

UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICO BIOLÓGICAS

**Mejora en las Concentraciones Sanguíneas de Glucosa,
Colesterol y Triglicéridos Mediante un Programa de
Prevención de Diabetes en Adultos en Riesgo de Diabetes de
la Tribu Yaqui de Hermosillo, Sonora**

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de

QUÍMICO BIÓLOGO CLÍNICO

Presenta:

Brenda Aracelis Venancio Valente

1942

Repositorio Institucional UNISON



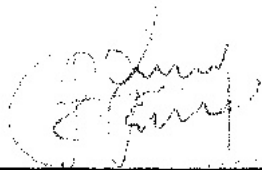
"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

APROBACIÓN

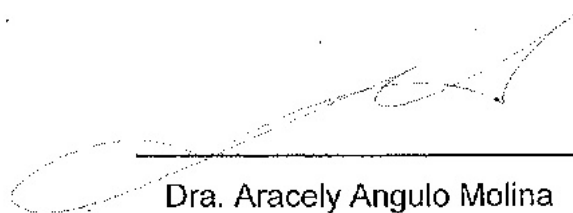
Los miembros del jurado designado para revisar la Tesis Profesional de **Brenda Aracelis Venancio Valente** la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el Título de **Licenciatura en Químico Biólogo Clínico**.



Dr. Julián Esparza Romero
Presidente



M. en C. Antonio Rascón Careaga
Secretario



Dra. Aracely Angulo Molina
Vocal



M. en C. Ana Cristina Gallegos Aguilar
Suplente

AGRADECIMIENTOS

A Dios por su fidelidad, por permitirme llegar a esta etapa, guiándome y dándome las fuerzas para de seguir adelante.

A la Universidad de Sonora mi alma mater, gracias por brindarme las herramientas, conocimientos y habilidades para ser un profesional, a mis maestros no solo fueron parte de mi formación integral sino también de vida y todas las personas que directa o indirecta fueron parte de este proceso.

Al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD, A.C.) por abrirme las puertas de una manera tan cálida y permitirme realizar mi servicio social y mi tesis especialmente a la Unidad de Investigación en Diabetes y por permitirme laborar en las instalaciones del Laboratorio de Análisis Bioquímicos.

A la comunidad Yaqui, por abrirnos las puertas de sus casas y permitirnos conocer más sobre sus tradiciones y costumbres. Sin duda alguna aprendimos muchísimo de ustedes.

A mi comité de tesis, al Dr. Julián Esparza Romero, M. en C. Ana Gallegos Aguilar, M. en C. Antonio Rascón y a la Dra. Araceli Angulo, gracias por el tiempo que dedicaron a este proyecto, por sus conocimientos, por sus consejos y sugerencias.

A mi director a mi tesis el Dr. Julián Esparza Romero, gracias doctor por permitirme ser parte de su equipo de trabajo, por su apoyo incondicional, por cada uno de sus consejos, por su paciencia y enseñarme la importancia de trabajar con las comunidades indígenas.

M. en C Ana Gallegos, muchas gracias por cada palabra de aliento, por todo tu apoyo técnico en el laboratorio y tu asesoría.

Al equipo de trabajo Berenice Chávez, Itzel Lagarda, Marcos Lavandera y Ana Cristina por el apoyo otorgado durante este proyecto y sobre todo por su disposición durante el trabajo de campo, sin ustedes difícilmente lo hubiera logrado.

A mis compañeros de trabajo Mónica Robles, Marcos Lavandera, Araceli Serna, Alejandro Castro, Víctor Cota, Victoria Galaviz, Mónica Madrid, gracias por hacer mis días divertidos, por toda la

ayuda brindada. En especial Araceli Serna y Victoria Galaviz, gracias por su amistad, por que hicieron mis días se hicieran menos pesados, con sus bromas, por sus consejos.

Un agradecimiento especial a mi compañera y amiga Berenice Chávez quien siempre estuvo ahí apoyándome, asesorándome, por ayudarme a crecer en el área académica, fue un privilegio haber compartido este proyecto contigo desde el principio, en cual no solo nos dio un conocimiento académico sino también integral. Muchas gracias Bere, te quiero mucho.

A mis padres por su apoyo incondicional siempre, gracias por ser el pilar de mi vida, sin duda alguna son unas mis mejores bendiciones en mi vida, mamá gracias por todo tu esfuerzo, por ser una mujer muy valiente y esforzada, papá gracias por todo tu apoyo, a mi papá Leo gracias por todo lo que has hecho por mí, por tus cuidados, por siempre estar para mí, Dios me ha dado el privilegio de tenerte como un segundo padre, los amo.

A mis hermanos, sobrinitos y tías por todo su apoyo y a la pequeña Michelle por hacer alegrarme el día con sus ocurrencias.

A los mejores amigos que puede encontrar en la carrera, Isabel Rubio, Elisabeth Bravo, Lupita Matías, Isabel Murrieta, Azaria Franco, Ernesto Ibarra, José Ramón, Kevin Díaz y Daniel Ramírez gracias por todo apoyo durante esta etapa, por esas largas horas de estudio, por hacer mis días divertidos, los quiero mucho.

A mis amigas Alondra Menchaca, Laura López, Daniela Calderón, Jacqueline Zarate, Jocelyn Silva, mil gracias por siempre escucharme, por sus consejos, por cada uno de los momentos que me ha dejado compartir con ustedes, son las mejores amigas que puedo tener, las quiero mucho.

A la mejor persona que puedo tener a mi lado, José Tanaka, gracias por todo tu apoyo tanto académico como personal, por compartir y crecer junto conmigo en esta etapa de mi vida, sin duda algunas haz sido una de las mejores cosas que me puedo haber pasado en la carrera. Te amo.

DEDICATORIA

Al creador del cielo y de la tierra quien es digno de toda gloria y honra, a Dios, gracias Señor por darme la gracia y sabiduría para poder llegar a este momento tan importante de mi formación y por tu inmenso amor.

A mi familia por todo su apoyo, consejos y comprensión.

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN.....	11
OBJETIVOS.....	13
Objetivo General.....	13
Objetivos Específicos.....	14
ANTECEDENTES.....	14
Diabetes.....	14
Epidemiología.....	14
Mortalidad.....	15
Costos de la Diabetes.....	15
Clasificación de la Diabetes.....	16
Diabetes Tipo 1 (DT1).....	16
Diabetes Tipo 2 (DT2).....	16
Factores de riesgo de la DT2.....	17
Diagnóstico de la DT2.....	17
Complicaciones de la Diabetes.....	17
Complicaciones microvasculares.....	18
Retinopatías.....	18
Nefropatías.....	18
Neuropatías.....	18
Salud oral.....	18
Complicaciones macrovasculares.....	18
Diabetes Mellitus Gestacional (DMG).....	19
Otros tipos de Diabetes.....	19
Prediabetes.....	19
Transición de DT2.....	19
Lípidos.....	20
Impacto de la Hiperglicemia Crónica sobre el Desarrollo de la Dislipidemia y la Aterosclerosis.....	21
Cuestionario de Predicción de Riesgo FINDRISC.....	22
Intervenciones de Estilo de Vida para la Prevención de Diabetes.....	23
El Programa Finladés de Prevención de Diabetes.....	23
El Estudio de Prevención Diabetes.....	24
El estudio Da Qing.....	25
Programa de Prevención de Diabetes en la India.....	25
Estudios Traslacionales.....	26
Tribu Yaqui rural.....	28
Yaquis Urbanos de Hermosillo.....	28
Tradiciones Yaqui.....	29
Datos en Salud.....	30
HIPÓTESIS.....	31
SUJETOS Y MÉTODOS.....	32
Diseño de Estudio.....	32
Estudio Piloto.....	32
Entrenamiento Para Protocolo.....	32
Recordatorio de 24 Horas.....	32

Cuestionario de Actividad Física.....	33
Mediciones Bioquímicas.....	33
Sujetos.....	33
Reclutamiento.....	33
Criterios.....	34
Inclusión.....	34
Exclusión.....	34
Participación del programa.....	35
Unidad de Trabajo.....	35
Programa Nacional de Prevención de Diabetes.....	35
Adaptaciones del Programa a la Cultura del Tribu Yaqui.....	37
Variables Respuesta.....	37
Medidas Bioquímicas Iniciales y Finales.....	37
Glucosa.....	38
Colesterol.....	38
Trigliceridos.....	39
Medidas Antropométricas Iniciales y Finales.....	39
Peso.....	39
Talla.....	39
Índice de masa corporal (IMC).....	39
Circunferencia de cintura.....	39
Porcentaje de grasa.....	40
Presión arterial: sistólica y diastólica.....	40
Análisis Estadísticos.....	40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
Participantes.....	41
Resultados del Cuestionario FINDRISC.....	41
Características Basales.....	41
Resultados de Intervención.....	42
Medición de glucosa.....	42
Medición de colesterol.....	44
Medición de triglicéridos.....	45
Discusión.....	46
Limitaciones.....	47
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
1	Criterios para realizar un diagnóstico de diabetes o prediabetes en adultos asintomáticos.....	17
2	Criterios de diagnóstico de DT2.....	18
3	Criterios de diagnóstico para Prediabetes	20
4	Puntaje de FINDRISC.....	23
5	Actividades requeridas por una unidad de ejercicio.....	26
6	Festejos de la tribu Yaqui.....	30
7	Temas del NDPP.....	36
8	Características basales: antropométricas, físicas y bioquímicas de los participantes que concluyeron la intervención (n=14).....	43

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Características basales: antropométricas, físicas y bioquímicas de los participantes que concluyeron la intervención (n=14).....	42
2	Comparación de concentración de glucosa inicial y final en los sujetos que finalizaron la intervención.....	43
3	Distribución de la disminución de glucosa plasmática en ayuno para cada uno de los participantes.....	44
4	Comparación de concentración de colesterol total inicial y final en los sujetos que finalizaron la intervención.....	45
5	Comparación de concentración de triglicéridos inicial y final en los sujetos que finalizaron la intervención.....	45

RESUMEN

Introducción. La diabetes es uno de los principales problemas de salud. El Programa Nacional de Prevención de Diabetes (PNPD), ha demostrado efectividad en reducir/retrasar el desarrollo de diabetes en diversas poblaciones, incluyendo grupos indígenas. La tribu Yaqui presenta alta prevalencia de diabetes, sobrepeso y obesidad. **Objetivo:** Evaluar el PNPD en la disminución de parámetros de glucosa plasmática, colesterol y triglicéridos séricos en población con riesgo de la tribu Yaqui de Hermosillo. **Metodología:** El diseño del estudio fue de tipo clínico con aplicación de investigación traslacional. Los sujetos participantes se seleccionaron mediante cuestionario de predicción de riesgo FINDRISC, tomando como corte un puntaje ≥ 10 . La intervención estuvo basada en el NDPP, el cual consiste en 16 sesiones grupales semanales con duración de una hora, los temas del PNPD se enfocaron en lograr una alimentación saludable, mayor actividad física incentivando un cambio conductual. La evaluación del programa fue mediante los cambios en las concentraciones de glucosa plasmática en ayuno, colesterol total y triglicéridos usando una prueba de t pareada. **Resultados:** Fueron tamizados 39 sujetos, y 87.8% presentaron riesgo según FINDRISC, 20 sujetos decidieron participar en el programa, de los cuales 14 (70%) terminaron el programa de intervención. El 46% presentó hiperglicemia, 23% hipercolesterolemia y 46% hipertrigliceridemia. Se obtuvo una disminución promedio de glucosa plasmática en ayuno de 6.2 mg/dL ($p=0.015$), una disminución promedio de colesterol total de 13.1 mg/dL ($p=0.19$) y de triglicéridos de 16.5 mg/dL ($p=0.02$). **Conclusiones.** El presente programa fue adaptado con el fin de ser aceptado y comprendido entre los participantes miembros de la comunidad Yaqui, con un 70% de participación. Un alto porcentaje de participantes tamizados con el cuestionario FINDRISC fueron categorizados como en riesgo de desarrollar DT2 en los próximos 10 años. Después de una intervención de aproximadamente 24 semanas, el programa resultó efectivo reportándose una disminución significativa en los parámetros glucosa en ayuno mientras que en colesterol y triglicéridos se observó una disminución importante, mas no significativa posiblemente por el tamaño de muestra.

INTRODUCCIÓN

Niveles elevados de glucosa sanguínea o hiperglucemia crónica están asociadas con el desarrollo de complicaciones tales como neuropatía, retinopatía, nefropatía, ataques cardíacos, accidentes cerebrovasculares e insuficiencia circulatoria en los miembros inferiores (Forbes y Cooper, 2013).

Otras complicaciones asociadas a la hiperglucemia incluyen la depresión, demencia, disfunción sexual, pie diabético, mala salud bucal y cetoacidosis diabética. Además, las personas con hiperglucemia tienen una mayor incidencia de comorbilidades como hipertensión y anormalidades con el metabolismo de los lípidos en sangre. La hiperglucemia, es el principal parámetro bioquímico de diagnóstico que se ve en las dos formas principales de diabetes (Forbes y Cooper, 2013). Por otro lado, los altos niveles sanguíneos de colesterol y triglicéridos se asocian con aterosclerosis periférica, síndrome metabólico, enfermedades cardiovasculares, enfermedades del páncreas, riñón y cálculos en la vesícula biliar (DeVries, 2013; Liu, 2015; Sacks y col., 2015).

La prevalencia de diabetes a nivel global para el año del 2015 según la IDF (International Diabetes Federation, por sus siglas en inglés), fue de 8.8%, lo que equivale a 415 millones de personas (IDF, 2017). En el caso de las enfermedades cardiovasculares los datos internacionales reportaron que para el año 2012, 17.5 millones de personas murieron por estas causas, lo cual representó un 31% de todas las muertes registradas en el mundo (WHO, 2017). En el contexto nacional, el INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) reportó que en el año 2015 la principal causa de mortalidad en México fueron las enfermedades cardiovasculares con 128,731 defunciones en ese año (INEGI, 2017). Por otro lado, la diabetes, la obesidad y las enfermedades cardiovasculares representaron conjuntamente el 11.5% de las causas de consulta en México (ENSANUT, 2012).

Los factores de riesgo de la hiperglucemia, hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia están asociados con predisposición genética, envejecimiento, nivel educativo, estilo de vida y comportamientos habituales (Hsueh y col., 2014). Además, ciertas características individuales tales como la edad, obesidad, dislipidemias, etnicidad, sedentarismo, hábito de fumar y el estado de prediabetes elevan el riesgo de hiperglucemia (IDF, 2015).

