

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE MEDICINA MEXICALI**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



Título de la investigación:

“Impacto en los niveles de hemoglobina glucosilada, con la aplicación de un programa de ejercicios de resistencia en pacientes prediabéticos”.

Trabajo terminal para obtener el diploma de Especialista en:
MEDICINA FAMILIAR

Presenta:

Dra. Elizabeth Aguilar Meneses

Mexicali, Baja California. Junio 2017

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE MEDICINA MEXICALI**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



Título de la investigación:

“Impacto en los niveles de hemoglobina glucosilada, con la aplicación de un programa de ejercicios de resistencia en pacientes prediabéticos”.

Trabajo terminal para obtener el diploma de Especialista en:
MEDICINA FAMILIAR

Presenta:

Dra. Elizabeth Aguilar Meneses

Director de tesis y asesores:

Dra. María Elena Haro Acosta
INVESTIGADOR PRINCIPAL

Mexicali, Baja California. Mayo 2017

CARTA DE DICTAMEN DE LA EVALUACIÓN ESCRITA DEL EXAMEN DE GRADO

Mexicali, B.C. a, ____ de _____ del 20 ____.

Los abajo firmantes, miembros del Jurado Dictaminador del documento escrito denominado:

IMPACTO EN LOS NIVELES DE HEMOGLOBINA GLUCOSILADA, CON LA APLICACIÓN DE UN
PROGRAMA DE EJERCICIOS DE RESISTENCIA EN PACIENTES PREDIABÉTICOS.

Que para obtener el Diploma de Especialidad en Medicina Familiar, presenta:

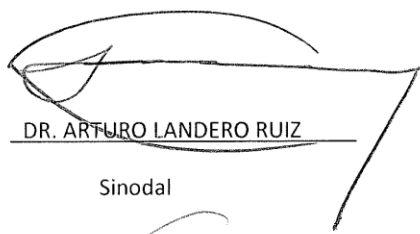
DRA. ELIZABETH AGUILAR MENESES

Realizada la evaluación resolvimos: Aprobado



DRA. MARIA ELENA HARO ACOSTA

Presidente



DR. ARTURO LANDERO RUIZ

Sinodal



DRA. VANESSA JOHANNA CARO

Sinodal



DRA. LOURDES SOTO ZAVALA

Sinodal



DRA. GUADALUPE ORTEGA VELEZ

Secretario

DRA. ELVIRA GUADALUPE ROMAN ZAMORA
DIRECTOR DE UNIDAD DE MEDICINA FAMILIAR No 28.

DRA. VANNESA JHOANNA CARO
JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION

DRA. GUADALUPE ORTEGA VELEZ.
PROFESORA TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACION DE
MEDICINA FAMILIAR

DRA. MARIA ELENA HARO ACOSTA
ASESOR DE LA INVESTIGACION

ELIZABETH AGUILAR MENESES
SUSTENTANTE DEL EXAMEN PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIDAD EN MEDICINA FAMILIAR.

Agradecimientos.

De manera especial a mi madre, ya que ella es el principal cimiento de mi vida personal y profesional, sentó las bases de amor, motivación, responsabilidad, deseos de superación, dedicación y pasión, con su ejemplo mismo, lo que me lleva a admirarla cada día más.

A mi hermana, a mi sobrina, que junto a mi madre, familia y amigos confían en mí, y me motivan e impulsan a seguir adelante todos los días.

A Dios, por permitirme vivir, tener y disfrutar de mi hermosa familia y amigos sinceros que me acompañan a lo largo de mi vida.

ÍNDICE

| | |
|-----------------------------------|----|
| Resumen | 10 |
| Antecedentes | 12 |
| Marco Teórico | 18 |
| Justificación | 27 |
| Planteamiento del problema | 28 |
| Objetivos | 29 |
| Hipótesis | 30 |
| Material y métodos | 31 |
| Resultados | 39 |
| Discusión | 46 |
| Conclusiones | 49 |
| Recomendaciones | 50 |
| Referencias Bibliográficas | 51 |
| Anexos | |
| Consentimiento Informado | 55 |
| Lista de cotejo Grupo 1 y Grupo 2 | 56 |
| Representación gráfica ejercicios | 58 |

RESUMEN

“Impacto en los niveles de hemoglobina glucosilada, con la aplicación de un programa de ejercicios de resistencia en pacientes prediabéticos”.

Elizabeth Aguilar Meneses,¹ Rosa María Vizuet Martínez,² María Martha Lorena Nava Martínez,³

1 Médico Residente de Medicina Familiar UMF No 28, 2 Coordinadora de Enseñanza UMF 28, Médico Epidemiólogo UMF Núm. 40,

Introducción: La Prediabetes es el estado que precede al diagnóstico de diabetes caracterizado por elevación en la concentración de glucosa en sangre, sin alcanzar los valores diagnósticos de diabetes. Es por ello razonable anticipar que la detección y tratamiento de la prediabetes sea una estrategia eficiente para lidiar con la epidemia de DM2.

Objetivo: conocer el impacto en los niveles de hemoglobina glucosilada, con la aplicación de un programa de ejercicios de resistencia en pacientes prediabéticos.

Metodología: estudio cuasi-experimental de 12 semanas, con la selección de dos grupos de pacientes prediabéticos, de 20 a 60 años de edad, de ambos géneros, adscritos a la UMF No. 28, Mexicali, B.C. Se realizó medición de niveles de hemoglobina glucosilada al inicio y al final del estudio a ambos grupos, al primer grupo (experimental), se le aplicó un programa de ejercicios de resistencia y al segundo grupo (control) tratados con metformina sin aplicación de ejercicios. Las sesiones se realizaron 3 veces por semana con una duración aproximada de 60 min cada una. Se realizó un análisis dentro de cada uno de los grupos (G1 metformina, G2 ejercicio de resistencia), evaluando los cambios en las variables: Peso, IMC, glucosa, y HbA1c, los cambios se evaluaron con el estadístico t de Student para el juego de hipótesis (Ho: No hay cambios vs Ha: Existen cambios). Así mismo se compararon las magnitudes de cambio entre los dos grupos utilizando la prueba de F.

Resultados: De 169 pacientes correspondientes al censo general de pacientes con diagnóstico de Prediabetes, tras la determinación del número de repeticiones por grupo se seleccionaron un total de 56 pacientes, divididos en 2 grupos de donde

fueron excluidos pacientes masculinos por predominio del género femenino en ambos grupos, resultando grupo control o grupo metformina (n=20) y grupo experimental o grupo ejercicio (n=25), los resultados promedio fueron los siguientes: edad 45 años \pm 9, talla de 1.58 m \pm 0.07, peso inicial 82.65 kg \pm 18.5, peso final 81.62 kg \pm 19.1, IMC inicial y final de 32.82 \pm 5.9 y 32.3 \pm 6 respectivamente. Los cambios producidos a los tres meses en el análisis de T de Student del grupo control vs grupo experimental, fueron: para las variables peso e IMC, entre valores iniciales y finales resultan diferentes de cero, por lo que se considera estadísticamente significativos respecto al grupo ejercicio, no así para el grupo metformina, para las variables glucosa y HbA1c los cambios de menor magnitud para ambos grupos. Al comparar diferencias de valores medios entre grupos estas no fueron observadas en los tres meses de duración del ensayo.

