





**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**  
**FACULTAD DE MEDICINA**

**TESIS PROFESIONAL**

**EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO EN EL CONTROL  
GLUCÉMICO EN PACIENTES CON DIABETES MELLITUS TIPO 2 DEL  
CESSA TEZIUTLAN, PUE. EN EL PERIODO MAYO - OCTUBRE 2015**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADA EN FISIOTERAPIA**

**PRESENTA:**

**NANCY AGUILAR HERNÁNDEZ**

**MATRICULA: 201028668**

**DIRECTOR EXPERTO:**

**MEC. NELLY SERAFINA CEDEÑO SUCRE**

**ID: 100377699**

**DIRECTOR METODOLÓGICO:**

**DR. JOSÉ RAMÓN EGUIBAR CUENCA**

**ID: 100015755**

**Abril 2016**



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**  
**FACULTAD DE MEDICINA**

**TESIS PROFESIONAL**

**EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO EN EL CONTROL  
GLUCÉMICO EN PACIENTES CON DIABETES MELLITUS TIPO 2 DEL  
CESSA TEZIUTLAN, PUE. EN EL PERIODO MAYO - OCTUBRE 2015**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADA EN FISIOTERAPIA**

**PRESENTA:**

**NANCY AGUILAR HERNÁNDEZ**

**MATRICULA: 201028668**

**DIRECTOR EXPERTO:**

**MEC. NELLY SERAFINA CEDEÑO SUCRE**

**ID: 100377699**

**DIRECTOR METODOLÓGICO:**

**DR. JOSÉ RAMÓN EGUIBAR CUENCA**

**ID: 100015755**

**Abril 2016**



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA.**  
**FACULTAD DE MEDICINA.**  
**COORDINACIÓN DE EFICIENCIA TERMINAL EN PREGRADO**

**FORMATO "B" DE AUTORIZACIÓN DE PROTOCOLO.**  
**LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA**

**DATOS DEL SOLICITANTE.**

Nombre Completo: Nancy Aguilar Hernández Matrícula: 201028668  
 Correo Electrónico: aguilarhernandeznancy@gmail.com Teléfono: 225 1085576

Firma:

**TÍTULO DE LA TESIS:** Efectos de un programa de ejercicio en el control glucémico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 del CESSA Teziutlán, Pue. En el periodo mayo – octubre 2015.

**ÁREA:** Ejercicio terapéutico

**Director Experto de la Tesis:** MEC. LFT. NELLY SERAFINA CEDEÑO SUCRE

No. de Trabajador: 100377699 Teléfono: 229 55 00 ext. 6071 Correo Electrónico: nellyyamefi@gmail.com

Firma:

**Director Metodológico de la Tesis:** DR. JOSÉ RAMÓN EGUIBAR CUENCA No. de Trabajador: 100015755

Teléfono: 229 55 00 ext. 5737 Correo Electrónico: jose.eguibar@correo.buap.mx

Firma:

**REVISIÓN DEL PROTOCOLO:**

Es responsabilidad de los asesores de la tesis guiar al estudiante en la aplicación rigurosa de la Metodología Científica de Investigación en relación al problema que se estudia.

Firma del Director Metodológico que revisó el Protocolo:  Fecha de Revisión: 30/10/2015

Firma del Revisor que examinó el Protocolo:  Fecha de Revisión: 16/10/2015

Firma del Coordinador de Eficiencia Terminal en Pregrado:  Fecha de Revisión: 17-11-2015

Fecha de Revisión del Comité de Investigación: 22/Feb/2016

Al final de estos trámites la Coordinación de Eficiencia Terminal en Pregrado, enviará el Proyecto al Comité de Investigación de la FMBUAP y una vez expedido el Dictamen de Protocolo de Investigación, podrá autorizar la elaboración de la Tesis.

Coordinador de Eficiencia Terminal en Pregrado

18/03/16.  
 Fecha de Autorización





**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA.**  
**FACULTAD DE MEDICINA.**  
**COORDINACIÓN DE EFICIENCIA TERMINAL EN PREGRADO**

**FORMATO "C" DE AUTORIZACIÓN DE TESIS.**  
**LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA.**

**DATOS DEL SOLICITANTE.**

Nombre Completo: Nancy Aguilar Hernández  
 Correo Electrónico: aguilarhernandeznancy@gmail.com

Matricula: 201028668  
 Teléfono: 2321291485

Firma: 

**TÍTULO DE LA TESIS:**

EFECTOS DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO EN EL CONTROL GLUCÉMICO EN PACIENTES CON DIABETES MELLITUS TIPO 2 DEL CESSA TEZIUTLAN, PUE. EN EL PERIODO MAYO - OCTUBRE 2015

**ÁREA:** Ciencias de la salud

**Director Experto de la Tesis:** Nelly Serafina Cedeño Sucre

No. de Trabajador: 100377699

Teléfono: 22295500 ext. 6071

Correo Electrónico: nellyamefi@gmail.com

Firma: 

**Director Metodológico de la Tesis:** José Ramón Eguibar Cuenca

No. de Trabajador: 100015755

Teléfono: 22295500 ext. 5737 o 7331

Correo Electrónico: jose.eguibar@correo.buap.mx

Firma: 

**TEMA**

Folio de Registro de la Coordinación de Eficiencia Terminal: 002/2015 Fecha de Registro: 30 de Junio 2015

**PROTOCOLO**

Folio de Registro del Comité de Investigación FMBUAP: 407 Fecha de Registro: 22 de feb. 2016

Fecha de Autorización de Protocolo: 18/03/2016

**REVISIÓN DE LA TESIS:**

Al terminar la elaboración de la tesis, el interesado deberá presentarla elaborada en computadora, a espacio y medio firmada por los asesores de la Tesis (original y dos portadas).

Firma del Director Experto que revisó la Tesis:  Fecha de Revisión: 22-04-2016

Firma del Director Metodológico que revisó la Tesis:  Fecha de Revisión: 22-04-2016

Al final de estos trámites la Coordinación de Eficiencia Terminal en Pregrado de la FMBUAP, dará visto bueno y autorizará la Tesis.

  
 Coordinador de Eficiencia Terminal en Pregrado

23/05/2016  
 Fecha de Autorización





**BUAP**

Oficio No. SIEP / C.I. / 034/2016

Asunto: Constancia de Registro

**MEC. LFT. NELLY SERAFINA CEDEÑO SUCRE**  
**PASS. LIC. FISIOTERAPIA NANCY AGUILAR HERNÁNDEZ**

**PRESENTE**

El Comité de Investigación de la Facultad de Medicina de la B.U.A.P., a través de la Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado hace **CONSTAR** que el Proyecto de Investigación presentado en autoría Colectiva por:

- **PASS. LIC. FISIOTERAPIA NANCY AGUILAR HERNÁNDEZ**
- **MEC. LFT. NELLY SERAFINA CEDEÑO SUCRE**
- **DR. JOSÉ RAMÓN EGUIBAR CUENCA**

Titulado:

**"EFECTOS DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO EN EL CONTROL GLUCÉMICO EN PACIENTES CON DIABETES MELLITUS TIPO 2 DEL CESSA TEZIUTLAN, PUE. EN EL PERÍODO MAYO - OCTUBRE 2015"**

Ha sido registrado en esta Secretaría con los siguientes datos:

**Fecha de registro: 22 de Febrero de 2016.**

**Número de Libro: 2**

**Número de Hoja: 21**

**Número de Registro: 407**

**ATENTAMENTE**

**"PENSAR BIEN, PARA VIVIR MEJOR"**

**H. Puebla de Z., a 22 de Febrero de 2016.**

  
**DR. JAIME MENESES GUERRA**  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

  
**M.C. MARGARITA MUÑOZ GUARNEROS**  
SECRETARIA DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

c.c.p. archivo  
c.c.p. minutario  
M \*MCG\*seaf



Facultad  
de Medicina

13 Sur 2702, Col. Volcanes,  
Puebla, Pue. C.P. 72410  
01 (222) 229 55 00  
Ext. 6047 y 6048

# Agradecimientos

---

Deseo que estas líneas plasmen mi más profunda gratitud a las personas que formaron parte de este proyecto y que dedicaron tiempo valioso para que concluyera con éxito.

Reconozco la excelente disposición y apoyo del personal del Centro de Salud de Servicios Ampliados Teziutlán, en especial para la M.C Coral Hernández, Dr. Ernesto Ceja y el Dr. Aparicio quienes promocionaron y aplicaron sus habilidades profesionales para a gestión y promoción del proyecto. Con ese mismo desempeño agradezco la colaboración de la L.N Luz Navarro y PLFT. Pilar de la Calleja por dar su tiempo y energías en apoyar al grupo.

Nada de esto sería posible sin la participación de mis estimados pacientes, que hicieron de una obligación un privilegio.

Dirijo un especial agradecimiento a mi admirada asesora Nelly Cedeño quien imprimió optimismo y valentía en la elaboración de mi trabajo dándome la confianza y seguridad de sentirme orgullosa de ser fisioterapeuta.

Agradezco también a los profesores de mi casa de estudios que me orientaron con paciencia y calidez. A mi amigo Ing. Felipe Flores, que me apoyo en temas complejos para mi dominio. Al Dr. Eguibar por su colaboración y apoyo.

Mi eterno agradecimiento a mi madre, que confió en mí y me apoyo incondicionalmente. A mi padre que me enseña a disfrutar de la vida. A Josué por amarme y aguantarme en mis tiempos más tormentosos. Sin olvidar a la chispa de mi vida, mi hermana Miriam.

Sobre todo, esto, agradezco a mi creador Jehová por esta vida llena de personas maravillosas.

*"Señor que tanto me has dado, sé misericordioso  
y concédeme algo más: Un corazón agradecido"*

# Índice

---

<b>Resumen.....</b>	<b>2</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>Antecedentes.....</b>	<b>4</b>
<b>I. Planteamiento del Problema.....</b>	<b>32</b>
<b>II. Objetivos.....</b>	<b>33</b>
<b>III. Material y Métodos.....</b>	<b>34</b>
<b>IV. Resultados.....</b>	<b>39</b>
<b>V. Discusión.....</b>	<b>42</b>
<b>VI. Conclusión.....</b>	<b>43</b>
<b>VII. Anexos.....</b>	<b>44</b>
<b>VIII. Bibliografía.....</b>	<b>56</b>

## RESUMEN

---

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos de un programa de ejercicio sobre el porcentaje de Hemoglobina Glucosilada (HbA1c), Glucosa Capilar e Índice de Masa Corporal (IMC) en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 que acuden al Centro de Salud de Servicios Ampliados (CESSA) del municipio de Teziutlán en el periodo mayo – octubre del 2015. Se realizó un ensayo clínico controlado para evaluar los resultados obtenidos en las mediciones de HbA1c, glucosa capilar e IMC antes y después de efectuar un programa de ejercicio terapéutico dos veces por semana con duración de 50 minutos dentro de las instalaciones del CESSA Teziutlán con toma de signos vitales y glucosa capilar previo a cada sesión de ejercicio. Los tratamientos a evaluar fueron un grupo que llevó a cabo los ejercicios y otro control sin ejercicio. Los datos fueron evaluados para normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas no paramétricas de Shapiro-Wilks y Levene, respectivamente.

Se tomaron los valores en un momento previo a la aplicación del programa de ejercicios y posterior a los tres meses de llevar a cabo el programa indicado, para obtener la diferencia entre ambos valores (HbA1c, Glucosa capilar e IMC). Los datos se distribuyeron de manera normal y con homocedasticidad. En los resultados se observa que la Glucosa Capilar en el grupo que llevó a cabo el programa de ejercicio obtuvo valores estadísticamente mayores en beneficio de reducción de la misma con un valor promedio de 41.84 mg/dL que en comparación con los resultados del grupo control que obtuvo un 1.93 mg/dL. En cuanto a los resultados obtenidos para la HbA1c se obtuvieron por medio de la prueba de t de Student dejando un resultado con mayor beneficio para el grupo con ejercicio con un resultado de 1.21% que fue estadísticamente mayor que el grupo control que obtuvo un -0.01%. Para el IMC se realizó una prueba no paramétrica con base en las medianas, la prueba de Wilcoxon para muestras independientes. El análisis mostró que existe una diferencia significativa ( $p = 0.03$ ) entre el IMC de personas que participaron de la rutina de ejercicios con respecto al grupo control. En el caso de los pacientes bajo el régimen hubo una disminución de su IMC de 1.01, mientras que el grupo control existió un incremento de 0.07 en el IMC.

Al analizar los valores se concluye que existen resultados más efectivos en los pacientes a los que se les implementa el ejercicio terapéutico como parte importante del tratamiento y manejo de la Diabetes Mellitus en comparación con los que no se incluyó el ejercicio terapéutico.

## INTRODUCCIÓN

---

La Diabetes Mellitus tipo 2 es una enfermedad multifactorial que cobra la vida de millones de personas en todo el mundo. El estilo de vida y el ambiente ejercen una fuerte influencia para su manifestación. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que en vías de desarrollo es común ver una alimentación rica en carbohidratos y grasas junto con un aumentado sedentarismo.

Existe un peligro inminente cuando no se le informa a la población sobre los beneficios de realizar ejercicio y cuidar su dieta, pues la diabetes en muchos casos se origina en personas que inician con sobrepeso u obesidad. La Fisioterapia como disciplina de la salud ofrece un abordaje activo en la prevención y tratamiento de la diabetes por medio del ejercicio terapéutico aplicado según las necesidades de los pacientes y adaptándose a cada una de las condiciones de los mismos. El principal objetivo de cualquier tratamiento para la diabetes es disminuir los niveles de glucosa en sangre, y en el caso del ejercicio terapéutico es reducirlo mediante el metabolismo celular del musculo, la captación de glucosa que este realiza al momento de realizar una contracción ejerce una acción hipoglucemiante efectiva para la prevención y tratamiento de las complicaciones de la diabetes.

Aun con las investigaciones realizadas y los avances realizados, existen dificultades para aplicar modelos terapéuticos efectivos en una amplia población que permitan modificar el estilo de vida de las personas debido a las condiciones ambientales que prevalecen. Por ello se recomienda que el abordaje para las personas que padecen diabetes sea interdisciplinario y sobre todo informativo.

Diversos medios de promoción a la salud concuerdan con la OMS para promover sistemas integrales en modelos de atención enfocados en la disminución de los factores de riesgo, y que estos sean los más incluyentes posible, para que no se atiendan por individuo, sino por población, con lo que se mejoraría sustancialmente la calidad de vida de las personas además de una reducción en gastos y servicios de salud pública que año con año se derrochan en la atención a estos pacientes.

## ANTECEDENTES

---

### ANTECEDENTES GENERALES

La Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) es un trastorno metabólico con una hiperglucemia inapropiada y persistente, que produce una ineficiencia absoluta o relativa de la hormona insulina con posibles alteraciones en la producción de la misma. (Gardner, D. 2012)

Los avances científicos lograron que hoy en día se comprenda con mayor globalidad los alcances que tiene la DM en el organismo que la padece, pues debido a su crecimiento exponencial en las últimas décadas resultó ser un asunto de salud prioritario. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) existen en el mundo más de 347 millones de personas con diabetes. Se calcula que en 2012 fallecieron 1,5 millones de personas como consecuencia de la hiperglucemia, o aumento anormal de glucosa en el torrente sanguíneo; por otra parte, más del 80% de las muertes por diabetes se registran en países de ingresos bajos y medios. (OMS, 2014)

La American Diabetes Association (ADA), clasifica la enfermedad en cuatro grupos según los mecanismos patológicos o etiológicos estudiados: tipo 1, tipo 2, otros tipos específicos y diabetes gestacional. La diabetes tipo 2, también llamada no insulino dependiente, es la forma más común y prevalente de esta enfermedad, representa el 90% de los casos mundiales de Diabetes que se reconocen. (OMS, 2014)

Hasta hace poco, este tipo de diabetes sólo se observaba en adultos, pero en la actualidad, por las modificaciones del estilo de vida, también se está manifestando en niños. La prevalencia de la DM2 ha sido observada desde diversos ángulos, todos arrojando el estallante crecimiento en la población actual. Es por esto que la DM2 se transforma en muchos países como un problema de salud pública, pues es el catalizador de enfermedades vasculares, neurológicas y renales. (Torres, M. 2005)

Según el informe de la Estrategia Nacional para la Prevención y el Control del Sobrepeso, la Obesidad y la Diabetes de la Secretaría de Salud de México (SSA), publicado en el 2013, se informó que cerca del 8% de la población de entre 20 y 69 años padece diabetes mellitus tipo 2 y de estos cerca de 30% ignora que la padece. También expone que hay más de cuatro millones de pacientes diagnosticados y cerca de un millón sin diagnóstico establecido. En el análisis de la transición epidemiológica en México se encontró que las enfermedades no transmisibles causaron 75% del total de las muertes. Las principales causas de

muerte fueron enfermedad isquémica del corazón (EIC), diabetes mellitus tipo 2, enfermedad cerebrovascular, y cirrosis hepática. El porcentaje de mortalidad atribuible a DM2 e Hipertensión Arterial (HTA) fue mayor a 17% del total de las enfermedades no transmisibles en México durante 2006, las cuales tienen una importante asociación con la obesidad. (SSA, 2010)

La Asociación Mexicana de la Diabetes (AMD) explica que la DM2 inicia como un desorden en la forma en que el cuerpo humano utiliza la glucosa obtenida por los alimentos, produciendo una elevación de los niveles de glucosa en sangre (hiperglucemia). Esto debido a que la insulina (hormona encargada de aprovechar la glucosa) es poca o de mala calidad.