Varios estudios se han llevado a cabo en los que se confirma que un cambio de estilo de vida, basado en la disminución del peso y el aumento de actividad física induce cambios beneficiosos en la glucosa sanguínea y concentración de lípidos. Una intervención de estilo de vida relacionada con disminución de peso y aumento de actividad física puede reducir el riesgo

de padecer diabetes en poblaciones indígenas en alto riesgo de diabetes y de enfermedades cardiovasculares (DeVries, 2013; Helgadottir y col., 2016; Rock, 2014).

Se ha observado que la aculturación de algunas etnias se asocia con una mayor prevalencia de enfermedades crónicas degenerativas debido al aumento en los factores de riesgo (Rodríguez-Morán y col., 2008). La tribu Yaqui rural está localizada principalmente en los ocho pueblos originales (Vícam, Pótam, Torim, Belém, Huirivis, Raum, Bácum y Cócorit). Un estudio realizado en el 2007 encontró una alta prevalencia de sobrepeso (38.6%), de obesidad (48.1%), de triglicéridos elevados (43.0%) y de diabetes tipo 2 (18.3%). Teniendo en cuenta estos resultados, los autores clasificaron a este grupo étnico como altamente aculturado y con estilo de vida occidentalizado (Rodríguez-Morán y col., 2008).

Además de los Yaquis rurales antes mencionados, existen otro grupo de Yaquis urbanos que se asentaron en diferentes colonias de la ciudad de Hermosillo. Los principales asentamientos de la tribu Yaqui en la ciudad de Hermosillo se encuentran en las colonias La Matanza, El Coloso Alto y Bajo, La Hacienda de la Flor, El Ranchito, Las Pilas y El Mariachi (Guerrero y col., 2003).

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar un programa de prevención de diabetes que disminuya los niveles de glucosa plasmática en ayunas, colesterol y triglicéridos séricos (mg/dL) en la población adulta en riesgo de diabetes de la tribu Yaqui asentada en Hermosillo.

Objetivos Específicos

- Realizar un tamizaje para identificar a las personas en estado de prediabetes y que cumplan con los criterios de inclusión por medio del cuestionario de FINDRISC.
- Evaluar la efectividad del programa de intervención a través de la mejora de los niveles de glucosa plasmática en ayuno de los participantes durante un periodo de 24 semanas.
- Evaluar la efectividad del programa de intervención a través de la mejora de los parámetros de triglicéridos y colesterol séricos de los participantes durante un periodo de 24 semanas.

ANTECEDENTES

Diabetes

La Asociación American de Diabetes (ADA por sus siglas en inglés) y la IDF definen a la diabetes tipo 2 como una enfermedad caracterizada por un alto nivel de glucosa en sangre, que aparece cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce (resistencia a insulina) y cuando el páncreas no produce insulina suficiente (ADA, 2017; IDF 2017).

La insulina es una hormona que produce el páncreas, la cual se requiere para transportar la glucosa desde la sangre al interior de las células del cuerpo donde se utiliza como energía. Una persona con diabetes no produce esta hormona o lo produce de manera ineficiente, por lo tanto, la glucosa sigue circulando en la sangre lo que se conoce como hiperglucemia la cual a lo largo del tiempo daña gravemente muchos órganos como los ojos, riñones corazón, el sistema nervioso y los vasos sanguíneos (IDF, 2017).

Epidemiología

La prevalencia de la diabetes ha ido aumentando como consecuencia del envejecimiento poblacional, la urbanización y especialmente por cambios relacionados con el estilo de vida (alimentación inadecuada y sedentarismo). La diabetes y sus complicaciones son una de las principales causas de muertes en todo el mundo (IDF, 2017).

En el ámbito internacional la IDF estimó que para el año del 2015 la prevalencia de diabetes fue 415 millones de personas lo cual equivale al 8.8 % de adultos entre las edades de 20-79 años; esto quiere decir que una de cada once personas tiene diabetes, afectando mayormente a hombres que a mujeres. Si estas tendencias continúan, se estima que, para el 2040 aproximadamente 642 millones de personas, o uno entre 10 adultos, tendrá diabetes, siendo más prevalente en áreas urbanas que en rurales. Por otro lado, se espera que hay 318 de millones de adultos con tolerancia a la glucosa alterada o prediabetes, lo cual los predispone a un alto riesgo de desarrollar diabetes (IDF, 2017).

En el contexto nacional, la prevalencia de diabetes en México ha aumentado, pasando de 6.7% en 1993 hasta el 14.4 % en el 2006, lo cual representa 7.31 millones de casos de diabetes a nivel nacional para 2006, afectando mayormente a zonas rurales 10.4% que urbanas 15.5%, siendo mayor en los hombres (15.8 %) que en mujeres (13.2 %) (Villalpando y col., 2010).

Mortalidad

La diabetes y sus complicaciones son una de las principales causas de muerte temprana en muchos países. Aproximadamente cinco millones de personas entre los 20 y 79 años murieron a causa de diabetes, representando el 14.5% de todas las causas de mortalidad. La enfermedad cardiovascular es una las principales causas de muertes en personas con diabetes representando más del 50% (IDF, 2015).

En México la tasa de mortalidad de diabetes ha ido en aumento de 43.3% a 53.2% muertes por cada 100,000 habitantes desde 1998 a 2002, lo cual representa el 30% de la mortalidad en adultos. En el 2009 se reportó que 13.76% de las muertes fue a causa de la DT2. En el 2015 el INEGI reportó que la diabetes es la segunda causa de mortalidad en México (Barquera y col., 2013; INEGI, 2017; Villalpando y col., 2010).

Costos de la Diabetes

La diabetes y sus complicaciones tienen un alto impacto económico para los países, los sistemas sanitarios, así como para las personas que la padecen y sus familias. El impacto económico está asociado con la pérdida de productividad y el apoyo a largo plazo a los pacientes, necesario para superar las complicaciones, debido a la pérdida de trabajo y sueldos, además del costo de la insulina y otros medicamentos esenciales. La mayoría de los países gastan entre un 5% y un 20% del total del gasto sanitario en diabetes (IDF, 2015).

El 12% del gasto de salud mundial se destina a la diabetes lo cual representa 673,000 millones de UDS. En el 2015 los gastos fueron entre 673,000 millones de USD y 1'1997,000 millones de USD. Para el 2040 se estima un gasto de 802,000 millones a 1'452,000 millones en dólares actuales (IDF, 2015).

En el 2006 se estimó que el gasto nacional en México ascendió a 2'869,6 millones de USD, representado el 7% del gasto nacional de salud para diabetes, enfermedades cardiovasculares y obesidad, del cual un total del 40.7% se asignó exclusivamente a la diabetes, el cual representa un costo total de 1,164.8 millones de dólares (Barquera y col., 2013).

Clasificación de la Diabetes

Existen cuatro tipos principales de diabetes, las cuales se describen a continuación.

Diabetes tipo 1 (DT1). Se caracteriza por un déficit total de secreción de insulina, a causa de una reacción autoinmune de las células β productoras de insulina en el páncreas. Alrededor del 5-10 % de los casos con diabetes presentan DT1. Las personas que tienen este tipo de diabetes requieren de terapia con insulina para sobrevivir (ADA, 2017).

Diabetes tipo 2 (DT2). En este tipo de diabetes el páncreas es capaz de producir insulina, sin embargo, los mecanismos de las células para utilizar la insulina no son los adecuados y, por lo tanto, no pueden introducir la glucosa a la célula (resistencia a insulina). Con el tiempo, los niveles de insulina pueden llegar a ser insuficientes para reducir los niveles de glucosa en la sangre y cubrir los requerimientos de energía del cuerpo. Tanto la resistencia, como la deficiencia de insulina pueden llevar a niveles de glucosa en sangre altos (diabetes). De todos los casos de diabetes el 90-95% son considerados como DT2. Este tipo de diabetes está relacionado el cambio de estilo de vida, sobrepeso u obesidad, inactividad física y alimentación obesogénica. Otros factores son la etnicidad, historial familiar de diabetes, historial de diabetes gestacional y edad avanzada (ADA, 2017).

Factores de riesgo de la DT2. Las causas de la DT2 están relacionadas con la urbanización, la alimentación de tipo obesogénica, el sedentarismo, el sobrepeso u obesidad (los cuales incrementan el riesgo para las enfermedades cardiovasculares), historial familiar de diabetes, antecedentes de diabetes gestacional y edad avanzada, niveles altos de triglicéridos y/o colesterol, hipertensión, etnicidad, el hábito de fumar, edad avanzada y el estado de prediabetes. Otros factores son el ambiente intrauterino (falta o exceso de nutrientes) el bajo nivel de educación, el uso prolongado de antidepresivos o de inmunosupresores; sin embargo, aún no se conocen las etiologías específicas (ADA, 2017; Hsueh y col., 2014; WHO, 2014).

Comúnmente la DT2 no se diagnostica como tal por varios años, debido a que en su etapa inicial es asintomática y la hiperglucemia característica se desarrolla gradualmente. Una persona debe considerar realizarse una prueba de diagnóstico para diabetes o prediabetes si cumple con ciertas características, las cuales se pueden ver mencionadas en la Tabla 1, ya que usualmente en las etapas de inicio, las elevaciones de glucosa no son lo suficientemente severas para que el paciente reconozca los síntomas clásicos de la diabetes. Cuando se detecta tardíamente y no se trata de manera adecuada, el paciente se encuentra con un riesgo aumentado de desarrollar complicaciones (ADA, 2017).

Tabla 1. Criterios para realizar un diagnóstico de diabetes o prediabetes en adultos asintomáticos

Se debe considerar realizar una prueba de diagnóstico en todos los adultos que presenten sobrepeso (en el caso de Asiáticos Americanos presentar un IMC ≥ 25 kg/m² o ≥ 23 kg/m²) y que presenten los factores de riesgo:

- Sedentarismo
- Familiares de primer grado que hayan sido diagnosticados con diabetes
- Sean pertenecientes de alguna etnia o raza de alto riesgo para el desarrollo de esta enfermedad (Afro-americanos, Latinos, Americanos Nativos, Asiáticos Americanos)
- Mujeres diagnosticadas con DMG, que padezcan hipertensión, un nivel de colesterol HDL < 35 mg/dL y/o nivel de triglicéridos > 250 mg/dL
- Mujeres con Síndrome de ovario poliquístico
- Otras condiciones clínicas asociadas con resistencia a la insulina
- Historial de enfermedad cardiovascular

Se debe realizar un diagnóstico a la edad de 45 años en todas las personas, especialmente aquellas que presenten sobrepeso u obesidad.

Si los resultados son normales se deben repetir las pruebas al menos con intervalos de 3 años.

ADA, 2017

Diagnóstico de DT2. La diabetes puede ser diagnosticada en base a los criterios de glucosa en plasma, ya sea glucosa plasmática en ayuno (FPG por sus siglas en inglés) o la glucosa plasmática de dos horas (IGT) después de una carga oral de 75 gramos de glucosa, es decir prueba oral de tolerancia a la glucosa (OGTT) o los criterios de hemoglobina glicada (A1C). Los criterios de diagnóstico pueden observarse en la Tabla 2. Es importante tomar en cuenta la edad, raza/etnia y la presencia de anemia o de alguna hemoglobinopatía cuando se usa la A1C para diagnosticar diabetes. (ADA, 2017).

Complicaciones de la DT2

Existen una serie de complicaciones asociadas a la diabetes, la mayor parte de estas complicaciones se debe a la hiperglucemia. Dichas complicaciones se agrupan en enfermedades microvasculares y enfermedades macrovasculares, las cuales son la causa de incapacidad, reducción de la calidad de vida y muerte prematura (Forbes y Cooper, 2013).

Tabla 2. Criterios de diagnóstico de DT2

Pruebas de laboratorio	Criterios de diagnóstico
Hemoglobina glicada (A1C)	≥ 6.5%
Glucosa plasmática en ayuno (Ayuno de 8 horas)	≥ 126 mg/dL
Glucosa plasmática de 2 horas (75 g de glucosa en agua)	≥ 200 mg/dL
En pacientes con síntomas clásicos de hiperglucemia o crisis hiperglucémica una prueba de glucosa plasmática al azar (casual) ≥200 mg/dL	

ADA, 2017

Las complicaciones microvasculares. Son aquellas que causan daño en los vasos sanguíneos pequeños (Forbes y Cooper, 2013).

Retinopatías. La retinopatía diabética puede dañar la visión a causa de un deterioro en los vasos sanguíneos que ocasiona lesiones dentro de la retina provocando ceguera (IDF, 2015).

Nefropatías. La nefropatía diabética es causada por el daño en los vasos sanguíneos pequeños lo cual daña los riñones provocando insuficiencia renal crónica y enfermedad renal terminal. La enfermedad renal temprana es un factor de riesgo importante para la enfermedad cardiovascular en personas con diabetes (IDF, 2015).

Neuropatías. Las neuropatías causan daño en cualquier nervio del cuerpo principalmente en los nervios en las extremidades inferiores con riesgo de úlceras en los pies, amputaciones y las articulaciones de Charcot. Más de la mitad de las personas con diabetes sufren de dicha complicación (IDF, 2015).

Salud oral. La diabetes puede desarrollar enfermedades bucodentales como la gingivitis, la cual a su vez es una causa importante de pérdida de dientes y puede aumentar el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares (IDF, 2015).

Complicaciones macrovasculares. Las complicaciones macrovasculares (causan el daño en las arterias) incluyen las enfermedades cardiovasculares como son enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular, enfermedad arterial periférica (ADA, 2017).

Diabetes gestacional (DMG). La DMG se define como una condición temporal a la intolerancia a la glucosa durante el segundo o tercer trimestre del embarazo. Aproximadamente el 7% de los embarazos de Estados Unidos se complican por la DMG. Este tipo de diabetes desaparece después del embarazo; sin embargo, las mujeres que han sido diagnosticadas con DMG tienen de un 20- 60% de riesgo de desarrollar DT2 de 5-10 años después del embarazo en comparación con aquellas no presentan esta condición (IDF, 2015; Tabák y col., 2012).

Otros tipos de diabetes. Existen otros tipos de diabetes que están asociadas a otras causas como: los síndromes monogénicos (como la diabetes neonatal y la diabetes de madurez de los jóvenes [MODY]), enfermedades del páncreas exocrino (como la fibrosis quística) y la diabetes inducida por medicamentos o químicos como el uso de glucocorticoides, en el tratamiento del VIH/SIDA o después de un trasplante de órganos (ADA, 2017).