Conclusiones: Aunque no se observaron cambios estadísticamente significativos al comparar los dos grupos en las variables Glucosa y HbA1, es importante destacar que, en sujetos sometidos a la estrategia implementada a 3 meses, si se observaron cambios significativos para las variables Peso e IMC, no así para sujetos que conformaron el grupo control. Lo que podría sugerir que se requiere de más tiempo de ejercicio para que pueda ser significativo, y quizá no requerir la metformina estos pacientes, o si se agrega este medicamento junto con el ejercicio obtener mejores resultados a corto plazo. Este estudio podría dar lugar a estudios longitudinales de más tiempo y mayor tamaño de la muestra.

Palabras Clave: Diabetes Mellitus, Prediabetes, ejercicio de resistencia, Hemoglobina Glucosilada.

ANTECEDENTES

La Diabetes Mellitus (DM) es un grupo de enfermedades metabólicas caracterizadas por hiperglucemia, consecuencia de defectos en la secreción y/o en la acción de la insulina. Actualmente en el mundo existen más de 347 millones de personas con diabetes. ¹ Latinoamérica presenta una elevada prevalencia de Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2), en la población mayor de 20 años. ²

Durante las últimas décadas el número de personas que padecen diabetes en México se ha incrementado y actualmente es la segunda causa de muerte en el país. Es sabido que México tiene condiciones de alto riesgo, por lo que recientemente se han impulsado políticas intersectoriales relacionadas con la salud alimentaria y con ello combatir uno de los más importantes factores de riesgo, la obesidad. ²

Cris A, y col, analizaron los efectos del entrenamiento físico por sí solo, comparado con la realización de ejercicio combinado con una intervención nutricional y su impacto en el equilibrio de glucosa en individuos prediabéticos, ensayo controlado aleatorizado realizado por la Universidad de Duke, Berlin, donde se implementaron las medidas recomendadas por el programa de prevención de la diabetes, incluyendo a pacientes prediabéticos de 45 – 75 años, sin antecedentes de enfermedades cardiovasculares, Hipertensión Arterial Sistémica (HAS descontrolada o Diabetes, divididos en 4 grupos, a los cuales les realizaron las diferentes intervenciones planteadas, programa de 6 meses donde fue evaluado el control glucémico entre otras variables, en base a los resultados obtenidos se concluyó que una alta cantidad de ejercicio de intensidad moderada por sí sola fue eficaz en la mejora de la tolerancia a la glucosa oral, casi tan eficaz como la terapia que involucra dieta y ejercicio, esto es de relevante importancia para la elección de la intervención clínica para prevenir la progresión a DMT2 en pacientes de alto riesgo. ³

Como es sabido los pacientes que presentan estados prediabéticos o con Alteración de la Tolerancia a la Glucosa (IGT) presentan un riesgo elevado de desarrollar Enfermedad Cardiovascular (ECV). En Nueva York, Steven, realizó un estudio doble ciego para determinar los efectos de la práctica de ejercicio más metformina, en comparación con cada tratamiento por sí solo en pacientes con IGT y factores de riesgo cardiovascular. Donde se implementó durante 12 semanas entrenamiento aeróbico y de resistencia 3 días a la semana durante aproximadamente 60 minutos a los sujetos previamente seleccionados. Concluyó que aunque el ejercicio y / o metformina mejoran algunos factores de riesgo de ECV por si solos, representan menor significancia en comparación a la terapia combinada, presentando mayor significancia la metformina para disminuir algunos factores de riesgo de ECV y la gravedad del síndrome metabólico en adultos de IGT.⁴

Se han estudiado ampliamente los efectos de la Metformina y el ejercicio, se sabe que ambos presentan actividad similar a la proteína quinasa activada por AMP en el musculo esquelético. Y con la finalidad de evaluar los efectos independientes y combinados, sobre la sensibilidad a la insulina en individuos con prediabetes se realizó un estudio realizado en la Universidad de Massachusetts, donde se evaluó si la actividad física o metformina mejora la sensibilidad a la insulina y se opone a la progresión de prediabetes a DM2, en 12 semanas se evaluaron los efectos de la práctica de ejercicio más metformina sobre la sensibilidad a la insulina en los hombres y las mujeres con prediabetes, en comparación con cada tratamiento por sí solo. Los cambios debidos a la intervención se compararon entre los grupos por ANOVA de medidas repetidas, las tres intervenciones presentaron aumento de la sensibilidad a la insulina, pero esta diferencia no fue significativa; la sensibilidad a la insulina fue más alta después de 12 semanas de entrenamiento en los hombres y las mujeres con prediabetes.⁵

Esta claramente establecido la asociación de una vida saludable para prevenir la DM, recomendaciones establecidas por el programa para la prevención de diabetes donde se incluyen la implementación de un plan alimenticio, actividad física y reducción de peso, es conocido que la inactividad física contribuye al desarrollo de

Síndrome Metabólico (SM); sin embargo, poco se sabe acerca de esta relación en la prediabetes. Es por ello que en la University Baptist Medical Center, Winston Salem, se realizó un estudio para examinar las relaciones entre la actividad física (AF) y el SM en la prediabetes, se evaluó a 301 pacientes prediabéticos con Sobrepeso y Obesidad, a través del Cuestionario Internacional de Actividad Física con la finalidad de conocer el grado de actividad física realizada, evaluando caminata minutos/semana (MS) y el número de actividad/semana (AS). Se concluyó que la probabilidad de SM fue menor con una mayor AF ($p = 0.041$), se comprobó la eficacia de la AF para la prediabetes para prevenir Síndrome Metabólico.⁶

La pérdida de peso es el factor determinante en la prevención de la diabetes, aunque en el estudio PREDIMED,⁷ se concluye que la dieta reduce la aparición de DM2 hasta un 40%, sin necesidad de reducción de peso (efecto cualitativo de la dieta). Un meta análisis publicado recientemente incluyó un total de 22 estudios con desenlaces evaluados al menos después de 12 meses de una intervención clasificada como prevención primaria no farmacológica y dio como resultado una reducción de peso con una media de 2.3 Kg de peso en el grupo de intervención respecto al grupo control, aunado a la reducción significativa en la diabetes y otros factores de riesgo cardiovascular, incluyendo la glucosa en sangre, presión arterial y algunas medidas de colesterol.⁸