*Insulina: Factor importante en la diabetes mellitus.*

Cada paciente presenta diferentes formas de manifestación de signos y síntomas: desde aquellos con una grave resistencia a la insulina y mínimos defectos en la secreción de la misma, hasta aquéllos con anomalías en la función secretora de insulina de las células beta pancreática con tendencia progresiva, crónica e irreversible. (Palma, J. 2007)

La insulina consta de dos cadenas, la cadena A de 21 aminoácidos y la cadena B de 30 aminoácidos. Ambas cadenas están unidas por dos puentes de disulfuro. Al recibir el estímulo que ocasiona la glucosa u otras biomoléculas, la insulina es liberada. A este estímulo también se le agrega la acción de hormonas gastrointestinales y pancreáticas y neurotransmisores adrenérgicos y colinérgicos. (Velázquez, L. 2008)

La secreción de insulina opera de forma adaptativa y basal. La fase pico de secreción ocurre en los primeros 5 minutos después de recibir el estímulo, la segunda fase es más prolongada y ocurre a lo largo de 2 a 3 horas. En las personas con DM2 se ha observado una reducción o desaparición de la primera fase por defectos de las células  $\beta$ . La secreción basal de insulina se produce continuamente entre una ingesta fuerte de alimentos a otra, con niveles de 50-100  $\mu$ UI/ml en la sangre portal y de 12  $\mu$ UI/ml en la periferia. (Velázquez, L. 2008)

Al ingresar por el torrente sanguíneo la insulina es captada a través de receptores específicos situados en riñón, hígado, musculo y tejido graso. En el caso del musculo, la insulina promueve la síntesis de glucógeno y glucólisis, además que favorece la captación de aminoácidos a nivel muscular y genera un aumento en la síntesis proteica. En el hígado, suprime la salida de glucosa frenando la gluconeogénesis, inhibe la glucogenólisis y favorece la síntesis de glucógeno disminuyendo la oxidación hepática de aminoácidos. La insulina en el adipocito inhibe la lipólisis y antagoniza la acción lipolítica de las catecolaminas, el cortisol y

la hormona de crecimiento. De esta forma, controla e inhibe la producción de glicerol y ácidos grasos libres, indispensable control que evita la formación de cuerpos cetónicos. En cuanto a las grasas VLDL, la insulina deprime su secreción y no permite su organización y ensamblaje. La circulación de la insulina en el organismo también estimula la expresión genética de la codificación de la vía glucolítica. (Velázquez, L. 2008)

Pero la insulina no solo tiene efectos en el metabolismo de las biomoléculas indispensables para la vida; últimos estudios indagan sobre su eficiencia en los efectos hemodinámicos donde participa, se sabe que es vasodilatadora en el músculo estriado donde mejora la perfusión y flujo. A este efecto que tiene en la sangre, también se le agrega su papel antiinflamatorio pues suprime y reprime factores nucleares propios de células inflamatorias, además que controla la síntesis de trombina, acción de sumo interés en momento de hablar del síndrome metabólico y la relación que tiene la DM2 con las enfermedades vasculares. (Palma, J. 2007)

#### *Factores que intervienen en el desarrollo de la diabetes mellitus.*

Según la AMD el curso de la DM2 en el organismo pasa regularmente sin diagnóstico, por varios años puede ser asintomática ya que la hiperglucemia se presenta gradualmente.

Existen variables que intervienen en el surgimiento de la resistencia a la insulina. A continuación, se describirán los puntos más relevantes de cada una de estas:

- a. **Obesidad.** Una gran cantidad de pacientes presentan adiposidad excesiva. Esta es dependiente según factores genéticos y grupos raciales. La observación y distribución de la grasa corporal tiene que ser evaluada por medio de una medición antropométrica detallada, así como la valoración por medio del Índice de Masa Corporal (IMC) y la relación cintura cadera. Si bien existen pacientes que no satisfacen el criterio obesidad = diabetes, una proporción cintura – cadera descompensada hacia mayor circunferencia en abdomen, da la pauta de un factor de riesgo positivo. El IMC es la relación ponderal existente entre el peso y la talla, su correlación nos aproxima a determinar si la persona está en riesgo de padecer trastornos de salud. En el cuadro 1, se puede apreciar la relación del IMC con la clasificación del peso en adultos. Un meta-análisis elaborado en Estados Unidos de América arroja que la obesidad es uno de los factores de riesgo a eliminar con mayor urgencia en el tratamiento y control de la DM 2, pues desencadena una fuerte reacción a la modificación metabólica de quien padece la enfermedad. (Boulé, N. 2001)

Cuadro 1

<b>Clasificación de la OMS del estado nutricional de acuerdo con el IMC</b>		
<b>Clasificación</b>	<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	
	Valores principales	Valores adicionales
<b>Infrapeso</b>	<b>&lt;18.50</b>	<b>&lt;18.50</b>
Delgadez severa	<16.00	<16.00
Delgadez moderada	16.00 - 16.99	16.00 – 16.99
Delgadez aceptable	17.00 – 18.49	17.00 – 18.49
<b>Normal</b>	<b>18.50 – 24.99</b>	<b>18.50 – 22.99</b>
		<b>23.00 – 24.99</b>
<b>Sobrepeso</b>	<b>≥ 25.00</b>	<b>≥ 25.00</b>
Preobeso	25.00 – 29.99	25.00 – 27.49
		27.50 – 29.99
<b>Obeso</b>	<b>≥30.00</b>	<b>≥30.00</b>
Obeso tipo I	30.00 – 34.99	30.00 – 32.49
		32.50 – 34.99
Obeso tipo II	35.00 – 39.99	35.00 – 37.49
		32.50 – 39.99
Obeso tipo III	≥ 40.00	≥ 40.00

b. **Resistencia a la insulina.** La resistencia a la insulina puede definirse fácilmente en la disminución que tienen los tejidos en dar respuesta a la insulina. Este hecho tiene una estrecha relación con el aumento de tejido graso, en especial la grasa visceral abdominal, pues disminuye la sensibilidad corporal total a la insulina, como consecuencia tejidos de músculo e hígado, disminuyen la utilización de glucosa estimulada por la insulina.

Las afectaciones de los receptores de insulina son ocasionadas por:

- Liberación de adipocinas, son moléculas que inhiben o potencian la señalización insulínica mediante la reducción del tránsito transendotelial a los tejidos blanco.
- La oxidación de ácidos grasos y la liberación de sus radicales libres en los músculos y otros tejidos podría inhibir el glucólisis y reducir la utilización de glucosa estimulada por la insulina. El almacenamiento ectópico de sus residuos puede conducir a una disminución de la sensibilidad de la insulina.
- Las secreciones de las células inflamatorias del tejido adiposo disminuyen la sensibilidad insulínica. El proceso inflamatorio no es solo

propio del tejido graso visceral, también genera estos efectos en los islotes de Langerhans y en la deficiencia de células  $\beta$ .

- Otras causas de la resistencia a la insulina tienen que ver con las alteraciones genéticas que convergen con el funcionamiento posreceptor de cada célula.
- La incapacidad del páncreas para ajustar la liberación de hormonas y una ingesta desmedida y no cuantificada de glucosa, explica las respuestas insulínicas anormales y exageradas.
- El deterioro de las células  $\beta$  del páncreas se puede dar sin padecer aun diabetes. Las deposiciones de grasas ectópicas se presentan también en los islotes del páncreas, y por los mecanismos ya mencionados aceleran la pérdida de células  $\beta$ . Entonces, una vez que se presenta la diabetes, el daño acumulado acelera el proceso degenerativo del organismo.

(Gardner, D. 2012)

c. **Componente genético.** En la aparición de diabetes intervienen diversos genes con diferentes grados de penetrancia. Las investigaciones en cuanto a la determinación de genes identifican que las alteraciones se proyectan en cuanto al funcionamiento y renovación de las células  $\beta$ . Pero aún se espera que mediante la tecnología se puedan estudiar genes más inusuales, pero con mayor riesgo. (Gardner, D. 2012)

d. **Medio ambiente.** La OMS, vincula factores determinantes en la población como lo es la edad general, el aumento globalizado de la obesidad y la adquisición de hábitos nocivos como adicciones y sedentarismo. El ambiente determina principalmente la edad de inicio y la gravedad de la enfermedad, por tal motivo alarma que los factores nocivos se encuentren en aumento en la población infantil, donde estadísticas epidemiológicas resaltan que la DM2 se empieza a presentar con mayor frecuencia en niños y adolescentes. (OMS, 2010).

#### *Manifestaciones clínicas de la diabetes mellitus*

Cuando sus manifestaciones clínicas se presentan es porque las alteraciones de glucosa iniciaron 3 o más años antes que la enfermedad fuera detectada; los pacientes pueden referir: sed excesiva (polidipsia), orinar con mucha frecuencia (poliuria), aumento de apetito (polifagia), pérdida significativa de peso, visión borrosa, infecciones recurrentes, fatiga, heridas que no sanan, piel muy reseca y sensación de piquetes o adormecimiento en extremidades. (AMD, 2014)

Los signos de la DM2 también incluyen aspectos en la distribución de grasa corporal pues denota un aumento desproporcional del tejido adiposo en abdomen,

pecho, cuello y cara. Esto deja a las extremidades sin una proporción grasa normal y proporciona un aspecto denominado androide. (OMS, 2010)

### *Diagnóstico médico de diabetes mellitus.*

Para el diagnóstico de la Diabetes Mellitus es necesario efectuar un análisis de glucosa y cuerpo cetónicos en orina, glucosa en sangre entera o en plasma obtenidas en ayunas y después de la administración de glucosa por vía oral. En el país se siguen criterios establecidos por la Norma Oficial Mexicana 015, publicada en el 2010, para el manejo de DM tipo 2, donde se establece que el diagnóstico se cumple si da positivo a cualquiera de los siguientes criterios: presencia de síntomas clásicos y una glucemia plasmática casual  $\geq 200$  mg/dl; glucemia plasmática en ayuno  $\geq 126$  mg/dl; o bien glucemia  $\geq 200$  mg/dl a las dos horas después de una carga oral de 75 g de glucosa anhidra disuelta en agua, sin olvidar que de positivo en la prueba de ayuno o en la Prueba de Tolerancia de Glucosa Oral (PTGO), y en caso que hubiera ausencia de síntomas inequívocos de hiperglucemia, estos criterios se deben confirmar repitiendo la prueba en un día diferente.

El análisis de glucosa en sangre se puede obtener de dos formas: por muestra de sangre venosa o por muestra de sangre capilar. La muestra de sangre venosa es utilizada frecuentemente en los centros de salud. Se puede decir que las muestras de sangre proporcionan valores de glucosa independientes del hematócrito y que reflejan las concentraciones de espacios intersticiales a los que están expuestos los tejidos, por este motivo aventaja varios tipos de análisis. (Gardner, D. 2012)

La medición de glucosa a partir de muestras de sangre capilar es de gran utilidad pues los mismos sujetos pueden monitorizar sus niveles de glucosa fuera de una institución de salud. El mecanismo de extracción de la prueba es muy sencillo. Los elementos que lo conforman es el glucómetro, las lancetas junto con su aplicador y la tira reactiva correspondiente. Hoy existen una gran variedad de glucómetros en el mercado. Todos son precisos y sus variaciones se limitan en la velocidad de resultado, conveniencia, tamaño de la muestra requerida y costo. Para la obtención de la muestra el paciente debe pincharse con una lanceta calibre 26 a 33, el disparador plástico es de gran ayuda al momento de realizar la muestra. Las mediciones de muestra capilar tienen sus limitaciones, pues podemos tener resultados engañosos de glucosa sí: a) existen aumentos o descensos en el hematócrito; b) la programación del equipo; c) el calibre con el que los glucómetros y tiras reactivas miden la cantidad de glucosa puede dar resultados falsos si sobrepasan los parámetros del fabricante; d) pacientes con estados críticos de oxígeno pueden tener resultados erróneos al no encajar con los parámetros de la glucosa oxidasa. Por ello la medición de la glucosa capilar

requiere que el paciente sea informado y educado a las especificaciones de su instrumento de medición. (Gardner, D. 2012)

### *Hemoglobina Glucosilada*

Diversas asociaciones como la Asociación Mexicana de Diabetes (AMD), la Federación Mexicana de Diabetes (FMD) y la Asociación Americana de Diabetes (ADA) recomiendan realizar el análisis de Hemoglobina Glucosilada (HbA1c) en personas que ya tengan el diagnóstico de DM tipo 2 o en personas con factores de riesgo de padecerla y en quienes ya presenten síntomas.

La HbA1c es una prueba química que se realiza a partir de una muestra pequeña de sangre y arroja el nivel promedio de glucosa en la sangre durante los últimos tres meses. En personas que ya están bajo tratamiento da un panorama sobre si el control de su enfermedad es el adecuado. (FMD, 2015)

La hemoglobina humana tiene tres variedades denominadas: hemoglobina A, hemoglobina A2 y hemoglobina F. La HbA1c es la variedad más abundante de los componentes menores de la hemoglobina A. Los eritrocitos se encuentran susceptibles a la modificación de su hemoglobina por la adherencia a los residuos de glucosa circulante en la sangre: a mayor glucemia, mayor glucosilación de la hemoglobina. Para poder comprender mejor esta prueba hay que tener en cuenta que las reacciones de cetaminas entre la glucosa y otros azúcares y grupos amino libres en la cadena  $\alpha$  y  $\beta$  conducen a formas glucosiladas de la hemoglobina. (Silverthorn, P. 2007)

Al realizar esta prueba se debe considerar que se trata de un promedio ponderado pues refleja el 50% de glucosa del mes previo, otro 25% del segundo mes previo y el último 25 % por el tercero y cuarto mes previo, pues se estima que la vida promedio de un eritrocito es de 120 días. Sin embargo, este análisis, junto con el automonitoreo frecuente de la glucosa capilar en sangre, nos genera una proyección más amplia sobre el cuidado y control que está recibiendo la persona. (FMD, 2015)

Aunque existen consensos para la medición y la interpretación de la HbA1c y sus resultados, investigaciones realizadas en la última década indican que estos pueden variar en función de ciertas condiciones clínicas de los pacientes y concuerdan que no hay un valor único que sea aplicable a toda la población de diabéticos, por lo que la meta será llevar a los pacientes a concentraciones de glucosa lo más cercanas a la normalidad que según la ADA oscilan entre 4 y 6%. Guías como las del Grupo Europeo, basadas en los análisis del estudio del control de la diabetes y sus complicaciones (DCCT), recomiendan que en los pacientes

con diabetes mellitus tipos 1 y 2 deben obtenerse valores <7.5% para reducir el riesgo de complicaciones microvasculares. (Pérez, I. 2009)

El estudio “A1c – Derived Average Glucose Study” correlacionó las concentraciones de HbA1c y las mediciones promedio de glucosa capilar en estados preprandial, posprandial y al acostarse de los últimos tres meses previos a la toma de la prueba de Hemoglobina Glucosilada. La relación de la glucosa promedio y la HbA1c dio una formula con base en un análisis de regresión lineal que se expresa:  $\text{Glucosa promedio} = (28.7 \times \text{HbA1c}) - 46.7$

En el cuadro 2 se expone la relación porcentual de la prueba de hemoglobina Glucosilada con la concentración diaria promedio de glucosa capilar.

**Cuadro 2**

<b>Relación proporcional entre porcentaje de HbA1c y concentración de glucosa capilar</b>	
<b>Valor (%) de HbA1c, determinado por medio de análisis que utiliza estandarización al *DCCT</b>	<b>Valores promedio de las concentraciones de glucosa en sangre capilar (mg/dl)</b>
5	97
6	126
7	154
8	183
9	212
10	240
11	269
12	298

Adaptado de Nathan, et al., Traslating the A1c assay into estimated average glucose values. Diabetes Care. 2008 Aug;31

La ADA da un valor de corte para el control de la DM2 del 6.5% por el riesgo a la retinopatía que se presenta cuando se sobrepasa este nivel. Estudios sugieren que al llevar al paciente a rangos de porcentaje menor a 7 se corre el riesgo de padecer crisis de hipoglucemia.

