como una medida terapéutica inicial, para mejorar la resistencia a la insulina presente en este trastorno y lograr una disminución de la glucosa sanguínea a niveles óptimos (Cuff, 2003; Church, 2004).

El ejercicio aeróbico, es definido como el movimiento cíclico repetitivo causado por la contracción de las grandes masas musculares que dependen de las vías de energía aeróbica, en donde participan los sistemas musculares y cardiorrespiratorio (Thomas, 2008). Los beneficios de realizar este tipo de ejercicio, están sustentados en estudios que muestran que los individuos que mantienen un estilo de vida físicamente activo tienen menos probabilidades de desarrollar resistencia a la insulina, intolerancia a la glucosa, o diabetes mellitus tipo 2 (Snowling, 2006).

La literatura ha demostrado consistentemente un efecto benéfico del ejercicio regular sobre el metabolismo de los carbohidratos y la sensibilidad a la insulina, los cuales se pueden mantener por lo menos durante cinco años. Con respecto a la hemoglobina glucosilada se concluye una reducción del 10 al 20% de los valores iniciales, en pacientes con DM2 (American College of Sports Medicine, 1998; American Diabetes Association, 2002).

En estudios realizados por Thomas DE (2008), se observó que con la intervención de ejercicios mejoró significativamente el control glucémico, manifestado por una disminución en los niveles de hemoglobina glucosilada de 0,6% (-0,6% HbA1c, intervalo de confianza (IC) del 95%: -0,9 a -0,3;  $P < 0,05$ ). Con lo que se concluye que para una persona con DM2 con un valor de hemoglobina glucosilada del 9%, este resultado podría representar una mejoría del 30% hacia un valor objetivo de hemoglobina glucosilada del 7% y una mejoría del 20% hacia un valor normal del 6%.

Otro punto importante en el manejo de estos pacientes es la integración a Programas Institucionales, dirigidos a la educación y manejo integral de pacientes con trastornos crónico degenerativos, que han demostrado resultados positivos en su control metabólico (Programa DIABETIMSS, UMF No 16, IMSS, delegación Querétaro).

## I .1 OBJETIVO GENERAL

Determinar en pacientes de DIABETIMSS, el efecto del ejercicio aeróbico supervisado en el nivel de hemoglobina glucosilada en comparación con los que no lo realizan.

## I .2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

En pacientes integrados a DIABETIMSS de la UMF 16:

- Determinar las variables sociodemográficas: edad, género, estado civil y ocupación.
- Determinar el tiempo de evolución de la DM2
- Determinar el efecto del ejercicio aeróbico supervisado sobre los niveles de hemoglobina glucosilada, glucosa en ayunas e índice de masa corporal.
- Determinar el efecto de no realizar ejercicio aeróbico supervisado sobre los niveles de hemoglobina glucosilada, glucosa en ayunas e índice de masa corporal.
- Comparar los niveles de hemoglobina glucosilada, glucosa en ayunas e índice masa corporal iniciales y finales, entre el grupo con ejercicio aeróbico supervisado y el grupo que no lo realiza.

## I.3 HIPÓTESIS

Ha: El efecto del ejercicio aeróbico supervisado disminuye más del 20% el nivel de hemoglobina glucosilada en pacientes de DIABETIMSS.

Ho: El efecto del ejercicio aeróbico supervisado disminuye el 20% o menos el nivel de hemoglobina glucosilada en pacientes de DIABETIMSS.

## II. REVISION DE LA LITERATURA

### II.1. Diabetes Mellitus

La diabetes mellitus es una enfermedad crónico degenerativa considerada un trastorno metabólico, resultado de un defecto en la secreción y/o acción de la insulina (a nivel hepático y a nivel de captación periférica de la glucosa), que se caracteriza por hiperglucemia crónica y alteraciones metabólicas de carbohidratos, grasas y proteínas (Asociación Latinoamericana de Diabetes ALAD, 2006; American Diabetes Association, 2008; Deakin, 2008).

Se clasifica en cuatro categorías: diabetes tipo 1 la cual se origina por mecanismos inmunológicos e idiopáticos y se caracteriza por una destrucción de las células beta del páncreas, lo que por lo general conduce a una deficiencia absoluta de insulina. La diabetes tipo 2, la cual es el resultado de un progresivo defecto en la secreción de insulina o la presencia de resistencia a ésta, representa el 90% de los casos de diabetes en el país. Otros tipos específicos de diabetes, entre sus causas se encuentran defectos genéticos, endocrinopatías, alteraciones del páncreas y por último la diabetes mellitus gestacional (American Diabetes Association, 2002; Conget, 2002; American Diabetes Association, 2008).

De acuerdo a los lineamientos establecidos en 1979 y 1985 sobre los criterios diagnósticos de DM2 la nueva clasificación realizada en 1997 consideró la reducción de las cifras de glucosa sérica en ayunas de 140 mg/dl a 126 mg/dl para establecer el diagnóstico de DM2; el nivel normal de glucosa en ayunas se fijó en <110 mg/dl y se conservó la cifra de glucosa >200 mg/dl para realizar el diagnóstico de DM2, posterior a la carga oral de glucosa a las 2 horas (Mancillas, 2002; Bastarrachea, 2004).

La American Diabetes Association (ADA) estableció y clasificó clínicamente con el término de prediabetes a la glucosa anormal en ayunas (100 a 125 mg/dl) y a la intolerancia a la glucosa (140 a 199 mg /dl después de una carga

de glucosa oral de 2 horas) considerando estas dos situaciones un riesgo elevado de desarrollar diabetes en un futuro (Bastarrachea, 2004).

La glucosa en ayunas es el método de elección para realizar la pesquisa y diagnóstico de diabetes mellitus, en los casos en los que existan dudas lo indicado es realizar una prueba de tolerancia a la glucosa oral. Existen grupos en riesgo a los que se debe tener bajo mayor vigilancia para la detección de casos de diabetes de forma oportuna, dentro de estos se considera a todo sujeto mayor de 45 años de edad, a quienes deben de mantenerse en vigilancia con glucosa en ayunas cada 3 años en caso de determinaciones con valores  $< 100$  mg/dl; personas menores de 45 años con obesidad ( $IMC \geq 30$  kg/m<sup>2</sup>), parientes de primer grado diabéticos, mujeres con antecedentes de productos macrosómicos ( $\pm 4$ Kg) o con historia de diabetes gestacional, examen previo con intolerancia a la glucosa, estados de insulino resistencia (ovario poliquístico, acantosis nigricans), hipertensos,  $HDL \leq 35$  mg/dl y/o triglicéridos  $\geq 250$  mg/dl. (García, 2005; Ministerio de Salud, 2005).

## II.2. Epidemiología

Actualmente la incidencia y la prevalencia de la DM2 ha mostrado un incremento progresivo a nivel mundial, especialmente en el Continente Americano. Se estima que para el año 2025 la población mexicana de diabéticos será cerca de 11.7 millones (Aguilar, 2003; Wild, 2004; Córdoba, 2008).

A nivel mundial la diabetes afecta de forma similar a hombres y mujeres (Wild, 2004). En los países en desarrollo y países desarrollados el número de personas diabéticas mayores de 64 años de edad, será mayor de 82 millones y 48 millones respectivamente para el año 2030 (Wild, 2004).

Con respecto a los grupos de edad afectados la mayoría de las personas con diabetes en países en desarrollo se encuentran entre los 45 a 64 años de edad, en comparación con los países desarrollados en los que el grupo de edad

más afectado se encuentra en los mayores de 64 años (Wild, 2004). En el grupo de personas menores de 30 años de edad, la prevalencia de DM2 es menor del 5% (ALAD, 2006).

A nivel mundial la DM2 es considerada un problema de salud pública, de creciente magnitud, resultado de diversos cambios sociales y económicos que han modificado el estilo de vida de la población, afectando a todos los niveles socioeconómicos (Rodríguez, 2003; Córdoba-Villalobos y col., 2008; Zambrana, 2008).

Dentro de estos cambios se encuentran la urbanización e incremento de la población, así como la mayor prevalencia de obesidad e inactividad física considerados actualmente dos de los factores más importantes (Wild, 2004).

En México la prevalencia de obesidad y enfermedades crónicas, se ha incrementado en los sectores menos favorecidos económica y socialmente, lo que corresponde a lo observado en la mortalidad por este padecimiento, la cual ha mostrado un incremento en los estados del sur y sureste, en comparación con la ciudad de México o los estados del norte (Fowler, 2007).

La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) en el 2006, reportó, un incremento en la incidencia de diabetes en un 35% y estimó que la tasa de mortalidad crece 3% cada año, con un consumo entre 4.7% y 6.5% del presupuesto para la atención de la salud en México, durante un periodo de 5 años (IMSS, 2008). Encontrándose dentro de las 10 causas más frecuentes de hospitalización en adultos (Córdoba-Villalobos y col., 2008).

Actualmente la DM2 conlleva una importante morbilidad, encontrándose dentro de las principales cinco causas de muerte, principalmente por sus complicaciones micro y macrovasculares las cuales son resultado de las alteraciones metabólicas de la glucosa y que afectan sobre todo a pacientes con

más de 5 a 10 años de evolución de la enfermedad (Aguilar y col, 2003; Domínguez, 2004; Ip, 2007).

La retinopatía diabética es la causa más frecuente de ceguera en adultos de 20 a 74 años de edad y su prevalencia se ve relacionada con el tiempo de evolución de la enfermedad. La nefropatía diabética se presenta del 20 al 40% de los pacientes diabéticos y se considera la principal causa de insuficiencia renal terminal. Las complicaciones cardiovasculares se encuentran como principal causa de muerte en pacientes diabéticos (Oviedo, 2003; American Diabetes Association, 2008).