Prediabetes

Se define como un estado intermedio en el que se encuentran un grupo de individuos, quienes no cumplen con los criterios para ser diagnosticado con diabetes, presentando valores elevados de glucosa que son suficientemente altos para un diagnóstico de diabetes. El término de prediabetes es utilizado para sujetos que presentan una glucosa alterada en ayuno (IFG por sus siglas en inglés) y/o una tolerancia a la glucosa alterada (IGT por sus siglas en inglés) estas condiciones aumentan el riesgo de presentar diabetes (ADA, 2016; IDF, 2015).

La prediabetes está relacionada con la disfunción de las células β y con afección llamada resistencia a la insulina, las cuales comienzan a desarrollarse antes de que se puedan notar cambios importantes en la glucosa (ADA, 2016; IDF, 2015).

Los valores elevados de glucosa se asocian con algún grado de obesidad, dislipidemias (triglicéridos elevados y/o colesterol HDL bajo) e hipertensión (Kanat y col., 2012). Los criterios para diagnosticar prediabetes se citan en la Tabla 3 (ADA 2016; Bouchard y col., 2014).

Transición a DT2. El riesgo de desarrollar DT2 en sujetos con IGT es de un 4-6% siendo mayor el riesgo en sujetos con IFG el cual es del 6-9%, mientras que en los sujetos que presentan IFG más IGT es el riesgo aumenta a un 15-19%. Se ha reportado un riesgo similar en las personas diagnosticadas con A1C anual. Mientras que en las personas que presentan los niveles de glucosa normal el riesgo de desarrollar diabetes aumenta un 0.7% por año (Bouchard y col., 2014; Bansal, 2015; Tabák y col., 2012).

Tabla 3. Criterios de diagnóstico para Prediabetes

Prueba de diabetes	Criterios de diagnóstico
Glucosa plasmática en ayuno (Ayuno de 8 horas)	100 - 125 mg/dL
Glucosa plasmática de 2 horas (75 g de glucosa disuelta en agua)	140 - 200 mg/dL
A1C	5.7% a 6.4%

ADA, 2017

La tasa anual para desarrollar diabetes en el futuro en los sujetos con prediabetes es el del 5-10%, lo cual es similar para regresar nuevamente a un estado de normo glucemia en caso realizar un cambio de estilo de vida (Tabák y col., 2012).

Aunque los individuos que presentan IFG y/o IGT pueden permanecer en ese estado por largo tiempo, se estima que hasta un 70% eventualmente tendrá una transición a diabetes (Nathan y col., 2009).

Las alteraciones metabólicas que se presentan cuando un individuo tiene prediabetes IFG y IGT; sin embargo, ambas manifiestan resistencia a la insulina (solo que difiere en el sitio donde se presenta) y disfunción de las células β (Kanat y col., 2012; Nathan y col., 2009).

Una de las estrategias para reducir la incidencia de DT2 es intervenir antes del desarrollo de la enfermedad, es realizar una modificación de estilo de vida que incluya dieta y ejercicio en la población con alto riesgo, por ello es de crucial importancia identificar a las personas con prediabetes, el manejo de la prediabetes es de crucial importancia considerando que la mayoría de los individuos en estado de prediabetes desarrollarán la enfermedad en los años siguientes a su diagnóstico; la evidencia establece que una modificación de estilo de vida que combine estos dos factores ofrece la oportunidad de modificar el riesgo de desarrollar DT2y evitar la aparición de futuras complicaciones (Abraham y Fox, 2013; Bansal, 2015).

Lípidos

Las concentraciones elevadas de colesterol y triglicéridos están asociadas con unas de las principales causas de muertes en el todo el mundo. En los sujetos con diagnóstico de diabetes la medición de los niveles séricos de lípidos se considera útil para darles seguimiento. A demás que se utiliza como prueba de detección en sujetos con obesidad y pacientes de alto riesgo de enfermedades cardiovasculares. Los niveles de colesterol elevados (≥ 200) y triglicéridos (≥ 150)

se asociaron con aumentos en el riesgo de desarrollar prediabetes (Reiner, 2013, Wu y col., 2015).

El colesterol es transportado principalmente en lipoproteínas ya sea de baja densidad (LDL) o de alta densidad (HDL), mientras que los triglicéridos son transportados principalmente en lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), quilomicrones y remanentes de su metabolismo (Do y col., 2013). Los triglicéridos están asociados con un mayor riesgo de eventos isquémicos coronarios y cerebrovasculares. Los triglicéridos elevados afectan a las lipoproteínas LDL y HDL alterando su composición y su función (Murad, 2012).

Las dislipidemias se caracterizan por los parámetros elevados de triglicéridos y colesterol y están asociadas con hipertensión, DT2, síndrome metabólico, arteriosclerosis, pancreatitis enfermedades cardiovasculares, obesidad e insuficiencia renal (Murad, 2012; DeVries, 2013; Liu, LI, 2015; Sacks y col., 2015). Uno de los principales factores de riesgo tanto de diabetes como de dislipidemias es la occidentalización de la dieta, la obesidad, la falta de actividad física, antecedentes de enfermedades coronarias y tabaquismo (Hans, 2013).

Se estima que las dislipidemias son responsables de 4.4 millones de muertes en el mundo y son unos de los principales factores de riesgo de las enfermedades cardiovasculares, siendo estas últimas unas de las principales causas de muertes a nivel mundial. En el año 2008 la Organización Mundial de Salud (WHO por sus siglas en inglés) reportó que aproximadamente 17.3 millones de personas murieron a causa de enfermedades cardiovasculares principalmente por enfermedad cardíaca y accidente cerebrovascular, para el año 2030 se estima que el número de defunciones aumentara a 25 millones de personas (Al Sifri, 2014; Guo y col., 2013; Joffres, 2013).

Impacto de la Hiperglicemia Crónica sobre el Desarrollo de la Dislipidemia y la Aterosclerosis

La hiperglicemia altera la función de las moléculas endógenas porque la glucosa se une directamente a ellas transformándolas en partículas patogénicas; este proceso genéricamente llamado glicación (unión espontánea de la glucosa a las proteínas y a los lípidos) afecta especialmente a moléculas, que, como las lipoproteínas, tienen una elevada concentración en la sangre. También la hiperglicemia crónica conduce a los pacientes con DT2 a un estado de estrés oxidativo, frente al que las moléculas glicadas son altamente sensibles, conduciendo a la elevación en la concentración de moléculas glico-oxidadas. Por estas razones, los pacientes con DT2 suelen tener altas concentraciones de lipoproteínas glicadas y oxidadas (Gugliucci, 2000).

La aterosclerosis es la alteración patológica de las arterias caracterizada por el depósito anormal de lípidos y tejido fibroso en la pared arterial, que desorganiza la arquitectura, la función de los vasos y reduce, en forma variable, el flujo sanguíneo a los tejidos. Una de las lipoproteínas mayormente implicada en la fisiopatología de la aterosclerosis es la lipoproteína de baja densidad LDL (por sus siglas en inglés), debido a que es la principal acarreadora de colesterol en la circulación (60 a 70% del colesterol). Normalmente, la LDL se produce a partir de la IDL (lipoproteína de densidad intermedia), cuando ésta ha perdido triglicéridos (TG); a su vez la IDL se produce a partir de las VLDL, también por la pérdida de TG. La función de la LDL es llevar el colesterol sintetizado en el hígado hacia las células periféricas. Sin embargo, el exceso de LDL que suele acompañar a la DT2, incrementa el riesgo de aterosclerosis de los pacientes por el incremento del colesterol sanguíneo y por la tendencia de las LDL glico-oxidadas a acumularse en las paredes arteriales (Gugliucci, 2000).

Cuestionario de Predicción de Riesgo FINDRISC

El cuestionario FINDRISC (Finnish Diabetes Risk Score), es una de las herramientas más eficaces para la detención de diabetes y prediabetes, este cuestionario ha sido útil y validado, el cual no tiene necesidad de hacer pruebas de laboratorios para detectar el riesgo de desarrollar DT2 e identificar personas con diabetes no conocidos. El cuestionario fue creado para la población de Finlandia y ha sido validado y utilizado con éxito en otros países. En el 2011 se realizó un estudio en España donde la incidencia de DT2 se relacionó significativamente con las puntuaciones del FINDRISC (Imayama y col., 2011; Soriguer y col., 2012). Otro estudio realizado en Italia demostró que el cuestionario tenía una sensibilidad de 77% y una especificidad de 45% para la detección de diabetes. En el 2012, en Puebla, el cuestionario fue evaluado por primera vez en la población latina, los resultados favorecieron el uso de esta herramienta en la población en general, principalmente a las personas que estaban en riesgo de desarrollar DT2 (García y col., 2012).

El cuestionario FINDRISC se constituye de 8 preguntas: edad, IMC, perímetro de cintura, actividad física, alimentación (enfocándose principalmente en el consumo de frutas y verduras), uso de medicamentos antihipertensivos, antecedentes personales de cifras elevadas de glucemia e historia familiar de diabetes. La puntuación del test va de 0 a 26 puntos, a partir de los cuales se establece el nivel de riesgo de padecer diabetes tipo 2 en los próximos 10 años, en la Tabla 4 se observan los puntajes y el riesgo que se presenta de padecer diabetes.

Tabla 4. Puntaje de FINDRISC (Deutsche Diabetes-Stiftung, s.f.)

Puntaje de FINRISC	Probabilidad de desarrollar DT2 en los próximos 10 años
>7 puntos	La probabilidad es del 1% en este caso el riesgo es muy bajo.
7-11 puntos	La probabilidad es del 4% el riesgo es bajo, sin embargo, se debe recomendar mantener actividades saludables.
12-14 puntos	La probabilidad es del 17% este es un grupo de riesgo y se debe llevar a cabo un cambio de estilo de vida.
15-20 puntos	La probabilidad es del 33%, su nivel de riesgo es muy alto, se deben tomar las medidas adecuadas.
Más de 20 puntos	Con un 50% de probabilidad de contraer DT2 en los próximos 10 años se recomienda actuar inmediatamente, ya que es probable que la enfermedad ya se padezca.

Lindstrom y Tuomilehto, 2003

Intervenciones de Estilo de Vida para la Prevención de Diabetes

El Programa de Prevención de Diabetes

El Programa de Prevención de Diabetes (DPP por sus siglas en inglés) un ensayo clínico controlado y aleatorizado de 27 centros de Estados Unidos, el cual tiene como propósito demostrar si la intervención en el estilo de vida o la terapia farmacológica (metformina) pueden prevenir el o retrasar el riesgo de desarrollar diabetes, en personas con IGT (DPP Research Group, 2002-A).

Los objetivos de este programa fueron establecidos en base a otros estudios los cuales demuestran que disminuir el 7% del peso corporal inicial durante los primeros seis meses de la intervención pueden prevenir o retrasar el riesgo de desarrollar diabetes; estudios anteriores demostraron que la mayoría de los participantes alcanzan su máxima pérdida de peso dentro de las primeras 20 - 24 semanas de la intervención del programa. La pérdida de peso que se recomendaba por semana era de 0.5 – 1 kilogramo, para llegar esta meta a los participantes se les enseñaron diversas estrategias tanto conductuales, así como realizar cambios en el consumo de calorías y grasas. Además, a los participantes se les pidió realizar actividad física para lograr un gasto de al menos 700 Kcal/semana, lo que equivale a 150 minutos por semana de caminata

a paso moderado o realizar otras actividades de intensidad equivalente como danza aeróbica, ciclismo, patinaje y natación, las cual que es importante para prevenir la diabetes por su factibilidad, eficacia y mantenimiento a largo plazo y poder mantener la pérdida de peso (DPP Research Group, 2002-A).

Después de un seguimiento promedio de 2.8 años se observó que en el grupo de estilo de vida la incidencia de diabetes tipo 2 disminuyó en un 58% en comparación con los que fueron intervenidos con metformina en el cual disminuyo solo el 31%. Por otro lado, el grupo de estilo de vida logró la reducción del 7% del peso corporal inicial, de igual manera logró realizar al menos 150 minutos de actividad física de intensidad moderada (DPP Research Group, 2002-A).

El Estudio Finlandés de Prevención Diabetes

El Estudio Finlandés de Prevención de Diabetes (DPS, por su sigla en inglés) es uno de los primeros estudios controlados y aleatorizados que demostró la viabilidad y efectividad de un programa de intervención de un estilo de vida para prevenir o retrasar la DT2 en personas con tolerancia alterada a la glucosa (TAG), Este estudio se llevó a cabo con la participación de cinco centros en Helsinki, Kuopio, Turku, Tempere y Oulu, (Lindström y col., 2003-B).

El DPS contó con 522 participantes (350 mujeres y 172 hombres) los cuales fueron asignados aleatoriamente al grupo control o al grupo de intervención de estilo de vida intensivo. A los participantes del grupo control se les dio una asesoría de manera general sobre dieta y ejercicio, mientras a que los de participantes del grupo de intervención se les dio asesoría individual sobre peso, dieta y ejercicio para lograr los objetivos de la intervención (Lindström y col., 2003-B).

Se realizó una intervención intensiva en el estilo de vida modificando los hábitos alimenticios y aumentando la actividad física en el primer año y manteniendo los cambios después de 3 años. Los principales objetivos de este estudio fueron disminuir el peso inicial $\geq 5\%$, aumentar la actividad física de intensidad moderada a 30 minutos por día, disminuir la ingesta de grasa a una proporción una ingesta de grasa $<30\%$ de energía total (E%), reducir la ingesta de grasa saturada $<10\%$ de energía total y aumentar la fibra ≥ 15 gr/ 1,000 kcal debido a que una dieta enriquecida en grasas monoinsaturadas favorece al metabolismo de la glucosa (Lindström y col., 2003-B).

En el primer año en el grupo de intervención la reducción del peso fue de 4.5 kg y a los 3 años fue 3.5; mientras que el grupo control fue de 1.0 kg y 0.9, respectivamente. Los cambios en las concentraciones de glucosa y lípidos fueron mejores en el grupo de intervención que en el control. La incidencia de diabetes se redujo en un 58% en el grupo de intervención siendo menor que en el grupo control (Lindström y col., 2003-B).

El Estudio Da Qing.

El Estudio Da Qing (EDQ) fue un estudio clínico aleatorizado y controlado realizado en 33 clínicas de la ciudad de Da Qing, China en 1986, donde se evaluaron si la dieta y la actividad física separados o combinados podían retrasar o disminuir la incidencia de diabetes, en personas con tolerancia a la glucosa alterada para disminuir la incidencia de las complicaciones que esta enfermedad conlleva, durante un periodo de 6 años (Pan y col., 1997).