Estos estudios han demostrado que el ejercicio reduce la hiperglucemia, la resistencia a la insulina, la hipertensión, la dislipidemia y proporciona un efecto protector contra las ECV.³⁻⁸ Aunado a lo anterior es sabido que aproximadamente el 70% de la población de los países desarrollados son sedentarios, con alta prevalencia de Enfermedades Crónico Degenerativas (ECD) de los cuales solo una pequeña fracción acude regularmente a los servicios de salud y solo del 25 – 40 % de los pacientes presentan un control metabólico adecuado.⁹

La inactividad física se ha convertido en uno de los problemas principales de los países desarrollados, cientos de miles de personas mueren anualmente como consecuencia de la inactividad; las evidencias científicas muestran que la actividad y el ejercicio físico conforman una estrategia fundamental en la prevención de

enfermedades, y mejora el estado de salud; estos efectos del ejercicio físico, sobre la salud de la población en general resultan todavía más trascendentes cuando se refiere a poblaciones con características especiales como embarazadas, niños, adolescentes, portadores de ECD.¹⁰

El ejercicio de resistencia es un método muy efectivo para aumentar la capacidad de rendimiento de todos los principales grupos musculares, ya que utiliza la fuerza muscular para mover un peso o para trabajar contra una carga de resistencia. Eriksson y col., reportaron una reducción importante en el control glucémico después de tres meses de ejercicio de resistencia muscular en pacientes con DM2, constatado que un programa de 12 semanas de ejercicio de resistencias mejora la resistencia cardiovascular de las personas, aspecto imprescindible para prevenir gran parte de las enfermedades crónicas degenerativas de nuestra población e incluso detener su rápida progresión a complicaciones.¹¹

Sagarra R, España, en el 2014, estudiaron 2,054 sujetos de 45-75 años, sin DM2 diagnosticada, mediante el proyecto europeo DE-PLAN (Diabetes in Europe-Prevention using Lifestyle, Physical Activity and Nutritional intervention) diseñado en 2 fases, una transversal (un año) de cribado y otra longitudinal (4 años) de seguimiento de cohortes, los resultados indicaron que tras 4.2 años, la incidencia acumulada de DM2 fue del 18.3% en intervención intensiva 28.8%. El incremento del coste generado por la intervención intensiva respecto a la estandarizada fue de 106 euros por participante en la modalidad individual y 10 euros en la grupal, representando 746 y 108 euros por caso evitado de diabetes, respectivamente. Concluyeron que la intervención intensiva sobre el estilo de vida demoró el desarrollo de diabetes y fue eficiente en términos económicos.¹²

En Chile se realizó un estudio que incluyó a diez mujeres sanas, diez con hipercolesterolemia y nueve mujeres con hiperglucemia e hipercolesterolemia. Las cuales se sometieron a un programa de ejercicio físico combinado (intervalo de alta intensidad y entrenamiento de resistencia), durante ocho semanas, con la finalidad de evaluar sus efectos sobre los lípidos séricos y el nivel glucémico. Se observó una disminución del 12 y 14% de la glucosa en ayunas en las pacientes con

hiperglucemia y con hiperglucemia más hipercolesterolemia respectivamente, aunado a la disminución del 27 – 37% de insulina en sangre en todos los grupos, disminuyendo significativamente y de manera similar el colesterol total y los triglicéridos en los sujetos con alteración inicial, concluyeron que a corto plazo los programas de entrenamiento físico puede mejorar la resistencia a la insulina y la hiperglucemia.¹³

A nivel Nacional, en la Ciudad de México se realizó el estudio cuasiexperimental “Modificación de indicadores clínicos en pacientes con prediabetes o Diabetes Mellitus tipo 2 por medio de un programa educativo”, evaluaron los efectos de un programa estructurado de educación en pacientes con DM2 y Prediabetes impartido en primer nivel, en 98 pacientes de ambos sexos sin seguridad social, de 20 años de edad o más con los diagnósticos antes mencionados, donde se evaluó los niveles de HbA1c, peso corporal, IMC, antes y después de 12 sesiones educativas, el programa de educación de este estudio se diseñó conforme a los lineamientos de la Asociación Americana de Diabetes (ADA) y la Federación Mexicana de Diabetes con base en los “siete comportamientos de autocuidado” se concluyó que la educación en prediabetes y DM2 puede promover cambios positivos en el autocuidado y tratamiento médico del paciente. Los sujetos con prediabetes presentaron una disminución de HbA1c promedio de 0.3% no significativa, sin embargo, presentaron una pérdida significativa de 0.87 kg de peso, así como cambios significativos en el IMC de 0.64.¹⁴

Arana Ramos y col, realizaron un estudio cuasi experimental en 20 adultos mayores de ambos géneros, con glucemia capilar de 100 mg/dL a 125 mg/dL, derechohabientes del IMSS, en la UMF No. 17 en Villa Juárez, Sonora, donde se implementó una serie de estrategias educativas a seis meses, las cuales tuvieron como objetivo principal lograr, en este grupo de adultos mayores, afrontar el riesgo de padecer diabetes, y capacitarlos para la identificación de aquellos factores de riesgo personales, familiares y de su entorno, y así realizar acciones preventivas. La estrategia educativa fue construida por expertos en temas de alimentación, control médico y actividad física programada. Concluyeron que mejoraron los

conocimientos sobre diabetes, respecto al IMC los sujetos de estudio permanecieron en rangos de obesidad al finalizar el estudio, pero en la glucemia capilar de ayuno y HbA1c hubo disminución de los valores finales, con respecto a la medición inicial $p= 0.000$ y $p= 0.003$ respectivamente, hubo cambios significativos antes y después en la evaluación global sobre variables metabólicas y favorece cambios en el estilo de vida. ¹⁵

López M y col, en un estudio cuasi-experimental realizado en “Hospital General de Zona y Medicina Familiar No. 1 del IMSS” en el estado de Hidalgo en el año 2013, para determinar el impacto en niveles de hemoglobina glucosilada con la aplicación de un programa de ejercicios con bandas elásticas en pacientes con diagnóstico de DM2, observaron un impacto favorable en el 88.89% de los pacientes, con una disminución de los niveles de hemoglobina glucosilada. ¹⁶

El incremento en la actividad física produce reducción del peso corporal y disminuye la insulinoresistencia al desplazar los receptores de la insulina hacia la superficie celular y disminuye los lípidos en el músculo esquelético. Además, tiene efectos beneficiosos sobre los factores de riesgo cardiometabólico y en la calidad de vida y la salud general. ¹⁷

MARCO TEÓRICO

Diabetes Mellitus

La Diabetes Mellitus es un desorden metabólico de múltiples etiologías, caracterizado por hiperglucemia crónica con disturbios en el metabolismo de carbohidratos, grasas y proteínas, que resulta de defectos en la secreción y/o en la acción de la insulina. ¹