En la UMF 16 IMSS, Querétaro el principal motivo de consulta reportado, entre los años 2004 y 2008 fue la DM2. Con 18,274 consultas en el 2004; 11,027 consultas en el 2005; 14,166 consultas en el 2006; 14, 775 en el 2007 y 15,464 en el 2008, observando una disminución en el número de consultas otorgadas por este padecimiento, pero que continúa como una de las primeras causas de consulta en el primer nivel de atención (Diagnóstico de Salud Unidad de Medicina Familiar 16, 2008).

Como causa de mortalidad general en pacientes de la UMF 16 en el 2006 se reportaron 45 casos y durante los años 2007 y 2008, 54 y 61 casos respectivamente (Diagnóstico de Salud Unidad de Medicina Familiar 16, 2008).

Durante los años 2007 y 2008, en el grupo de 60 años o más, se reportaron 28 y 26 casos de muertes por DM2, respectivamente. En el grupo de 20 a 59 años de edad se presentaron 25 casos en el 2007, de los cuales 13 fueron hombres y 12 mujeres; en el año 2008 fueron reportados 13 casos correspondiendo 6 a hombres y 7 a mujeres (Diagnóstico de Salud Unidad de Medicina Familiar 16, 2008).

### II.3 Fisiopatología y cuadro clínico

La diabetes mellitus es originada por alteraciones en la homeostasis de la glucosa. Esta homeostasis está dada por una regulación en la producción de glucosa por parte del hígado (gluconeogénesis) y la utilización de esta por los tejidos insulino dependientes como el músculo y la grasa y los tejidos no insulino dependientes como el cerebro (Ip, 2007).

La insulina es producida por las células beta del páncreas como respuesta a la producción de glucosa, su función es vital en el proceso de eliminación de la glucosa de los tejidos periféricos, participa también a nivel hepático suprimiendo la gluconeogénesis y a nivel del tejido adiposo la lipólisis (Ip, 2007).

La resistencia a la insulina desempeña un papel importante en el desarrollo de la DM2. En un inicio esta situación origina una mayor producción de insulina, por las células pancreáticas, conservando de este modo, niveles de glucosa normales. Conforme avanza esta situación, posterior a un estado de hiperinsulinismo, la secreción de insulina disminuye de forma gradual originando un estado de hiperglucemia. Cuando la secreción de insulina disminuye de forma importante, la producción hepática de glucosa se incrementa, siendo este mecanismo el que mantiene, la glucemia elevada en ayunas. Este estado de hiperglucemia tiene un efecto perjudicial, ya que al disminuir la secreción de insulina por el páncreas y reducir la sensibilidad de la misma origina el denominado efecto de glucotoxicidad (Trinajstic; Ip, 2007).

La presencia de resistencia a la acción de la insulina a nivel del tejido adiposo, origina un incremento de la lipólisis y un aumento de los ácidos grasos libres circulantes, los cuales reducen la respuesta de las células musculares a la insulina, alteran también la secreción pancreática y aumentan la producción hepática de glucosa, produciendo lo que se conoce como lipotoxicidad (Trinajstic).



Los principales síntomas son poliuria, polidipsia, polifagia y pérdida de peso, pero en ocasiones estos pueden pasar desapercibidos (Trinajstic). Al ser una enfermedad poco sintomática, la mayoría de los casos se diagnostica de forma tardía o por la presencia de sus complicaciones (Ministerios de Salud, 2005).

#### II.4 Tratamiento

Dentro de los objetivos en el tratamiento de los pacientes con DM2 no solo se encuentra el lograr un control adecuado de la glucosa, estos también incluyen, la desaparición de los síntomas originados por la hiperglucemia evitar las descompensaciones agudas y finalmente evitar o retardar la aparición o progresión de las complicaciones crónicas así como disminuir la tasa de mortalidad y mantener una buena calidad de vida (Godoy, 2001).

Los cambios en el estilo de vida, principalmente una dieta adecuada y la actividad física, en combinación con el tratamiento farmacológico, son la base en el manejo de los pacientes diabéticos (López, 2007). Los dos primeros son en ocasiones la única intervención necesaria en estos pacientes (Grupo de estudio de la Diabetes en Atención Primaria de Salud GEDAPS). Y representan un gran reto para el personal de salud, ya que se ven involucrados aspectos culturales, afectivos y sociales que determinan la adopción del estilo de vida de cada persona (López, 2007).

Una adecuada alimentación proporciona un buen estado nutricional y contribuye a prevenir y tratar las complicaciones agudas o crónicas, ayuda a alcanzar una normalidad bioquímica (glucosa y lípidos plasmáticos), evita las fluctuaciones de glucosa posprandial, reduce y mantiene el peso corporal (GEDAPS).

La práctica de ejercicio de forma regular constituye una parte elemental del plan terapéutico, el cual debe de ser indicado de forma temprana contra la resistencia a la insulina (Crandall, 2008).

Los beneficios del ejercicio a nivel metabólico incluyen mejoras en el metabolismo de los hidratos de carbono, reduce el peso corporal y lo mantiene, mejora los factores de riesgo cardiovascular al aumentar las lipoproteínas de alta densidad (HDL) y reducir las lipoproteínas de baja densidad (LDL), los triglicéridos y la presión arterial, al mismo tiempo que mejora el rendimiento físico y la calidad de vida (GEDAPS; O'Gorman, 2008).

Debido a la asociación que presenta la obesidad y la inactividad física con el desarrollo de DM2, se ha propuesto que, el realizar ejercicio aeróbico, es una intervención eficaz para la prevención y tratamiento de la resistencia a la insulina y de la DM2 (Cuff, 2003; Snowling, 2006).

La selección del tratamiento farmacológico considera a los agentes orales para la mayoría de los casos. Todos los fármacos tienen sus limitaciones, algunos no logran cambio en la glucosa desde un principio, otros alcanzan la meta propuesta y la mantienen sólo por algunos años. En su caso se ha aceptado la necesidad de agregar un agente con mecanismo de acción complementaria (terapia combinada) y hasta un tercer medicamento o bien su combinación con insulina (Inzucchi, 2002).

## II.5. Control metabólico

La meta principal en el control de la DM2, es mantener dentro de niveles considerados como normales a la glucosa pre y pos prandial, estudios como el United Kingdom Prospective Diabetes Study (UKPDS) demuestran que un control estricto en los niveles de glucosa, retardan la aparición e incluso previenen el desarrollo de complicaciones en el paciente diabético (Alexánder, 2002).

La American Diabetes Association (ADA) y el Grupo de estudio de la diabetes en atención primaria de la salud (GEDAPS) consideran diversos parámetros como objetivos a conseguir, en el tratamiento de la DM2, entre los que se encuentran los valores de hemoglobina glucosilada (HbA1c) ya que es el parámetro que nos proporciona, información sobre el control de la glucemia en los 3 a 4 meses previos (Díaz, 2006). Su importancia es la relación de sus niveles, con la aparición de complicaciones micro y macrovasculares a largo plazo (Goday, 2001).

Se ha reportado que una disminución del 1% en el valor de la hemoglobina glucosilada, se asocia a la disminución del 15% - 20% en eventos cardiovasculares y una reducción del 37% en complicaciones microvasculares (Selvin, 2004)

En estudios como el UKPDS y el Diabetes Control and Complications Trial (DCCT) no se ha podido determinar un umbral de hemoglobina glucosilada a partir del cual no se produzcan complicaciones, lo que sugiere que el objetivo del tratamiento de la diabetes es conseguir niveles lo más bajo posible y de preferencia dentro del rango de la normalidad (GEDAPS).

“El Consenso Europeo, considera valores de hemoglobina glucosilada de <6.5% como un buen control y como aceptable <7.5%, la ADA considera como objetivo terapéutico una hemoglobina glucosilada de 7% y propone intensificar medidas terapéuticas cuando es >8%” (Goday, 2001).

Las metas terapéuticas deben individualizarse en cada paciente, pero se propone que deben de ser más estrictos en pacientes jóvenes, por el mayor riesgo de desarrollar complicaciones, por lo que se plantea como objetivo una hemoglobina glucosilada <7%, en sujetos sin complicaciones crónicas o en los que están presentes en forma leve (Picó, 2006).

En los casos en los que se presente alguna complicación más grave, se plantean objetivos terapéuticos, menos estrictos, siendo aceptables valores de hemoglobina glucosilada de 8% e incluso 9% (Picó, 2006).

Los objetivos en el control del perfil de lípidos, se basan en las recomendaciones de la Guías Clínicas del Programa Americano de Educación sobre el Colesterol y la Asociación Americana de Diabetes, estos incluyen lipoproteínas de baja densidad (LDL) < 100 mg/dl para prevención primaria y <70 mg/dl para prevención secundaria, lipoproteínas de alta densidad (HDL) > 40 mg/dl en hombres y > 50 mg/dl en mujeres y triglicéridos <150 mg/dl (Picó, 2006).

Con respecto al control de la presión arterial en pacientes diabéticos, “el Joint National Commite on Prevention , Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure (JNC VII), la Asociación Americana de Diabetes, la Sociedad Europea de Hipertensión y Cardiología y la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomiendan una presión arterial en pacientes diabéticos por debajo de 130/ 80” (Picó, 2006).

“El IMC (peso en kg/talla en m<sup>2</sup>) es el parámetro aceptado por la OMS para conocer el estado nutricional del paciente. Con la presencia de obesidad o sobrepeso aumentan el riesgo cardiovascular y la resistencia a la insulina, con repercusión en el control glucémico” (GEDAPS).

Las recomendaciones de control para el índice de masa corporal son: un IMC < 25 como buena, entre 25 y 27 como aceptable y un índice > 27 se considera valorar ajuste a tratamiento (Oviedo, 2003).