Se ha comprobado que el ejercicio es un excelente auxiliar para disminuir el porcentaje de Hemoglobina glucosilada, pues al efectuar frecuentemente genera adaptaciones metabólicas en el uso y producción de insulina y glucosa. Por ello la FMD informa en sus medios electrónicos que lo más apropiado es acudir al personal sanitario adecuado para establecer un control personal y evitar el desarrollo de complicaciones de la diabetes por tener porcentajes elevados de HbA1c. (Toumlehto, Y. 2001., ADA, 2015)

### *Tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2.*

Según estudios realizados por el grupo de investigación farmacéutico de Bayer, el tratamiento de la DM tipo 2 debe de consistir en la modificación del estilo de vida para el equilibrio de tres factores: la alimentación, los fármacos y el ejercicio físico regular. Dicho tratamiento tiene como propósito disminuir los síntomas, mantener el control metabólico, prevenir las complicaciones agudas y crónicas, mejorar la calidad de vida y reducir la mortalidad de la enfermedad.

Una dieta equilibrada y nutritiva es un elemento primordial para el abordaje adecuado de la DM2. Las recomendaciones en cuanto a dieta, son a menudo desestimadas por los pacientes y sus familiares. La ADA recomienda que alrededor de 45 a 65% de las calorías diarias totales sean en la forma de carbohidratos; 25 a 35% en la forma de grasas, de preferencia menos del 7% deben ser grasas saturadas; y entre el 10 y 35% debe ser la ingesta promedio de proteínas. Se debe recordar que uno de los objetivos a reducir son los factores de riesgo, la implementación de un plan de nutrición adecuado para el paciente diabético cumple con la función de disminuir uno de los más importantes: la obesidad. La reducción de peso mediante la restricción calórica es uno de los beneficios que brinda la dieta, pues ayuda a que el paciente tenga presente que la administración de su medicamento y comida van de la mano. La alimentación adecuada también previene complicaciones, por ejemplo, los pacientes informados realizarán un conteo calórico, comerán según la proporción recomendada y se hidratarán adecuadamente, con esto pueden prevenir desde estados hipoglucémicos a progresión de trastornos renales por exceso de proteínas y grasas o falta de líquidos. (SSA, 2013)

Existen consideraciones especiales en cuanto al control de las ingestas de fibra, edulcorantes y aceites para personas diabéticas. Se sabe que la fibra insoluble como celulosa o hemicelulosa aumenta el volumen fecal y disminuye el tiempo del tránsito intestinal. La dieta propuesta por la ADA no requiere un suplemento extra que solo contenga esta fibra, pero da importantes recomendaciones para la integración de contenidos elevados de fibra procedente de la avena, cereales y frijoles; los edulcorantes utilizados como sustituto de azúcar, representan una

buena alternativa para los pacientes que gustan de ella, por ejemplo el aspartame es un edulcorante nutritivo y está constituido de dos importantes aminoácidos, ácido aspártico y fenilalanina al que solo se debe de controlar la ingesta haciéndola moderada según el control que tenga el paciente de su glucosa. Se debe tener precaución con los alimentos libres de azúcar, pues si se consumen en grandes cantidades sí elevaran las concentraciones de glucosa en sangre y regularmente ocasionan inflamación intestinal; Los aceites ricos en omega 3 disminuyen el índice de triglicéridos plasmáticos y de colesterol VLDL y se ha demostrado que pueden reducir la agregación plaquetaria. Siempre y cuando se brinde información al paciente diabético y este junto con su familia la lleve a cabo se observaran resultados deseados con el plan dietético. (Gardner, D. 2012)

Los fármacos utilizados para el tratamiento de la DM tipo 2, aparte del uso inyectado de insulina, se dividen según su función terapéutica: a) los que pueden actuar sobre el complejo receptor de las sulfonilurea de las células  $\beta$ , que estimulan la secreción de la insulina. b) Medicamentos que reducen la concentración de glucosa en musculo esquelético, hígado y tejido adiposo.

c) Fármacos que afectan la reducción de glucosa. d) Medicamentos que imitan los efectos de la incretina – hormona producida en el intestino y que estimula la segregación de glucosa – o que prolongan su acción y e) Otros fármacos, como pramlintida, que reduce la glucosa mediante la supresión del glucagón y la desaceleración del vaciamiento gástrico. (Velázquez, L. 2008)

- Sulfonilureas. Ejercen un efecto estimulante en la secreción de insulina mediante a la unión que tiene a un receptor de membrana, además que estimula los efectos que tiene la glucosa sobre la secreción de insulina.
- Biguanidas. Disminuyen los niveles de glucosa plasmática por acciones extrapancreáticas. Reduce la gluconeogénesis hepática y la glucogenólisis menor medida. Si se combina potencia los efectos de otros fármacos como la insulina, pues sensibiliza los receptores de los tejidos periféricos como el adiposo y muscular, también disminuye la absorción intestinal de la glucosa y la resistencia a la glucosa. Aunque en monoterapia no produce hipoglucemia, su acción potencializa a otros hipoglucemiantes. En combinación con etanol se potencializa el riesgo de acidosis láctica.
- Inhibidores de las  $\alpha$ -Glucosidasas. Al inhibir esta enzima del borde de la pared intestinal, retrasan la digestión de los carbohidratos complejos llevándolos a monosacáridos de fácil digestión, esto permite que el material no digerido no pase al intestino grueso, donde se puede fermentar causando flatulencias y diarrea. Los medicamentos más conocidos de esta gama son la acarbosa y el miglitol.

- Imitadores de la incretina. Las incretinas son hormonas intestinales que amplifican la secreción de insulina posprandial. Los fármacos utilizados en esta clase incluyen los agonistas del receptor GLP-1 y los inhibidores de la dipeptidil peptidasa 4, que aumentan las concentraciones de sustancias pépticas que estimulan la secreción de glucosa.
- Existen medicamentos análogos sintéticos como la Pramlintida que se aplican vía subcutánea y generan que haya demora del vaciamiento gástrico, inhibición de la secreción de glucagon y disminución del apetito. Su uso principalmente es acompañado con la aplicación de insulina. (Velázquez, L. 2008, Betés, M. 2008)

La insulina se indica en pacientes con diabetes tipo 1, así como en pacientes con diabetes tipos 2 cuyo tratamiento a base de dieta, ejercicio y otros fármacos no hayan funcionado para disminuir la hiperglucemia. Existen formas de preparación de insulina según el tiempo en el que se observa su acción:

- Acción corta: es una insulina de cinc cristalina soluble, su efecto aparece a los 30 minutos siguientes después de su aplicación subcutánea y su efecto dura de 5 a 7 horas cuando se administra en cantidades habituales de 5-15 unidades. La insulina regular se indica cuando cambia con rapidez las necesidades de insulina subcutánea. (Toro, 2008)
- Acción Prolongada: existen tres compuestos de variantes de insulina. La primera, insulina protamina neutra de Hagedorn (NPH), o isófana, combina una parte de insulina de cinc cristalina soluble con una parte de insulina cinc protamina, generando que ninguna se encuentre en exceso. Su concentración máxima de unidades se encuentra entre las 8 y 10 horas. Su rango de acción es menor a 24 horas por ello la mayoría de los pacientes necesitan dos dosis diarias para mantener un efecto requerido; La insulina glargina al inyectarse en el ambiente del pH neutro del tejido subcutáneo, forma microprecipitados que liberan al torrente sanguíneo insulina de forma lenta. Tiene un promedio de vida de 24 horas sin picos elevados de liberación, debido a su pH ácido no se recomienda mezclarse con otras variantes de insulina; La insulina detemir, es un análogo que después de inyectarse la asociación entre sus moléculas en el sitio de inyección y su fijación con la albúmina en la circulación, causa una cadena de ácidos grasos que provocan una distribución más lenta de insulina a los tejidos blanco periféricos y prolonga la duración de su acción. Se debe de administrar 2 veces al día para crear un promedio de cantidad estable. (Betés, M. 2008, Gardner, 2012)

La Secretaría de Salud de México en la NOM – 015 publicada en el 2010, dirige a los profesionales de la salud a diversas guías con los medicamentos que pueden utilizarse para el control de la DM2. Todas las pautas de administración de insulina por vía exógena deben tratar de igualar el modelo fisiológico de secreción, aunque en realidad esto es muy complicado, pues la insulina exógena no consigue distribuir la hormona de manera selectiva en el hígado ya que gran parte del contenido se queda en la circulación periférica. Al no poder entrar en la circulación hepática se reduce la efectividad que tiene la insulina para reducir los niveles del colesterol VLDL. (Velázquez, L. 2008)

### *Contexto sociocultural del municipio de Teziutlán.*

La diabetes como factor patológico impacta indiscriminadamente diversos sectores del país. Particularmente el municipio de Teziutlán perteneciente al estado de Puebla.

Teziutlán está ubicado en la sierra nororiental del estado de Puebla a una distancia de 167.5 Km de la capital del estado. Comprende una extensión territorial de 92.518; ubicándolo en el lugar número 126 en el estado, con 14 localidades entre las que destacan Teziutlán (centro), Atoluca, San Juan Acateno, San Sebastián, Xoloateno, San Diego, Mexcalcuautla, Ixtipan, San Sebastián (sección tercera) y Cuaxoxpan. Teziutlán cuenta con carreteras federales a los municipios aledaños: Tlapacoyán y Jalacingo (Estado de Veracruz), Chignautla y Hueytamalco (Estado de Puebla). También está la autopista que forma parte del circuito Angelopolis, la cual comunica en 2 horas (aproximadamente) vía directa con la Ciudad de Puebla de Zaragoza, capital del Estado. La población total aproximada es de 92,246 de los cuales el 47.1% son hombres y el 52.9% mujeres; ubicando la distribución de población en la zona urbana con un 81.7% y la población rural con un 18.3%. Entre los rangos de edad la población de mayor porcentaje son los que se encuentran entre los 15 – 64 años con un 63.9%, en segundo lugar, la población infantil de los 0 – 14 años con el 29.6% y ubicando en tercer lugar a personas de la tercera edad de 65 años y más con un 5.7%. Por otra parte, el 7.0% de la población de 5 años en adelante habla alguna lengua indígena, entre las que destaca en Náhuatl y el Totonaco. En cuanto a la población que tiene una limitación en la actividad corresponde al 4.1% de la población en el municipio. (INEGI, 2010)

De acuerdo con el CEIGEP los indicadores sociales muestran que el municipio de Teziutlán tiene un bajo grado en índice de marginación en servicios como educación, vivienda e ingresos. Los niveles de pobreza están clasificados en tres categorías que son: pobreza total, pobreza extrema y pobreza moderada; de los

cuales el porcentaje en situación de pobreza en los habitantes corresponde a 52.22%, 9.89% y 42.3% en las categorías respectivas.

En Centro de Salud de Servicios Ampliados de la ciudad de Teziutlán fue creado como iniciativa del gobierno estatal para brindar atención primaria a la población derechohabiente del Seguro Popular y el programa Prospera. Siendo repartidos para su atención en consulta interna la población de las principales colonias circundantes al centro de salud y pacientes referidos de las Casas de Salud del municipio. Está ubicado en la Prolongación Hidalgo con la avenida La mesilla en la colonia El Pinal, frente la plaza de toros, para llegar se puede utilizar el servicio colectivo de transporte, o bien caminando toda la avenida Hidalgo desde El Centro de Teziutlán.

En promedio el CESSA Teziutlán a 350 pacientes diabéticos al mes, cifra que a menudo crece y no tiende a disminuir. Por ello se ha buscado la promoción e información a todo el sector derechohabiente, esperando crear una alternativa en el manejo de la diabetes.

## ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

### *Relación diabetes mellitus – calidad de vida*

Desde 1940, la población mexicana ha ubicado a la diabetes dentro de las primeras 20 causas de mortalidad, con una tasa de 4.2 por 100 000 habitantes, para entonces solo el 1% de la población adulta padecía esa enfermedad. En tan solo treinta años la diabetes ocupó el 15º lugar como causa de muerte, y para 1990 alcanzó el cuarto lugar como causa de mortalidad general. Los Resultados de la Encuesta Nacional de Salud, publicados en el 2007, indican que a inicios del 2000 la diabetes ha sido la primera causa de muerte en mujeres y la segunda en hombres, y aunque en la población masculina la enfermedad isquémica cardiaca ocupa el primer lugar, la diabetes frecuentemente se relaciona e interviene en el procedimiento de dicha enfermedad. En el cuadro 3, se muestran las principales complicaciones que desencadena la DM2.

Se sabe que en el desarrollo de la DM2 tienen que interactuar factores genéticos, orgánicos y medioambientales. Los avances en cuanto a los dos primeros, han obtenido importantes avances y logros que benefician la vida de millones de personas, pero el estilo de vida siempre ha resultado difícil de evaluar y de manejar en el paciente con diabetes. Alguno de los componentes son el tipo de alimentación, actividad física, presencia de obesidad, consumo de alcohol y de tabaco, entre otros; todos estos son asociados con la evolución y pronóstico del paciente diabético. ( Benarrochl. S. 2001).

Para la OMS, el estilo de vida es la forma general de vivir, establece textualmente que: “Los estilos de vida son patrones de conducta que han sido elegidos de las alternativas disponibles para la gente, de acuerdo a su capacidad para elegir y a sus circunstancias socioeconómicas”. La interacción entre los patrones de conducta y las condiciones de vida generan decisiones basadas en el contexto sociocultural del individuo y su individualidad.

Diversos estudios encuentran pertinente emplear métodos de modificación de hábitos no saludables antes proporcionar el control farmacológico. En México se necesitan programas supervisados y controlados que implementen sesiones informativas sobre el conocimiento de la enfermedad, la dieta que se debe seguir y la actividad física que se debe de realizar ya que del conocimiento y la modificación de los estilos de vida se generan controles seguros y eficientes de la enfermedad. (Toumilehto, Y 2001).

**Cuadro 3****Complicaciones Crónicas de la Diabetes Mellitus**

## Ojos.

- Retinopatía diabética.
  - No proliferativa (de fondo)
  - Proliferativa
- Cataratas
  - Subcapsulares (en copos de nieve)
  - Nucleares (seniles)

## Riñones

- Glomeruloesclerosis intercapilar
  - Difusa
  - Nodular
- Infecciones
  - Pielonefritis
  - Abscesos perinefríticos
  - Necrosis papilar renal
- Necrosis tubular renal
  - Posterior a estudios con medios de contraste

## Sistema Nervioso

- Neuropatía periférica
- Neuropatía motora
  - Pié caído, mano caída
  - Nervios craneales III, IV, VI, VII
  - Amiotrofia diabética
- Neuropatía Autónoma
  - Hipotensión postural
  - Taquicardia en reposo
  - Perdida de la sudoración
  - Gastroparecia
  - Diarrea diabética
  - Atonía de la vejiga
  - Impotencia

## Piel

- Dermopatía diabética
- Necrobiosis lipóidica diabética
- Candidiasis
- Úlceras en pies y piernas

## Sistema Cardiovascular

- Cardiopatías
- Enfermedad Vascular Periférica
  - Úlceras isquémicas; gangrena
- Enfermedades Cerebrovasculares

## Huesos y Articulaciones

- Queiroartrosis diabética
- Contractura de Dupuytren
- Articulación de Chacort
- Osteomielitis

## Infecciones inusuales

- Fascitis Necrosante
- Miositis Necrosante
- Meningitis por Mucor
- Colecistitis enfisematosa
- Otitis externa maligna

FUENTE: (Gardner. 2012)

El estilo de vida de la población actual mexicana implica la suma de diversos factores de riesgo. Hoy se sabe que para mantener el control de la diabetes mellitus tipo 2 se tienen que efectuar cambios efectivos de conducta, actitud y conocimientos que intervienen en los valores, tradiciones y costumbres culturales adquiridos a lo largo de la vida del paciente, siendo difíciles de modificar, aunque la persona reconozca la necesidad de dichos cambios. (García, J. 2004)

La educación al paciente diabético tiene que ir más allá de proporcionarle el medicamento y una breve reseña de los alimentos a consumir. Habilitar al paciente con los conocimientos y destrezas necesarias para mantener un cuidado autónomo de su salud, así como promover en él las motivaciones y los sentimientos de seguridad y responsabilidad para cuidar diariamente de su control, sin afectar su autoestima y bienestar general. Los objetivos de la educación terapéutica son, de manera general, asegurar que el paciente y su familiar allegado reciban una adecuada educación como parte de su tratamiento. Estudios sugieren que al impactar en la educación al paciente se mejora a largo plazo una mejora en la calidad de vida del paciente. (García, R. 2007)

Un método efectivo de educación, diagnóstico precoz y control metabólico es parte fundamental de un control exitoso de la enfermedad para muchos países. En México, esto es importante debido al creciente número de pacientes a los que se les da tratamiento. El Dr. Armando Arredondo, investigador del Instituto Nacional de Salud Pública, comentó en una entrevista realizada por la revista Diabetes Hoy que “La Diabetes es una condición de vida que puede llevar al sistema de salud de México al colapso”, haciendo hincapié que la inversión que se destina al presupuesto de curación y rehabilitación es muy superior a la que se otorga al nivel preventivo. En el 2010, la diabetes le costó al país 778 millones 427,475 dólares; esta cifra ha aumentado exponencialmente junto con el número de diabéticos que se enumeran año con año. El 92% de ese dinero se destina a tratar a pacientes no controlados y sólo el 8% para pacientes controlados. Pero el gasto familiar también se ve altamente afectado, pues los pacientes invierten más del 30% de sus ingresos en el tratamiento de la diabetes. (*Value in Health*, 2011). En el cuadro 3 se exponen las principales complicaciones crónicas de la diabetes mellitus. (Gardner, D. 2012)

La diabetes también es una causa de deserción laboral. Según el estudio "Información sobre Accidentes y Enfermedades de Trabajo Nacional 2003-2012" realizado por el Instituto Mexicano del Seguro Social, es alarmante que la primera causa de ausentismo por enfermedad sea la diabetes. En 2010 se calcularon 2,567 personas que dejaban su trabajo a causa de diabetes, de las cuales el 80% eran hombres y el 59% se encontraban entre los 35 y 54 años, la edad más productiva. La deserción y ausentismo laboral provoca fuga del capital de

cualquier empresa, contribuye a aumentar el estrés y la mala relación en el ambiente de trabajo y provoca tensión familiar al no percibir el ingreso necesario para la vida cotidiana. Toma un valor aún más significativo cuando recordamos que esta cifra crece día con día.