La prevalencia de la DM en Latinoamérica es particularmente elevada por las características genéticas de la población, hábitos de alimentación inadecuados y el sedentarismo mismo que vinculados al síndrome metabólico, han encontrado un ambiente favorable para su expresión con nuestro estilo de vida actual. ²

México tiene condiciones de alto riesgo, por lo que recientemente se han impulsado políticas intersectoriales relacionadas con la salud alimentaria con el fin de combatir uno de los más importantes factores de riesgo, la obesidad. ¹⁸ Por otra parte, la dinámica epidemiológica que afecta la carga actual de la morbilidad y mortalidad está determinada, entre otros, por factores asociados a la desigualdad social y económica y a estilos de vida poco saludables, entre los que destacan: ¹⁹

- Falta de actividad física
- Alimentación inadecuada
- Consumo de tabaco, de alcohol y de drogas ilícitas

Durante las últimas décadas el número de personas que padecen diabetes en México se ha incrementado y actualmente es la segunda causa de muerte en el país. Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012, entre los hombres mayores de 20 años de edad el 42.6% presentan sobrepeso y 26.8% obesidad; mientras que en las mujeres estas cifras corresponden a 35.5 y 37.5%, respectivamente, la DM afecta actualmente al 9.2% de la población del país, presentando un incremento de 2.2 puntos porcentuales respecto de la registrada en el año 2006. ¹⁹

La ADA incluyen 4 categorías de pacientes y un 5º grupo de individuos que tienen glicemias anormales con alto riesgo de desarrollar diabetes y mayor riesgo cardiovascular.²⁰

1. Diabetes Mellitus tipo 1: Debida a la destrucción de la célula beta y, en general, con déficit absoluto de insulina.
2. Diabetes Mellitus tipo 2: Debida a un déficit progresivo de secreción de insulina sobre la base de una insulinoresistencia.
3. Otros tipos específicos de Diabetes: Debidos a otras causas, como defectos genéticos en la función de las células beta o en la acción de la insulina, enfermedades del páncreas exócrino (como la fibrosis quística) o inducidas farmacológica o químicamente (como ocurre en el tratamiento del VIH/SIDA o tras trasplante de órganos).
4. Diabetes Gestacional: DM diagnosticada durante el embarazo; no es una DM claramente manifiesta.
5. Intolerancia a la glucosa (ITG) y Glicemia de Ayunas Alterada (GBA): caracteriza por una respuesta anormal a una sobrecarga de glucosa suministrada por vía oral

Ambas constituyen situaciones de riesgo de desarrollar diabetes y enfermedad cardiovascular, aumentando aún más el riesgo si asocia otros componentes del síndrome metabólico. No son sinónimas y representan distintas anomalías de la regulación de la glucosa.²⁰

PREDIABETES

La prediabetes se asocia a un mayor riesgo de desarrollar DM2 pero la progresión es evitable. El riesgo promedio de desarrollar DM2 aumenta un 0.7% por año en las personas con niveles normales de glucosa y entre el 5%-10% por año, en las que tienen GBA o ITG. Aquellos con GBA e ITG simultáneamente presentan el doble de probabilidades de desarrollar DM2, que quienes tienen sólo una de las dos situaciones.²¹ Sin embargo, es posible retroceder de un estado prediabético a la normalidad, se ha demostrado que durante un período de 3 a 5 años, alrededor del

25% de los individuos progresan a DM2, el 25% retornan a un estado normal de tolerancia a la glucosa y el 50% permanece en el estado prediabético.²²

Definición:

El término de “prediabetes” incluye la presencia de una GBA, y de ITG o de ambas condiciones a la vez (GBA+ITG).

- ✓ Glucemia alterada en ayunas (GAA). Glucemia en ayunas ≥ 5.6 mmol/L (100 mg/dL) y < 7.0 mmol/L (126 mg/dL).
- ✓ Tolerancia a la glucosa alterada (TGA). Glucemia en ayunas (plasma venoso) inferior a 7.0 mmol/L (126 mg/dL) y glucemia a las 2 h de la sobrecarga oral de glucosa (SOG) ≥ 7.8 mmol/L (140 mg/dL) y ≤ 11 mmol/dL (199 mg/dL).

Recientemente, la ADA y la Asociación Europea para el Estudio de la Diabetes, recomiendan la HbA1c como nueva herramienta diagnóstica para esta entidad ²³.

- ✓ Valores de HbA1c ≥ 5.6 % a 6.4 %

Epidemiología:

Con el crecimiento de la población, la modificación en los estilos de vida y otros factores de riesgo, ha incrementado la presencia de enfermedades como la DM2 y eventos cardiovasculares en forma paralela gracias a diversos estudios epidemiológicos y el conocimiento de que es posible identificar a la DM2 en etapa asintomática, ha permitido el desarrollo de estrategias de detección temprana con procedimientos diagnósticos económicos, sencillos y sensibles, con la finalidad de tomar medidas de prevención oportuna.²

El nuevo criterio sugerido por el comité de expertos de la ADA, incrementa la prevalencia de prediabetes de 2 a 4 veces. En Estados Unidos, en el National Health and Nutrition Examination Survey, (NANHES) menciona que: ²⁴

- 22.6% de adultos de 45 a 74 años con sobrepeso, tienen prediabetes.
- 51.2% de estos tenían solo TGA.
- 23.5% GAA.
- 25.2% GAA y TGA combinada.

Estas cifras son similares a las reportadas en otros países como Suecia (22%), Australia (23.7%) Singapur (23%) y Corea lo que señala una prevalencia mundial de prediabetes que varía entre el 15 a 25%.²

Factores de Riesgo:

Los mismos factores de riesgos asociados a la diabetes están asociados a la prediabetes, la obesidad, dislipidemia (triglicéridos elevados y/o HDL reducido) y la hipertensión arterial, es por eso que debemos realizar intervenciones médicas preventivas en los siguientes rubros:

- ✓ **Peso:** En cada consulta de atención médica en primer nivel es importante calcular el IMC.
- ✓ **Perímetro de la cintura,** pues la obesidad central es predictor de riesgo cardiovascular elevado y de riesgo de diabetes. Se considera valor de riesgo elevado circunferencia abdominal en hombres ≥ 90 cm, en mujeres ≥ 80 cm.
- ✓ **Presión arterial:** Las recomendaciones no difieren de los pacientes diagnosticados con diabetes, con un objetivo de presión arterial $<140/90$ mmHg.
- ✓ **Dislipidemia:** Se recomienda un perfil lipídico anual, la ADA propone un niveles de LDL <100 mg/dl y opcionalmente <70 mg/dl en pacientes con enfermedad cardiovascular.
- ✓ **Tabaquismo:** Debe registrarse en la historia clínica de todos los pacientes y ofrecer al paciente un programa activo para dejar de fumar.
- ✓ **Riesgo Cardiovascular:** Se recomienda realizar el cálculo de Riesgo de Enfermedad Cardiovascular a los 10 años (Escala de Framingham).
- ✓ **Hábitos Nutricionales:** debe de incluir la promoción de buenos hábitos nutricionales la cual incluye la ingesta calórica diaria y la frecuencia de consumo de los distintos grupos alimentarios.
- ✓ **Actividad física:** Debe de evaluarse el nivel de actividad física en todos los individuos con prediabetes, y es responsabilidad del médico promover la realización de actividad física adecuada para cada uno de los pacientes.^{25,26}