La meta final es lograr que el paciente alcance glucemias cerca de lo normal, sin llegar a provocar hipoglucemias significativas, dentro de los objetivos en los niveles de glucosa se encuentran (Glucosa en ayunas <100 mg/dl, glucosa posprandial a las 2 horas de < 140 mg/dl y una hemoglobina glucosilada < 6.5% (American Association of Clinical Endocrinologists, 2007).

## II.6 Ejercicio y diabetes

“Ejercicio físico se define como la actividad física planificada, estructurada y repetitiva que tiene como objetivo final o intermedio la mejoría o el mantenimiento de la forma física (Hunot, 2006) .Es un acto voluntario, aceptado libremente, con la intención de obtener mejoramiento o mantenimiento de la condición física, siendo fundamental que sea controlado cualitativa y cuantitativamente (Hunot, 2006). Se clasifica de la siguiente forma, según el componente que se pretende desarrollar: de resistencia cardiorrespiratoria (aeróbica y anaeróbica), de fuerza con resistencia muscular y ejercicio de flexibilidad (Hunot, 2006).

Desde el punto de vista metabólico tenemos al ejercicio anaeróbico y el aeróbico (Bastida, 2001; Dunstan, 2002).

El ejercicio aeróbico se caracteriza por ser de baja intensidad y larga duración, las necesidades metabólicas de oxígeno son satisfechas por el aparato cardiovascular y respiratorio, la glucosa se metaboliza por vías aeróbicas no se produce mucho lactato. El ejercicio anaeróbico se caracteriza por ser de gran intensidad y corta duración, en este las necesidades metabólicas de oxígeno no son satisfechas por el aparato cardiovascular y respiratorio, los nutrientes utilizados son los carbohidratos y al metabolizarse la glucosa por vía anaeróbica se produce más lactato (Novials, 2006).

La intensidad del ejercicio aeróbico, se relaciona con el consumo máximo de oxígeno. El cual indica la capacidad cuantitativa de un individuo para transferir energía de forma aeróbica. Por lo que los efectos metabólicos originados por este tipo de ejercicio, varían de acuerdo a la duración, frecuencia e intensidad y el grupo de músculos ejercitados (Bastida, 2001). El ejercicio aeróbico se define como “el movimiento cíclico repetitivo causado por la contracción de las masas musculares grandes que dependen de las vías de energía aeróbica” (Thomas, 2008).

La actividad física o ejercicio estructurado utilizado solo o en combinación con la dieta, insulina, hipoglucemiantes orales, se consideran las bases de terapia de la DM2 (Picó, 2006).

“La actividad física de intensidad moderada se define como aquella que gasta alrededor de cinco a 7.5 kcal/min o en la que se trabaja de 60 a 70% de la frecuencia cardíaca máxima o de 40 a 60% del volumen máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max). Durante esta actividad, aumentan los latidos por minuto y la frecuencia respiratoria, pero ello no impide que el sujeto pueda hablar” (Hunot, 2006).

Los efectos de este tipo de ejercicio sobre la captación de glucosa y el aumento de la sensibilidad a la insulina, se ha observado que son mayores cuando se realiza de forma regular y ordenada, se considera que el ejercicio aeróbico es el más adecuado para mejorar la sensibilidad a la insulina (Bastida, 2001).

Se ha observado que los programas de ejercicio que combinan la modalidad de ejercicio aeróbico y de resistencia, tiene mayor efecto para reducir la resistencia a la insulina. Todo esto inducido por el desarrollo de masa muscular

“El ejercicio produce un efecto inmediato sobre la captación de glucosa lo cual perdura hasta 2 horas, provocado por la translocación de receptores GLUT4 a la membrana plasmática del músculo esquelético por mecanismos diferentes desencadenados por la insulina. Además se presenta un efecto tardío hasta por 72 horas sobre el aumento de la sensibilidad a la insulina inducido por la necesidad de restablecer las reservas de glucógeno utilizadas durante el ejercicio. Por lo que la práctica de ejercicio de forma regular produce en el organismo una serie de adaptaciones metabólicas, incluyendo el aumento en la expresión de GLUT4 y una mayor sensibilidad a la insulina” (Bastida, 2001).

“El ejercicio presenta dos fases en los efectos sobre la captación de la glucosa. El efecto inmediato presenta un aumento en la captación de la glucosa al

activar vías que activan la translocación de los transportadores GLUT-4 hacia la membrana plasmática por mecanismos diferentes a los mediados por insulina. Durante el ejercicio se requiere un aumento en el aporte de la glucosa al músculo esquelético. Una vez que el ejercicio cesa, inmediatamente disminuye la glucólisis, mientras que el transporte de glucosa aún permanece elevado debido a que el número de transportadores GLUT-4 y el flujo sanguíneo se encuentra también aumentado. El aumento en el flujo sanguíneo constituye un elemento importante responsable en el incremento de la captación de glucosa en el músculo. Es por eso que los beneficios metabólicos son mayores cuando se realiza cualquier ejercicio que aumente el flujo sanguíneo como el ejercicio aeróbico. El flujo sanguíneo disminuye aproximadamente en un período de 15 a 45 minutos, el tiempo en el cual los transportadores GLUT-4 vuelven a su cantidad normal” (Bastida, 2001).

“La fase tardía también estimula la captación de glucosa, pero lo hace aumentando la sensibilidad a la insulina. Este efecto prolongado es el que es de gran importancia en el caso de pacientes con DM2. Los mecanismos involucrados están asociados con la disminución de glucógeno producido por el ejercicio y la necesidad de reponerlo” (Bastida, 2001).

Una recomendación estándar para los pacientes diabéticos, al igual que para los individuos no diabéticos, es que el programa de ejercicios incluye un periodo adecuado de calentamiento y enfriamiento (American College of Sports Medicine, 1998).

El calentamiento debe consistir de 5 a 10 minutos de actividad aeróbica (caminar, pedalear, etc.) a niveles de intensidad bajos, la sesión de calentamiento es para preparar los músculos, corazón y pulmones para un aumento progresivo de la intensidad del ejercicio. Luego de un breve calentamiento los músculos deben estirarse gentilmente durante otros 5 – 10 minutos. Se deben estirar principalmente los músculos que van a ser utilizados en la sesión activa de

ejercicios, sin embargo, lo óptimo es calentar todos los grupos musculares. El calentamiento activo puede llevarse a cabo antes o después del estiramiento. Luego de la sesión activa, el enfriamiento debe estructurarse de manera similar al calentamiento. El enfriamiento debe durar al menos 5 a 10 minutos y reducir la frecuencia cardíaca gradualmente hasta sus niveles previos al ejercicio (American College of Sports Medicine, 1998).

Los pacientes deben considerar retrasar el ejercicio si su nivel de glucosa en sangre es  $> 250$  mg / dl .La ADA sugiere que el ejercicio no debe realizarse si la glucemia en ayunas es mayor de 250 mg/dl (13.9 mmol/l) y hay cetoacidosis presente y que debe ser realizado con cautela si la glucosa en ayunas es mayor a 300 mg/dl ( $>16.7$  mmol/l) aun en ausencia de cetoacidosis. El consenso de la ADA 2006 afirma que suspender la actividad física con glucemias mayores a 300 mg/dl en ausencia de cetoacidosis no es necesario en pacientes diabéticos tipo 2, especialmente en estado postprandial (Sigal, 2004).

Los pacientes jóvenes con un buen control metabólico pueden participar de manera segura en la mayoría de las actividades físicas. En el caso de los adultos y ancianos con diabetes se les debe alentar a que sean personas físicamente activas, ya que proceso del envejecimiento lleva a la degeneración de los músculos, ligamentos, huesos, y articulaciones; y la falta de su uso en combinación con la presencia de DM2 pueden empeorar el problema (Snowling, 2006).

El ejercicio aeróbico puede recomendarse pero tomando medidas de precaución para el ejercicio que involucre los pies, esto es esencial para muchos pacientes con diabetes (American College of Sports Medicine 1998).

La hidratación apropiada también es esencial ya que la deshidratación puede afectar negativamente los niveles de glucosa sanguínea y el funcionamiento del corazón. El ejercicio en calor requiere atención especial en el



mantenimiento de la hidratación, se recomienda una hidratación adecuada antes de iniciar el ejercicio (American College of Sports Medicine 1998).

Durante el ejercicio los líquidos deben tomarse al comienzo y luego de manera frecuente en cantidades suficientes, o la máxima cantidad que se pueda tolerar, para compensar las pérdidas por el sudor, las cuales se ven reflejadas en la pérdida de peso corporal (American College of Sports Medicine 1998).

## II.7. Diabetimss

El control de los paciente diabéticos es actualmente un reto para el personal de salud, por lo que se ha considerado la necesidad de plantear una estrategia de atención que garantice servicios de calidad, en los que se tome en cuenta el punto de vista del paciente y cuyo objetivo es el desarrollo de aptitudes de autocuidado, prevención y tratamiento (Salcedo, 2008). La familia funge como cuidadores estableciendo vínculos afectivos que proporcionan a los pacientes condiciones para alcanzar el control metabólico (Salcedo, 2008).

El objetivo de los programas de educación para pacientes es proporcionar información y adiestramiento necesarios para que adquieran responsabilidad del control de su enfermedad y favorecer su autonomía. La educación grupal es un método complementario de la educación individual la cual favorece intercambio de conocimientos y la socialización de experiencias, siendo un estímulo para modificar actitudes (GEDAPS).