Los factores antes mencionados tienen un fuerte golpe en la calidad de vida de los pacientes con diabetes y sus familiares cercanos. La calidad de vida consiste en la sensación de bienestar experimentada por las personas y que representa la suma de sensaciones subjetivas y personales del "sentirse bien."

Aunque para el área médica tenga más peso la salud orgánica, no se debe olvidar todos los factores que la incluyen. La calidad de vida abarca el bienestar físico, social, psicológico y espiritual. El bienestar físico se determina por la actividad funcional, la fuerza o la fatiga, el sueño y el reposo, el dolor y otros síntomas. El bienestar social, tiene que ver con las funciones y las relaciones, el afecto y la intimidad, la apariencia, el entretenimiento, el aislamiento, el trabajo, la situación económica y el sufrimiento familiar. El bienestar psicológico se relaciona con el temor, la ansiedad, la depresión, la cognición y la angustia que genera la enfermedad y el tratamiento. Por último, el bienestar espiritual abarca el significado de la enfermedad, la esperanza, la trascendencia, la incertidumbre, la religiosidad y la fortaleza interior. La OMS ofrece una serie de escalas para poder medir el grado de satisfacción y percepción de salud y entorno, en el progreso de las enfermedades crónico-degenerativas, las experiencias personales y las expectativas varían de persona a persona, concretando que ninguna persona vive de la misma manera la misma enfermedad. La discapacidad adquirida es una de las principales causas de disminución en la calidad de vida de las personas diabéticas, pues al no mantener un control adecuado las complicaciones de la enfermedad causan estragos que llevan a la depresión y trastornos conductuales que deterioran la vida familiar y social del individuo, dejando de lado su participación en actividades de cualquier índole. Por ello, la prevención de las complicaciones de la enfermedad y su tratamiento debe ir de la mano con la atención primaria controlada. (Valverde, J. 2002)

Para las personas con DM, reconocerse enfermos es un paso para el autocuidado. Pero debido al inicio silencioso de la enfermedad, el reconocimiento del estado de salud es lento, aun con los primeros síntomas, los pacientes no los ven como algo bastante importante como para actuar si no interfieren de forma directa con su funcionalidad. Las personas cercanas al diabético reconocen que las acciones que necesitan su colaboración para las actividades cotidianas de la vida del paciente, son las que generan más estrés y ansiedad, siendo percibidas de mayor intensidad por parte del diabético, pero sentidas por ambas partes. (Tejeda, L. 2006)

Las personas con DM informan mayores niveles de depresión (hasta seis veces más alta que en el resto de la población), ansiedad, baja autoestima y sentimientos de desesperanza y minusvalía. Una cooperación por parte de toda el área de la salud para abordar el compromiso que implica el autocuidado impacta para bien en el control de la diabetes. (Frank, B. 2001)

### *Ejercicio como tratamiento coadyuvante de la diabetes mellitus*

Se ha establecido que la falta de ejercicio constituye un factor de riesgo que contribuye a la aparición de enfermedades crónicas degenerativas. La inactividad en adultos tendrá un deterioro progresivo en su capacidad funcional y en la tolerancia a acciones que impliquen esfuerzo físico en actividades de la vida cotidiana. (Boraita, 2008). Se debe recordar que uno de los pilares en el tratamiento de la diabetes es el ejercicio físico. No se debe confundir con la actividad física - acciones que implican el movimiento, pero que no tienen un plan y objetivo para la salud- pues al no conocer bien algunos conceptos básicos podemos generar confusión en el paciente. (AMD, 2015)

Ahora bien ¿Qué beneficios en la salud del diabético ofrece el ejercicio terapéutico?

Normalmente se emplea ejercicio terapéutico buscando la prevención de la disfunción, así como el desarrollo, mejoría, restablecimiento o mantenimiento de: fuerza, resistencia física aeróbica y capacidad cardiovascular, movilidad y flexibilidad, estabilidad, relajación, coordinación, equilibrio y destrezas funcionales. (Kisner, C. 2005)

EL Grupo de Diabetes de la Sociedad Andaluza de Medicina Familiar y Comunitaria, de España, enuncia los siguientes beneficios del ejercicio:

- La práctica regular de ejercicio ayuda a mantener un mejor control metabólico a largo plazo.
- El entrenamiento físico ayuda a disminuir las concentraciones basales y posprandiales de insulina.
- Útil para la disminución del sobrepeso y obesidad.
- Reducción de los factores de riesgo cardiovascular.
- Mejoramiento de la función cardiovascular, respiratoria e intestinal.
- Aumento de fuerza y flexibilidad.
- Beneficio psicológico, aumenta la sensación de bienestar y mejora la calidad de vida.

Hay que recordar que el ejercicio es la actividad física que más consume energía, los carbohidratos son el combustible de primera opción del músculo esquelético. Lo almacenado por glucógeno como por lípidos es bien empleado en ejercicios de intensidad moderada de hasta 3 horas de duración. En un individuo sano lo almacenado por glucógeno equivale a 4 000 kcal (3 000 en hígado y 1 000 en músculo esquelético); también lo almacenado por tejido adiposo representa cantidad de hasta 10 000 kcal. Este almacén de energía se ve comprometido según el estado de avance de la diabetes, que dependiendo de su estadio conviene verificar y tomarlo como una oportunidad para ser empleado en los programas de ejercicio. En pacientes con DM2 el ejercicio físico significa un valor agregado excepcional en el cuidado de su salud debido a que mejora la tolerancia a la glucosa al aumentar la sensibilidad de receptores musculares a la insulina, mejora la homeostasis de la glucosa y reduce la necesidad de medicación. Con la resistencia a la insulina el cuerpo necesitara más de ella para transportar una cantidad dada de glucosa y atravesar la membrana celular, el ejercicio aumenta la sensibilidad de la insulina y de forma exponencial también disminuye la resistencia. (Silverthorn, P. 2007., Chicharro, J. 2006)

Durante el ejercicio se sabe que el flujo sanguíneo puede aumentar hasta 20 veces (comparado con el valor normal en reposo), favoreciendo la disponibilidad de la glucosa y su aproximación a la captación por la célula; También la permeabilidad y transporte de la glucosa al interior de la sarcómera se incrementan con la fuerza de la contracción y la intensidad del ejercicio que se esté realizando. Cuando la glucosa se encuentra dentro de la célula muscular, es fosforilada irreversiblemente por la enzima hexocinasa, y su utilización como sustrato energético se incrementa proporcionalmente a la intensidad del ejercicio. (Chicharro, J. 2006., Wilmore, J 2007)

Diversos estudios identifican que durante el ejercicio la glucemia generalmente baja de forma gradual debido a la utilización de glucosa por parte del músculo esquelético. Programas como los del Grupo de la Sociedad Española de Diabetes para el estudio de la Nutrición demuestra la necesidad de emplear todas las medidas necesarias para mantener las variables farmacológicas y dietéticas controladas a la hora de realizar una actividad física. Investigaciones recientes arrojan que para el control de la glucemia durante el ejercicio se presentan principalmente 2 mecanismos de actuación: aumentar el aporte calórico y reducir el aporte de insulina, así como de otros fármacos hipoglucemiantes; aconsejando una ingesta calórica previa al ejercicio. (Pancorbo, 2011)

En la década de los noventa sobresalieron estudios que implementaban por primera vez la actividad física y el ejercicio para prevenir y disminuir los efectos de la DM2. (The European Diabetes Policy Group.1999). S.R Colberg fomenta en varios de sus estudios el implementar el ejercicio físico no solo para llegar al ansiado decremento de la glucosa en sangre, sino también medir los efectos que el ejercicio físico bien dosificado tiene sobre la calidad de vida de los pacientes con Diabetes Mellitus. (Aguilera, J. 2014)

La AMD recomienda un programa de ejercicio que combine la potencialización o incremento de fuerza muscular, resistencia aeróbica y flexibilidad músculo-tendinosa. El meta análisis realizado por Neil J. Snowling demostró que no debe inclinarse solo por una forma de ejercicio ya que los resultados más favorables se obtienen con programas de ejercicio más integrales. Hay evidencia que el tratamiento por medio de ejercicio necesita cumplir con el grado de intensidad óptimo para obtener los resultados esperados.

Conjeturando la información otorgada es recomendable realizar 150 minutos de ejercicio físico a la semana, promediándolo en tres días; se debe buscar que su realización sea segura (toma de glucosa capilar, tensión arterial, saturación de oxígeno, frecuencia cardiaca y supervisión profesional), que integre preferentemente los tres tipos de ejercicio recomendados por la AMD y que sea acompañado por un programa de nutrición y apego al tratamiento médico. (Toumilehto, Y. 2001)

Según la Norma Oficial Mexicana modificada, para el manejo de la DM estipula la necesidad de informar a la población en riesgo de padecer DM2, así como capacitar al personal médico para que este proporcione “programa básico de ejercicios o un plan de actividad física” el cual debe ser otorgado a pacientes de los servicios de salud pública a fin de prevenir y/o disminuir sus factores de riesgo. Por el aumento de las cifras en detecciones dejan claro de que estos esfuerzos han sido rebasados. (Cuerda, R. 2009)

En la base de datos de ScienceDirect se haya diversos estudios clínicos de rigor metodológico que demuestran la eficacia de implementar estrategias que modifiquen el estilo de vida de las personas propensas a padecer diabetes y/o con la enfermedad en temprana evolución. En estudios como el Da Qing IGT and Diabetes (realizado en China) y el Finnish Diabetes Prevention Study dejan claro la importancia de atender variables de peso, talla, Índice de Masa Corporal (IMC), saturación de oxígeno y tensión arterial (TA) en pacientes que se les implementaría pruebas de control de su enfermedad. Estos estudios han demostrado que las estrategias para la modificación del estilo de vida y los

tratamientos farmacológicos pueden prevenir o, cuando menos, retrasar la evolución de la DM2 en personas de alto riesgo. (Cuerda, R. 2009)

Existen evidencias de que a los pacientes con DM2 se les debe intervenir multidisciplinariamente y que la combinación de ejercicio físico con regularidad más dieta, incrementa la efectividad del tratamiento que si se recomienda cada actividad por separado. Estos estudios hacen énfasis en la importancia de controlar el peso del paciente y de asegurarse del aumento de la capacidad ventilatoria y/o saturación de oxígeno. Benarroch, S. 2001) Como es sabido, la mayoría de los pacientes desarrollan patologías vasculares; en este punto, el ejercicio ofrece:

- Disminución de la frecuencia cardíaca máxima al realizar actividades físicas
- La tensión arterial se ve disminuida tras algunas semanas de entrenamiento. se sabe que el producto de la presión arterial sistólica por la frecuencia cardíaca, es un índice de la sobrecarga a la que se somete corazón en una actividad física, la cual disminuye con el entrenamiento. por esto el ejercicio aeróbico es buen tratamiento de la hipertensión arterial leve a moderada.
- El ejercicio reduce la resistencia vascular periférica, disminuyendo la presión arterial diastólica.
- Aumenta el volumen plasmático y promueve la formación de hematíes.

La OMS propone el implemento de la actividad física tomando las opciones más adecuadas y pertinentes en función con las necesidades de los individuos, donde enfatiza evitar riesgos de lesiones ortopédicas y otras complicaciones médicas que pueden incidir durante su práctica.

Existen recomendaciones que son indispensables seguir en el paciente que desea ingresar a un programa de ejercicio físico. A continuación, se describirán las más provechosas para esta investigación:

- Evaluación al paciente. Es recomendable realizar una historia clínica completa sobre enfermedades cardiovasculares o factores de riesgo cardiovascular. En medida de lo posible indagar sobre el nivel de actividad física o deportiva que ha realizado con anterioridad. La toma de signos vitales es una herramienta indispensable en la valoración física, debe de ir acompañada de la exploración neurológica y locomotora, se debe de descartar si el paciente tiene otra patología que genere algún grado de deficiencia o discapacidad y que limite al ejercicio físico. (Pleguezelos, S. 2006., Echaury, M. 2014).

Gran parte de los pacientes con diabetes mellitus presentan alteraciones en la tensión arterial, pero ello no impide el ejercicio físico si el paciente tiene control médico. En caso de ser necesario se puede realizar una prueba de esfuerzo para el inicio de la actividad física, la cual toma relevancia según el grado de intensidad que se planea emplear en el paciente. (Hofmann, 2011).

La exploración física debe detallar información relevante en:

- a) Aparato cardiorrespiratorio: saturación de oxígeno, frecuencia cardíaca, funcionamiento pulmonar y presión arterial.
- b) Antropometría: Índice de Masa Corporal, distribución de la grasa y perímetros de cintura.
- c) Sistema muscular: Fuerza y resistencia muscular.
- d) Flexibilidad: Movilidad articular y elasticidad.

La elección del paciente de un programa de ejercicio a menudo resulta difícil por la inactividad física que presenta. Pero estudios recientes demuestran que la participación en programas de ejercicio de intensidad suave a moderada (los cuales tienen un bajo efecto sobre el consumo máximo de oxígeno) puede tener un efecto beneficioso en la prevención de complicaciones de enfermedades crónicas. (Tall, A.2002)

El Grupo de Trabajo de Diabetes y Ejercicio de la Sociedad Española de Diabetes recomendó en el 2006 que el programa de ejercicio para los diabéticos debe fraccionarse mediante la práctica de diferentes tipos de ejercicio que permitan trabajar cada uno de estos elementos de la condición física que provocarán beneficios para la salud.

- Elección del ejercicio terapéutico. Existen elementos determinantes para que un programa de ejercicio sea efectivo.

*La intensidad.* Es el componente del ejercicio más difícil de prescribir pues es el porcentaje de la capacidad máxima a la que se debe realizar el ejercicio. En la prescripción de la intensidad, siempre se debe tener en cuenta la duración del ejercicio. El producto de la intensidad y la duración se denomina volumen de entrenamiento o carga de entrenamiento y se considera como el factor determinante de la mejora de la condición física. La carga de entrenamiento es la verdadera base de la adaptación y el consiguiente aumento del rendimiento forma parte de los objetivos deseados. (Chicharro, J. 2007)

La estimación de la dosis para lograr la cantidad total de actividades que deben realizarse durante un periodo determinado para conseguir un objetivo son la base del entrenamiento; se debe dejar en claro la cantidad, frecuencia, duración e intensidad de la actividad, así como el tipo de descanso. Todas las actividades que se realizan en una sesión de ejercicio terapéutico van desde el calentamiento al enfriamiento, se define como la totalidad de los estímulos de movimiento efectuados sobre el organismo (Echauri, M. 2014)

En el cuadro 4, se muestran las consideraciones que se deben tomar para la dosificación de intensidad. A continuación, se dará una breve descripción de las consideraciones en los campos más sobresalientes de los pacientes. (Vargas, R. 2011)

**Cuadro 4.**

<b>Consideraciones para la dosificación del ejercicio terapéutico.</b>	
<b>Componentes</b>	<b>Consideraciones</b>
Edad de los participantes.	Grupo etario al que pertenecen los usuarios (niños, jóvenes, adultos, adultos mayores)
Características endógenas	Condición física, estado de salud general, nivel de rendimiento para la actividad física y entrenamiento. Aptitudes psicológicas como la motivación y voluntad.
Características exógenas	Régimen de vida cotidiano (trabajo, escuela), alimentación, clima, lugar de entrenamiento, disponibilidad de recursos materiales y apoyo externo de familiares y amigos.
Nivel de práctica previo.	Historial deportivo o de actividad física. Estado de agilidad, equilibrio y coordinación enfocados a una tarea.
Diferencia de género	Hombre o mujer. Consideraciones hormonales en ambos casos.
Actividad preferida	Correr, nadar, ciclismo, juegos de pelota, actividades con pesas, etc.
Patologías presentes.	Buscar que cualquier alteración que se encuentre en la salud del paciente este bajo control y que permita realizar ejercicio físico sin comprometer todo el estado de salud del paciente.