Se identificaron 577 personas con intolerancia a la glucosa, los cuales fueron divididos al azar en cuatro grupos, un grupo control, dieta, actividad física y dieta más actividad física, de los cuales solo 530 se les dio seguimiento en periodo de 6 años. Los individuos del grupo de intervención con dieta los participantes ($IMC < 25 \text{ kg/m}^2$) se les prescribió una dieta con contenido calórico de 25 a 30 kcal/kg de peso corporal, se les animó a consumir verduras y a reducir su ingesta de azúcares simples, para perder peso de 0.5-1.0 kg por mes hasta lograr un IMC de 23 kg/m. A los participantes asignados en el grupo de ejercicio se les animó a aumentar la actividad física, el ejercicio fue definido por unidades (Tabla 5) y se les sugirió realizar al menos 1 unidad de ejercicio por día y 2 unidades por día a quienes tuvieran <50 años, sin enfermedades ni impedimentos físicos. A los participantes del grupo de dieta y ejercicio se les dio asesoramiento similar que a los grupos de solamente realizaban dieta o ejercicio. Mientras que los individuos del grupo control solo se les brindó información sobre la diabetes, la alimentación y la actividad física de manera general (Pan y col., 1997).

Programa de Prevención de Diabetes en la India

El programa de Prevención de Diabetes de la India (IDPP-1, por su sigla en inglés) fue un estudio clínico aleatorizado en indios urbanos asiáticos por un periodo de tres años donde el objetivo era conocer si una intervención podría disminuir la incidencia de diabetes, los participantes fueron divididos en 4 grupos: el grupo control, grupo con modificación del estilo de vida (MEV), grupo con metformina (MET) y grupo MEV más MET (Ramachandran y col., 2006).

Tabla 1 Actividades requeridas por una unidad de ejercicio.

Intensidad	Tiempo	Tipo de ejercicio
Leve	30	Caminar lento, ir en autobús o de compras, limpiar la casa.
Moderada	20	Caminar rápido o bajar las escaleras, hacer ciclismo, lavar ropa pesada, bailar lento.
Intensa	10	Correr lento, subir las escaleras, bailar, jugar voleibol o tenis de mesa.
Muy intensa	5	Saltar la cuerda, jugar basquetbol, nadar.

Pan y col., 1997

El grupo control recibió una asesoría sobre la atención de la salud, el grupo MEV se les pidió realizar actividad física de al menos 30 minutos de caminata intensa al día y se les proporcionó información sobre una dieta saludable individual donde se les hicieron recomendaciones dietarias para reducir el consumo total de calorías (carbohidratos y grasa) y a su vez aumentar el consumo de alimentos ricos en fibra, en los grupo de MET y MEV más MET recibieron un suministro de píldoras de metformina para 3 meses y se contaron las tabletas restantes para evaluar su cumplimiento (Ramachandran y col., 2006).

Se les realizaron pruebas bioquímicas de glucosa plasmática en ayuno, A1C, colesterol, triglicéridos y resistencia a insulina (Ramachandran y col., 2006).

La incidencia de diabetes tras un seguimiento de 3 años fue de 55% en el grupo control, en el grupo MEV fue de 39.3%, en el grupo MET fue de 40.5% y en el grupo de MET más MEV fue de 39. 5%. La reducción del riesgo absoluto fue similar en las tres intervenciones y fue significativa (Ramachandran y col., 2006).

Estudios Traslacionales

Los estudios traslacionales tratan de aplicar los conocimientos de los estudios clínicos controlados en un ambiente del mundo real. Se han realizado varios estudios clínicos con aplicación traslacional mismos que han comprobado que es posible prevenir o retrasar el desarrollo de la DT2 (Imayama y col., 2011).

Un ejemplo de los estudios traslacionales es el Programa Nacional de Prevención de Diabetes (NDPP, por sus siglas en inglés) liderado por los Centros para Control y Prevención de

Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés) es un programa de cambio de estilo de vida basado en la evidencia del estudio DPP para la prevención o el retraso de la DT2 diseñado específicamente para personas con alto riesgo de desarrollarla (ADA, 2017).

Este programa tiene el propósito de enseñar estrategias a los participantes para incorporar la alimentación saludable y la actividad física en su vida diaria. Al mismo tiempo, brinda a los participantes apoyo para identificar sus propias barreras personales que les impidan alcanzar sus objetivos. Esta enseñanza se logra a través del “protocolo CDC DPP” donde los participantes son instruidos por un entrenador de estilo de vida (Centers For Disease Control And Prevention, 2015).

Se realizó otro estudio en la comunidad Comcáac basado en el NDPP el cual tenía como objetivo mejorar los parámetros de obesidad y aumentar la actividad física en la población con diagnóstico de prediabetes de esta etnia. Antes de llevar a cabo el protocolo del programa se realizaron adaptaciones a este para que fuera culturalmente aceptable a la población ya que la alimentación y la actividad física que se acostumbra en esta etnia difiere mucho a la descrita en el programa; de igual manera se llevaron a cabo adaptaciones al manual del instructor. Se establecieron metas entre las cuales se pretendió lograr disminuir 7% del peso corporal inicial mientras que la de actividad física fue realizar al menos 150 minutos de actividad física moderada a la semana. Fueron analizados un total de 136 sujetos pertenecientes a la comunidad Comcáac de Punta Chueca mediante un estudio de tamizaje con la finalidad de identificar a los sujetos participantes. De este grupo solo se identificaron a 32 personas que cumplieron con los criterios de inclusión, 19 sujetos terminaron el programa de intervención y 13 la desertaron (Martínez, 2015).

Después de 22 semanas de intervención se logró una disminución de los parámetros de obesidad teniendo una disminución de 5.7 kg en el peso corporal, el 50% de los participantes lograron cumplir la meta $\geq 7\%$ y el 66.7% de los participantes lograron una meta $\geq 5\%$; al comparar el promedio de IMC inicial con el promedio final se obtuvo una pérdida de 2.1kg/m^2 ; se obtuvo una disminución de 1.3% del porcentaje de grasa corporal y de 9.5 cm de circunferencia de cintura. En el caso la actividad física se obtuvo un aumento de 136 minutos por semana, el 36.8% de los participantes lograron al menos 150 minutos por semana de actividad física (Martínez, 2015).

Por lo cual se concluyó que el programa de intervención resultó efectivo en la reducción de los parámetros de obesidad y para motivar a los participantes a aumentar los minutos de actividad física por semana (Martínez, 2015).

Tribu Yaqui Rural

Se ha observado que a causa de la aculturación de algunas etnias se han llegado a desarrollar ciertas enfermedades; la aculturación es el proceso por el cual las personas adoptan creencias, actitudes, valores, y comportamiento de una nueva cultura, está relacionada al incremento de algunos factores de riesgo, tales como el tabaquismo, consumo de alcohol y padecer obesidad. En el año 2007 se publicó un estudio donde se compararon a las etnias Yaquis y Tepehuanos. Los Yaquis, que viven en el Valle del Yaqui en la costa del Mar de Cortez abarcando los municipios de Guaymas, BÁCUM y Cajeme, están atravesando una etapa de aculturación. En años recientes han sucedido cambios en el curso del Río Yaqui, limitando el cultivo de sus propias tierras, empeorando de esta forma la situación económica y promoviendo la migración (Rodríguez-Morán y col., 2008).

La prevalencia de diabetes entre los Indios Tepehuanos y los Indios Yaquis para el año del 2007 fue de 0.83% y 18.3% respectivamente. Solamente el 5% de los Tepehuanos tuvieron IFG, en el caso de los Yaquis la prevalencia fue del 17.1%. Estos resultados se deben a que los Tepehuanos no se han enfrentado con la aculturación y mantienen su estilo de vida tradicional (Rodríguez-Morán y col., 2008).

El Estudio de Prevención Mexicana de Diabetes (MexDiab) publicado en el año 2008 es un estudio nacional mexicano para probar las estrategias de prevención o retraso del desarrollo DT2 en personas con alto riesgo. En éste se encontró que la prevalencia de obesidad y sobrepeso en la tribu Yaqui fue de 48.1% y el 38.6% respectivamente, en el caso de los Tepehuanos estos valores fueron inferiores teniendo 6.7% y de 14.1% en la prevalencia de obesidad y sobrepeso (Rodríguez-Morán y col., 2008).

Yaquis Urbanos de Hermosillo

Desde aproximadamente el año 1840 ha habido asentamientos de la tribu Yaqui en la ciudad de Hermosillo, localizados en las colonias de La Matanza, El Coloso Alto, El Coloso Bajo, La Hacienda de la Flor, El Ranchito, Las Pilas y El Mariachi (Guerrero y col., 2003).

La presencia de estos miembros de la tribu yaqui se entiende como una respuesta a los procesos bélicos que afectaban la existencia de los miembros del grupo en su territorio tradicional. Diversas familias Yaquis, huyendo de la guerra, se fueron asentando en los alrededores de la ciudad, buscando mejores condiciones de vida para sus familias; también se ha considerado que

algunos de estos Yaquis, regionalmente conocidos en aquella época como “mansos” en realidad eran combatientes que buscaban trabajo para reponerse de los cansancios y desvelos de la resistencia armada y además tratando de conseguir armas y pertrechos para continuar la resistencia (Guerrero y col., 2003).

Desde el siglo XIX se ha reconocido con más claridad la presencia de miembros de la etnia yaqui en la antigua ciudad de Hermosillo y en las haciendas que la rodeaban. Los miembros de la tribu buscaban asentarse en las afueras de la ciudad, entre cerros y cañadas o trabajando en los campos agrícolas y ganaderos de la región (Guerrero y col., 2003).

Un considerable sector de estas familias Yaquis que vivían fuera del territorio tradicional de grupo terminó por asentarse en la ciudad de Hermosillo, principalmente en los barrios de La Matanza y El Coloso, aunque algunos vivieron también en El Mariachi, El Ranchito, La hacienda de la flor o Las Pilas. Con el paso de los años, los dos primeros barrios, el coloso y la matanza, se caracterizaron como núcleos de la presencia indígena en la ciudad (Guerrero y col., 2003; Urquijo, 1989).

A lo largo del siglo XX los Yaquis de Hermosillo han logrado conservar y en cierta medida acrecentar esta tradición a pesar de las transformaciones de la ciudad y de políticas poco sensibles a este tipo de manifestaciones a lo largo del siglo.

Tradiciones Yaqui

La mayoría de las tradiciones de la tribu Yaqui están relacionadas con actividades religiosas, las cuales implican una alimentación obesogénica y actividades sedentarias, siendo de los principales factores de riesgos para desarrollar DT2.

Las fiestas se llevan a cabo en diferentes ubicaciones, dependiendo del santo homenajeado, las cuales pueden realizarse en las colonias representativas de la etnia en la ciudad de Hermosillo y, dependiendo de las fechas, las personas realizan viajes a alguno de los 8 pueblos originales en donde usualmente se lleva a cabo el festejo; de esta misma manera hay una fecha especial donde los integrantes de la tribu yaqui viajan hasta Magdalena de Kino para festejar a San Francisco, en esta ocasión son varios días los que ellos se quedan en dicho lugar, algunas de las fiestas que ellos celebran se pueden observar en la tabla 6.

Las actividades que suelen realizarse en estas fiestas están muy establecidas entre los miembros de la comunidad, estas son: rezos, música, danzas, para finalizar con la comida típica la cual es normalmente Wakabaki, carne con chile, frijoles de fiesta (manteca, queso, chorizo, etc.), tortillas de harina (normales, gorditas o de agua), bebidas azucaradas (refrescos

carbonatados) y bebidas alcohólicas; además del alto contenido de grasa/azúcar en estos alimentos hay también un elevado consumo de estos.

Datos de Salud

No hay mucha información sobre las condiciones de salud de este grupo étnico. Un estudio preliminar (datos no publicados) realizado en 9 personas de la tribu Yaqui asentados en la colonia La Matanza encontró una prevalencia de DT2 del 33.3%, de sobrepeso/obesidad del 77.7% y de hipertensión arterial del 11.1%. El diagnóstico de diabetes se hizo a partir de lo propuesto por la ADA en el 2010.

Tabla 6. Festejos de la tribu Yaqui.

Fiesta	Fecha	Lugar
Corpus Christi	15 junio	
San Juan	17 al 24 junio	Cócorit
San Pedro y San Pablo	29 de junio	
Virgen del Camino	1 y 2 de julio	Bácum
Virgen del Carmen	15 y 16 julio	Hermosillo
San Ignacio	31 julio	
San Rafael	24 octubre	
San Francisco de Asís	26 septiembre al 4 octubre	Magdalena de Kino
Virgen de Guadalupe	12 diciembre	Hermosillo

Por lo citado anteriormente, se cree que la prevalencia de obesidad y por lo tanto de diabetes en la población Yaqui asentada en Hermosillo puede ser elevada. Es de suma importancia la identificación de las personas con riesgo de diabetes para impedir el desarrollo de la enfermedad y evitar de esta forma las complicaciones que trae consigo.

HIPOTÉSIS

El programa de intervención de estilo de vida dirigido a personas adultas de la tribu Yaqui, asentada en Hermosillo en riesgo de diabetes disminuirá de manera significativa los niveles de glucosa plasmática en ayuno, colesterol y triglicéridos séricos en un periodo de 24 semanas.

SUJETOS Y MÉTODOS

Diseño de Estudio

El presente estudio tiene un diseño del tipo aplicación de resultados de investigación, lo que en inglés es llamada “translational research” o investigación traslacional, el cual forma parte de un proyecto más amplio que lleva por nombre: “Adaptación y evaluación de un programa de prevención de diabetes sobre parámetros de obesidad y actividad física en adultos en riesgo de diabetes de la tribu Yaqui de Hermosillo, Sonora” el cual fue aprobado por el comité de ética del Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo, A.C. Se evaluó la efectividad del programa de prevención de diabetes, mediante las concentraciones de glucosa plasmática en ayuno, colesterol y triglicéridos séricos, en la población yaqui asentada en Hermosillo, Sonora, con una intervención de 24 semanas.

Estudio Piloto

Entrenamiento para el protocolo

Antes de llevar a cabo el estudio, el grupo de trabajo se sometió a una fase de entrenamiento con el objetivo de reforzar el aprendizaje de las técnicas, la familiarización con los cuestionarios y la coordinación del trabajo en equipo.

Esta fase de entrenamiento consistió en la capacitación y estandarización de las técnicas antropométricas, de composición corporal, bioquímicas y la correcta aplicación de cuestionarios. Dicho entrenamiento se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Investigación y Desarrollo A.C.

Recordatorio de 24 Horas

Se tomó una capacitación para realizar el Recordatorio de 24 horas de manera apropiada y lograr obtener la información necesaria para llevar a cabo el protocolo correctamente. La capacitación consistió en un taller donde se especificó la mejor estrategia para establecer un diálogo con la persona con el fin de que recordara los alimentos consumidos el día anterior a la entrevista, seguido de la cantidad de alimento consumida. Se instruyó también como llevar a cabo el registro de la información obtenida (Ramírez-Silva y col., 2006; Suverza y Haua, 2010).