En la actualidad, las principales enfermedades son las, llamadas crónico degenerativas y los requerimientos de atención son distintos. El Programa Institucional para la Prevención y Atención de la Diabetes (DIABETIMSS) fue elaborado con el objetivo de mejorar las acciones de prevención y atención integral de la diabetes que se realizan en los tres niveles de atención del IMSS. En el módulo de DIABETIMSS, se combinan las acciones de la consulta tradicional, con la consulta de grupo (Manual del Aplicador del Modulo DIABETIMSS).

La diabetes constituye un reto creciente y trascendente para el IMSS por que (Manual del Aplicador del Modulo DIABETIMSS; De los Ríos C, 2004):

- Es la primera causa de muerte en el país y en el instituto.
- Es una de las primeras causas de demanda de atención (en medicina familiar, urgencias y especialidades, como tercera o cuarta causa de demanda en la consulta externa)
- Sus complicaciones se sitúan entre los cinco motivos de hospitalización de mayor mortalidad y costo.
- Es la principal causa de ceguera, amputación no traumática de miembros inferiores y falla renal en todo el mundo
- Es la primera causa de pensión por invalidez (15.8% del total).
- Contribuye importantemente a la mortalidad de causa cardiovascular, segunda causa de muerte en México.

El universo o población blanco es el total de pacientes con diagnóstico de diabetes, adscritos a los consultorios de Medicina Familiar. El Médico Familiar invita a sus pacientes con diagnóstico de diabetes a incorporarse al proyecto los cuales deben cumplir los criterios de inclusión que son: (Manual del Aplicador del Modulo DIABETIMSS).

Criterios de inclusión:

- Manifiesta interés en el programa
- No tiene limitaciones físicas para la actividad física
- Sabe leer y escribir
- No tiene deterioro cognitivo
- No psicosis ni farmacodependencia
- No tiene complicaciones crónicas ni otra comorbilidad que requiera envío a 2º. Nivel de atención
- Otorga y firma consentimiento informado

El módulo está conformado por un equipo multidisciplinario. Las actividades diarias del módulo consisten, en citar grupos de 20 pacientes, a una hora específica y en un mismo día del mes, para una actividad con duración aproximada de 2 a 2 ½ horas. Se realiza una actividad educativa con duración de 45 a 60 minutos impartida por el personal del módulo. Al término de la exposición del tema se realiza una discusión para aclarar puntos de interés. Al mismo tiempo cada paciente es atendido por el médico encargado del módulo quien es el responsable de la valoración del paciente, evalúa los resultados de laboratorio, prescribe los tratamientos, realiza ajustes de ser necesario y participa en las reuniones periódicas, al finalizar la consulta cada paciente regresa al grupo y finaliza la actividad educativa (Manual del Aplicador del Modulo DIABETIMSS).

Participa el servicio de enfermería y la asistente médica, quienes en conjunto se encargan de programar la cita de cada paciente, registran asistencia al grupo, están al tanto de pacientes faltantes para comunicarlo a trabajo social, en cada cita se encargan de la toma y registro del peso, talla presión arterial, de los pacientes.

El paciente también es valorado de forma complementaria, por un estomatólogo, quien participa en las sesiones educativas, evalúa a los pacientes cada 6 meses, proporciona orientación y tratamiento. Trabajo Social quien es el encargado de obtener el consentimiento informado de los pacientes, brinda asesoría de problemas psicosociales, localiza a pacientes remisos y brinda asesoría en los casos necesarios. El servicio de nutrición, quien brinda asesoría individual a los pacientes, participa en las sesiones educativas acordadas. Psicología participa en la asesoría y tratamiento de pacientes en los que se identifican problemas emocionales importantes (Manual del Aplicador del Modulo DIABETIMSS):

### III. METODOLOGIA

#### III.1 Diseño del estudio

Se realizó un estudio cuasiexperimental de antes y después tipo comparativo en pacientes con DM2 integrados al programa DIABETIMSS en la Unidad de Medicina Familiar 16, delegación Querétaro, de noviembre del 2009 a marzo del 2010.

Se formaron dos grupos, uno conformado por pacientes integrados al programa de DIABETIMSS que aceptaron participar con la estrategia de ejercicio aeróbico supervisado y otro grupo formado por pacientes del mismo programa, que no aceptaron participar en la estrategia, pero sí en el seguimiento a través de la consulta.

Se evaluaron los niveles de hemoglobina glucosilada, glucosa en ayunas e índice de masa corporal, al inicio y al final de los cuatro meses de seguimiento en ambos grupos.

Se muestreo de forma no probabilística y el tamaño de la muestra se calculó con la fórmula para dos proporciones, obteniendo una población total de 35 pacientes para cada grupo, redondeando a 40 por posibles pérdidas.

$$n = \frac{(p^1q^1 + p^2q^2)(K)}{(p_1 - p_2)^2}$$

$$(p_1 - p_2)^2$$

$$p^1 = 0.2$$

$$q^1 = 1 - p^1 = 0.8$$

$$p^2 = 0.02$$

$$q^2 = 1 - p^2 = 0.98$$

$$K = 6.2$$

$$n = \frac{(0.2)(0.8) + (0.02)(0.98)(6.2)}{(0.2 - 0.02)} = \frac{(0.16) + (0.01)(6.2)}{(0.18)^2} = \frac{1.05}{(0.03)} = 35$$

$$(0.2 - 0.02) \qquad (0.18)^2 \qquad (0.03) \qquad n = 35$$

Se requirió de 40 pacientes para el grupo de ejercicio supervisado y 40 para el grupo sin ejercicio supervisado, los cuales formaban parte del programa DIABETIMSS que fueron invitados a participar en el estudio y que cumplieron con los criterios de selección.

Para el grupo con ejercicio supervisado se incluyeron a pacientes que aceptaron participar en el estudio y ser integrados a la estrategia de ejercicio, previo consentimiento informado y firmado, de ambos sexos, que estuvieran entre un rango de edad de 40 y 60 años, con menos de 10 años de evolución de la DM2, cifras de hemoglobina glucosilada entre 7 y 9%, índice de masa corporal menor de 30, que no realizaran ejercicio aeróbico supervisado, sin internamientos por descontrol glucémico durante los últimos seis meses previos, sin incremento de tratamiento farmacológico en los 3 meses previos, con 3 meses como mínimo en el DIABETIMSS y sin complicaciones aparentes por la misma patología. En el grupo sin ejercicio supervisado se incluyeron a los pacientes que no aceptaron participar en la estrategia de ejercicio supervisado, pero que cumplieron los criterios de inclusión.

Se excluyeron del grupo de ejercicio supervisado a pacientes con padecimientos que contraindicaran la realización del mismo.

La eliminación de pacientes se basó en la presencia de complicaciones agudas durante el tiempo de realización del ejercicio, incumplimiento del 80 % de las sesiones de ejercicio o de asistencia a las consultas de control, presencia de lesiones durante la realización del ejercicio, el suspender o incrementar el tratamiento farmacológico, incumplimiento de la toma de muestra de sangre inicial y final, o cifras de glucosa en ayuno mayor de 250 mg/dl. Para el grupo sin ejercicio supervisado los criterios de eliminación fueron el incumplimiento del

80%.a las consultas de control, el suspender o incrementar el tratamiento farmacológico, incumplimiento de la toma de muestra de sangre inicial y final.

### III.2 Estrategia

Los pacientes del grupo con ejercicio fueron integrados a sesiones de ejercicio aeróbico supervisado, impartidas por un instructor, capacitado en rutina de ejercicios para pacientes con enfermedades crónico-degenerativas, en las Instalaciones de la Unidad Deportiva de Prestaciones Sociales del IMSS.

Se realizaron sesiones de 60 minutos tres días a la semana, con una fase de calentamiento conformada por 10 minutos de caminata a paso normal, flexión, extensión de brazos y piernas, 2 series de 8 repeticiones de forma alterna y ejercicios de respiración 4 repeticiones; una fase de resistencia, con flexión y extensión de brazos en alto 2 series de 5 repeticiones , movimientos circulares de cadera 1 serie de 10 repeticiones, flexión y extensión del tronco con lanzamiento de pelota 2 series de 10 repeticiones, flexión del tronco hacia la derecha e izquierda con manos en la cintura 1 serie de 10 repeticiones, levantamiento de brazos con barra (palo) 2 series de 8 repeticiones, tocar puntas de los pies con flexión y extensión del tronco 2 series de 10 repeticiones, elevación de las rodillas al frente alternándolas 2 series de 10 repeticiones y una fase de enfriamiento, caminar a paso normal durante 5 minutos con ejercicios de respiración.

El horario y días de las sesiones se estableció de acuerdo a las posibilidades de la unidad deportiva y horarios disponibles por parte de los pacientes. El cumplimiento a las sesiones de ejercicio se registro en una hoja de asistencia por parte del investigador.

El grupo sin ejercicio supervisado acudió a sus consultas ya programadas en el programa de DIABETIMSS.

Se tomó muestra de sangre venosa, la cual fue procesada con equipo marca Dimention, D Behring a través de fotometría, en el laboratorio de la Unidad de Medicina Familiar No 16 para determinar los valores de hemoglobina glucosilada y de glucosa en ayunas en ambos grupos. Se realizó una comparación de estos niveles al inicio y al final de los 4 meses de seguimiento y de esta forma se valoró el efecto del ejercicio aeróbico supervisado sobre estas dos variables.

El índice de masa corporal (peso/talla<sup>2</sup>), se calculó posterior a la toma del peso y talla con una báscula marca Nuevo León, previamente calibrada durante la consulta de control de los pacientes.

Con respecto a las variables sociodemográficas, los datos se obtuvieron de la cartilla de citas y del expediente electrónico, el tiempo de evolución de la DM2 se estableció de acuerdo a lo referido de forma verbal por el paciente.