FUENTE: (Grupo de Trabajo de Diabetes y Ejercicio de la Sociedad Española de Diabetes., 2006)

Se suelen utilizar diferentes métodos para prescribir y monitorizar la intensidad del ejercicio. Éstas son la frecuencia cardíaca, el consumo de oxígeno y la escala de percepción del esfuerzo (EPE). Los pacientes normalmente encuentran fácil la utilización tanto de la frecuencia cardíaca como de la EPE y por tanto serán los métodos más indicados. (Colberg, S.2010)

La Sociedad Española de Diabetes (SED) expone que en la mayoría de los casos no es posible conocer la verdadera la frecuencia cardíaca máxima (FC<sub>máx</sub>) y, por lo tanto, se deberá estimar mediante una ecuación:  $FC_{máx} = 220 - \text{edad}$  (en años).

Si las complicaciones de la diabetes lo permiten, se recomienda que el ejercicio sea prescrito con una intensidad que corresponda al 55-79% de la FC<sub>máx</sub>, o bien al 40-74% de la FC de reserva.

*Duración.* Es la relación inversa a la intensidad del ejercicio. La ADA recomienda programas de 3 a 5 sesiones semanales con intensidad ligera o moderada (55-79% de la FC<sub>máx</sub>) se aconsejan sesiones de 20 a 60 minutos de ejercicio de resistencia cardiorrespiratoria. Otras bibliografías dan cifras similares, por ejemplo, las investigaciones de J. López Chicharro recomiendan que se trabaje con el 60 – 70% de la FC<sub>máx</sub>, pero acuerda que deben ser parámetros flexibles según las necesidades de los pacientes. Existe la posibilidad de fraccionar el ejercicio en varias sesiones en un mismo día. De este modo, se alcanzan beneficios similares a los de una sola sesión de ejercicio. Para ello, cada una de estas sesiones ha de tener una duración superior a los 10 minutos. (ADA, 2014)

*Frecuencia.* Para que exista una mejora cardiorrespiratoria, se debe iniciar con la realización de dos sesiones de entrenamiento semanales. Por otro lado, se ha comprobado que los beneficios no se incrementan al realizar más de cinco sesiones semanales. (Colberg, 2001). El trabajo muscular produce efectos beneficiosos sobre el control glucémico, que se mantienen de las 12 hasta las 72 horas posteriores a su realización, dependiendo de la intensidad y la duración de la sesión. Para aprovechar al máximo estos efectos, se pautará realizar ejercicio un mínimo de 3 días a la semana (días no consecutivos), siendo recomendado realizar hasta cinco sesiones semanales. (Chicharro, J. 2006)

*Ritmo de progresión.* En los mecanismos de adaptación al ejercicio en una persona con diabetes mellitus tipo 2 es necesario revisar periódicamente la prescripción de ejercicio inicial. Su velocidad de progresión depende de factores, como el nivel de entrenamiento, edad, peso, estado de salud,

preferencias personales y, por supuesto, los objetivos individuales marcados inicialmente. Se establecerán tres etapas de progresión: inicial, de mejora y de mantenimiento. (SED, 2014)

Los colaboradores de la ADA, SED e investigadores de las aplicaciones del ejercicio como S.R Colberg concuerdan en que la duración de cada sesión debe de ser al menos 45 minutos; La frecuencia de sesiones necesarias para la adquisición de la forma física debe ser de al menos tres veces por semana. Efectos como la sarcopenia se pueden evitar combinando entrenamientos de resistencia con entrenamientos de fuerza para desarrollar musculatura. La frecuencia debe de ser de dos veces por semana, intercalados entre los entrenamientos de resistencia, con un número de 8 a 12 repeticiones de cada ejercicio por serie y para tres series.

Cada sesión de ejercicio debe de constar de las siguientes etapas según el Grupo de Trabajo de Diabetes y Ejercicio de la SED:

- a) Pre calentamiento: con una duración de 5 a 10 minutos, que tiene como objetivo evitar lesiones y producir una adaptación hemodinámica gradual. Ejercicios con una frecuencia cardiaca de 10 a 20 latidos por encima del reposo.
- b) Fase principal: con una duración aproximada de 40 a 50 minutos en la que se sigue los ejercicios programados de actividades seleccionadas según los objetivos. Volver a la calma: de 10 minutos de duración permite la relajación y la vuelta gradual al estado hemodinámica inicial.

La Guía Práctica Clínica para la prescripción de ejercicio en el adulto, recomienda la progresión del entrenamiento de ejercicio terapéutico, esto dependerá de la capacidad de cada individuo, de su estado de salud y de los objetivos propuestos. Hay tres fases de progresión indicadas por la SED:

1. Etapa de inicio: duración de 4 a 6 semanas. Las características del ejercicio deben ser: tres veces por semana, menos de 45 minutos cada vez y no superar el 50% de la FC<sub>máx</sub>. La realización de una prueba de esfuerzo simple como la Prueba del Escalón de Harvard aborda el tiempo de recuperación como índice confiable de la tolerancia aeróbica, permitiendo informar al paciente de su condición física y la selección de futuros programas de ejercicio. (Wilmore, J. 2007)

2. Fase de mejora: duración de cinco o seis meses. Se incrementa progresivamente la intensidad hasta lograr el objetivo del 70 al 80% de la FC<sub>máx</sub>, la duración se incrementa progresivamente hasta los 60 minutos y la frecuencia aumenta a más de tres días a la semana.

3. Fase de mantenimiento. A partir del sexto mes se mantiene el ritmo de intensidad y frecuencia, pudiendo aumentar ligeramente la intensidad o la duración según las posibilidades de cada individuo. Esta fase debe de durar toda la vida.

Una vez comprendido las implicaciones de un programa de ejercicio, podemos describir los elementos utilizados para formar dicho plan. Se presenta, a continuación, los elementos principales de cada tipo de ejercicio, los cuales formaran parte del programa de ejercicio que se realizara en la presente investigación:

➤ *Ejercicio de Fortalecimiento y resistencia muscular.* Conocidos por su carácter anaeróbico, tienen como objetivo incrementar la fuerza muscular, por medio de contracciones musculares intensas, pero de corta duración. Gran parte de las necesidades energéticas se satisfacen por el sistema ATP-PC y por la descomposición anaeróbica de glucógeno muscular (glucólisis). Con el entrenamiento anaeróbico se reclutan mayormente fibras musculares IIB o rápidas, pero también se ha observado que los otros tipos de fibras musculares se reclutan. Por su componente intenso y profundo permite mejorar el equilibrio y la coordinación al estimular de forma continua la propiocepción, también reducen las posibilidades de contraer osteoporosis por las demandas de contracción muscular y potenciales de acción específicos con mayor fuerza en determinadas zonas del cuerpo. Por otro lado, son un buen camino para quemar grasa en lugares localizados, mejorar la resistencia y la fuerza de grupos musculares específicos. (Muñoz, K. 2005)

➤ *Ejercicio aeróbico.* Entrenamiento enfocado a la capacidad aeróbica necesaria para realizar actividades repetitivas de la vida diaria y que mantienen un nivel continuo de actividad funcional. las actividades de este tipo generan una mejora en el consumo del oxígeno a lo largo del proceso de producción de energía o bien, durante el metabolismo. En esta clase de ejercicio se gana mayor eficacia en el uso de las grasas como fuente de energía, permitiendo el uso de glucógeno muscular y hepático se lleve a cabo más lentamente. También se aumenta la capacidad ventilatoria máxima y se incrementa la capacidad oxidativa o respiratoria de nuestros músculos. A nivel muscular, el entrenamiento

aeróbico incrementa el número de capilares sanguíneos en secciones transversales, mejorando con ello la perfusión de la sangre, este aumento de actividad favorece el crecimiento mitocondrial para proporcionarle al musculo un metabolismo oxidativo más eficaz. (Chicharro, J. 2006)

- *Ejercicio de flexibilidad.* El concepto de ejercicio de flexibilidad sigue siendo modificable según el análisis al que se le someta. Su entrenamiento se realiza por medio de contracciones excéntricas de fuerza muscular y tiene como objetivo evitar que los músculos pierdan su elasticidad o se acorten. Disciplinas como el Yoga o Taichí se valen de los fundamentos de la contracción muscular para mantener por un determinado lapso de tiempo posturas donde el control de la respiración resulta algo esencial.

Complementos al programa de ejercicio:

- *Estiramientos.* Son maniobras terapéuticas pensadas para elongar estructuras del tejido blando y aumentar el rango de movimiento articular. Mayormente se utilizan los estiramientos selectivos en los programas de entrenamiento físico, forman una rutina que mejora la función general del paciente al aplicarlos de forma selectiva sobre ciertos músculos y articulaciones, pero permiten que se produzca limitación del movimiento en otros músculos y articulaciones. Las técnicas de autoestiramiento son un objetivo de los programas de ejercicio en casa y del tratamiento a largo plazo para la preservación de la condición física. (Kisner, C. 2005)
- *Calentamiento.* Son movimientos articulares generados por contracciones musculares suaves y coordinadas. Su objetivo es preparar al organismo para una actividad física con consumo energético gradual, evitando lesiones por cargas repentina. Como su nombre lo indica, genera un aumento gradual de la musculatura y de los tejidos blandos circundantes a ella, al hacerlo se estimula el flujo sanguíneo y permite una conexión neuromuscular adecuada para la actividad física. (Wilmore, J.2007)

La ADA, recomienda que el ejercicio físico sea supervisado y dosificado por profesionales del área de la salud. Al llevarse a cabo, se espera que exista un monitoreo de glucosa capilar, saturación de oxígeno, frecuencia cardiaca y tensión arterial. Buscando un esquema que incluya las recomendaciones de lo anteriormente expresado se concluyó que un programa de ejercicio debe ser flexible, dinámico y medurado, para poder ser aplicado sin efectos nocivos en la población diabética. Además, siguiendo las recomendaciones del Modelo de Atención Integral de Salud de México es importante considerar la opinión y experiencia adquirida en los servicios públicos de salud a la calidad en su dimensión interpersonal, esto se puede realizar con encuestas que aborden de forma sencilla puntos que son de indispensable opinión en los usuarios, esto según las propuestas emitidas de la Secretaria de Salud en su Modelo de Atención Integral publicado en el 2015.

La Encuesta Nacional de Salud 2000 se indica que sólo 6 % de la población con diabetes mellitus tipo 2 realiza ejercicio físico sistemático lo cual resulta alarmante ya que diversas organizaciones como la Organización Mundial de la Salud, *American Diabetes Association (ADA)* y la Norma Oficial Mexicana ponen en evidencia que el ejercicio físico es un factor fundamental en la prevención y manejo de la Diabetes Mellitus tipo 2. Por ello el implemento de estrategias bien planeadas y abordadas multidisciplinariamente mente asegura una buena respuesta al manejo del control glicémico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

---

Durante muchos años la DM ha sido abordada de diversas maneras, creando guías de tratamientos más próximos a la eficacia en cuanto a la prevención de sus complicaciones. En México diversos modelos de atención no han logrado complementar el impacto que tiene el ejercicio en conjunto con una orientación nutricional y el uso de los fármacos seleccionados para cada paciente. Este estudio pretende diferenciar los efectos del ejercicio en la aplicación conjunta a la alimentación y los fármacos que la generalizada aplicación única de dieta y fármacos. Por ello se realizaron pruebas de HbA1C previo a la intervención Fisioterapéutica y otra toma posterior a un programa de ejercicio de 3 meses de duración. Generando vínculos de información continua al paciente, motivando a la sensibilización de la población general e involucrando a los demás profesionales del área de la salud. Se brindará información clara y oportuna del estado de salud en cada sesión de ejercicio terapéutico esto es proporcionando los resultados de toma de signos vitales, así como la monitorización de la glucosa sanguínea capilar.

Todo ello para investigar:

¿Cuáles son los efectos de implementar un programa de ejercicio en el control glucémico en los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en el CESSA Teziutlán?

## II. OBJETIVOS

---

Como objetivo general se busca evaluar los efectos de un programa de ejercicio sobre el control glucémico en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 que acuden al Centro de Salud de Servicios Ampliados (CESSA) del municipio de Teziutlán.

En cuanto a los objetivos particulares buscamos:

Comparar los resultados de la prueba de HbA1C antes y después de haber implementado un programa de ejercicio terapéutico en pacientes con DM2 del CESSA Teziutlán, Pue.

Medir el impacto del programa de ejercicio para el control glucémico, creando evidencia para los profesionales del área de la salud sobre el campo de acción y efectividad de la Fisioterapia en Atención Primaria.

### III. MATERIAL Y METODOS

---

El presente estudio tuvo como diseño ser un ensayo clínico controlado, realizado en el Centro de Salud de Servicios Ampliados del municipio de Teziutlán, Puebla. En el periodo temporal de mayo a octubre del año 2015.

A continuación, se describe la estrategia de trabajo utilizada para la presente investigación:

Se inició con la promoción de la apertura del programa de ejercicio terapéutico para pacientes del CESSA Teziutlán con DM2 por medio de publicación de trípticos, presentaciones en puntos estratégicos de mayor afluencia en el centro de salud, espacios que fueron gestionados por el Director del CESSA y la Jefa de enfermeras; por medio de la coordinación con el personal médico de la institución se invitó a los pacientes que asistieron a su control periódico de consulta médica.

Se otorgó el consentimiento informado (Anexo. 1) al paciente para su lectura y aprobación. Al mismo tiempo que se llenó la hoja de contacto (Anexo. 2) y material informativo del contenido del programa (Anexo. 3). Se envió al paciente a la consulta nutricional para recibir orientación práctica para el control de su alimentación, como protocolo general de la institución todos los pacientes (candidatos o no a la investigación) recibieron orientación nutricional por la nutrióloga Luz del Carmen Navarro Carrillo, la información que proporciono se encuentra en el anexo 4, en dicha consulta resolvió dudas y dio aspectos generales de la preparación de los platillos, así como las porciones y frecuencia de la ingesta; dio supervisión de medidas antropométricas mediante la utilización de estadímetro, báscula (pertenecientes a la institución), picómetros y cintas de métricas propias de su actividad profesional. La información que recabe referente a peso, talla e IMC fue otorgada a la investigadora responsable.

De forma simultánea se solicitó información al paciente y al médico a su cargo sobre el medicamento y la dosis empleada en el control de la enfermedad del paciente. Se dejó a criterio del médico la combinación y dosificación de los fármacos los cuales pertenecen al cuadro básico de tratamiento para diabéticos del CESSA y son Glibenclamida, Metformina e Insulina, solo se requirió que el paciente demostrara que asiste a sus consultas mensuales para el abastecimiento de medicamento como para el chequeo de rutina del mismo.

Posteriormente se realizó la prueba de HbA1C dentro de la institución. Se utilizó el monitor A1CNow+® Sistema Multi – Análisis HBA1C el cual contiene por caja un Monitor eléctrico, 5 colectores de sangre desechables, 5 muestreadores desechables, propiedad de la Jurisdicción a la que pertenece el CESSA Teziutlán.

Independientemente, la institución otorgó lancetas, torundas con alcohol y depósitos para el manejo de desechos. Mediante una punción dactilar se obtuvo 5µL de sangre los cuales reaccionaron con el diluyente y reactivo del producto, este procedimiento fue realizado por Prudencio Aparicio Ramiro, Médico responsable de la realización de la prueba, quien le hizo conocer al paciente su resultado y se le convocó al grupo en que haya decidido participar.

Se realizó el programa de ejercicio terapéutico dos veces por semana con duración de 50 minutos de ejercicio dentro de las instalaciones del CESSA Teziutlán, las sesiones fueron impartidas por la responsable de la investigación. Su distribución se representa en el siguiente cuadro.