Tratamiento:

El objetivo general es intentar revertir la condición de prediabetes y evitar que evolucione a diabetes. Los objetivos específicos son:

- ✓ Conseguir una reducción de un 5-10% de peso
- ✓ Que el sujeto realice una actividad física de moderada intensidad (30 min/día), al menos 5 días a la semana
- ✓ Tener una glucemia basal < 110 mg/dl. ²⁵

Medidas no farmacológicas.

La pérdida de peso y el ejercicio mejoran la sensibilidad a la insulina y la tolerancia a la glucosa en sujetos diabéticos y no diabéticos. Es sabido que la conversión de Prediabetes a DM2 puede retrasarse o evitarse mediante un régimen de tratamiento basado en la dieta y el ejercicio.⁹

- Intervenciones para modificar los estilos de vida.

Los bajos índices de cumplimiento terapéutico impulsan a plantear abordajes distintos, en los que se intenta transferir gradualmente la responsabilidad del cuidado de la diabetes a la persona afectada. Este proceso consiste en darle la información y las habilidades necesarias al sujeto afecto para que se convierta en su propio gestor, involucrándole plenamente en el proceso terapéutico.⁹ La educación terapéutica continúa y sistemática tiene por objetivo formar a los pacientes mediante programas educativos adecuados en la autogestión, en la adaptación del tratamiento a su propia enfermedad y a permitirle realizar su vida cotidiana. Así mismo, contribuye a reducir los costos de la atención sanitaria de larga duración para los pacientes y la sociedad. ⁹

- Reducción de peso en personas con sobrepeso u obesidad.

Para perder peso son necesarias dietas con restricción calórica, ya sean bajas en hidratos de carbono, bajas en grasas con restricción de hidratos de carbono o la

dieta mediterránea, esta última es más equilibrada, aporta ácidos grasos omega-3 y fibra y tiene numerosos beneficios metabólicos.²⁷ La recomendación general es realizar una alimentación equilibrada y cardiosaludable que aporte todos los nutrientes y la energía necesaria para evitar carencias. La dieta mediterránea es un buen modelo a seguir.²⁵

La principal característica de la alimentación en el paciente con prediabetes es el control de la cantidad de hidratos de carbono de absorción rápida (azúcar, dulces, zumos, etc.) y la limitación de las grasas saturadas (carnes rojas, embutidos, bollería, entre otros). Se debe estimular el consumo de frutas, vegetales, legumbres, cereales integrales y lácteos desnatados. El aceite de oliva, preferiblemente virgen extra, debería ser la principal fuente de grasa por su calidad nutricional, pero también son recomendables los frutos secos o las aceitunas.²⁷

- Ejercicio físico.

Se debe hacer una prescripción individualizada de ejercicio estableciendo las características generales del ejercicio aeróbico:

- A. Nivel de intensidad: debe estar entre el 60-75% de lo que se denomina el nivel de reserva cardíaca. Para calcular este nivel el Colegio Americano de Medicina del Deporte (American College of Sports Medicine) recomienda utilizar la fórmula de Karvonen. Esta fórmula tiene en cuenta el ritmo cardíaco en reposo, lo que permite ajustar la intensidad conforme mejora la forma física de la persona.
- B. Frecuencia y progresión: el ejercicio debe realizarse de forma continua.
- C. Duración: se recomienda un mínimo de 30 minutos al día de ejercicio aeróbico moderado, realizado al menos 5 días a la semana o bien, 90 minutos a la semana de ejercicio de alta intensidad. También puede realizarse una combinación de ejercicio aeróbico y ejercicio de resistencia.²⁵

Tratamiento farmacológico:

En la siguiente tabla se detallan los resultados de estudios en los que se evalúa la utilización de medicamentos en el tratamiento de la prediabetes. Actualmente en Europa, ningún fármaco incluye en su ficha técnica la indicación de prevención de

la diabetes, a pesar de que en las recomendaciones de la ADA se justifica el uso de metformina en pacientes con prediabetes de riesgo muy elevado: ¹⁷

- ✓ Obesidad grave (IMC \geq 35 kg/m²)
- ✓ Historia de diabetes gestacional.
- ✓ Edad menor de 60 años.

Para otros fármacos, la ADA considera que hasta la fecha no hay argumentos suficientes para recomendar su uso en pacientes con prediabetes, debido a sus costes, sus efectos secundarios o su efecto no persistente. ²⁶

Prediabetes y Ejercicio:

Como se ha mencionado con anterioridad, dentro del marco del tratamiento de las enfermedades crónico degenerativas como lo es la HAS y la DM2, así como en estados prediabéticos, el objetivo prioritario es obtener un control metabólico óptimo, en lo que respecta valores de glucosa central, lípidos, presión arterial, esto basado en estudios Steno, Kumamoto, donde se demuestra que el buen control puede reducir las complicaciones micro y macrovasculares así como en cierta manera la evolución a DM.¹⁷

Fisiología del ejercicio:

Es sabido que cada músculo del cuerpo está compuesto por dos tipos de fibras: lentas y rápidas, cada una de ellas con características propias:²⁸

| Fibras rápidas (blancas): | Fibras lentas (rojas): |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Fibras mucho más grandes, para una contracción muy potente. ✓ Retículo sarcoplásmico extenso, para una liberación rápida de calcio. ✓ Grandes cantidades de enzimas glucolíticas, para la liberación rápida de energía. ✓ Riego sanguíneo menos amplio, porque el metabolismo oxidativo es menos importante. ✓ Menos mitocondrias, también porque el metabolismo oxidativo tiene poca importancia. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Fibras musculares más pequeñas. ✓ Están inervadas por fibras nerviosas más pequeñas. ✓ Sistema vascular más amplio, para que las fibras cuenten con cantidad extra de oxígeno. ✓ Gran cantidad de mitocondrias, debido a niveles elevados del metabolismo oxidativo. ✓ Contienen grandes cantidades de mioglobina, almacena oxígeno para las mitocondrias. |

Adaptaciones metabólicas:

Sistemas metabólicos musculares son:

- A. Reserva de ATP acumulados intracelularmente
- B. Conversión de las reservas de alta energía de la forma de fosfocreatina a ATP
- C. Generación de ATP mediante glucólisis anaeróbica
- D. Metabolismo oxidativo del acetil-CoA

Con el comienzo del ejercicio de intensidad moderada a grande, la transferencia de fosfato y la glucólisis anaeróbica representan las fuentes iniciales de combustible para reponer el ATP consumido. Los niveles de glucógeno y fosfocreatina descienden rápidamente y aumenta la concentración de lactato en la célula.²⁸

| Ejercicio (min) | | 0 | 40 | 90 | 180 | 240 |
|-----------------|---------|----|----|----|-----|-----|
| | Glucosa | 4 | 27 | 41 | 36 | 30 |
| Porcentaje (%) | AGL | 96 | 38 | 37 | 49 | 61 |
| | Otros | 0 | 35 | 22 | 15 | 9 |

Durante la fase inicial del ejercicio el glucógeno muscular constituye la principal fuente de energía consumida. El índice de glucogenólisis muscular es más elevado durante los primeros 5 a 10 minutos. Si el ejercicio continúa los sustratos llevados por la sangre se convierten en fuentes cada vez más importante de energía.²⁸

Regulación de la glucemia en el ejercicio

En el ejercicio de corta duración de liviana a moderada intensidad, la concentración de glucosa en sangre prácticamente no se modifica en relación a la glucemia en reposo. Si es intenso puede observarse una elevación leve de la glucemia (20 a 30 mg/dl). En el ejercicio prolongado (más de 90 minutos) la glucemia desciende entre 10 a 40 mg/dl.²⁸

La respuesta hormonal al ejercicio se caracteriza por descenso de insulina y aumento de glucagón. Además, aumentan la somatotrofina, adrenalina, noradrenalina y cortisol. La importancia fisiológica de alteración del medio hormonal

en el ejercicio se relaciona más con el estímulo de producción hepática de glucosa que con el aumento de utilización de esta. ²⁸

Recuperación posterior al ejercicio

Metabolismo de la glucosa: El efecto inmediato del metabolismo de la glucosa en fase de recuperación es iniciar la reposición de las reservas de glucógeno en el músculo y en el hígado. En período de recuperación temprana hay una rápida elevación de insulina que disminuye la liberación de glucosa hepática hasta niveles basales. El músculo mantiene la captación de glucosa 3 a 4 veces superior a los niveles basales, a las 12 - 14 hrs posteriores al ejercicio las reservas de glucógeno muscular aumentan el 50% o más, aún en ausencia de ingesta alimentaria. Esto se explica por la acelerada gluconeogénesis hepática y su liberación posterior al torrente sanguíneo. ²⁸

Catabolismo y anabolismo proteico: Durante el ejercicio existe catabolismo proteico para obtener sustratos para la gluconeogénesis. Finalizado el estado de contracción muscular se produce un aumento de la respuesta anabólica, y si se repiten las sesiones de ejercicio el efecto a largo plazo se manifiesta con una hipertrofia muscular. Similar fenómeno ocurre con las reservas de glucógeno. ²⁸

JUSTIFICACIÓN:

La DM constituye un reto para el Sistema Nacional de Salud, ya que es de las principales causas de demanda de atención médica en la consulta externa de primer nivel de atención, una de las principales causas de hospitalización y una de las enfermedades que ocasiona alto índice de mortalidad.

Dentro de las principales estrategias para la prevención y control de la DM establecidas por la ADA, la Asociación Latinoamericana de Diabetes, así como por el Consenso sobre la detección y manejo de la Prediabetes y las Guías de Práctica Clínica marcan con piedra angular para el tratamiento y prevención de esta enfermedad la aplicación de estrategias que promuevan la actividad física, mejora de hábitos alimenticios y monitoreo continuo de la calidad de tratamiento.

Existen múltiples estudios de investigación que hablan acerca de los efectos del ejercicio aeróbico en la prevención y control de las ECD, sin embargo, existe poca literatura acerca del impacto del ejercicio de resistencia en la prevención y control de dichas enfermedades. La aplicación de programas de ejercicio individualizado constituye, junto a las orientaciones dietéticas y nutricionales, la base principal de los cambios en el estilo de vida de las personas con prediabetes.

La diabetes es un claro ejemplo de la transición epidemiológica por la cual atraviesa el país, lo cual ha llevado al incremento de los costos generados por muerte prematura, años vividos con discapacidad y años de vida saludable perdidos, los cuales con el paso del tiempo irán incrementando, de ahí que en los próximos años se deberá tomar en cuenta la imperiosa necesidad de actuar de manera preventiva en estados prediabéticos con el fin de disminuir o retardar el progreso de estos a DM2.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Estimaciones de la OMS indican que el número de personas con diabetes en el mundo se ha incrementado significativamente, se estima que para el 2030 habrá 366 millones; se considera un problema de salud pública cuyo impacto en términos económicos, sociales y en la calidad de vida, la convierte en una prioridad nacional.²⁹

Dado que la diabetes tiene un periodo de latencia largo con una fase preclínica llamada prediabetes que puede pasar desapercibida, la posibilidad de que los pacientes sean detectados en forma tardía es alta. La implementación de acciones de prevención primaria en estados prediabéticos ha demostrado ser eficaz en la prevención de evolución a DM e incluso prevención de muerte o incapacidad prematura por diabetes.³⁰

La mejora en la atención de los servicios de salud es factible a mediano plazo, con el entrenamiento adecuado del personal de salud, la formación de grupos multidisciplinarios y la creación de redes de certificación de los centros de atención. Dado el incremento en la esperanza de vida de la población en general y de los pacientes con diabetes, la posibilidad de que presenten comorbilidades y complicaciones crónicas aumenta, lo cual va aunado al detrimento de su calidad de vida.

Las ventajas del ejercicio en pacientes que se encuentran en estados prediabéticos son de gran relevancia, por lo cual es imprescindible insistir en la instauración de programas encaminados a promover la actividad física para disminuir la incidencia de la evolución de estados prediabéticos a DM. A nivel mundial y nacional se han avalado programas de ejercicio físico y sus efectos sobre las enfermedades crónico-degenerativas, sin embargo, en México existe poca información sobre estos programas, es por ello que surge la siguiente pregunta:

¿Cuál es el impacto en los niveles de hemoglobina glucosilada, con la aplicación de un programa de ejercicios de resistencia en pacientes prediabéticos?

OBJETIVOS:

Objetivo General:

- Conocer el impacto en los niveles de hemoglobina glucosilada, con la aplicación de un programa de ejercicios de resistencia en pacientes prediabéticos.