La búsqueda de los resultados se realizó en el expediente electrónico de cada paciente.

### III.3 Mediciones y análisis

Las variables estudiadas incluyeron características sociodemográficas como sexo, edad, estado civil y ocupación, otras variables fueron la realización o no de ejercicio aeróbico supervisado, los niveles de hemoglobina glucosilada, glucosa en ayunas, el tiempo de evolución de la DM2 e índice de masa corporal (IMC).

Se realizó estadística descriptiva (promedios, desviación estándar porcentajes, frecuencias), estadística inferencial con la prueba t de Student para establecer la diferencia entre grupos, prueba de t pareada para establecer la diferencia intragrupos y prueba de Chi<sup>2</sup> para variables cualitativas nominales. Se trabajó con nivel de confianza del 95%.

La información se procesó de forma manual y electrónica con apoyo del programa estadístico SPSSV12, los resultados se plasmaron en cuadros.

#### III.4 Consideraciones éticas.

El proyecto fue evaluado y revisado por un Comité Local de Investigación en Salud de la Unidad de Medicina Familiar 16 del IMSS, Querétaro, así como de las autoridades de la Institución en donde se llevó la investigación.

Para ambos grupos se incluyeron pacientes con DM2 del programa de DIABETIMSS, de la Unidad de Medicina Familiar 16 del IMSS que estuvieron de acuerdo en participar en el estudio, previo consentimiento informado y firmado, fueron integrados en dos grupos según su aceptación o no a la realización del ejercicio.

Al grupo de ejercicio supervisado se le dio a conocer el objetivo del estudio, las probables complicaciones de realizar el ejercicio y la libre decisión de abandonar la estrategia en el momento que lo consideraron pertinente, sin existir repercusiones en su atención médica en el Instituto.

El presente estudio se apegó a los principios enunciados de Helsinki de 1964 y su modificación de Tokio de 1975 y con su última revisión en el 2008 con relación a los trabajos de investigación biomédica con sujetos humanos ya que de acuerdo a la norma oficial de investigación se sujeta a su reglamentación ética por lo que sólo se requiere el consentimiento informado de los participantes garantizando la confidencialidad de los resultados, así como la utilización de los mismos sólo para el cumplimiento de los objetivos del estudio.



## IV. RESULTADOS

El estudio se inicio con un total de 80 pacientes, 40 para cada grupo. En el grupo con ejercicio supervisado concluyeron 36 pacientes, dos abandonaron la estrategia por causas personales y los otros dos fueron eliminados, uno por incremento en la dosis de tratamiento y otro por incumplimiento de las sesiones de ejercicio. En el grupo sin ejercicio supervisado concluyeron 38 pacientes, dos se eliminaron por incumplimiento a sus consultas de control. Para el análisis de resultados fueron incluidos en ambos grupos, los pacientes que no concluyeron el estudio, tomando los valores iniciales de las variables estudiadas, como valores finales para obtener los resultados.

En ambos grupos se observó que no existe una diferencia significativa en la edad, sexo, estado civil, ocupación, tiempo de evolución de la DM2, hemoglobina glucosilada ni índice de masa corporal, sólo se observó diferencia en los niveles de glucosa inicial (Cuadro IV.1)

En el grupo que realizó ejercicio supervisado, la comparación inicial y final de los niveles de hemoglobina glucosilada presentó una diferencia absoluta de -1.23 y una relativa de -14.7%. La glucosa en ayunas tuvo una diferencia absoluta de -35.97 y una relativa de -20.75%, el IMC mostró una diferencia absoluta de -0.62 y una relativa de -2.18% (Cuadro IV.2).

En el grupo sin ejercicio supervisado, la comparación inicial y final de los niveles de hemoglobina glucosilada presentó una diferencia absoluta de 0.04 y una relativa de 0.49%, la glucosa en ayunas tuvo una diferencia absoluta de 11.53 y una relativa de 0.75% y el IMC con una diferencia absoluta de -0.14 y una relativa de -0.52%, sin diferencia estadísticamente significativa (Cuadro IV.3).

Al comparar los niveles iniciales de hemoglobina glucosilada, entre ambos grupos, se observó una diferencia absoluta de 0.35 y una relativa de 4.17%,

$p=0.117$ . Con respecto a los niveles finales de la misma, se observó una diferencia absoluta de  $-0.92$  y una relativa de  $-12.8\%$ ,  $p=0.001$  (Cuadro IV.4).

Los niveles iniciales de glucosa en ayunas en ambos grupo mostró una diferencia absoluta de  $21.4$  y una relativa de  $12.34\%$ ,  $p=0.015$ . Con respecto a los niveles finales se observó una diferencia absoluta de  $-26.10$  y una relativa de  $-18.98\%$ ,  $p=0.004$  (Cuadro IV.4).

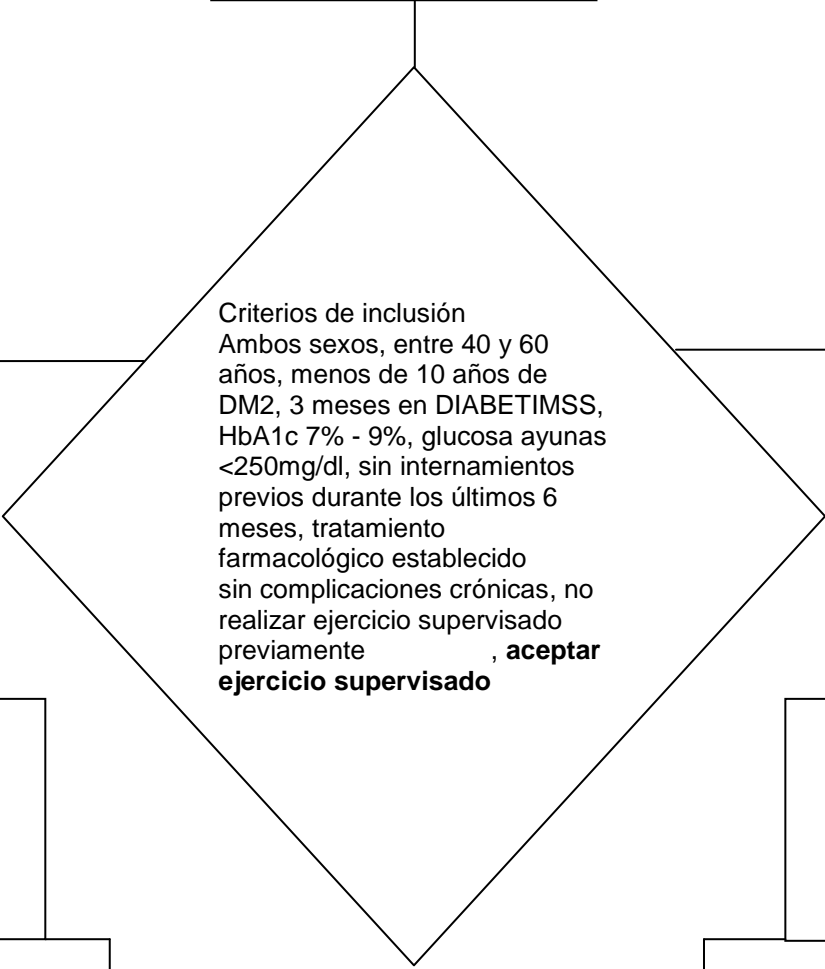
El IMC inicial, entre ambos grupos tuvo una diferencia absoluta de  $1.06$  y una relativa de  $3.73\%$ ,  $p=0.084$  y dentro de su medición final, se observó una diferencia absoluta de  $0.58$  y una relativa de  $2.09\%$ ,  $p=0.336$  (Cuadro IV.5)

Al obtener la diferencia de las medias de los niveles de hemoglobina glucosilada inicial menos la final en cada grupo y realizar la comparación entre ambos, al final de los cuatro meses de seguimiento, se observó una diferencia absoluta de  $-1.19$  y una relativa de  $-96.75\%$ ,  $p=0.001$  (Cuadro IV.5)

De la misma forma la comparación de medias de los niveles de la glucosa en ayunas, mostró una diferencia absoluta de  $-24.45$  y una relativa de  $-67.95\%$ ,  $p=0.001$  (Cuadro IV.5).

Al realizar la diferencia de medias del índice de masa corporal (IMC) inicial y final en cada grupo y compara los valores finales de los dos grupos se observó una diferencia absoluta de  $-0.48$  y una relativa de  $-77.42\%$ ,  $p=0.001$  (Cuadro IV.5)

IMSS – Querétaro  
UMF16  
DIABETIMSS  
240 pacientes



Grupo con ejercicio supervisado  
40 pacientes  
Medición de variables:  
HbA1c  
Glucosa ayunas  
IMC

Grupo sin ejercicio supervisado  
40 pacientes  
Medición de variables:  
HbA1c  
Glucosa ayunas  
IMC

Eliminados  
2 por causas personales  
1 por incremento en tratamiento  
1 por incumplimiento de sesiones ejercicio

Eliminados  
2 por incumplimiento a sus consultas de control

4 meses  
36 pacientes  
Medición final de: HbA1c  
Glucosa ayunas  
IMC

4 meses  
38 pacientes  
Medición final de: HbA1c  
Glucosa ayunas  
IMC

#### IV.1 Características socio demográficas y metabólicas de pacientes diabéticos con ejercicio supervisado y sin ejercicio supervisado al inicio del estudio