<b>Estiramiento Muscular</b>	
<b>Tiempo: 10 minutos</b>	
<b>Descripción</b>	Es cualquier maniobra terapéutica pensada para elongar estructuras de tejido blando para aumentar la amplitud del movimiento. El incremento de la tensión sobre la unidad musculotendinosa se detecta mediante propioceptores en el tendón y en el músculo, los cuales inhiben posteriores contracciones agonistas del músculo e inducen la relajación de la unidad agonista. El objetivo de esta inhibición refleja es prevenir las lesiones asociadas a un estiramiento excesivo y puede explicar los incrementos de flexibilidad (a corto plazo) que se producen después del ejercicio.
<b>Función</b>	Incrementan la flexibilidad de los tendones y demás tejidos blandos mediante dos tipos de efectos sobre la unión del músculo con el tendón: la inhibición del reflejo mediado por mecanorreceptores y la tensión viscoelástica.
<b>Dosis</b>	Se trabajará con autoestiramientos dinámicos lentos con final estático (10-30 segundos). La velocidad debe ser lenta y constante, sosteniendo la posición final durante unos 30 segundos. Los grupos musculares a los que se prestara mayor atención son: Flexo – extensores y rotadores de cuello, tronco, hombro, brazo, antebrazo, muñeca, cadera, rodilla y tobillo. Debe realizarse lentamente y sólo hasta un punto donde se siente una molestia mínima (la sensación de tensión debería disminuir a medida que se mantiene el estiramiento, si no disminuye, se debería reducir ligeramente la posición de estiramiento). En ningún caso se debe realizar rebote.

## Ejercicio Aeróbico

Tiempo: 25 minutos

<b>Descripción</b>	Son el conjunto de ejercicios de intensidad progresiva, se buscará que este no sea de alto impacto en articulaciones. El sistema cardiovascular y los músculos empleados se adaptarán al estímulo del entrenamiento mediado por intensidad, ritmo, frecuencia a tiempo parcial. En este apartado se incluirá el calentamiento muscular, cuyo propósito es aumentar la irrigación sanguínea de los tejidos blandos circundantes, favoreciendo una captación adecuada de oxígeno y evitando así complicaciones vasculares.
<b>Función</b>	Generan capacidad para realizar trabajos que impliquen la participación de grandes grupos musculares a lo largo de periodos prolongados. Es básica en el mantenimiento de la salud cardiovascular. Uno de los objetivos de la prescripción es lograr un incremento del consumo calórico total del individuo. En el caso del calentamiento se pretende que el llenado capilar del músculo evite descompensaciones y alteraciones en su metabolismo,
<b>Dosis</b>	Se realizarán ejercicios con un mínimo del 55-65% de la FC <sub>máx</sub> para conseguir mejoras en el consumo de oxígeno de un individuo. Se pondrá especial atención al ejercicio <i>aeróbico</i> de bajo impacto utilizando pelotas o pesas caseras

## Ejercicio de fuerza y resistencia muscular

Tiempo: 20 minutos

<b>Descripción</b>	Es cualquier forma de ejercicio activo donde a la contracción muscular dinámica o estática se le opone una fuerza externa. Utiliza la fuerza muscular para mover un peso o trabajar contra una resistencia. Generan capacidad para realizar trabajos que impliquen la participación de grandes grupos musculares a lo largo de periodos prolongados.
<b>Función</b>	Los beneficios que este tipo de ejercicio produce son la mejora de la fuerza y de la resistencia muscular, aumento de la flexibilidad, aumento de la sensibilidad a la insulina y de la tolerancia a la glucosa, mejoría en la composición corporal y disminución de los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular.

<b>Dosis</b>	Se realizarán ejercicios que incluyan todos los grupos musculares: – Piernas y caderas (glúteos, cuádriceps, bíceps femoral y gemelos). – Pectorales (pecho). – Hombros (deltoides y trapecio). – Espalda (dorsal). – Brazos (bíceps y tríceps). – Abdominales. Se realizarán movimientos en todos los planos articulares del MS* con una pesa de 250 gr en cada mano. Las repeticiones serán 15 en cada rango de movimiento, con ritmo e intensidad determinada por el fisioterapeuta responsable. También se realizarán ejercicios de fortalecimiento teniendo como apoyo la sujeción de toallas, en estos ejercicios se trabajará con principal enfoque MI*, donde se vean trabajados por lo menos en 20 repeticiones los movimientos de Flexo – Extensión desde cadera hasta ante pie.
--------------	--

- Para la aplicación del programa de ejercicio se consideró lo siguientes puntos tomados por la SED:
  - Las cargas de trabajo iniciales iniciaron con el peso más bajo que pueda ser utilizado para llevar a cabo entre 6 y 10 repeticiones.
  - En todo momento, el pulso cardíaco y la presión arterial deberán mantenerse dentro de valores normales.
  - Si el paciente tolera el peso correctamente se deberá incrementar primero el número de repeticiones hasta llegar primero a 10-15 y después hasta 15-20 repeticiones (incrementos cada semana). Después de este periodo, y si el paciente tolera bien el ejercicio y el peso, demostrando realizar correctamente los ejercicios, el número de series de cada ejercicio será incrementado de 2 a 3, aumentando también el peso utilizado. Iniciarán con peso de 250 gr para Miembro Superior (MS) y peso controlado del mismo cuerpo para Miembro Inferior (MI).
  - El espacio de recuperación entre series debe ser suficiente para lograr una recuperación total. Normalmente, se establecen de 1-2 minutos en entrenamientos con intensidad moderada.
  - El ejercicio aeróbico se recomienda de 3 a 5 sesiones semanales con intensidad ligera o moderada en sesiones de 20 a 60 minutos de ejercicio de resistencia cardiorrespiratoria. La mejora cardiorrespiratoria se produce a partir de la realización de dos sesiones de entrenamiento semanales
  - Los estiramientos se realizarán antes y después de la sesión de ejercicio fuerte.

Antes del inicio del ejercicio se tomarán signos vitales y glucosa capilar. Posterior al ejercicio se realizarán charlas educativas para el cuidado de la salud del paciente.

Una vez completado los tres meses de intervención se agendó a los pacientes para la toma final de HbA1C. Paralelamente se otorgarán hojas de encuesta (anexo 5) para observar el aprecio de la calidad del programa percibido por el paciente.

Concluida la recolección de datos, se tomaron los valores en un momento previo a la aplicación del programa de ejercicios y posterior a los tres meses de llevar a cabo el ejercicio. Se obtuvo la diferencia entre ambos valores. Los tratamientos evaluados fueron un grupo que llevó a cabo los ejercicios y otro control sin ejercicio. Los datos fueron analizados para su normalidad y homocedasticidad (homogeneidad de varianzas) mediante las pruebas no paramétricas de Shapiro-Wilks y Levene, respectivamente. Posteriormente, para los análisis de HbA1c y Glucosa Capilar se realizó una prueba T de Student bilateral y para el IMC se realizó una prueba no paramétrica con base en las medianas, la prueba de Wilcoxon para muestras independientes. Los análisis fueron desarrollados en el paquete estadístico R 2.12.2.

#### IV. RESULTADOS

---

Los resultados obtenidos de la aplicación de un programa de ejercicio terapéutico a pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2, durante tres meses acompañado con medición inicial y final del porcentaje de HbA1c, glucosa capilar e IMC arrojaron los siguientes valores para cada una de las variables y cada uno de los grupos estudiados.

Tabla de valores promedio del grupo <b>con</b> Ejercicio Terapéutico			
Valores	HbA1c	Glucosa Capilar	IMC
Inicial	8.96 %	178.36 mg/dL	29.8
Final	7.84 %	136.5 mg/dL	25.8

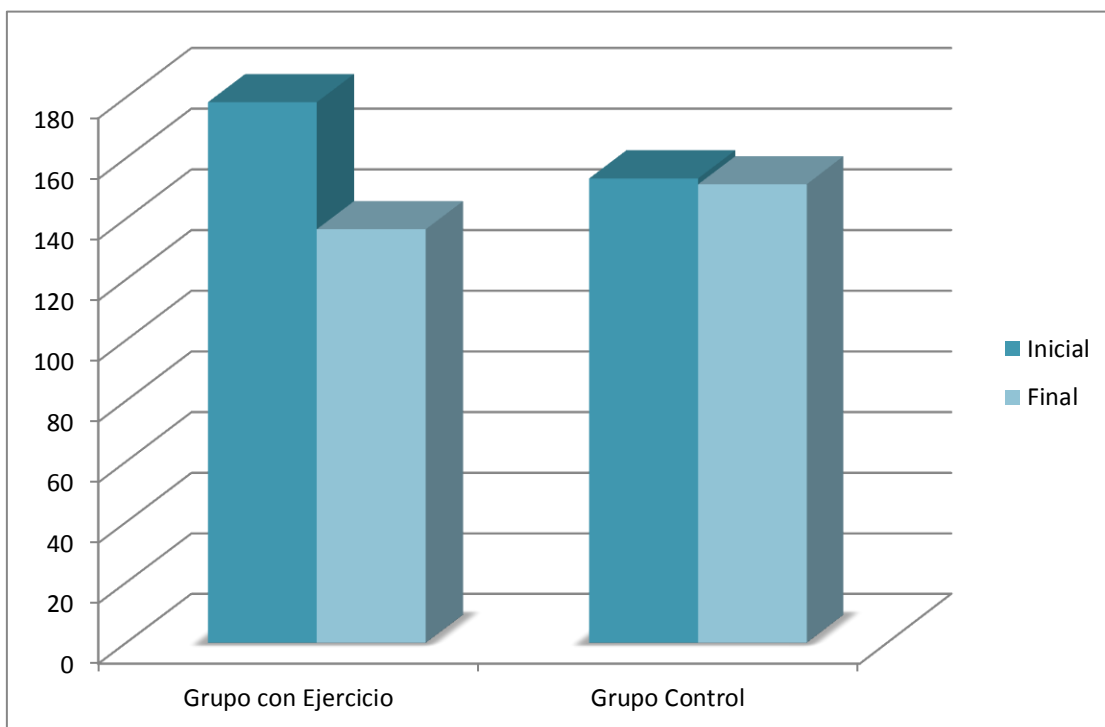
**Fuente.** Base de datos y archivos del investigador

Tabla de valores promedio del grupo <b>sin</b> Ejercicio Terapéutico			
Valores	HbA1c	Glucosa Capilar	IMC
Inicial	8.51 %	153.25 mg/dL	29.3
Final	8.53 %	151.31 mg/dL	30.0

**Fuente.** Base de datos y archivos del investigador

En el caso de la HbA1c la prueba de Shapiro-Wilks mostró que los datos se distribuyen de manera normal ( $p = 0.14$ ) y la prueba de Levene mostró su homocedasticidad ( $p = 0.56$ ). Debido a esto, se realizó una prueba T de Student que mostró que la disminución en la concentración de HbA1c en el grupo que llevó a cabo el programa de ejercicio (1.21%) fue estadísticamente mayor ( $p < 0.01$ ) que el grupo control (-0.01%).

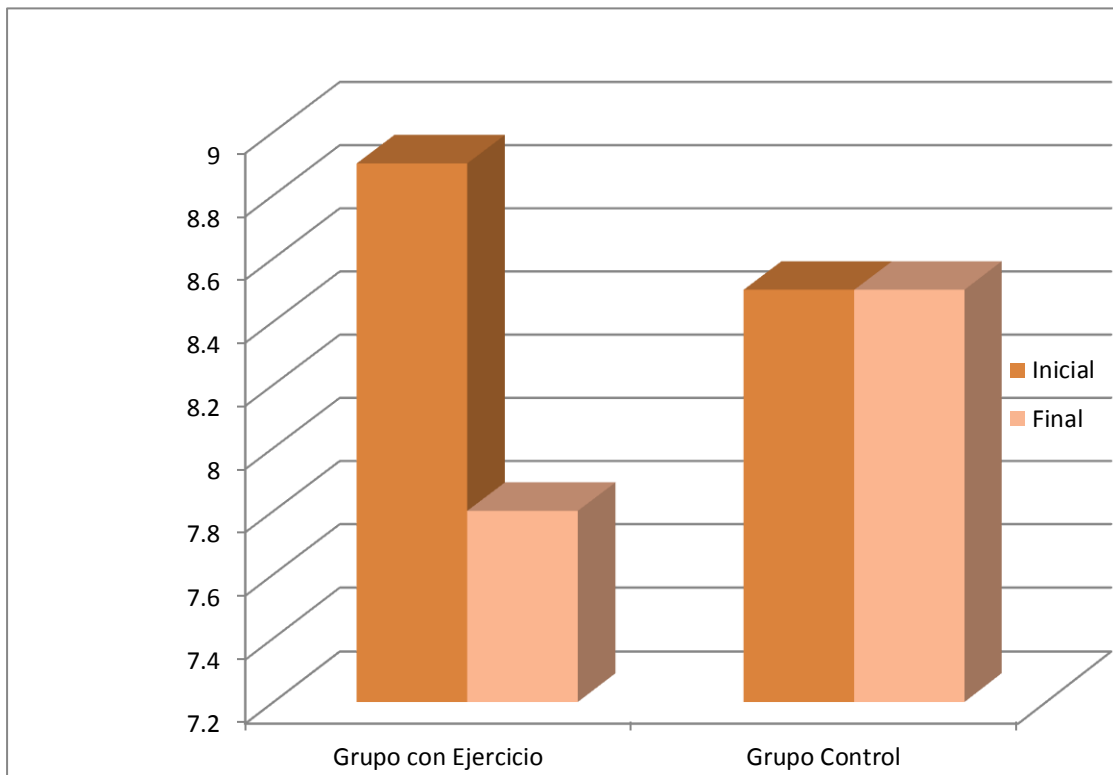
**Grafica 1.** Representación de cambios observados en la prueba de HbA1c



**Fuente.** Base de datos y archivos del investigador

Para la Glucosa Capilar la prueba de Shapiro-Wilks mostró que los datos se distribuyen de manera normal ( $p = 0.06$ ) y la prueba de Levene mostró su homocedasticidad ( $p = 0.86$ ). Debido a esto, se realizó una prueba T de Student que mostró que la disminución en Glucosa Capilar en el grupo que llevó a cabo el programa de ejercicio ( $41.84 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$ ) fue estadísticamente mayor ( $p = 0.02$ ) que el grupo control ( $1.93 \text{ mg} \cdot \text{dL}^{-1}$ ).

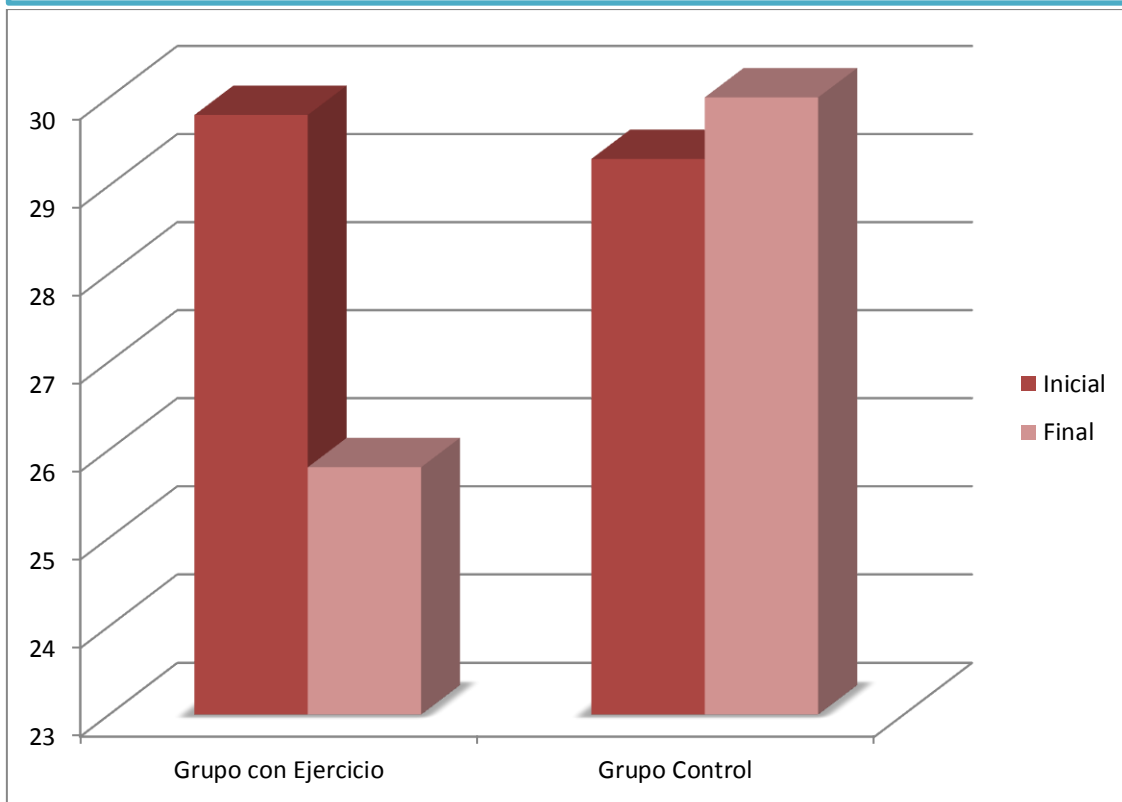
**Grafica 2.** Representación de cambios observados en la prueba de Glucosa Capilar



**Fuente.** Base de datos y archivos del investigador

En cuanto al IMC La prueba de Shapiro-Wilks mostró que los datos se no distribuyen de manera normal ( $p < 0.01$ ) y la prueba de Levene mostró su homocedasticidad ( $p = 0.16$ ). Debido a esto, se realizó una prueba no paramétrica con base en las medianas, la prueba de Wilcoxon para muestras independientes. El análisis mostró que existe una diferencia significativa ( $p = 0.03$ ) entre el IMC de personas que participaron de la rutina de ejercicios con respecto al grupo control. En el caso de los pacientes bajo el régimen hubo una disminución de su IMC de 1.01, mientras que el grupo control existió un incremento de 0.07 en el IMC.