Cuestionario de Actividad Física

Dado que es necesario conocer las actividades que usualmente se realizan en la comunidad y de esta forma adaptar el programa de la mejor manera. Se realizó un entrenamiento para aplicar un Cuestionario de Actividad Física (CAF) el cual es el método más ampliamente utilizado para la evaluación de AF en estudios poblacionales relacionados con enfermedades crónicas, para esto se utilizó el cuestionario adaptado para la población mexicana (Medina y col., 2013).

El entrenamiento consistió en información básica sobre la AF, clasificaciones de esta y las distintas formas de medirse; entre las cuales se encuentra el CAF. Se detalló la forma en que se debían hacer las preguntas sobre la AF realizada por cada persona de una forma clara y sin inducir respuestas. Se indicó también la importancia de tener una idea previa sobre las actividades que suelen realizarse en esa comunidad con el fin de hacer la entrevista de una manera más eficiente.

Mediciones Bioquímicas

Se capacitó en la obtención de las muestras y en los métodos de cada de las pruebas, además se recibió capacitación sobre el manejo y calibración de los equipos a utilizar y sobre el manejo de los residuos biológicos infecciosos de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-087.

Sujetos

Se seleccionaron a aquellas personas pertenecientes a la etnia Yaqui, con sobrepeso u obesidad, que tuvieran una edad de 20 años o más; a estas personas se les aplicaron distintas herramientas tales como un recordatorio de 24 horas, el cuestionario de predicción de riesgo FINDRISC y un cuestionario de actividad física. A los sujetos que cumplieron con los criterios de inclusión, se les dio una plática informativa sobre el programa, su duración y sus beneficios y se les hizo la invitación para participar.

Reclutamiento

Para el reclutamiento de los participantes se llevó a cabo en primera instancia en el Centro de Salud “Los Naranjos”, a través del Programa de Inclusión Social PROSPERA en donde se informó había participantes pertenecientes a la etnia; en este centro se dio a conocer el proyecto y se le hizo invitación a cualquier persona que perteneciera a la tribu Yaqui.

Las personas que se contactaron mediante dicho programa nos ayudaron a su vez a reclutar a otras personas mediante reuniones con personas interesadas. De la misma manera se invitó a las personas que tuvieran algún conocido de esta etnia para contactarnos.

Por su parte, el personal del Centro de Salud “Los Naranjos” auxilió en otra parte del reclutamiento en la cual se brindó guía y/o compañía a los domicilios de algunas personas pertenecientes a la tribu. Por otro lado, del Centro de Salud se nos proporcionó un listado de personas que habían reportado pertenecer a alguna etnia indígena, a estas últimas se les trató de contactar vía telefónica por parte del personal del centro, sin embargo, no hubo respuesta en esta estrategia.

En total se visitaron 32 viviendas tanto con la guía del personal del Centro de Salud, así como con la ayuda de algunas personas de la tribu. En conjunto, las visitas domiciliarias y en las reuniones con la comunidad a las que se asistió se entrevistaron a 72 personas pertenecientes a la etnia Yaqui; en estas se hizo la identificación de los posibles participantes, se les dio información sobre el programa a realizar, los beneficios que obtendrían al participar y realizar los cambios de estilo de vida y se les explicó completamente el proyecto.

A partir de esta estrategia de reclutamiento se logró tamizaron a 39 sujetos, los cuales mostraron interés en el programa: Dicho tamizaje consistió en aplicar un cuestionario de predicción de riesgo FINDRISC, un historial clínico, se les hizo un recordatorio de 24 horas para conocer sobre sus hábitos alimenticios y un Cuestionario de Actividad Física (CAF) con el fin de conocer que tipos de actividades realizaban, tanto recreativas como ocupacionales y una toma de medidas antropométricas (peso, talla y circunferencia de cintura).

Criterios

Inclusión. Se consideraron a sujetos cuya edad fue ≥ 20 años, que tuvieran un puntaje de FINDRISC ≥ 10 (riesgo de desarrollar diabetes en los próximos 10 años) que deseara participar y que hayan firmado el consentimiento informado.

Exclusión. Se excluyeron a sujetos con diagnóstico de diabetes o alguna otra enfermedad crónica, así como aquellos que reportaron haber sufrido infarto al miocardio en los últimos 6 meses, que presentaran síntomas de ECV, estuvieran seriamente enfermos o bajo tratamiento farmacológico que alteren la tolerancia a la glucosa y los niveles de lípidos. Al mismo tiempo se descartaron aquellos que mencionaron tomar medicamentos para bajar de peso o con

condiciones que pudieron afectar su participación como el abuso de drogas o algún impedimento para realizar ejercicio.

Participación del Programa

Para este estudio se consideró una participación completa cuando los sujetos cumplieron con el 80% de las sesiones del programa de intervención (13 sesiones).

Unidad de Trabajo

El presente proyecto se llevó a cabo dentro en distintas locaciones dependiendo de las posibilidades de los participantes, para que de esta forma se pudiera asegurar la asistencia a las sesiones.

Una de estas instalaciones fue el Centro de Salud “Los Naranjos” ubicada en la calle Imperial SN, colonia Los Naranjos; la escuela primaria Lázaro Mercado ubicada en El Coloso Bajo fue el principal lugar donde se dieron las sesiones. Algunas sesiones se realizaron en las instalaciones del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, debido a la cercanía de algunos participantes a esta institución.

En algunas ocasiones especiales y para asegurar la adherencia y participación de los participantes, las sesiones fueron impartidas en sus trabajos y/o casas, principalmente en situaciones de inasistencia a alguna sesión.

Para los participantes de la colonia La Matanza, las sesiones se realizaron en el módulo perteneciente a la tribu Yaqui de esa zona.

Programa Nacional de Prevención de Diabetes

Se utilizó el programa de cambio de estilo de vida del Programa Nacional de Prevención de Diabetes (NDPP, por sus siglas en inglés) de EU. Este programa está basado en la evidencia del DPP de EUA el cual consta de 16 sesiones informativas (Mata-Cases y col., 2008).

Se llevaron a cabo 16 sesiones durante un periodo de 6 meses asegurando que todos los participantes contaran con la misma información básica sobre nutrición, actividad física y de auto-monitoreo. Durante las primeras 8 sesiones se presentaron los objetivos del programa de intervención de estilo de vida, se dio a conocer información fundamental sobre como modificar la

ingesta de alimentos, así como la importancia de la alimentación saludable y aumentar el gasto energético.

También se ayudó a los participantes a auto-monitorear su actividad física. Las 8 sesiones siguientes se enfocaron en el ámbito psicológico, social y en los cambios motivacionales relacionados con mantener estos comportamientos saludables a largo plazo. La tabla 7 muestra los temas incluidos en el programa.

Tabla 7 Temas del NDPP.

Sesión 1	Bienvenida
Sesión 2	Sea detective de grasas y calorías
Sesión 3	Tres formas de comer menos grasas y calorías
Sesión 4	Alimentación saludable
Sesión 5	Mueva esos músculos
Sesión 6	Mantenerse activo, un estilo de vida
Sesión 7	Inclinar la balanza de las calorías
Sesión 8	Tomar el control de lo que lo rodea
Sesión 9	Resolución de problemas
Sesión 10	Cuatro claves para comer fuera de casa de forma saludable
Sesión 11	Responder a los pensamientos negativos
Sesión 12	Las recaídas en el proceso de cambiar el estilo de vida
Sesión 13	Impulsar su plan de actividades
Sesión 14	Haga que las señales sociales funcionen a su favor
Sesión 15	Usted puede manejar el estrés
Sesión 16	Maneras de mantenerse motivado

Cada sesión tuvo una duración de 30 minutos a 1 hora máximo, en las que se realizó la medición de peso en privado, la revisión de los registros de auto-monitoreo, la presentación de un nuevo tema, identificación de las barreras personales que impedían o dificultan la pérdida de peso y la realización de actividad física.

Al final de cada sesión se revisaron las dudas y se hicieron comentarios, también se habló de las tareas para la siguiente sesión y se establecieron nuevas metas para poder lograr las metas del programa.

Adaptaciones del Programa a la Cultura de la Tribu Yaqui

Para lograr uno de los objetivos más importantes de este proyecto fue necesario realizar adaptaciones a los temas del NDPP a la población de estudio con la finalidad de que este fuera culturalmente aceptable en los participantes de la comunidad.

Para esto, se tomaron en cuenta los alimentos de consumo frecuente en la comunidad; esto se realizó por medio del Recordatorio de 24 horas el cual se aplicó en la fase de tamizaje, se tomaron en cuenta también los alimentos que se consumen en la ciudad y los alimentos propios de la comunidad.

También se realizaron adaptaciones en la actividad física que se realiza en la población, lo anterior con ayuda del CAF en el cual se preguntó el tipo de trabajo que tenían, si era un trabajo sedentario o activo, que tipo de actividades recreativas realizaban, así como también las actividades ocupacionales.

Se realizó un cambio al Sistema Internacional de Unidades, se sustituyó el tema de Mi Plato por el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes y se vio la necesidad de añadir el tema de bebidas saludables, ya que el programa original no toca el tema y se ha visto que este es un problema de gran importancia en la comunidad.

Variables Respuesta

Cambio en parámetros de bioquímicos. La diferencia de la de glucosa plasmática en ayuno (mg/dL), colesterol sérico (mg/dL) triglicéridos séricos (mg/dL) iniciales y finales.

Medidas Bioquímicas Iniciales y Finales

Para las pruebas bioquímicas, a cada participante se le realizaron dos extracciones de sangre venosa periférica (una al inicio del programa y la otra al finalizar el programa). Las muestras sanguíneas se tomaron en ayuno (ayuno previo de 12 horas), mismo que fue corroborado preguntándole al participante a la hora que realizó la última comida. Se le indicó que su cena fue ligera la noche previa a la toma de muestra sanguínea. La realización de la toma de muestra fue en las instalaciones del Centro de Salud “Los Naranjos”, instalaciones del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo o en el módulo perteneciente a la tribu Yaqui de la colonia La Matanza debido a la cercanía de algunos participantes a estos lugares.

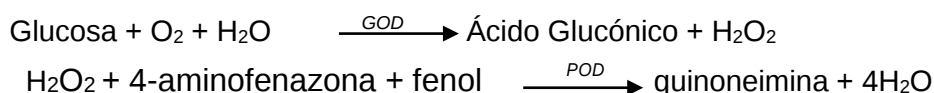
Las muestras sanguíneas fueron tomadas con el sistema de mariposa Vacutainer™ (8 mL). Se utilizaron tubos Vacutainer™ de tapa gris con fluoruro sódico y oxalato de potasio como anticoagulante para la recolección de la muestra de sangre que se utilizó en el análisis de glucosa y tubos de tapa amarilla con un gel separador de coágulo para la recolección de sangre que fue utilizada en determinación de triglicéridos y colesterol.

Las muestras de tubo gris (plasma) fueron colocadas en hielo durante los primeros 15 minutos posteriores a la extracción de sangre y permanecieron ahí hasta el momento de su centrifugación, según el protocolo del proyecto.

Las muestras sanguíneas fueron centrifugadas (Centrífuga Thermo Scientific, Sorval ST 40R, Alemania) a 3400 xg por 10 min. Posteriormente, fueron separados en viales y puestos en congelación a -80°C hasta su análisis.

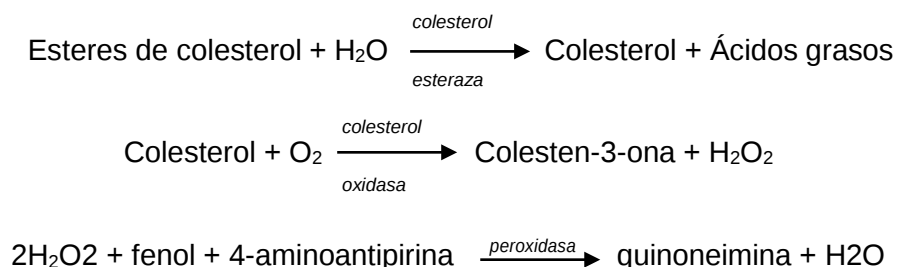
Glucosa. Para la determinación (mg/dL) de glucosa plasmática se realizó por el método de glucosa oxidasa (GOD-PAP Randox®).

El principio de la reacción se basa en la oxidación enzimática de la glucosa en presencia de la enzima glucosa oxidasa. El peróxido de hidrógeno formado reacciona, catalizado por la peroxidasa, con fenol y 4-aminofenazona para formar un indicador de quinoneimina rojo-violeta, como se muestra en la siguiente reacción:

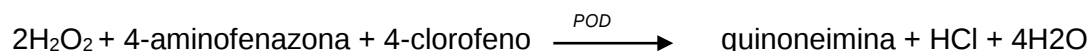
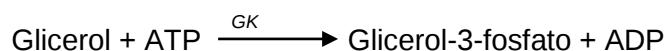
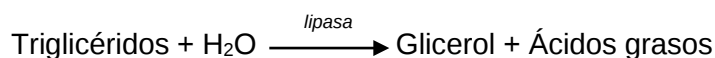


Colesterol. Su determinación (en mg/dL) se realizó con el método enzimático de punto final del kit Randox®.

El colesterol se determinó tras una hidrólisis enzimática y una oxidación. El indicador quinoneimina se forma a partir de peróxido de hidrógeno y 4-aminoantipirina en presencia de fenol y peroxidasa. La reacción es la siguiente:



Triglicéridos. Se utilizó el método GPO-PAP de Randox®. En esta técnica, los triglicéridos se determinaron (en mg/dL) tras una hidrólisis enzimática con lipasas. El indicador es una quinoneimina formada a partir de peróxido de hidrógeno, 4-amino-fenazona y 4-clorofenol utilizando peroxidasa como catalizador, tal como se muestra en la reacción:



Mediciones Antropométricas Iniciales y Finales

Peso. Se utilizaron una báscula electrónica digital con capacidad de 150 kg ± 50 g. Los participantes se pesaron en privado al comienzo de cada sesión individual, se pesaron con ropa ligera, sin zapatos, sin accesorios y sin objetos en las prendas de ropa; la lectura del peso se realizó cuando se estabilizó la posición del paciente (Urquidez y col., 2014).

Talla. Para la medición de la talla se utilizó un estadiómetro portátil marca Holtain con aproximación de 0.05 mm. Se midió la talla de acuerdo con el método recomendado por la OMS, postura recta con los talones juntos y las puntas de los pies ligeramente separadas, (plano de Frankfurt) (Urquidez y col., 2014).