Variable	Grupo ejercicio supervisado (40) Frecuencia (%)	Grupo sin ejercicio supervisado (40) Frecuencia (%)	P
Edad	53.92 ± 5.56	52.60 ± 6.59	0.335 *
Sexo			
Masculino	9 (22.5)	14 (35)	0.217**
Femenino	31 (77.5)	26 (65)	
Estado civil			
Soltero	0 (0)	1 (2.5)	0.399**
Casado	35 (87.5)	37 (92.5)	
Viudo	2 (5.0)	2 (5.0)	
Divorciado	2 (5.0)	0 (0)	
Unión libre	1 (2.5)	0 (0)	
Ocupación			
Ama de casa	23 (57.5)	23 (57.5)	0.342**
Empleado	6 (15.0)	10 (25)	
Obrero	2 (5.0)	3 (7.5)	
Jubilado	4 (10.0)	1 (2.5)	
Intendente	1 (2.5)	1 (2.5)	
Campesino	0 (0)	1 (2.5)	
Secretaria	0 (0)	1 (2.5)	
Comerciante	3 (7.5)	0 (0)	
Vigilante	1 (2.5)	0(0)	
Tiempo de evolución	4.55 ± 2.34	4.65 ± 2.91	0.866*
Hemoglobina Glucosilada	8.41 ± 1.01	8.06 ± 0.98	0.117*
Glucosa	173.42 ± 41.16	152.02 ± 35.32	0.015*
Índice masa corporal	28.49 ± 2.59	27.43 ± 2.78	0.084*

\*Prueba t de Student con un nivel de confianza 95%      \*\* Prueba de X<sup>2</sup> con un nivel de confianza 95%

Fuente: Datos obtenidos de la hoja de recolección de información, en los pacientes del programa de DIABETIMSS, integrados a la estrategia de ejercicio supervisado y sin estrategia, en el periodo comprendido de noviembre del 2009 a marzo del 2010

Cuadro IV.2 Comparación de hemoglobina glucosilada, glucosa en ayunas, índice de masa corporal al inicio y al final en el grupo con ejercicio supervisado

n= 40

Variable	Media		Diferencia		<i>p</i> *
	Inicial	Final	Absoluta	Relativa (%)	
Hemoglobina Glucosilada (%)	8.41	7.18	-1.23	-14.7	0.001
Glucosa (mg/dl)	173.42	137.45	-35.97	-20.75	0.001
IMC** (Kg/m <sup>2</sup> )	28.49	27.87	-0.62	-2.18	0.001

\* t de Student pareada, con un nivel de confianza 95%

\*\* IMC: Índice de masa corporal

Fuente: Datos obtenidos de la hoja de recolección de información, en los pacientes del programa de DIABETIMSS, integrados a la estrategia de ejercicio supervisado, en el periodo comprendido de noviembre del 2009 a marzo del 2010.

Cuadro IV.3 Comparación de hemoglobina glucosilada, glucosa en ayunas índice de masa corporal al inicio y al final en el grupo sin ejercicio supervisado

n= 40

Variable	Media		Diferencia		p*
	Inicial	Final	Absoluta	Relativa	
Hemoglobina Glucosilada (%)	8.06	8.1	0.04	0.49	0.76
Glucosa (mg/dl)	152.02	163.55	11.53	0.75	0.07
IMC** (Kg/m <sup>2</sup> )	27.43	27.29	-0.14	-0.52	0.23

\* t de Student pareada, con un nivel de confianza 95%

\*\* IMC : Índice de masa corporal

Fuente: Datos obtenidos de la hoja de recolección de información, en los pacientes del programa de DIABETIMSS, sin estrategia de ejercicio supervisado, en el periodo comprendido de noviembre del 2009 a marzo del 2010.

Cuadro IV.4 Comparación entre grupos de la hemoglobina glucosilada, glucosa en ayunas, índice de masa corporal valores iniciales y finales

Variable	Grupo		Diferencia		p*
	Con ejercicio supervisado n=40	Sin ejercicio supervisado n= 40	Absoluta	Relativa (%)	
HbA1c** inicial (%)	8.41	8.06	0.35	4.17	0.117
HbA1c** final (%)	7.18	8.10	-0.92	-12.8	0.001
Glucosa inicial (mg/dl)	173.42	152.02	21.4	12.34	0.015
Glucosa final (mg/dl)	137.45	163.55	-26.10	-18.98	0.004
IMC*** Inicial (Kg/m <sup>2</sup> )	28.49	27.43	1.06	3.73	0.084
IMC*** final (Kg/m <sup>2</sup> )	27.87	27.29	0.58	2.09	0.336

\* t de Student , con un nivel de confianza 95%  
masa corporal

\*\*HbA1c: Hemoglobina glucosilada

\*\*\*IMC: Índice de

Fuente: Datos obtenidos de la hoja de recolección de información, en los pacientes del programa de DIABETIMSS, con estrategia y sin estrategia de ejercicio supervisado, en el periodo comprendido de noviembre del 2009 a marzo del 2010.

Cuadro IV.5 Comparación entre grupos de hemoglobina glucosilada, glucosa en ayunas, índice de masa corporal al final de los cuatro meses de seguimiento

Variables	Con ejercicio supervisado		Sin ejercicio supervisado		Diferencia		n= 40  <i>p</i> *
	Media (inicial – final)		Media (inicial – final)		Absoluta	Relativa (%)	
HbA1c (%)	-1.23	0.04	-1.19	- 96.75	0.001		
Glucosa (mg/dl)	-35.97	11.53	- 24.45	- 67.95	0.001		
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	- 0.62	- 0.14	- 0.48	- 77.42	0.001		

\* t de Student , con un nivel de confianza 95%  
masa corporal

\*\*HbA1c: Hemoglobina glucosilada

\*\*\*IMC: Índice de

Fuente: Datos obtenidos de la hoja de recolección de información, en los pacientes del programa de DIABETIMSS, con estrategia y sin estrategia de ejercicio supervisado, en el periodo comprendido de noviembre del 2009 a marzo del 2010.



#### IV. DISCUSIÓN

Los beneficios del ejercicio sobre el control metabólico en pacientes diabéticos están bien establecidos. Estudios recientes mencionan la importancia de implementar programas de ejercicio a largo plazo para el tratamiento de esta alteración metabólica (Church, 2004).

Boule (2001), refiere que no existen investigaciones suficientes, para confirmar la relación entre otros factores que pueden afectar un programa de ejercicio como por ejemplo el sexo de los pacientes. En nuestro estudio, no se observó una diferencia estadísticamente significativa en cuanto a las variables sociodemográficas y tiempo de evolución de la DM2, para la realización y efecto del ejercicio en nuestros pacientes estudiados.

Wild (2008) menciona que a nivel mundial la prevalencia de diabetes es similar en hombres y mujeres, afectando a mujeres de cualquier edad y a hombres principalmente menores de 60 años. En el caso de nuestro estudio se encontró que el sexo que predominó en ambos grupos fue el femenino, lo cual puede deberse a que las mujeres en el caso de la estrategia de ejercicio fueron las que tuvieron mayor aceptación, en relación al tiempo disponible para acudir a las sesiones.

Con respecto a la edad, la media en el grupo con ejercicio fue de  $53.92 \pm 5.56$  años y en el grupo sin ejercicio de  $52.60 \pm 6.59$  años, lo cual coincide con lo reportado por Deakin (2008) y otros autores quienes mencionan que la DM2 o diabetes de inicio en la madurez es diagnosticada con mayor frecuencia después de los 40 años de edad.

La ocupación que predominó en nuestro estudio, fue el ser ama de casa en ambos grupos. Esto puede deberse a que a pesar de los cambios que se han venido dando a nivel sociocultural, siguen existiendo las llamadas “familias tradicionales”, en las que la mujer no aporta económicamente a la familia y su rol

es ser la cuidadora de su hogar, lo que conlleva a otros factores de riesgo para la aparición temprana de enfermedades crónico degenerativas como la DM2, por la presencia de mayor inactividad física, sobrepeso y obesidad en este grupo de la población.

Thomas DE (2008), observó que con la intervención de ejercicios mejoró significativamente el control glucémico, manifestado por una disminución en los niveles de hemoglobina glucosilada de 0,6% (-0,6% HbA1c, intervalo de confianza (IC) del 95%: -0,9 a -0,3;  $P < 0,05$ ). Se concluye que para una persona con DM2 con un valor de hemoglobina glucosilada del 9%, este resultado podría representar una mejoría del 30% hacia un valor objetivo de hemoglobina glucosilada del 7%, y una mejoría del 20% hacia un valor normal del 6% HbA1c. La duración de los ensayos varió desde ocho semanas hasta 12 meses, encontrando que en comparación con el grupo control, la intervención de ejercicios mejoró significativamente el control glucémico.

Estudios sobre ejercicio en pacientes diabéticos, recomiendan realizar 150 minutos de actividad física moderada por semana (Church, 2004). Se ha reportado una disminución de los niveles de hemoglobina glucosilada de un 10 a 20% de los valores iniciales con un régimen de 3 a 4 días por semana, con sesiones de 30 a 60 minutos (American College of Sports Medicine 1998; American Diabetes Association 2002).

El incremento de la sensibilidad a la insulina al realizar ejercicio, se mantienen durante 24 a 72 horas, por lo que expertos como la ADA recomiendan que no existan más de 2 días consecutivos sin realizar ejercicio aeróbico (Sigal, 2004).

Vancea, et al (2009), menciona en su estudio sobre ejercicio y DM, que a pesar de la intervención en sus grupos experimentales con 3 y 5 sesiones a la semana de ejercicio orientado y estructurado (intervalo entre sesiones menor a las

72 horas) durante 20 semanas, no se demuestra mejora en los valores de hemoglobina glucosilada.