**Grafica 1.** Representación de cambios observados en las mediciones del Índice de Masa Corporal



**Fuente.** Base de datos y archivos del investigador

## V. DISCUSIÓN

---

El análisis de los resultados del presente estudio muestra la utilidad de la aplicación del ejercicio terapéutico como coadyuvante primordial en el tratamiento y prevención de complicaciones de la diabetes mellitus tipo 2, prueba de ello es la diferencia estadística observada tanto en el IMC como en la glucosa capilar y la hemoglobina glucosilada con respecto al grupo control; con lo que se cumple la predicción en este estudio.

Tuomilehto *et al.* (2001) ya habían demostrado que se encuentran beneficios importantes en la modificación del estilo de vida, realizando cambios básicos en la movilidad motriz y la dieta, en esta investigación se observa que dicha premisa es confiable y aplicable en la población mexicana.

En el análisis sobre la efectividad de programas de ejercicio efectuado por De la Cuerda (2009), donde declara que la combinación de ejercicio físico regular y dieta es más efectiva que cualquiera de los dos por separado y que con ello se consiguen pérdidas moderadas de peso y se mejora el control metabólico, el presente estudio sugiere que se puede realizar una disminución de HbA1c cercana al 10% al 20% de reducción propuesta por los estudios cotejados por el investigador, con la única diferencia en el tiempo de aplicación, pues en el presente estudio, el tiempo de aplicación fue menor al del estudio antes mencionado; sin embargo los resultados son similares, lo que indica que el efecto del programa de ejercicio es en un lapso corto y sus ventajas reaccionan de forma proporcional al tiempo de duración del mismo.

Nuestros resultados también coinciden con la frecuencia y duración mínimos recomendados por la Sociedad Española de Diabetes y la Asociación Americana de Diabetes (2015), que establecen parámetros de hasta 45 minutos de ejercicio por tres días no consecutivos a la semana para lograr el esperado descenso de la glucosa. En el presente estudio se observó que los parámetros de glucosa capilar correspondieron con lo registrado por dichas asociaciones, al mantenerse en un nivel estable a partir de la muestra media del conjunto de tomas de glucosa capilar.

Sin embargo, los estudios aquí mencionados no pueden ser comparados en su totalidad, pues, aunque existen variables en común, estos tienen como principal disparidad el tiempo en que fueron efectuados y el número de participantes que se registraron en toda su duración. Pues en todos los estudios que se utilizaron como antecedentes específicos tenían más de un año como forma de tratamiento y poseían una mayor muestra, esto debido al apoyo de diversas instituciones y al recurso económico.

## VI. Conclusión

---

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten concluir que el programa de ejercicio terapéutico utilizado tiene un impacto positivo en la disminución del porcentaje de la hemoglobina glucosilada. Sin embargo, conscientes de que los estudios similares han sido realizados con una muestra y tiempo mayor genera la motivación de darle continuidad a la investigación, con el fin de obtener resultados más representativos.

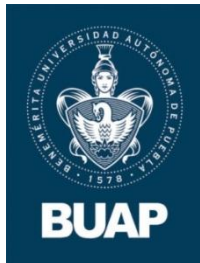
Si bien se observaron cambios significativos en ambas muestras, cabe resaltar que se logró impactar de forma más contundente a los pacientes derechohabientes en el cuidado que estos tienen de su control glucémico, además de que reconocieran la importancia de implementar ejercicio terapéutico supervisado y controlado por profesionales de la salud capacitados para el trabajo de control de la DM.

Por otro lado resulta de gran significancia el cambio operado por la presente investigación en el grupo de profesionistas involucrados en el proyecto, al reconocer la importancia de actuar interdisciplinariamente y recurrir a la Fisioterapia como profesión clave en el control de enfermedades crónico – degenerativas.

Como bondad adicionada a este estudio se encuentra el hecho de servir de modo exploratorio e introductorio para la aplicación de programas que observen con mayor atención la adherencia al paciente, la accesibilidad a áreas para ejercicio y la solvencia en insumos para el chequeo constante de glucosa capilar y HbA1c.

Por todo esto se pretende darle continuidad al estudio de forma multicéntrica y buscando el logro de mayor adhesión del paciente al programa.

**Anexo. 1**



EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO EN EL CONTROL  
GLUCÉMICO EN PACIENTES CON DIABETES MELLITUS TIPO 2 DEL  
CESSA TEZIUTLAN, PUE.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

PLFT. NANCY AGUILAR HERNÁNDEZ

**Por favor, tome todo el tiempo que sea necesario para leer este documento, pregunte a los investigadores sobre cualquier duda que tenga.**

Usted ha sido invitado (a) a participar en un estudio de investigación para determinar los efectos de un programa de ejercicio en el control glicémico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

La diabetes mellitus tipo dos supone un serio problema para los servicios de salud pública, debido a ello es necesario utilizar todos los recursos que se encuentren involucrados para prevenir sus graves complicaciones y mejorar la calidad de vida de la población. Se sabe que la diabetes es la causa más importante para la amputación de miembros inferiores, de origen no traumático, así como de otras complicaciones como retinopatía e insuficiencia renal. Es también uno de los factores de riesgo más importantes por lo que se refiere a las enfermedades cardiovasculares.

Según la Norma Oficial Mexicana para el manejo y prevención de las complicaciones de la Diabetes Mellitus se debe fomentar el autocuidado y la implementación de hábitos saludables junto con el control farmacológico adecuado.

La prueba de Hemoglobina Glucosilada (HbA1C) es una prueba sensible que muestra el nivel promedio de azúcar (glucosa) en la sangre durante los últimos tres meses. Este examen muestra qué tan bien se está controlando la diabetes. Se realiza por medio de la obtención de una muestra de sangre capilar proveniente de una punción a un vaso superficial de la yema de uno de sus dedos. Utilizando un colector de sangre se fijará a la muestreador para ser analizado por

el monitor eléctrico A1cNow+®. Esta intervención es muy similar al procedimiento de chequeo de glucosa capilar que se realiza en su centro de salud y hogar.

## **I. Justificación y Objetivo**

Existe muy poca documentación en la población mexicana sobre los beneficios de implementar ejercicio terapéutico como medida activa para la reducción y control de la glucosa en sangre de los pacientes con DM2. La investigación pretende arrojar la información significativa por medio de un análisis de Hemoglobina Glucosilada (HbA1C) que será tomado antes y después de la intervención por tres meses de ejercicio terapéutico evaluando el impacto que ha tenido el proyecto en su salud.

## **II. Procedimientos**

Estamos invitando a los pacientes del Centro de Salud de Servicios Ampliados de Teziutlán, Pue. Se les programara para la toma de análisis químicos y se les explicara el proyecto en el cual formaran parte. Además, que pasaran a Consulta Nutricional para recibir orientación sobre su alimentación. Así mismo también se continuará con la revisión médica de rutina.

## **III. Molestias y riesgos esperados**

Debido al tipo de abordaje no se estiman situaciones que comprometan la vida del paciente, pues se realizara monitoreo constante de signos vitales y la cantidad de glucosa en sangre por medio de muestra capilar. La ejecución del programa puede generar dolor muscular y disnea, síntomas que serán evitados en todo momento.

## **IV. Beneficios**

Mayor comprensión de su estado de salud, disminución de la glucosa sanguínea, mejora del estado general físico, acondicionamiento muscular, aumento de la capacidad pulmonar, aumento de la resistencia aeróbica en actividades de la vida cotidiana y reducción de IMC así como de medidas antropométricas, acercamiento a proyectos de prevención en Fisioterapia. Además que con este estudio permite que en el futuro más personas se beneficien de la información obtenida.

## **V. Procedimientos alternativos**

En este caso especial, no existen otros procedimientos sensibles para determinar los efectos del ejercicio en el control glucémico.

## **VI. Garantía de repuesta a cualquier pregunta o aclaración.**

Si tiene cualquier pregunta, puede hacerla ahora o más tarde, e incluso después de haber iniciado o terminado el estudio. Si llegara a tener alguna duda, puede contactarme (PLFT. Nancy Aguilar Hernández) al teléfono celular: 225 108 5576

## **VII. Libertad de retirar el consentimiento**

Su decisión de participar en el proyecto de investigación es completamente voluntaria. Si decide participar en el estudio tiene derecho a retirarse sin tener algún tipo de complicación

## **VIII. Seguridad y confidencialidad sobre el participante.**

En la realización de la presente investigación, le garantizamos una absoluta confidencialidad y anonimato de su participación, así como la privacidad que sea requerida. Ni su nombre ni ningún dato personal será dado a conocer en publicaciones y los cuestionarios serán resguardados únicamente por la investigadora principal. Cualquier información acerca de usted tendrá un número en vez de su nombre. Solo los investigadores sabrán cuál es su número.

## **IX. Compromiso de proporcionar información actualizada obtenida durante el estudio.**

Nosotros le proporcionaremos información a usted de manera constante sobre su desarrollo y avances durante la investigación, de manera que garantice la seguridad de continuación de su participación.

## **X. Disponibilidad de tratamiento Médico y de Indemnización.**

Se laborará con base a la autorización médica y no habrá indemnización en la presente investigación, debido a que se controlaran todas las variables que pudieran poner en riesgo su vida.

## **XI. Gastos adicionales**

En este estudio no se requerirá gastos para su aplicación. De necesitarse material para la sesión de ejercicio se informará sobre su indispensabilidad y costo.

## **FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO**

He sido invitado a participar en la investigación para conocer los efectos que tiene un programa de ejercicio en el control glucémico. Entiendo que tendré que proporcionar información sobre mi estado de salud, realizarme una prueba química de HbA1C y participar en el programa seleccionado para mí durante 3 meses. He sido informado de que los riesgos son mínimos y pueden incluir estados de hipoglucemia que serán evitados en todo momento por la evaluación de glucosa capilar y signos vitales. Sé de los beneficios directos para mi persona y de la información relevante de mi estado de salud. Se me ha proporcionado el nombre de un investigador que puede ser fácilmente contactado usando su nombre y teléfono celular.

He leído la información proporcionada o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me han contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado. Consiento voluntariamente tomar parte en esta investigación como participante y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento sin que me afecte en ninguna manera mis derechos dentro de la Institución. Comprendo que la firma del presente no significa la pérdida de los derechos que nos corresponden de acuerdo a las Leyes Federales vigentes y del Estado

---

Nombre y firma del participante. Fecha

---

Nombre y firma del testigo. Fecha

## Anexo 2.

### REGISTRO INICIAL DE DATOS DE PACIENTES PARTICIPANTES DEL PROGRAMA.

<b>Nombre :</b>		<b>Fecha:</b>			
Edad y Sexo		Peso		G.C	
Consultorio		Talla		Sat. O2	
Teléfono		IMC		F.C	
Domicilio		T.A		HbA1c	

<b>Nombre :</b>		<b>Fecha:</b>			
Edad y Sexo		Peso		G.C	
Consultorio		Talla		Sat. O2	
Teléfono		IMC		F.C	
Domicilio		T.A		HbA1c	

<b>Nombre :</b>		<b>Fecha:</b>			
Edad y Sexo		Peso		G.C	
Consultorio		Talla		Sat. O2	
Teléfono		IMC		F.C	
Domicilio		T.A		HbA1c	

<b>Nombre :</b>		<b>Fecha:</b>			
Edad y Sexo		Peso		G.C	
Consultorio		Talla		Sat. O2	
Teléfono		IMC		F.C	
Domicilio		T.A		HbA1c	

<b>Nombre :</b>		<b>Fecha:</b>			
Edad y Sexo		Peso		G.C	
Consultorio		Talla		Sat. O2	
Teléfono		IMC		F.C	
Domicilio		T.A		HbA1c	

## Anexo 3



INFORMACIÓN AL PACIENTE

CONSENTIMIENTO INFORMADO

PLFT. NANCY AGUILAR HERNÁNDEZ

### ¿Qué es la diabetes?

Es un padecimiento que se caracteriza por la elevación del azúcar en la sangre. Es un desorden en la forma en que el cuerpo humano utiliza la glucosa que obtenemos al ingerir los alimentos, produciendo una elevación de los niveles de glucosa en sangre, conocido como: hiperglucemia. Esto debido a que la insulina (hormona encargada de aprovechar la glucosa) es poca, nula o de mala calidad. La insulina se produce en el páncreas.

### TIPOS DE DIABETES

Existen 3 tipos de Diabetes y sus cuidados también dependen de éste factor.

**Diabetes tipo 1.** Es de origen autoinmune, esto quiere decir que las células beta encargadas de producir la insulina, son desconocidas y destruidas por el propio sistema inmunológico. En Diabetes Tipo 1 el páncreas no produce absolutamente nada de insulina y la glucosa no tiene la ayuda que proporciona la insulina para entrar a la célula y alimentarla. El paciente con Diabetes Tipo 1 debe de administrarse insulina de manera exógena por medio de inyecciones u otros dispositivos.



**Diabetes tipo 2.** Empieza cuando el hígado produce glucosa en exceso y al mismo tiempo los tejidos, principalmente el muscular, disminuyen el aprovechamiento de la insulina, lo cual provoca niveles altos de glucosa en sangre. Otra causa es porque hay un defecto en la utilización de la insulina, se le llama “*resistencia a la insulina*”.

En Diabetes tipo 2 la insulina no se produce en cantidad suficiente o ésta es de mala calidad, por lo que la célula no se “alimenta” adecuadamente y la glucosa (azúcar) se queda circulando por el torrente sanguíneo.



**Diabetes gestacional.** Se presenta durante el embarazo en una mujer que no padecía diabetes anteriormente, generalmente alrededor del tercer trimestre de gestación. En este caso, también se trata de resistencia a la insulina. Ya que durante el embarazo el organismo sufre cambios hormonales muy intensos y en la diabetes gestacional estas hormonas producen el efecto inverso a la insulina, elevando la glucosa en sangre.



### ¿En qué consiste el tratamiento?

Se basa en el equilibrio de tres factores: la alimentación, los fármacos (principalmente antidiabéticos orales o insulina) y el ejercicio físico regular, siendo necesario que conozcas estos factores y cómo se relacionan entre sí.



### 1) La alimentación

La alimentación es importante en la vida de todas las personas y es fundamental en el tratamiento de la diabetes.

El tipo de alimentación recomendado para personas que tienen diabetes es básicamente el mismo que se recomienda a toda la familia: alimentación sana, variada y equilibrada.

Esto te permitirá:

- Mantener un estado nutricional y peso adecuado.
- Ayudar a controlar la glucemia
- Mantener un estado nutricional y peso adecuado



\* Las cantidades de leche, fruta y verduras son recomendables para todas las personas, independientemente de la edad y del peso corporal.

- Las cantidades de harina, alimentos proteicos y grasas deberás individualizarlas en función de tu peso corporal.

- Es recomendable utilizar aceite de oliva, pero si hay sobrepeso, es fundamental reducir al mínimo su consumo. La grasa animal (mantequilla, crema de leche y nata, y la contenida en carnes, embutido, queso, etc.) es muy rica en colesterol y grasa saturada, mientras que la vegetal (aceite de oliva, girasol, etc.), no contiene colesterol ni grasa saturada. Sin embargo, aunque la grasa vegetal es menos nociva, engorda igual.

- Se recomiendan raciones de carne de unos 100g, sobretodo de las más magras: pollo sin piel, conejo, etc. Contienen menos colesterol y grasas. En caso de hipertensión, hay que reducir los alimentos ricos en sal (embutidos, conservas, etc.) y no añadir nada de sal a los alimentos.

Para mantener la glucemia en valores normales, es muy importante que controles la ingesta de alimentos ricos en hidratos de carbono. Algunos hidratos de carbono tienen poca concentración de glucosa, así que los puedes consumir sin problemas: verduras, ensaladas... Otros, sin embargo, deben consumirse de manera muy excepcional: bebidas refrescantes tipo colas, pasteles, helados, bollería, azúcar... Los edulcorantes son seguros siempre que se respeten las dosis máximas toleradas al día.