Objetivos Específicos:

1. Conocer el efecto el ejercicio de resistencia sobre los niveles de hemoglobina glucosilada.
2. Conocer los cambios en el índice de masa corporal a través de la implementación de un programa de ejercicios de resistencia durante 12 semanas.
3. Comparar el impacto sobre la HbA1c, glucosa, peso e IMC en pacientes sometidos al programa de ejercicios de resistencia, con los pacientes en tratamiento a base de Metformina sin la aplicación del programa de ejercicios, pre y post intervención en ambos grupos.

HIPÓTESIS:

Hipótesis de Investigación:

La aplicación de un programa de ejercicios de resistencia mejora los niveles de hemoglobina glucosilada, glicemia e índice de masa corporal en los pacientes prediabéticos comparado con el grupo control.

Hipótesis estadística:

Hipótesis Nula: La aplicación de un programa de ejercicios de resistencia NO mejora los niveles de hemoglobina glucosilada glicemia e índice de masa corporal en paciente prediabéticos comparado con el grupo control.

Hipótesis Alterna: La aplicación de un programa de ejercicios de resistencia SI mejora los niveles de hemoglobina glucosilada glicemia e índice de masa corporal en paciente prediabéticos comparado con el grupo control.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio: cuasi-experimental

Diseño metodológico: longitudinal, comparativo, prospectivo

Universo, lugar y fecha de realización: dos grupos de 28 pacientes prediabéticos cada uno, mismos que fueron diagnosticados durante el periodo de enero 2015 a junio del 2015 adscritos a la UMF No. 28 Mexicali B.C.

Periodo de estudio: Octubre 2015 – Diciembre 2015

Determinación del número de repeticiones por grupo:

$$r = \frac{2 (Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \sigma^2}{d^2}$$

Donde:

- r = Número de repeticiones
- $Z_{\alpha} = 1.96$ (asumiendo una confianza del 95%)
- $Z_{\beta} = 1.28$ (Error tipo II, Tablas de Z)
- $\sigma = 0.44$ (DE de la variable de estudio HbA1c)
- $d = 0.40$ Capacidad de cambio, detección entre grupos

Por lo tanto:

- $r = \frac{2 (1.96 + 1.28)^2 (0.44)^2}{(0.40)^2}$
- $r = \frac{2 (3.24)^2 (0.1984)}{0.16} = \frac{2(10.4976) * (0.1948)}{0.16} = \frac{4.089}{0.16}$
- $r = 25 + 10\% \text{ de error } (3) = 28$

Total:

- Grupo 1 = 28 pacientes
- Grupo 2 = 28 pacientes

Criterios de selección:

Criterios de inclusión:

- Adultos de 20 a 60 años de ambos géneros con diagnóstico de prediabetes
- Adscritos a la UMF No. 28 Mexicali B.C.
- Que firmaron el consentimiento informado

Criterios de exclusión:

- Pacientes con diagnóstico establecido de DM tipo 1 y tipo 2.
- Pacientes prediabéticos que hayan participado en un programa de ejercicios de resistencia en los últimos 4 meses previos al estudio.
- Pacientes con algún tipo de discapacidad física que impida la realización del programa de ejercicios.

Criterios de eliminación:

- Pacientes que requirieron hospitalización durante el tiempo del estudio.
- Pacientes que perdieron su vigencia al IMSS.
- Pacientes que no completaron como mínimo 8 semanas de seguimiento del programa.

1. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variables dependientes:

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Tipo de variable | Escala de medición | Indicador | Dimensión | |
|---------------------------------------|--|--|-----------------------|--------------------|--|--|--|
| Hemoglobina Glucosilada | Es el porcentaje de hemoglobina unida a la glucosa, el porcentaje de glucosilación es más alto si hay más glucosa en la sangre | Valor numérico expresado en porcentaje (%) derivado del procesamiento de una muestra sanguínea que determina la cantidad de hemoglobina unida a la glucosa | Cuantitativa continua | De Razón | % 5 – 6 6 – 7 7 – 8 8 – 9 | mg/dL 80 – 120 120 – 150 150 – 180 180 – 210 | Normal: < 5.7 % Prediabetes: 5.7 a 6.4% Diabetes: > 6.5% |
| Impacto en la Hemoglobina Glucosilada | Mantenimiento de cifras séricas de la hemoglobina Glucosilada cercanas a la normalidad. | Resultado de la comparación de valores iniciales y finales de la hemoglobina Glucosilada tras aplicación de serie de ejercicios de resistencia. | Cuantitativa ordinal | Ordinal Politómica | Normal: < 5.7 % Prediabetes: 5.7-6.4% Diabetes: > 6.5% | Buen impacto:< 5.7 % Regular impacto 5.7-6.4% Mal impacto > 6.5% | |
| Prediabetes | Estado que precede al diagnóstico de diabetes tipo 2, caracteriza por elevación en la concentración de glucosa en sangre más allá de los niveles normales sin alcanzar los valores diagnósticos de diabetes. | | Cuantitativa discreta | De Razón | GAA 100-125 mg/dl TTOG 140-199 mg/dl HbA1C >6% Menor a los criterios anteriores Mayor a los criterios anteriores | Prediabetes Normal Diabetes Mellitus | |

Variable independiente

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Tipo de variable | Escala de medición | Indicador | Dimensión |
|---------------------------|---|--|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|
| Ejercicios de Resistencia | Es el ejercicio que utiliza la fuerza muscular para mover un peso y trabajar contra una carga de resistencia. | Es el resultado de utilizar la fuerza muscular para trabajar contra una carga de resistencia o mover un peso | Cualitativa nominal | Nominal Dicotómica | Nominal dicotómica | 1.- Realizo 2.- No realizo |

VARIABLES SOCIO DEMOGRÁFICAS

| Variable | Definición Conceptual | Definición Operacional | Tipo de variable | Escala de medición | Indicador |
|-------------------------|--|--|-----------------------|--------------------|--|
| Edad | tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo hasta la época actual | Años de vida referidos por el paciente en base a su fecha de nacimiento hasta la actualidad, la cual se registró en la hoja de recolección de datos. | Cuantitativa ordinal | De intervalo | Número de años |
| Género | Características biológicas que definen a un ser humano como hombre o mujer. | Identificación del fenotipo de una persona que lo ubique como masculino o femenino. Se registró en la hoja de recolección de dato. | Cualitativa nominal | Nominal dicotómica | 1.- Hombre 2.- Mujer |
| Peso | Medida de la masa corporal expresada en kilogramos. | Resultado de colocar a una persona en una báscula calibrada y expresar la cantidad de masa corporal en kilogramos. Se registró en la hoja de recolección de dato. | Cuantitativa continua | De razón | Kilogramos |
| Talla | Altura que tiene un individuo en posición vertical desde los talones hasta el punto más alto de la cabeza | Resultado de medir a una persona desde los talones hasta el punto más alto de la cabeza. Se registró en la hoja de recolección de dato. | Cualitativa nominal | De razón | Centímetros |
| Índice de Masa Corporal | Relación que existe entre el peso y la talla, la cual se realiza dividiendo el peso entre la talla al cuadrado | Resultado de la división del peso entre la talla al cuadrado. Se registró en la hoja de recolección de dato. | Cuantitativa continua | De razón | < 18 = bajo peso 18 – 24.9 = Peso normal 25 – 29.9 = Sobrepeso 30 – 34.9 = Obesidad I 35 – 39.9 = Obesidad II > 40 = Obesidad mórbida |