En nuestro estudio se encontró que al implementar un programa de ejercicio aeróbico supervisado en pacientes diabéticos, con rutinas ya establecidas con una duración de 60 minutos y de forma regular, 3 días a la semana, durante 4 meses, origina resultados positivos en la disminución de los niveles de hemoglobina glucosilada -14.7% y glucosa en ayunas - 20.75% en el grupo que realizó ejercicio y entre grupos con -12.8% de la hemoglobina glucosilada y -18.98% en la glucosa en ayunas, lo que representa un porcentaje dentro de lo esperado de acuerdo a la literatura. Finalmente la comparación de medias de los niveles de hemoglobina glucosilada y glucosa en ayunas iniciales menos los finales en cada grupo, muestran resultados estadísticamente significativos con una diferencia absoluta de -1.19 y -24.45 y una relativa de -96.75% y -67.95 % respectivamente. Por lo que se puede considerar una buena estrategia en nuestros pacientes de la unidad de medicina familiar.

El ejercicio físico es una importante terapia coadyuvante a la dieta para alcanzar y mantener la pérdida ponderal. Parece ser efectivo en el mantenimiento a largo plazo. La mayoría de los estudios controlados muestran sólo una modesta reducción ponderal (2-3 kg) en el grupo asignado al ejercicio y al añadir la dieta a la estrategia terapéutica, la pérdida ponderal media es de 8,5 kg (Novials, 2006).

Existen pocos estudios sobre la reducción de peso y la actividad física en la morbilidad y mortalidad de pacientes diabéticos (Church, 2004). En estudios realizados en personas diabéticas y no diabéticas, demuestran que aún sin existir pérdida de peso el ejercicio ofrece beneficios (Thomas, 2008). Actualmente no existen pruebas suficientes que aseguren que el realizar ejercicio de forma regular tenga asociación con una reducción del tejido abdominal (Cuff, 2003).

Rufino (2009), Después de completar un programa de ejercicio de 13 semanas, en pacientes diabéticos encontró una disminución en el peso y la

glucosa, con una diferencia significativa ( $p = 0.025$  y  $0.006$ , respectivamente). Con respecto al IMC a pesar de que se observó disminución ésta no fue significativa ( $p = 0.865$ ).

Vancea, et al (2009) demostró una reducción significativa del IMC en el grupo de ejercicio con 3 sesiones a la semana, desde de la 8ª semana del (B:  $29,5 \pm 2,9$  vs 8ª semana:  $29,0 \pm 2,7$  kg/m<sup>2</sup>,  $p=0,013$ ), que siguió bajando en 16ª semana (8ª semana:  $29,0 \pm 2,7$  vs 16ª semana:  $28,8 \pm 2,6$  kg/m<sup>2</sup>,  $p=0,023$ ). El IMC en la 20ª semana presentó una diferencia estadísticamente significativa del IMC basal en los pacientes del grupo con 3 sesiones a la semana (B:  $29,5 \pm 2,9$  vs 20ª semana:  $28,3 \pm 2,2$  kg/m<sup>2</sup>,  $p= 0,005$  y en los pacientes del grupo con 5 sesiones a la semana (B:  $29,7 \pm 4,4$  vs 20ª semana=  $29,1 \pm 4,3$  kg/m<sup>2</sup>,  $p=0,025$ ). Los pacientes del grupo control, no presentaron cambios estadísticamente significativos en el IMC, en este periodo. La comparación entre grupos no mostro diferencia estadísticamente significativa.

En nuestro estudio se observó una diferencia estadísticamente significativa en cuanto al IMC inicial y final del grupo con estrategia de ejercicio supervisado, 3 veces a la semana durante 4 meses, con una diferencia relativa de -2.18 %. Al final la comparación de medias (valor inicial menos el final en cada grupo) de los valores de índice de masa corporal muestran una diferencia aunque pequeña pero estadísticamente significativa en la reducción del índice de masa corporal al compara ambos grupos, con una diferencia absoluta de -0.48 y una relativa de -77.42%. Por lo que podemos mencionar que la reducción de peso y por lo tanto de índice de masa corporal son parámetros que requieren de más tiempo de la realización de ejercicio para observar cambios mucho más importantes.

De esta forma se puede establecer que el ejercicio aeróbico como una estrategia en el control glucemico de estos pacientes es una parte esencial, para lograr que los pacientes adquieran una mejor calidad de vida, al poder establecer

un mejor control de la DM2 y de esta forma retrasar las complicaciones propias de la enfermedad.

## VI. CONCLUSIONES

La estrategia de implementar una rutina de ejercicio aeróbico supervisado en pacientes diabéticos integrados al programa DIABETIMSS, presentó una reducción en los niveles de hemoglobina glucosilada de 12.8% al compararla los niveles finales de cada grupo. Con una diferencia de medias (hemoglobina glucosilada inicial menos la final de cada grupo) con una diferencia absoluta de -1.19 y una relativa de -96.75% al realizar la comparación de los niveles finales entre los dos grupos, siendo estos resultados estadísticamente significativos.

Se observó una diferencia significativa en la hemoglobina glucosilada, glucosa y el índice de masa corporal, en el grupo que realizó ejercicio supervisado.

El grupo que no realizó la estrategia del ejercicio supervisado, no mostró cambios significativos en ningún parámetro.

Finalmente la hemoglobina glucosilada, la glucosa en ayunas e índice de masa corporal mostraron, en el grupo con ejercicio supervisado, una reducción que fue estadísticamente significativa al comparar ambos grupos.

La integración de pacientes diabéticos a programas de ejercicio supervisado, mejora los niveles de hemoglobina glucosilada, glucosa en ayunas e índice de masa corporal, lo que contribuye a un mejor control de la enfermedad.

## VII. PROPUESTAS

Hacer conscientes a los pacientes con diabetes mellitus, de que la actividad física es una parte importante en el control de la enfermedad.

Integrar el programa de ejercicio supervisado como parte del tratamiento para pacientes diabéticos, con personal capacitado para la realización del mismo.

Capacitar al personal de salud de las unidades de medicina familiar sobre la práctica de ejercicio como parte del manejo de pacientes con enfermedades crónico degenerativas, como la diabetes e hipertensión arterial.

Insistir en la importancia en los cambios en el estilo de vida, como piedra fundamental del tratamiento y de esta forma olvidar la idea errónea de muchos médicos y de la mayoría de los pacientes de que el tratamiento farmacológico es lo más importante.

El personal de salud, deberá de ser capaz, en especial el médico familiar, por ser el primer contacto con el enfermo diabético, de orientar y explicar de forma clara sobre los beneficios del ejercicio como parte del tratamiento de su enfermedad.

Incluir en el programa de educación de DIABETIMSS dentro de las sesiones mensuales, un espacio en el que se pueda practicar el ejercicio aeróbico, bajo la observación de personal capacitado y del mismo modo para los pacientes de la consulta externa no integrados a programas especiales de educación sobre la diabetes.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Aguilar C, Velázquez O, Gómez F, González A, Lara A, Molina V, et al. 2003. Characteristics of patients with type2 diabetes in México. *Diabetes Care*; 26(7): 2021-2026.
- Alexánderson E, Alvarado R, Becerra A, Camacho J, Carmona F, Germán E, col. 2002. Consenso Mexicano sobre el tratamiento integral del síndrome metabólico. *Rev Mex Cardiol*; 13(1): 4-30.
- American Association of Clinical Endocrinologists Medical. 2007. Guidelines for clinical practice for the management of diabetes mellitus. *Endocr Pract*; 13(Suppl 1):3 – 68
- American College of Sports Medicine. 1998. El ejercicio y la diabetes mellitus.29 (12). Pág Internet <http://www.msse.com>.
- American Diabetes Association. 2002. Diabetes mellitus and exercise. *Diabetes Care*; 25(1): 64 – 68
- American Diabetes Association. 2002. Standards of medical care for patients with diabetes mellitus. *Diabetes Care*; 25(1): 33-49.
- American Diabetes Association. 2008. Diagnosis and clasification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*; 31(1):55-60.
- American Diabetes Association. 2008. Standards of medical care in diabetes-2008. *Diabetes Care*; 31(1): 12-54.
- American Diabetes Association. 2010. Standards of medical care in diabetes. *Diabetes Care*; 33(1): 11-61
- Bastarrachea R, Laviada-Molina H, Vázquez-Chávez C. 2004. Análisis crítico de los nuevos criterios que sustentan el diagnóstico de pre-diabetes. *Revista de Endocrinología y Nutrición*; 12(2):90-96.
- Bastida R, García B, Rincón S, Panduro C.2001. Actividad física y diabetes mellitus tipo 2. *Investigación en salud*; (III):49 -56.
- Boule´ N, Haddad E, Kenny G, Wells G, Sigal, R. 2001. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus a meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA*; 286(10):1218 – 1227.
- Church T, Cheng Y, Earnest C, Barlow C, Gibbons I, Priest E. 2004. Exercise capacity and body composition as predictors of mortality among men with diabetes. *Diabetes Care*; 27(1): 83-88.