Índice de masa corporal (IMC). Se calculó el Índice de Masa Corporal (IMC) de acuerdo con los datos de peso y talla obtenidos por cada paciente, el cual nos brindó información sobre su estado de salud nutricional y marcó la meta de disminución de IMC. Se calculó de acuerdo con la siguiente fórmula: $\text{IMC} = \text{Peso (kg)} / \text{Talla}^2 (\text{m}^2)$ (Urquidez y col., 2014).

Circunferencia de cintura. Se empleó una cinta de fibra de vidrio graduada en milímetros (Lafayette Instruments Company Inc. IN, USA). La medición se realizó por encima del borde superior del hueso ilíaco mientras el sujeto se encontraba recostado y con el mínimo de ropa. Se comprobó que la cinta tuviera una alineación horizontal antes de tomar la medición.

Porcentaje de grasa. Esta medición se realizó mediante la técnica de bioimpedancia eléctrica. Para efectuar la medición se empleó un pletismógrafo de impedancia tetrapolar (Modelo BIA-103, RJL Systems Detroit, MI). La medición se hizo con el sujeto recostado sin pertenencias de metal (monedas, aretes, pulseras, cinturón, etc) y en ayuno, sin haber ingerido alcohol ni medicamentos diuréticos el día antes a la medición. El porcentaje de grasa corporal se estimará mediante las ecuaciones reportadas por Rising y colaboradores (1991).

Presión arterial: sistólica y diastólica. La medición de la presión sanguínea fue realizada con un detector automático digital (Omron, HEM-907XL IntelliSense, USA). La medición se hizo en el brazo derecho del participante cuando éste se encontraba sentado, por duplicado con diferencia de un minuto; el dato que se tomó fue el promedio de las dos mediciones (Urquedez-Romero y col., 2014).

Análisis Estadístico

Para el análisis de los datos obtenidos, se utilizó el programa STATA versión 14. Los cambios de glucosa, colesterol y triglicéridos se analizaron mediante la prueba de t pareada para evaluar los cambios previos y posteriores a la intervención. Para la significancia estadística se consideró a un valor de $p \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Participantes

Un total de 72 sujetos pertenecientes a la comunidad Yaqui asentada en Hermosillo, Sonora fueron entrevistados, de los cuales 39 fueron considerados para el estudio de tamizaje con la finalidad de identificar a los posibles sujetos participantes en el estudio de intervención. De este grupo de personas, se identificaron a los participantes que cumplieron con los criterios de inclusión, quienes fueron visitados en sus domicilios para hacer la invitación a participar en el estudio, después de una explicación del programa de intervención. Se identificaron 29 (87.8%) sujetos en riesgo, de los cuales 20 sujetos cumplieron con los criterios de inclusión y 14 de ellos terminaron el programa de intervención (70.9%) y el resto abandonó la intervención durante la segunda y octava sesión (Figura 1).

Resultados del Cuestionario FINDRISC

A un total de 39 sujetos pertenecientes a la comunidad Yaqui asentada en la ciudad de Hermosillo, Sonora se les aplicó el cuestionario FINDRISC por medio de cual fueron identificados 29 (87.8%) sujetos con riesgo de desarrollar DT2 en los próximos 10 años. El 31.5 % tuvieron una puntuación de 10 y 11, lo cual significa una probabilidad de bajo riesgo y el resto 68.5% fueron catalogados de muy alto riesgo de desarrollar DT2 en el futuro.

Características Basales

Participaron 20 (15 mujeres y 5 hombres) en el estudio de intervención, 15% fueron diagnosticados con sobrepeso, 75% con obesidad y solo un 10% tuvo un peso normal. Aun cuando en la cohorte se encontraron personas con peso normal, el 100% de los participantes presentaron obesidad abdominal (≥ 80 cm en mujeres y ≥ 90 cm en hombres). En las mediciones bioquímicas, 46% presentaron hiperglicemia (100 mg/dL – 125 mg/dL), 23% hipercolesterolemia (> 200 mg/dL) y 46% hipertrigliceridemia (> 150 mg/dL). En la tabla 8 se describen las características antropométricas, físicas y bioquímicas basales de los participantes que terminaron el programa de prevención de diabetes.

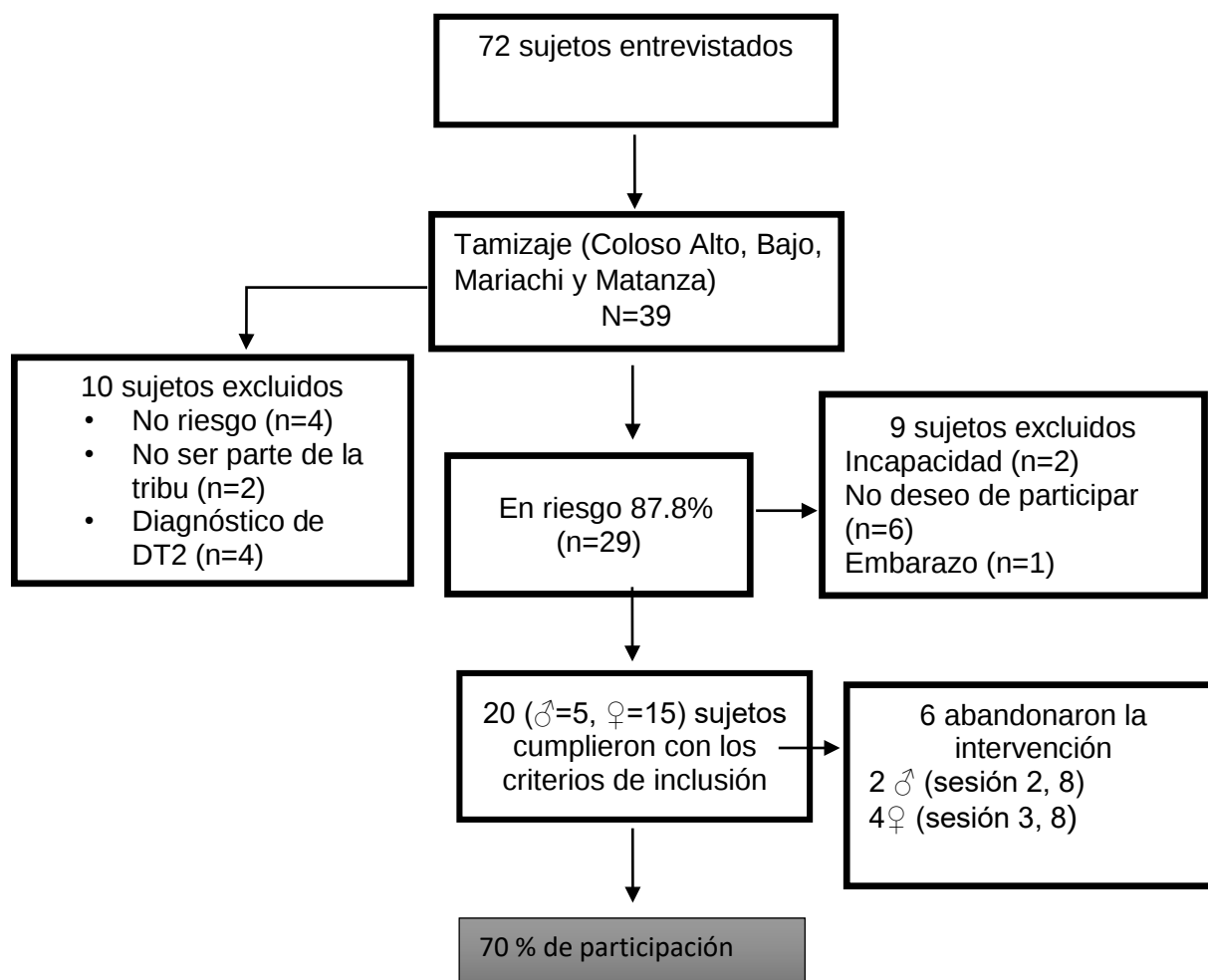


Figura 1. Diagrama de flujo de los participantes del estudio de intervención

Resultados de la Intervención

De los 14 participantes que concluyeron con la intervención, solo a 13 participantes se realizaron las pruebas bioquímicas de glucosa, colesterol y triglicéridos después de la intervención. Las variables respuestas fueron los parámetros bioquímicos glucosa, colesterol y triglicéridos, consideradas como el cambio entre el valor medido al inicio de la intervención y valor obtenido al finalizar la intervención.

Medición de glucosa. Comparando el promedio de concentración de glucosa en ayuno inicial (99.5 mg/dL) con el promedio de la concentración glucosa en ayuno final (93.3 mg/dL) se obtuvo una diferencia promedio de 6.2 mg/dL; este cambio, representa el 6% de la pérdida de glucosa, el cual fue significativo con una $p=0.02$ (Figura 2).

Tabla 8. Características basales: antropométricas, físicas y bioquímicas de los Participantes que concluyeron la intervención (n=14)

Características	Media $\pm$ DE	Min. -Max.
Edad (años)	39.2 $\pm$ 12.3	20 - 61
Peso (kg)	89.7 $\pm$ 21.1	56.6 -136.4
IMC (kg/m2)*	33 $\pm$ 6.5	22.9 - 47.5
Circunferencia de cintura (cm)	106.7 $\pm$ 15.2	81-132.8
Presión arterial (mm Hg)		
Sistólica	112.9 $\pm$ 12.3	103 -140
Diastólica	71.1 $\pm$ 11.1	50 - 92
Glucosa en ayuno (mg/dL)	99.5 $\pm$ 11.9	85 -125
Colesterol total (mg/dL)	184.3 $\pm$ 28.3	115 - 222.5
Triglicéridos (mg/dL)	132.2 $\pm$ 64.9	43 - 243

*IMC: Índice de masa corporal

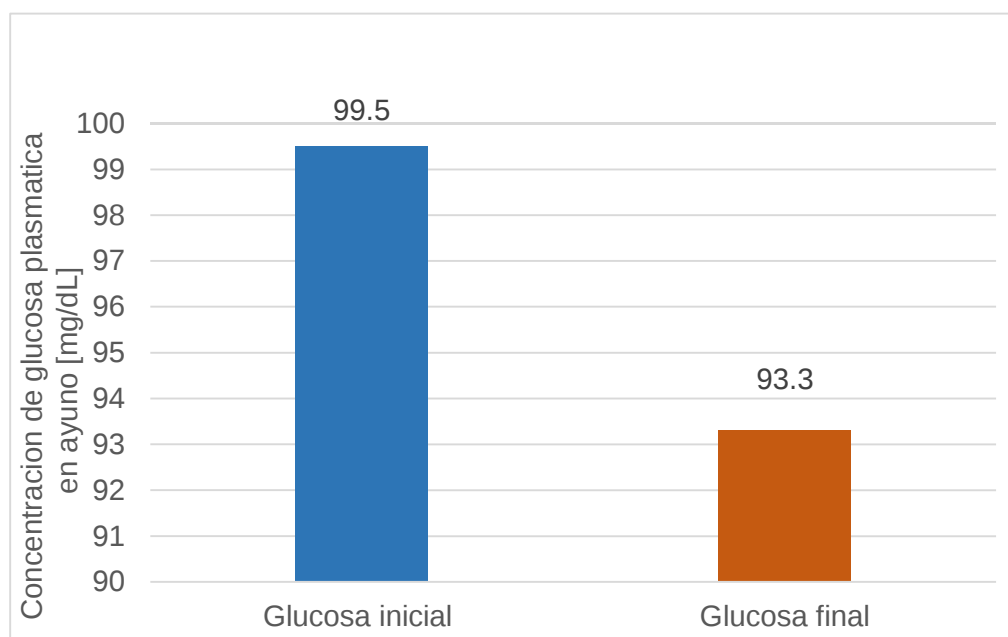


Figura 2. Comparación de concentración de glucosa inicial y final en los sujetos que finalizaron la intervención.

El 38.4% redujo las concentraciones de glucosa plasmática en ayuno a sus niveles normales. En la figura 3 se muestra el porcentaje promedio disminuido de cada participante.

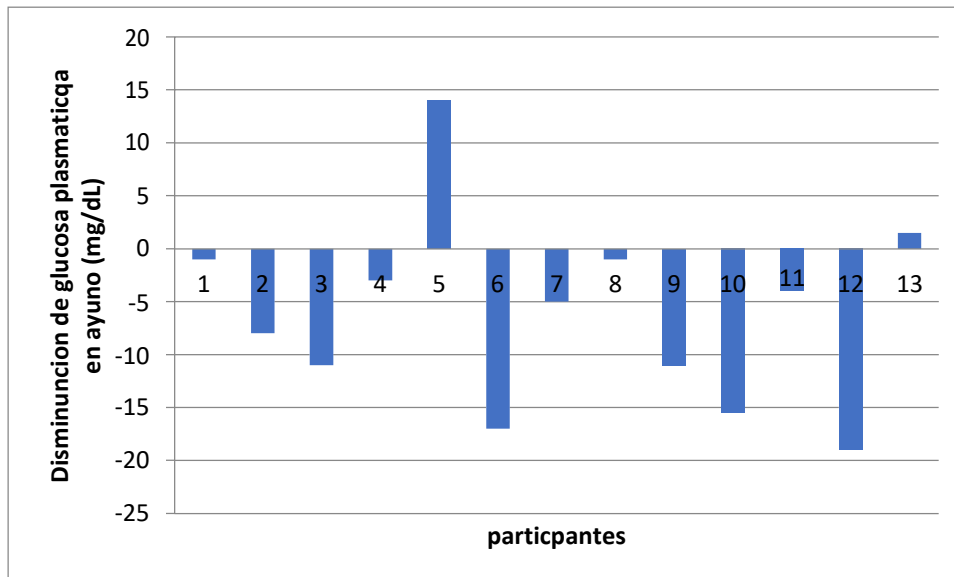


Figura 3. Distribución de la disminución de glucosa plasmática en ayuno para cada uno de los participantes.

Medición de colesterol. En el caso del colesterol total no presentó un cambio significativo ($p=0.15$); sin embargo, se observó una disminución promedio al finalizar la intervención de 13.1 mg/dL (figura 4) lo que representa el 7.15% de disminución promedio al finalizar la intervención.