## 2) Los fármacos

Los fármacos para el tratamiento de la diabetes se dividen en:

- Antidiabéticos orales
- Insulina Antidiabéticos orales

Los antidiabéticos orales son fármacos que ayudan a regular la concentración de glucosa en sangre. Se administran en el tratamiento de la diabetes tipo 2 (DM2) cuando la alimentación y el ejercicio han sido insuficientes.

Existen varios tipos de antidiabéticos, su equipo de salud te indicará cuándo debes tomarlos, si antes o después de las comidas, y si tienen riesgo o no de producir hipoglucemias (bajadas del nivel de glucosa).

La insulina sólo puede administrarse mediante inyección. Se puede administrar con: En

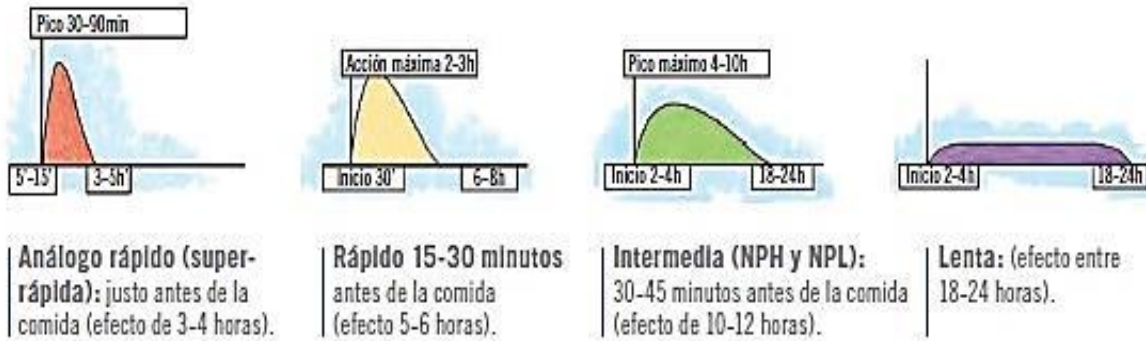
### 1) Medicación que NO puede producir hipoglucemias

- Metformina: debe tomarse con la comida o después de ella.
- Inhibidores de Alfa Glucosidasa
- Tiazodilindionas
- Inhibidores DPP4
- Análogos GLP1

### 2) Medicación que SÍ puede producir hipoglucemias.

- Deben seguirse los cuidados para prevenir la hipoglucemia
- Sulfonilureas
  - Meglitinidas

## Insulina



función de cada persona y situación se aconseja un instrumento u otro. Existen varios tipos de insulina: análogo rápido (super-rápida), rápida, intermedia, lenta y análogo de lenta. Se diferencian en el tiempo de inicio y duración de su efecto.

Un frasco o bolígrafo de insulina es estable a temperatura ambiente durante un mes, siempre que la temperatura no sea superior a 30-35 °C. Las insulinas de reserva guárdalas en el frigorífico entre 2 y 8 °C. Si se detecta que la insulina no es homogénea o presenta color amarillento, debes dudar de su estado y desecharla.

### 3) Ejercicio

La actividad física adaptada a las posibilidades de cada persona y realizada de una manera regular puede contribuir de forma muy positiva al buen control de la diabetes, a la reducción de los factores de riesgo vascular (obesidad, colesterol, etc.) e influir en la sensación de bienestar físico y mental.

Constituye una parte importante del tratamiento de la diabetes tipo 2 (DM2), del mismo orden que la alimentación o la toma de medicación. Por ello, si la diabetes que te han diagnosticado es de este tipo, se deberá planificar un programa de ejercicio físico adaptado a tus necesidades individuales y realizando como mínimo 3 o 4 veces por semana.



#### Consejos para la práctica de actividad física de una manera segura:

##### - Antes:

- Comprueba la glicemia antes de la actividad física y actúa según lo acordado con tu equipo médico.
- Si administras insulina previa al ejercicio puedes: reducir la dosis o aumentar la ingesta de alimentos ricos en HC.
- Evita las inyecciones de insulina en zonas que van a ser movilizadas durante el ejercicio.

##### - Durante:

- Lleva siempre hidratos de carbono de absorción rápida para solucionar una posible hipoglucemia. Si vas acompañado (recomendable) informarle de cómo actuar frente a una hipoglucemia grave.
- Bebe agua de manera adecuada.

##### - Después:

- Comprueba la glucemia capilar
- En el caso de ejercicios prolongados disminuye la dosis de insulina posterior o aumenta la ingesta de alimentos ricos en HC.

## **Informarte y asesorarte sobre tu estado de salud te permite...**

- Entender tu problema de salud y las bases del tratamiento. En caso de tomar pastillas: conocer su efecto y cuándo tomarlas. En caso de inyectarse insulina: conocer su efecto y saber preparar e inyectar, así como conservar la insulina correctamente. Saber interpretar y anotar los resultados de la glucemia capilar.
- Saber prevenir, actuar y en qué situaciones consultar al equipo médico cuando existe una elevación de glucosa (hiperglucemia).
- Saber prevenir, actuar y en qué situaciones consultar al equipo médico el descenso de glucosa (hipoglucemia).
- Este punto sólo lo has de tener en cuenta si tu tratamiento incluye insulina o cierto tipo de antidiabéticos orales.
- Poder integrar el tratamiento a tu vida cotidiana de hábitos dietéticos, horarios y actividad habitual.
- Poder prevenir y/o tratar los factores de riesgo vascular: tabaco, colesterol elevado, tensión arterial, etc.
- Saber realizar una correcta prevención de lesiones en el pie según riesgo (las personas con riesgo elevado son aquellas que tienen problemas de circulación y/o de neuropatía en las extremidades inferiores).
- Conocer la importancia de las revisiones periódicas con tu equipo médico habitual y los diferentes especialistas. Poder realizar tu actividad cotidiana con normalidad.

**[PLFT. Nancy Aguilar](#)**

**Cel. 225 108 5576**

**Anexo. 4**



RECOMENDACIONES DE ALIMENTOS EN LA DIABETES MELLITUS						
Frutas	Verduras	Carnes	Leches	Cereales y tubérculos	Leguminosas	Grasas
Todas menos plátano, mango, higo fresco, sandía, uva. (1 porción equivalente a 1 taza o 1 piza chica, consumir 2 porciones al día).	Acelga, apio, berros, brócoli, calabacitas, col, coliflor, chayote, chilacayote, champiñones, ejotes, espinacas, espárragos, flor de calabaza, jitomate, lechuga, nabo, nopales, pepinos, quelites, rábanos, romeritos, soya germinada, tomates, verdolagas, zanahoria, berenjena, cebolla, alcachofa, acelgas, chile poblano. (Consumir 2 tazas, 3 veces al día).	Pollo (pechuga, pierna, pavo, res, cerdo toda la carne debe de ser maciza, huevo solo las claras, jamón de pavo o Virginia, queso panela, requesón o fresco. Evita: embutidos, huevo entero, chicharrón, patitas, viseras, alitas, queso manchego, queso de hebra, queso añejo, queso crema, queso amarillo.	Descremadas, yogurts, descremado o natural. Evita: Leche entera o evaporada.	Elige todos los integrales como arroz, amaranto, avena, harina de trigo integral, germen de trigo, pan integral, multigrano y centeno así también elige cereales como galletas marías, habaneras, pan tostado, papa al vapor, tortillas de maíz (consumir moderadamente no exceder su consumo). Evita: pan dulce, pan molido, pan blanco, pastelitos, repostería en general.	Albergo, garbanzo, frijoles soya, habas y lentejas: 1 porción equivale a ¼ taza consumir 1 a 2 porciones al día.	<p><b>Grasas</b></p> <p>Aceites vegetal (cártamo, girasol y maíz). 1 cucharada equivale a 1 porción utilizar 2 a 3 porciones al día.</p> <p><b>Grasas en crudo:</b> oliva y aguacate.</p> <p><b>Grasas con proteína:</b> almendras 1 porción son 10 piezas, nuez 3 piezas, ajonjolí 2 cditas, semillas de girasol 2 cditas, aguacate 173 pieza.</p>
<p>Alimentos libres: limón, jamaica, caldo desgrasado, hierbas de olor o especias (albarca, tomillo, perejil, cilantro, orégano), te sin azúcar, salsa picante, mostaza, pimienta.</p>						



Nutrióloga Luz Navarro Carrillo  
CESSA TEZIUTLAN

## Programa de ejercicio terapéutico para el control de glucosa.



### Encuesta de calidad de atención.

Fecha:

	1/Malo	2/Regular	3/Bueno	4/Excelente
1. Los responsables de la impartición del programa realizaban la labor esperada:				
2. Las sesiones me parecieron dinámicas y propositivas:				
3. ¿Cómo era mi respuesta al ejercicio antes del programa?				
4. La frecuencia del ejercicio físico que realizaba era...				
5. Mi respuesta física ahora al ejercicio es...				
6. La facilidad que tengo para realizar rutinas de ejercicio en casa es...				
7. Mi responsabilidad hacia la toma de mis medicamentos durante la duración del programa fue...				
8. Mi responsabilidad en cuanto al apego del tratamiento nutricional fue...				
9. ¿Tengo presentes las rutinas básicas de ejercicios realizados en el programa para mi ejecución en el hogar?				
10. El material de apoyo que me brindaron es...				

## VIII. BIBLIOGRAFIA

---

- Aguilera, J. (2014, septiembre). Diabetes & Exercise: What Every Fitness Professional Should Know. *IDEA Fitness Journal*, 11: pp. 41-47.
- AMD. (2014). *Información Sobre la Diabetes*. Mayo 2015, de Asociación Mexicana de Diabetes Sitio web: <http://amdiabetes.org/informacion-sobre-diabetes/>
- Benarrochl. S. (2001). Factores de riesgo y complicaciones crónicas en el diagnóstico reciente de la Diabetes Mellitus tipo 2. *Revista Cubana de Endocrinología*, 12 (2): pp.76 -81.
- Betés, M. (2008). *Farmacología para fisioterapeutas*. Madrid, España: Médica Panamericana, pp. 155 – 162.
- Boulé, N. (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), pp.1218-1227
- Chávez, D. (2002). Consenso Mexicano sobre el Tratamiento Integral del Síndrome Metabólico. *Revista Mexicana de Cardiología*, 13 (1): pp. 6-30.
- Chicharro J. (2006). *Fisiología del Ejercicio*. Madrid, España: Panamericana.

Clapés, S. (2001). Peroxidación lipídica y otros indicadores de estrés oxidativo en pacientes diabéticos. *Revista Cubana de Investigación Biomédica*, 20 (2): pp93 - 98.

Colberg, S. (2010). Exercise an type 2 Diabetes. *Diabetes Care*. 33(12): pp.47-57

Cuerda, R. (2009). Efectividad de los programas de ejercicio físico en los pacientes con diabetes mellitus. *Rev Medicina Clínica* 132(5):pp.188–194.

Diabetes Action Online. (2010). *Qué es la Diabetes*. Mayo, 2015, de OMS Sitio web:

[http://www.who.int/diabetes/action\\_online/basics/es/index1.html](http://www.who.int/diabetes/action_online/basics/es/index1.html)

Echauri, M. (2014). *Prescripción de ejercicio físico en Atención Primaria: Población adulta y mayor y personas con enfermedades crónicas*. Navarra, España: ISPLN.

Erikson, F. (1991). Prevention of type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus by diet and physical exercise. The 6-year Malmo feasibility study. *Diabetologia*, 34(12), [Medios Electrónicos]

Frank, B. (2001). Diet, Lifestyle, and The Risk of Type 2 Diabetes Mellitus in Women. *The New England Journal of Medicine*, 345: pp. 790- 794.

García, J. (2004). Diabetes mellitus tipo 2 y ejercicio físico. Resultados de una intervención. *Revista Médica del IMSS*, 42 (5): pp. 395 - 404.

García, R. (2007). La educación a personas con diabetes mellitus en la atención primaria de salud. *Revista Cubana de Endocrinología*, 18 (1): pp.1561-2953.

Gardner, D. (2013). *Greenspan. Endocrinología Básica y Clínica*. McGraw-Hill.

HealthCare BAYER. (2013). *Acabo de saber que tengo Diabetes*. Mayo, 2015, de Bayer SA-NV. Sitio web: <http://cdn2.hubspot.net/hub/237469/file-36433975-pdf/docs/Tengo-Diabetes.pdf>

Hofmann, P. (2011). Special Needs to Prescribe Exercise Intensity for Scientific Studies. *Cardiology Research and Practice*, ID 209302, pp. 1- 11.

INEGI. (2010). *Fichas Municipales*. Mayo, 2015, de CEIGEP Sitio web:

<http://www.coteigep.puebla.gob.mx/est231.php?muni=21174>

ISSN. (2002). Estadísticas de mortalidad en México: muertes registradas en el año 2000. *Salud Pública de México*, 44 (3), pp. 266 – 268

Jiménez, A. (2009). Efectos del ejercicio sobre los mecanismos celulares para la captación de glucosa en el músculo

esquelético. *Revista Anual de Educación Bioquímica*, 28(4): pp. 115 -124.

Kisner, C. (2005). *Ejercicio Terapéutico*. Filadelfia, Pensilvania: Paidotribo, pp. 19 - 197

López, J. (2003). Construcción y validación inicial de un instrumento para medir el estilo de vida en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. *Salud Pública de México*, 45: pp. 259 – 260

Muñoz, K. (2005). Ejercicio de resistencia muscular en adultos con diabetes mellitus tipo 2. *Rev Latinoamericana Enfermagem*. 13 (1): 21 - 26.

Olaiz-Fernández, M. (2007). Diabetes mellitus en adultos mexicanos. Resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2000. *Salud Pública de México*. 49 (3): p331.

Palma, J. (2007). La diabetes mellitus entendida como una enfermedad cardiovascular de origen metabólico. *Revista Española de Cardiología*, 7(H): pp. 12-19.

Pancorbo, S. (2011). *Actividad física en la prevención y tratamiento de la enfermedad cardiometabólica. La dosis de ejercicio saludable*. Madrid, España: IMC.

Pérez, I. (2009). Mitos y realidad de la hemoglobina Glucosilada. *Medicina Interna de México*. 25(3): pp.202-209.

Pleguezuelos, E. (2006). Prescripción de la actividad física en pacientes cardiopatas ¿Cuál es el mejor ejercicio? *Rehabilitación*. 40 (6) pp. 353 -363

SED. (2006). *Diabetes y Ejercicio*. España: Mayo

SSA. (2013). *Estrategia Nacional para la Prevención y el Control del Sobrepeso, la Obesidad y la Diabetes*. México, D.F: IEPSA, pp. 16-49

SSA (2010) *Modificación a la Norma Oficial Mexicana para la Prevención, Tratamiento y Control de la Diabetes Mellitus. NOM-015-ssa2-1994*. Mayo 2015. Sitio web: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/m015ssa24.html>

Silverthorn, P. (2007). *Fisiología Humana. Un enfoque integrado*. Austin, Texas: Panamericana.

Snowling, N. (2006) Effects of Different Modes of Exercise Training on Glucose Control and Risk Factors for Complications in Type 2 Diabetic Patients. *Diabetes Care. ADA*. 29 (11): pp 2528 - 2520

Tall, A. (2002). Exercise to reduce cardiovascular risk. How much is enough? *The New England Journal of Medicine*. 347(19) pp. 522-1.523.

Tejeda, L. (2006). Percepciones de enfermos diabéticos y familiares acerca del apoyo familiar y el padecimiento. *Revista de Salud Pública y Nutrición [Versión Electronica]*. 7 (1)

Toro, M. (2008). *Farmacología para Fisioterapeutas*. Madrid: Médica Panamericana.

Torres, M. (2005). "Sangre y azúcar": representaciones sobre la diabetes de los enfermos crónicos en un barrio de Guadalajara, México. *Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro*.21(1): pp.101-110.

Toumlehto, Y.(2001). Prevention of Type 2 Diabetes Mellitus by Changes in Lifestyle Among Subjects with Impaired Glucose Tolerance. *The New England Journal of Medicine*. 334: pp.1343 - 1348.

Vargas, R. (2011). Dosificación en cargas de entrenamiento. *Éxito. Deporte Federado*. 7:21-22.

Valverde, J. (2002). Evaluación de la Calidad de Vida. *Salud Pública México*. 44 (4):349 -361.

Velázquez, L. (2008). *Farmacología Básica y Clínica*. Panamericana.

Wilmore, J. (2006). *Fisiología del Esfuerzo y Deporte*. Austin, Texas: Paidotribo.

Xiao, Pa., et. al. (1997). *Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance: the Da Qing IGT and Diabetes Study*. Mayo,2015, de Diabetes Care. ADA Sitio web:  
<http://care.diabetesjournals.org/content/20/4/537.short>