- Conget I. 2002. Diagnóstico clasificación y patogenia de la diabetes mellitus. *Rev Esp Cardiol*; 55 (5):528-35
- Córdoba-Villalobos J, Barriguete-Meléndez J, Lara- Esqueda, Barquera S, Rosas-Peralta, Hernández Avila, col. 2008. Las enfermedades crónicas no transmisibles en México: sinopsis epidemiológica y prevención integral. *Salud pública de México*; 50(5): 419-427
- Crandall J, Knowler W, Kahn S, Marrero D, Florez J, Bray G, et al.2008.The prevention of type 2 diabetes. *Nat Clin Pract Endocrinol Metab*; 4(7): 382–393.
- Cuff D, Meneilly G, Martin A, Ignaszewski A, Tildesley H, Frohlich J. 2003. Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Diabetes Care*;26(11): 2979 – 2982.
- De los Ríos C, Sánchez S, Barrios S, Guerrero S. 2004. Calidad de vida en pacientes con diabetes mellitus. *Rev Med IMSS*; 42 (2): 109-116
- Deakin T, McShane CE, Cade JE, Williams RDRR. 2008. Entrenamiento grupal de estrategias de auto cuidado en personas con diabetes mellitus tipo 2. La Biblioteca Cochrane Plus. (Revisión Cochrane traducida). En: *La Biblioteca Cochrane Plus*, 2008 Número 2. Oxford: Update Software Ltd. Disponible en: <http://www.update-software.com>. (Traducida de *The Cochrane Library*, 2008 Issue 2. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.).
- Diagnóstico de salud.2008.Unidad de Medicina Familiar No 16.Delegación Querétaro.
- Díaz G, Palmeiro G, Casado I, Arandia M , Portuburu M, Vázquez L. Cumplimiento de los objetivos de control metabólico en diabetes mellitus en el medio rural de Ourense. 2006. *Rev Esp Salud Pública*; 80(1): 67 – 75.
- Dominguez I, Arellano G. 2004. Efectos del ejercicio aerobico submáximo en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 y obesidad o sobrepeso. *Act Med Gpo Ang*; 2(4): 227-233.
- Dunstan D, Daly R, Owen N, Jolley D, Courten M, Shaw J, et al. 2002. High-intensity resistance trainingimproves glycemc control in older patients with type 2 Diabetes. *Diabetes Care*; 25(10): 1729 - 1736
- Fowler M. 2007. Diabetes treatment, part 1: diet and exercise. *Clinical Diabetes*; 25(3):105-109
- Fowler M. 2007. Diabetes: Magnitude and mechanisms. *Clinical Diabetes*; 25(1): 25 – 28

- Garcia F, Novo J, Vázquez F, Pérez J, Malo F, col. 2005. Diabetes mellitus tipo 2. Guías Clínicas; 5 (15):1 – 8
- Goday A, Franch J. 2001. Criterios y pautas de terapia combinada en la diabetes tipo II. Av Diabetol; (17): 17-40.
- Grupo de Estudio de la Diabetes en Atención Primaria de Salud (GEDAPS) de la Societat Catalana de Medicina Familiar i Comunitària. Diabetes mellitus tipo 2: Protocolo de actuación. [www.sediabetes.org/gestor/upload/file/00003582archivo](http://www.sediabetes.org/gestor/upload/file/00003582archivo).
- Guía de Práctica Clínica para el Escrutinio, Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la Diabetes en Unidades del Instituto Mexicano del Seguro Social. 2008:11-24
- Guías ALAD de diagnóstico, control y tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2. 2006. Asociación Latinoamericana de Diabetes.
- Hunot C, Vizmanos B, Pérez A. 2006. Postura del Colegio Mexicano de Nutriólogos sobre orientación en actividad física para la prevención y manejo de enfermedades crónicas en el ciclo de la vida asociadas con la nutrición. Pág de Internet [www.colegiodenutriologos.org.mx](http://www.colegiodenutriologos.org.mx)
- Inzucchi S.2002. Oral antihyperglycemic therapy for type 2 diabetes. JAMA; 287 (3):360-372.
- Ip M, Mokhlesi B. 2007. Sleep and, glucose intolerance/diabetes mellitus. Sleep Med Clin 2: 19.29
- López K, Ocampo P. 2007. Creencias sobre su enfermedad, hábitos de alimentación, actividad física y tratamiento en un grupo de diabéticos mexicanos. Archivos en Medicina Familiar; 9(2):80 – 86.
- Mancillas L, Gómez F, Rull J. 2002. Diagnóstico y clasificación de la diabetes mellitus conceptos actuales. Revista de Endocrinología y Nutrición; 10(2):63-68.
- Manual del Aplicador del Modulo Diabetimss
- Ministerio de Salud. 2005 Guía clínica diabetes mellitus tipo 2. 1st Ed. Santiago: Minsal: 1-58.
- Novials A. 2006. Diabetes y ejercicio. Grupo de trabajo de diabetes y ejercicio de la Sociedad Española de Diabetes: 1-114
- O’Gorman D, Krook A. 2008. Exercise and the treatment of diabetes and obesity. Endocrinol Metab Clin; 37: 887–903

- Oviedo M, Espinoza F, Reyes H, Trejo J, Gil E. 2003. Guía Clínica para el diagnóstico y el manejo de la diabetes mellitus tipo 2. Rev Med IMSS; 4 (Sup1): 27-46.
- Picó A, Orozco D. 2006. Guía clínica de actuación en diabetes y riesgo cardiovascular. Escuela Valenciana de estudios de la salud: 15 – 85
- Rodriguez J, López J, Rodriguez J, Jiménez J. 2003. Características epidemiológicas de pacientes con diabetes en el Estado de México. Rev Med IMSS; 41(5):383-392.
- Rufino S, Rosas B, Sánchez O. 2009. Efecto del ejercicio aeróbico en la calidad de vida de pacientes con diabetes tipo 2. Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas;14(3):109-16
- Salcedo A, García J, Sevilla E. 2008. Dominio cultural del autocuidado en diabéticos tipo 2 con y sin control glucémico en México. Rev Salud Pública; 42(2):256-64
- Selvin E, Marinopoulos S, Berkenblit G, Rami T, Brancati FL, Powe NR, et al. 2004. Meta-analysis: glycosylated hemoglobin and cardiovascular disease in diabetes mellitus. Ann Intern Med; 141: 421-31
- Sigal R, Kenny G, Wasserman D, Castaneda C. 2004. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. Diabetes Care; (27)10: 2518 – 2539
- Snowling N, Hopkins W. 2006. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients. Diabetes Care; 29(11): 2518 – 2527.
- Thomas DE, Elliott EJ, Naughton GA. 2008. Ejercicios para la diabetes mellitus tipo 2 (Revisión Cochrane traducida). En: *La Biblioteca Cochrane Plus*, Número 2. Oxford: Update Software Ltd. Disponible en: <http://www.update-software.com>. (Traducida de *The Cochrane Library*, 2008 Issue 2. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.).
- Trinajstic E. Tratamiento farmacológico oral de la diabetes mellitus tipo 2. Pág de Internet [www.scob.intramed.net/DIABETES\(2\)-2pdf-Argentina](http://www.scob.intramed.net/DIABETES(2)-2pdf-Argentina)
- Tuomilehto J, Lindström J, Eriksson G, Valle T, Hämäläinen H, Ilanne-Parikka P. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. 2001. N Engl J Med; 344 (18):1343 – 1350
- Vancea M y col. 2009. El efecto de la frecuencia del ejercicio físico en el control glucémico y composición corporal de diabéticos tipo 2. Arq Bras Cardiol; 92(2):23-29

Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. 2004. Global Prevalence of Diabetes Estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care*; 27(5): 1047-105

Zambrana M, Zurita B, Ramírez T, Coria I. 2008 Gasto hospitalario de cinco patologías de alto impacto económico. *Rev Med Inst Mex Seg Soc*; 46(1):43-50

**CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN CLINICA**

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

Por medio de la presente acepto participar en el protocolo de investigación titulado: Efecto del ejercicio aeróbico supervisado en el nivel de hemoglobina glucosilada en pacientes integrados a DIABETIMSS

Registrado ante el Comité Local de Investigación o la CNIC con el número: \_\_\_\_\_

El objetivo es: Determinar el efecto del ejercicio aeróbico supervisado en el nivel de hemoglobina glucosilada en pacientes integrados a diabetimss en comparación con los que no lo realizan

Se me ha explicado claramente que mi participación consistirá en: Integrarme a un grupo de pacientes con DM2 los cuales realizarán ejercicio aeróbico supervisado 3 veces por semana durante 4 meses en las instalaciones deportivas de Prestaciones económicas y Sociales del IMSS, y se le tomará al inicio al final una muestra sanguínea venosa, para valorar los niveles de hemoglobina glucosilada y glucosa en ayunas.

Declaro que se me ha informado ampliamente, sobre los posibles riesgos, inconvenientes, molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio que son los siguientes: Presencia de alguna lesión osteomuscular , hipoglucemia durante la realización del ejercicio, como probables riesgos, dentro de los beneficios se mencionará el adecuado control glicémico y dentro de los inconvenientes podemos considerar los horarios de las sesiones de ejercicios.

El Investigador Responsable se ha comprometido a darme información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo adecuado que pudiera ser ventajoso para mi tratamiento, así como a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o con mi tratamiento.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo en el Instituto.

El Investigador Responsable me ha dado seguridades de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante el estudio, aunque esta pudiera cambiar de parecer respecto a mi permanencia en el mismo.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del paciente.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del investigador responsable

\_\_\_\_\_  
Testigo

\_\_\_\_\_  
Testigo

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS GRUPO  
SIN EJERCICIO AEROBICO SUPERVISADO AL INICIO

Nombre	Género	Edad	Estado civil	Ocupación	Tiempo de evolución de DM2	IMC	HbA1c
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							
11.							
12.							

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS GRUPO  
CON EJERCICIO AEROBICO SUPERVISADO AL INICIO

Nombre	Género	Edad	Estado civil	Ocupación	Tiempo de evolución de DM2	IMC	HbA1c
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							
11.							
12.							

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS GRUPO  
CON EJERCICIO AEROBICO SUPERVISADO AL FINAL

Nombre	Género	Edad	Estado civil	Ocupación	Tiempo de evolución de DM2	IMC	HbA1c
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							
11.							
12.							



REGISTRO DE ASISTENCIA DURANTE 1er, 2 do, 3er, 4to MES DE EJERCICIO

Nombre	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										
6.										
7.										
8.										
9.										
10.										
11.										
12.										
13.										
14.										