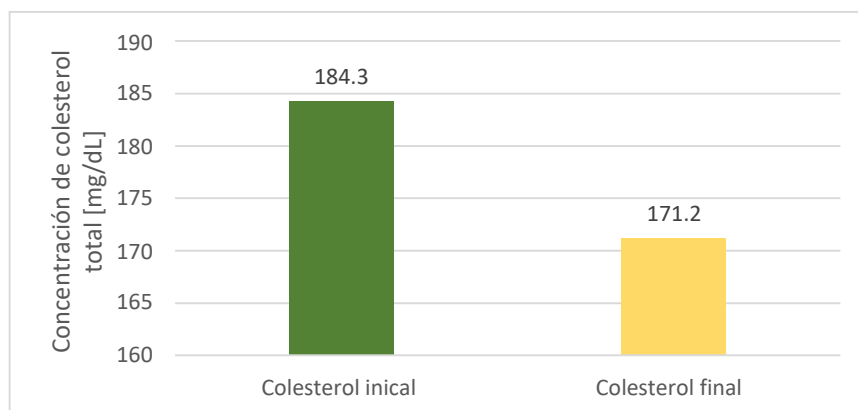


Figura 4. Comparación de concentración de colesterol total inicial y final en los sujetos que finalizaron la intervención.

Medición de triglicéridos. Por otro lado, en los triglicéridos se obtuvo una disminución del 12.48 % de los valores de concentración lo cual representa una diferencia promedio de 16.5 mg/dL (figura 5) la cual no fue significativa ($p=0.19$).

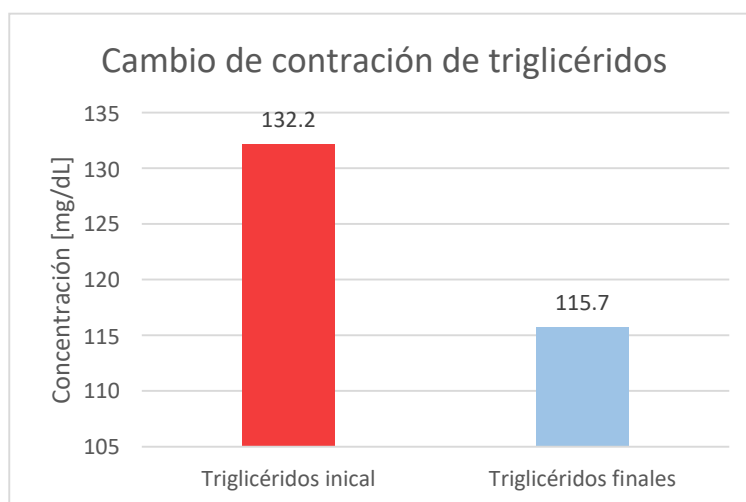


Figura 5. Comparación de concentración de triglicéridos inicial y finales en los sujetos que finalizaron la intervención.

Discusión

Jiang y colaboradores en el 2013 realizaron un estudio de traslación del DPP, en las comunidades de indios americanos y nativos de Alaska, se contó con la participación de 2553 sujetos con diagnóstico de prediabetes. El objetivo de este estudio fue demostrar que una intervención de estilo de vida podía prevenir o retrasar el desarrollo de diabetes en las personas en riesgo. La intervención consistió de 16 sesiones del programa Equilibrio de Estilo de Vida (Lifestyle Balance), durante un periodo de 16 a 24 semanas, el 74% de los participantes concluyeron con la intervención. El porcentaje de participación en nuestro estudio fue muy similar, con un 70% de participantes que lograron terminar el estudio. Lo cual pudiéramos considerarlo como una muy buena participación.

Una vez finalizada la intervención, los participantes en el estudio de Jiang y colaboradores tuvieron una disminución significativa promedio de los niveles de glucosa en sangre en ayunas de 4 mg/dL desde el inicio hasta el concluir la intervención; los valores de triglicéridos disminuyeron significativamente en 15.5 mg/dL (Jiang y col., 2013). Al comparar estos resultados con los obtenidos en este estudio, podemos observar una mayor disminución de la concentración de glucosa en ayunas de 6.2 mg/dL en nuestro estudio. De igual forma, con respecto a la concentración de triglicéridos se observó también una mayor disminución (16.5 mg/dL) en nuestros resultados que lo encontrado por Jiang y colaboradores.

En el año 2009 Kramer y colaboradores realizaron un estudio traslacional, el cual tenía como objetivo realizar un modelo para la prevención de diabetes basado en el programa de intervención de estilo de vida DPP, este programa adaptó las 16 sesiones del estudio DPP en 12 sesiones grupales y fue llamado Programa de Equilibrio de Estilo de Vida (GLB por sus siglas en inglés). Participaron 93 sujetos, los cuales no tenían diabetes, pero tenían un IMC ≥ 25 kg/m², con diagnóstico de prediabetes o bien síndrome metabólico, a los cuales se tomaron mediciones basales, a los 6 y 12 meses después de la intervención. En promedio la disminución de glucosa plasmática en ayuno a los 6 meses fue de 4.6 mg/dL de manera significativa, con un porcentaje de glucosa disminuida de 3.7%; mientras que la disminución del colesterol total fue 0.8 mg/dL, con un porcentaje de 0.1%, el cual no fue significativa. Al comparar estos cambios con nuestros resultados, podemos observar que los resultados de nuestro estudio son superiores a los encontrados por Kramer y colaboradores dentro de un mismo lapso de intervención (Kramer y col., 2009). Es importante mencionar que Kramer y colaboradores encontraron una disminución significativa en colesterol total a los 12 meses de 14.1 mg/dL (9.4%), muy parecido a lo que encontramos en nuestro estudio a los 6 meses. Es posible que la no significancia encontrada en

nuestro estudio fuera debido al menor tamaño de muestra (13 en este estudio vs 41 en Kramer y colaboradores).

En un estudio realizado por Yuan y colaboradores en el 2014, tuvo como objetivo evaluar el efecto a corto plazo de un programa de educación para el autocontrol de diabetes sobre marcadores metabólicos y parámetros ateroscleróticos en personas con DT2. Los participantes fueron divididos en dos grupos (Grupo control y Grupo intervención); en el grupo control se les impartió una asesoría de nutrición mientras que el grupo de intervención recibió una asesoría de tres meses, incluyendo 8 semanas de educación en autocuidado de DT2 además de 4 semanas de práctica sobre las guías de autocuidado.

Después de finalizar el estudio, en el grupo de intervención se reportó una disminución promedio de glucosa de 3.1 mg/dL, en colesterol total 8.47 mg/dL y en triglicéridos 4.38 mg/dL). Las disminuciones de las mismas variables reportadas en nuestro estudio son mucho mayores en la glucosa plasmática en ayuno (disminución de 6.2 mg/dL), en colesterol total (13.1 mg/dL) y en triglicéridos (16.5 mg/dL) con un tiempo de intervención similar. En Yuan y colaboradores la disminución de glucosa y triglicéridos en el grupo de intervención con respecto a sus valores basales no fue significativa, pero si para el colesterol. Las razones que explican en el estudio de Yuan y colaboradores fueron para la falta de significancia estadística fueron que la duración del programa impartido fue de 3 meses y que la intervención fue de baja intensidad (Yuan y col., 2014).

En el caso del estudio de DPS, ya antes mencionado se reportó una disminución promedio de las concentraciones de glucosa plasmática en ayunas de 3.6 mg/dL, colesterol total 3.8 mg/dL, y en triglicéridos 17 mg/dL en el grupo de intervención. Comparando nuestros resultados, podemos decir que lo logrado en nuestro estudio fue mayor en relación con la glucosa y colesterol; se observa una diferencia de 2.6 mg/dL en glucosa y en colesterol de 9.3 mg/dL mientras que triglicéridos los resultados no fueron muy diferentes siendo solo 0.5 mg/dL menor que en el DPS. A pesar de que el DPS fue un estudio controlado y la intervención duró más del doble de tiempo a la de nuestro estudio, se puede observar que en nuestros participantes a hubo una mayor disminución en glucosa y colesterol total.

Limitaciones

Una de las limitaciones más importantes del estudio es que el tamaño de muestra no fue suficiente para encontrar diferencias en la reducción de los niveles de colesterol y triglicéridos, aunque el efecto en estos parámetros fue mejor a lo encontrado en otros estudios. Por otro lado, este

programa fue realizado en condiciones del mundo real, lo cual presenta distintas dificultades, entre las más importantes fue la falta de tiempo de los participantes para integrarse a este tipo de estudios, dado que se presentan prioridades en el ámbito laboral y/o familiar, esto pone en riesgo la asistencia y participación en las sesiones, así como también la dificultad en re-agendar las sesiones a las cuales no se asistió, a pesar de estas dificultades se logró un porcentaje de terminación del estudio alto, 70%.

Una de las características más predominantes de la cultura Yaqui es su apego con las tradiciones religiosas, las cuales se desarrollan a lo largo del año, estas se caracterizan principalmente con reuniones en la comunidad y/o familia en las cuales hay un alto consumo de alimentos y bebidas altas en grasa y calorías, además de poca o nula AF; en varias ocasiones los participantes del programa mencionaron haber tenido recaídas en este tipo de reuniones ya que se veían presionados por sus familiares a consumir alimentos en exceso.

Por otro lado, entre las características socioeconómicas se encuentra un bajo nivel educativo, solamente el 22% de los participantes (n=3) había reportado tener educación universitaria/técnica y uno de estos sujetos estaba cursando la licenciatura, la mayor proporción de los participantes contaba con una educación máxima de bachillerato (35.7%), el 28.5% mencionó haber cursado al menos un año de secundaria y el 14% (n=2) reportó no haber terminado la educación primaria. lo cual lleva a trabajos mal remunerados, poca accesibilidad a alimentos saludables y a un alto consumo de alimentos calóricos, así como a prolongadas horas de trabajo con solo un día de descanso a la semana. Rice y colaboradores en el 2016, en una revisión sistemática que tuvo como finalidad prevenir la DT2 mencionó que los problemas sociales y la pobreza presentan un problema para el éxito de estos programas.

Es todo un reto el trabajo de intervención en las comunidades indígenas, debido a que los posibles participantes se encuentran en colonias conflictivas y con un alto nivel delictivo, por lo cual se ven expuestos a distintos peligros, lo que dificulta la realización de AF después de las horas de trabajo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Un alto porcentaje de participantes tamizados con el cuestionario de predicción de riesgo FINDRISC fueron categorizados como en riesgo de desarrollar DT2 en los próximos 10 años.

El programa de intervención con una duración de 24 semanas y con un 70% de participación resultó efectivo en la disminución de las concentraciones de glucosa plasmática en ayuno, colesterol total y triglicéridos de las personas adultas con riesgo de DT2 de la comunidad Yaqui de Hermosillo, Sonora, aunque es estas dos últimas no fue significativo.

La magnitud de la disminución de glucosa lograda en este estudio se ha asociado a una reducción significativa en el riesgo de padecer diabetes y mejoras en las concentraciones de colesterol y triglicéridos. Por lo citado con anterioridad, se puede concluir que, la implementación de programas de intervención de diabetes con adaptaciones culturalmente aceptables puede ser factible para la prevención de diabetes en esta población.

Es importante seguir trabajando con la comunidad de la tribu Yaqui asentada en la ciudad de Hermosillo, para concientizar a las personas de la importancia y los beneficios a corto, mediano y largo plazo de tener una alimentación saludable que incluya frutas, verduras y granos integrales, así como una disminución en la cantidad de consumo de grasa y azúcares con un tamaño de muestra mayor; además de esto seguir impulsando la realización de AF regular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, T., y Fox, C. 2013. Implications of Rising Prediabetes Prevalence. *Diabetes Care*, 36(8), 2139-2141. <http://dx.doi.org/10.2337/dc13-0792>.
- Al Sifri, S., Almahmeed, W., Azar, S., Okkeh, O., Bramlage, P., Jünger, C., Halawa, I., Ambegaonkar, B., Wajih, S. and Brudi, P. 2014. Results of the Dyslipidemia International Study (DYSIS)-Middle East: Clinical Perspective on the Prevalence and Characteristics of Lipid Abnormalities in the Setting of Chronic Statin Treatment. *Plos ONE*, 9(1), e84350. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0084350>
- Bansal, N. (2015). Prediabetes diagnosis and treatment: A review. *World Journal Of Diabetes*, 6(2), 296. <http://dx.doi.org/10.4239/wjd.v6.i2.296>
- Barquera, S., Campos-Nonato, I., Aguilar-Salinas, C., Lopez-Ridaura, R., Arredondo, A., y Rivera-Dommarco, J. 2013. Diabetes in Mexico: cost and management of diabetes and its complications and challenges for health policy. *Globalization And Health*, 9(1), 3. <http://dx.doi.org/10.1186/1744-8603-9-3>
- Bouchard, D., Senechal, M., Bharti, N., & Slaght, J. 2014. Independent and combined effect of diet and exercise in adults with prediabetes. *Diabetes, Metabolic Syndrome And Obesity: Targets And Therapy*, 521. <http://dx.doi.org/10.2147/dms0.s62367>
- Cdc.gov. CDC - About the Program - National Diabetes Prevention Program - Diabetes DDT [Internet]. 2015 [cited 26 junio 2017]. Available from: <http://www.cdc.gov/diabetes/prevention/about.htm>
- Classification and Diagnosis of Diabetes. 2016. *Diabetes Care*, 40(Supplement 1), S11-S24. <http://dx.doi.org/10.2337/dc17-s005>
- Conde Guerrero G, Rentería R, Aguilar Zeleny A. La tribu urbana: Yaquis de Hermosillo. Hermosillo; 2003.
- DeVries, J. (2013). Glucose Variability: Where It Is Important and How to Measure It. *Diabetes*, 62(5), 1405-1408. <http://dx.doi.org/10.2337/db12-1610>
- Do, R., Willer, C., Schmidt, E., Sengupta, S., Gao, C., Peloso, G., Gustafsson, S., Kanoni, S., Ganna, A., Chen, J., Buchkovich, M., Mora, S., Beckmann, J., Bragg-Gresham, J., Chang, H., Demirkan, A., Den Hertog, H., Donnelly, L., Ehret, G., Esko, T., Feitosa, M., Ferreira, T., Fischer, K., Fontanillas, P., Fraser, R., Freitag, D., Gurdasani, D., Heikkilä, K., Hyppönen, E., Isaacs, A., Jackson, A., Johansson, Å., Johnson, T., Kaakinen, M., Kettunen, J., Kleber, M., Li, X., Luan, J., Lyytikäinen, L., Magnusson, P., Mangino, M., Mihailov, E., Montasser, M., Müller-Nurasyid, M., Nolte, I., O'Connell, J., Palmer, C., Perola, M., Petersen, A., Sanna, S., Saxena, R., Service, S., Shah, S., Shungin, D., Sidore, C., Song, C., Strawbridge, R., Surakka, I., Tanaka, T., Teslovich,

T., Thorleifsson, G., Van den Herik, E., Voight, B., Volcik, K., Waite, L., Wong, A., Wu, Y., Zhang, W., Absher, D., Asiki, G., Barroso, I., Been, L., Bolton, J., Bonnycastle, L., Brambilla, P., Burnett, M., Cesana, G., Dimitriou, M., Doney, A., Döring, A., Elliott, P., Epstein, S., Eyjolfsson, G., Gigante, B., Goodarzi, M., Grallert, H., Gravito, M., Groves, C., Hallmans, G., Hartikainen, A., Hayward, C., Hernandez, D., Hicks, A., Holm, H., Hung, Y., Illig, T., Jones, M., Kaleebu, P., Kastelein, J., Khaw, K., Kim, E., Klopp, N., Komulainen, P., Kumari, M., Langenberg, C., Lehtimäki, T., Lin, S., Lindström, J., Loos, R., Mach, F., McArdle, W., Meisinger, C., Mitchell, B., Müller, G., Nagaraja, R., Narisu, N., Nieminen, T., Nsubuga, R., Olafsson, I., Ong, K., Palotie, A., Papamarkou, T., Pomilla, C., Pouta, A., Rader, D., Reilly, M., Ridker, P., Rivadeneira, F., Rudan, I., Ruukonen, A., Samani, N., Scharnagl, H., Seeley, J., Silander, K., Stančáková, A., Stirrups, K., Swift, A., Tiet, L., Uitterlinden, A., van Pelt, L., Vedantam, S., Wainwright, N., Wijmenga, C., Wild, S., Willemsen, G., Wilsgaard, T., Wilson, J., Young, E., Zhao, J., Adair, L., Arveiler, D., Assimes, T., Bandinelli, S., Bennett, F., Bochud, M., Boehm, B., Boomsma, D., Borecki, I., Bornstein, S., Bovet, P., Burnier, M., Campbell, H., Chakravarti, A., Chambers, J., Chen, Y., Collins, F., Cooper, R., Danesh, J., Dedoussis, G., de Faire, U., Feranil, A., Ferrières, J., Ferrucci, L., Freimer, N., Gieger, C., Groop, L., Gudnason, V., Gyllenstein, U., Hamsten, A., Harris, T., Hingorani, A., Hirschhorn, J., Hofman, A., Hovingh, G., Hsiung, C., Humphries, S., Hunt, S., Hveem, K., Iribarren, C., Järvelin, M., Jula, A., Kähönen, M., Kaprio, J., Kesäniemi, A., Kivimäki, M., Kooner, J., Koudstaal, P., Krauss, R., Kuh, D., Kuusisto, J., Kyvik, K., Laakso, M., Lakka, T., Lind, L., Lindgren, C., Martin, N., März, W., McCarthy, M., McKenzie, C., Meneton, P., Metspalu, A., Moilanen, L., Morris, A., Munroe, P., Njølstad, I., Pedersen, N., Power, C., Pramstaller, P., Price, J., Psaty, B., Quertermous, T., Rauramaa, R., Saleheen, D., Salomaa, V., Sanghera, D., Saramies, J., Schwarz, P., Sheu, W., Shuldiner, A., Siegbahn, A., Spector, T., Stefansson, K., Strachan, D., Tayo, B., Tremoli, E., Tuomilehto, J., Uusitupa, M., van Duijn, C., Vollenweider, P., Wallentin, L., Wareham, N., Whitfield, J., Wolffenbuttel, B., Altshuler, D., Ordovas, J., Boerwinkle, E., Palmer, C., Thorsteinsdottir, U., Chasman, D., Rotter, J., Franks, P., Ripatti, S., Cupples, L., Sandhu, M., Rich, S., Boehnke, M., Deloukas, P., Mohlke, K., Ingelsson, E., Abecasis, G., Daly, M., Neale, B. y Kathiresan, S. 2013. Common variants associated with plasma triglycerides and risk for coronary artery disease. *Nature Genetics*, 45(11), 1345-1352.

<http://dx.doi.org/10.1038/ng.2795>

Forbes, J., & Cooper, M. 2013. Mechanisms of Diabetic Complications. *Physiological Reviews*, 93(1), 137-188. <http://dx.doi.org/10.1152/physrev.00045.2011>

Garcia-Alcala, H., Soto Vega, E., Genestier Tamborero, C., Salinas Palma, J., & Hiraes Tamez, O. 2012. Frequency of diabetes, impaired fasting glucose, and glucose intolerance in high-risk

groups identified by a FINDRISC survey in Puebla City, Mexico. *Diabetes, Metabolic Syndrome And Obesity: Targets And Therapy*, 403. <http://dx.doi.org/10.2147/dmso.s35545>

Garfield, S., Malozowski, S., Chin, M., Venkat Narayan, K., Glasgow, R., Green, L., Hiss, R. y Krumholz, H. 2003. Considerations for Diabetes Translational Research in Real-World Settings. *Diabetes Care*, 26(9), 2670-2674. <http://dx.doi.org/10.2337/diacare.26.9.2670>

Helgadóttir, A., Gretarsdóttir, S., Thorleifsson, G., Hjartarson, E., Sigurdsson, A., Magnúsdóttir, A., Jonasdóttir, A., Kristjánsson, H., Sulem, P., Oddsson, A., Sveinbjörnsson, G., Steinthorsdóttir, V., Rafnar, T., Masson, G., Jónsdóttir, I., Olafsson, I., Eyjólfsson, G., Sigurdardóttir, O., Daneshpour, M., Khalili, D., Azizi, F., Swinkels, D., Kiemeny, L., Quyyumi, A., Levey, A., Patel, R., Hayek, S., Gudmundsdóttir, I., Thorgeirsson, G., Thorsteinsdóttir, U., Gudbjartsson, D., Holm, H. and Stefánsson, K. 2016. variants with large effects on blood lipids and the role of cholesterol and triglycerides in coronary disease. *Nature Genetics*, 48(6), 634-639. <http://dx.doi.org/10.1038/ng.3561>

Hsueh, W., McLellan, K., Wyne, K., & Villagomez, E. 2014. Therapeutic interventions to reduce the risk of progression from prediabetes to type 2 diabetes mellitus. *Therapeutics And Clinical Risk Management*, 173. <http://dx.doi.org/10.2147/tcrm.s39564>

Imayama, I., Alfano, C., Kong, A., Foster-Schubert, K., Bain, C., Xiao, L., Duggan, C., Wang, C., Campbell, K., Blackburn, G. and McTiernan, A. 2011. Dietary weight loss and exercise interventions effects on quality of life in overweight/obese postmenopausal women: a randomized controlled trial. *International Journal Of Behavioral Nutrition And Physical Activity*, 8(1), 118. <http://dx.doi.org/10.1186/1479-5868-8-118>

[INEGI] Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía. 2015. *Principales causas*. 2015. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad/tabulados/ConsultaMortalidad.asp>. (Fecha de acceso 15 de agosto)

[IDF] International Diabetes Federation. 2015. ¿Qué es la diabetes? 2015. Disponible en: <http://www.idf.org/diabetesatlas/5e/es/que-es-la-diabetes?language=es> (Fecha de acceso 20 de agosto)

Joffres, M., Shields, M., Tremblay, M. S., & Connor Gorber, S. 2013. Dyslipidemia prevalence, treatment, control, and awareness in the Canadian Health Measures Survey. *Can J Public Health*, 104(3), e252-7.

Lindstrom, J., Peltonen, M., Eriksson, J., Aunola, S., Hamalainen, H., Ilanne-Parikka, P., Keinanen-Kiukkaanniemi, S., Uusitupa, M. and Tuomilehto, J. 2008. Determinants for the

Effectiveness of Lifestyle Intervention in the Finnish Diabetes Prevention Study. *Diabetes Care*, 31(5), 857-862. <http://dx.doi.org/10.2337/dc07-2162>

Kramer MK, Kriska AM, Venditti EM, Miller RG, Brooks MM, Burke LE, Siminerio LM, Solano FX, Orchard TJ. (2009). Translating the Diabetes Prevention Program: a comprehensive model for prevention training and program delivery. *American journal of preventive medicine*, 37(6): 505-511.

Martínez P. Adaptación y evaluación de la efectividad de un programa en la mejora de parámetros de obesidad y el aumento en actividad física en personas adultas con prediabetes de la comunidad Comcaac. Hermosillo; 2015.

Mata-Cases, M., Artola, S., Escalada, J., Ezkurra-Loyola, P., Ferrer-García, J., Fornos, J., Girbés, J. and Rica, I. 2015. Consenso sobre la detección y el manejo de la prediabetes. Grupo de Trabajo de Consensos y Guías Clínicas de la Sociedad Española de Diabetes. *SEMERGEN - Medicina De Familia*, 41(5), 266-278. <http://dx.doi.org/10.1016/j.semerg.2014.12.001>

Pan, X., Li, G., Hu, Y., Wang, J., Yang, W., An, Z., Hu, Z., Juan-Lin, Xiao, J., Cao, H., Liu, P., Jiang, X., Jiang, Y., Wang, J., Zheng, H., Zhang, H., Bennett, P. and Howard, B. 1997. Effects of Diet and Exercise in Preventing NIDDM in People With Impaired Glucose Tolerance: The Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care*, 20(4), 537-544. <http://dx.doi.org/10.2337/diacare.20.4.537>

Ramachandran, A., Snehalatha, C., Mary, S., Mukesh, B., Bhaskar, A., & Vijay, V. 2006. The Indian Diabetes Prevention Programme shows that lifestyle modification and metformin prevent type 2 diabetes in Asian Indian subjects with impaired glucose tolerance (IDPP-1). *Diabetologia*, 49(2), 289-297. <http://dx.doi.org/10.1007/s00125-005-0097-z>

Reiner, Ž. 2013. Managing the residual cardiovascular disease risk associated with HDL-cholesterol and triglycerides in statin-treated patients: A clinical update. *Nutrition, Metabolism And Cardiovascular Diseases*, 23(9), 799-807. <http://dx.doi.org/10.1016/j.numecd.2013.05.002>

Rodríguez-Morán, M., Guerrero-Romero, F., Brito-Zurita, O., Rascón-Pacheco, R., Pérez-Fuentes, R., Sánchez-Guillén, M., González-Ortiz, M., Martínez-Abundis, E., Simental-Mendía, L., Madero, A., Revilla-Monsalve, C., Flores-Martínez, S., Islas-Andrade, S., Cruz, M., Wachter, N. and Sánchez-Corona, J. 2008. Cardiovascular Risk Factors and Acculturation in Yaquis and Tepehuanos Indians from Mexico. *Archives Of Medical Research*, 39(3), 352-357. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arcmed.2007.12.003>

Sacks, F., Hermans, M., Fioretto, P., Valensi, P., Davis, T., Horton, E., Wanner, C., Al-Rubeaan, K., Aronson, R., Barzon, I., Bishop, L., Bonora, E., Bunnag, P., Chuang, L., Deerochanawong, C., Goldenberg, R., Harshfield, B., Hernandez, C., Herzlinger-Botein, S., Itoh, H., Jia, W., Jiang, Y.,

Kadowaki, T., Laranjo, N., Leiter, L., Miwa, T., Odawara, M., Ohashi, K., Ohno, A., Pan, C., Pan, J., Pedro-Botet, J., Reiner, Z., Rotella, C., Simo, R., Tanaka, M., Tedeschi-Reiner, E., Twum-Barima, D., Zoppini, G. and Carey, V. 2013. Association Between Plasma Triglycerides and High-Density Lipoprotein Cholesterol and Microvascular Kidney Disease and Retinopathy in Type 2 Diabetes Mellitus: A Global Case-Control Study in 13 Countries. *Circulation*, 129(9), 999-1008. <http://dx.doi.org/10.1161/circulationaha.113.002529>

Kramer MK, Kriska AM, Venditti EM, Miller RG, Brooks MM, Burke LE, Siminerio LM, Solano FX, Orchard TJ. (2009). Translating the Diabetes Prevention Program: a comprehensive model for prevention training and program delivery. *American journal of preventive medicine*, 37(6): 505-511.

Soriguer, Federico, Sergio Valdés, María José Tapia, Isabel Esteva, María Soledad Ruiz de Adana, María Cruz Almaraz, Sonsoles Morcillo, Eduardo García Fuentes, Francisca Rodríguez, and Gemma Rojo-Martinez. 2012. Validación del FINDRISC (Finnish Diabetes Risk Score) para la predicción del riesgo de diabetes tipo 2 en una población del sur de España. Estudio Pizarra. *Medicina Clínica*, 138(9), 371-376. <http://dx.doi.org/10.1016/j.medcli.2011.05.025>

Suverza A, Haua K. 2010. El ABCD de la Evaluación del estado nutricional. Mc Graw Hill. México, D.F. 34-39 p.

Tabák, A., Herder, C., Rathmann, W., Brunner, E., & Kivimäki, M. 2012. Prediabetes: a high-risk state for diabetes development. *The Lancet*, 379(9833), 2279-2290. [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(12\)60283-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(12)60283-9)

The Diabetes Prevention Program (DPP): Description of lifestyle intervention. 2002. *Diabetes Care*, 25(12), 2165-2171. <http://dx.doi.org/10.2337/diacare.25.12.2165>

Urquidez-Romero, R., Esparza-Romero, J., Chaudhari, L., Begay, R., Giraldo, M., Ravussin, E., Knowler, W., Hanson, R., Bennett, P., Schulz, L. and Valencia, M. (2014). Study Design of the Maycoba Project: Obesity and Diabetes in Mexican Pimas. *American Journal Of Health Behavior*, 38(3), 370-378. <http://dx.doi.org/10.5993/ajhb.38.3.6>.

Urquijo Durazo J. Desarrollo histórico de la comunidad yaqui de Hermosillo (El Coloso y La Matanza). Hermosillo; 1989.

Villalpando S, de la Cruz V, Rojas R, Shamah-Levy T, Ávila M, Gaona B et al. Prevalence and distribution of type 2 diabetes mellitus in Mexican adult population: a probabilistic survey. *Salud pública Méx.* 2010;52:S19-S26.

[WHO] World Health Organization. 2012. Enfermedades no transmisibles. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es> (Fecha de acceso 22 de agosto).

[WHO] World Health Organization. 2012. *Diabetes*. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es> (Fecha de acceso 19 de agosto).

[WHO] World Health Organization. 2017. *The top 10 causes of death*. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/> (Fecha de acceso 19 de agosto).

Yuan, C., Lai, C., Chan, L. (2014). The Effect of Diabetes Self-Management Education on Body Weight, Glycemic Control, and Other Metabolic Markers in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Journal of Diabetes Research*, 2014, pp.1-6.