Procedimiento:

Previa aceptación por el Comité Local de Investigación CLIEIS No 201 del IMSS y de la directora de la unidad, se procedió a recolectar la información para este proyecto de investigación detectando pacientes diagnosticados con prediabetes de enero a junio del 2015 adscritos a la UMF No 28, quienes cumplieron con los criterios inclusión, fueron invitando a participar en el mismo, se les explicó que la intervención sería de sesiones de ejercicio físico durante 3 meses, 3 veces a la semana de 60 minutos por sesión.

Una vez seleccionados los pacientes, se formaron dos grupos de pacientes, “grupo control” aquellos pacientes diagnosticados con prediabetes a los cuales su médico tratante inicio manejo terapéutico con metformina y “grupo experimental” pacientes diagnosticados como prediabéticos sin tratamiento farmacológico, los cuales fueron sometidos al programa de ejercicios de resistencia.

“Grupo Experimental” (Grupo Ejercicio)

Previa convicción a participar, se les dio a conocer a los pacientes las generalidades del “programa de acondicionamiento y ejercicios de resistencia” planeado como parte de la intervención, posteriormente se les solicito firmar el consentimiento informado (Anexo 1) y posteriormente se procedió a registrar de manera inicial las listas de cotejo, donde se les pregunto nombre, edad, género y se procedió a realizar mediciones antropométricas iniciales y al finalizar el estudio (Anexo 2).

Exploración antropométrica

- ✓ El peso y la talla se cuantificaron mediante una báscula y estadímetro marca SECA®, descalzos y con ropa ligera. ³²
- ✓ Índice de masa corporal se calculó como el peso en kilogramos dividido entre el cuadrado de la talla en metros. ³²

Se realizaron pruebas bioquímicas pre y post intervención, que incluyeron una medición de niveles de Glucosa plasmática, hemoglobina Glucosilada.

Pruebas bioquímicas:

- ✓ Todas las muestras serán obtenidas por punción venosa después de un ayuno de 10 horas. Las cuantificaciones séricas de glucosa se cuantificaron con el método enzimático, la determinación de HbA1c se realizó mediante métodos inmunológicos. ³³

Una vez obtenidos los datos iniciales, se procedió a programar lugar, fechas y horarios para la implementación del programa de acondicionamiento. Una vez determinados estos datos se procedió a implementar el programa de ejercicios de resistencia, mismo que se llevó a cabo del 01 de septiembre 2015 al 31 de noviembre 2015. La intervención es detallada a continuación.

PROGRAMA ACONDICIONAMIENTO; EJERCICIOS DE RESISTENCIA EN PACIENTES PREDIABETICOS

Asesor: Claudia Meneses Hernández, Lic Edu.Fis Escuela de Educación Física "Revolución Mexicana".

Colaboración: Moisés Peña Villalba

Introducción:

Definimos resistencia como la capacidad psicofísica de la persona para resistir a la fatiga. Existen dos tipos de resistencia, la resistencia aeróbica y la resistencia anaeróbica. La resistencia aeróbica es aquella que tiene por objeto aguantar y resistir la exigencia física para ganar oxígeno, mientras que la resistencia anaeróbica está condicionada por un aporte insuficiente de oxígeno a los músculos. Ésta última se da en los ejercicios donde la frecuencia de movimientos es muy elevada, o en ejercicios que implican fuerza muscular.³¹

En la mayoría de los ejercicios a realizar (Anexo 4) se incluyó una mezcla de ambas vías, cuya proporción varía dependiendo del tipo, de la duración y de la intensidad de la carga del entrenamiento y del nivel individual de la persona.

Objetivo:

Mediante el programa donde se implementaron los ejercicios de resistencia, los sujetos fortalecen sus habilidades y capacidades físicas (fuerza y resistencia) y motoras (velocidad y flexibilidad) así como se sensibiliza sobre el impacto y la importancia de la actividad física en su salud.

| Semana | Características: | | | |
|--------|--|---|------------------------------------|--|
| 1 | Pre-acondicionamiento: Trabajo teórico enfocado a la concienciación de metas. Evaluación Inicial de capacidades físicas. Acondicionamiento físico | | | |
| Semana | Fase Inicial: Duración: 10 min | Fase Medular: Duración: 40 min Descanso de 30 seg entre cada serie. | Fase Terminal: Duración: 10 min | Locación / Material |
| 2 | Estimulación Fisiológica Cefalocaudal: Calentamiento | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Trote/caminata 15 minutos ✓ Abdominales 10x20 ✓ Salto de cuerda 20x4 ✓ Circulo con balón 15x4 ✓ Descansar activo (caminata) | Recuperación, relajación. | Sesión al aire libre. Balón Cuerda |

| Semana | Fase Inicial: Duración: 10 min | Fase Medular: Duración: 40 min Descanso de 30 seg entre cada serie. | Fase Terminal: Duración: 10 min | Locación / Material |
|--------|---|--|------------------------------------|--|
| 3 | Estimulación Fisiológica Cefalocaudal: Calentamiento. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Trote 20 minutos ✓ Sentadillas 5x20 ✓ Desplantes 4x10. ✓ Crunch 5x15 ✓ Crunch oblicuos 3x10 ✓ Push Press 2x8 | Recuperación, relajación. | Sesión al aire libre. Superseries Mancuernillas 1 kg |
| 4 | Estimulación Fisiológica Cefalocaudal: Calentamiento. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Trote/Caminata 20 minutos ✓ Abdominales 4x25 ✓ Push Press 2x10 ✓ Salto de cuerda 1 minuto ✓ Circulo con balón 15x4 ✓ Burpees 5x3 | Recuperación, relajación. | Sesión al aire libre. Cuerda Balón |
| 5 | Estimulación Fisiológica Cefalocaudal: Calentamiento. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Sentadillas 4x15 ✓ Desplantes 4x15 ✓ Swan Modificado 1x10x3 ✓ Flexiones 3x10 ✓ Burpees 5x3 ✓ Estiramiento con banda elástica 1x15x3 | Recuperación, relajación. | Sesión al aire libre. Circuito Banda elástica |
| 6 | Estimulación Fisiológica Cefalocaudal: Calentamiento. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Trote/caminata 20 minuto ✓ Abdominales de crossfit 5x10 ✓ Sentadillas con salto 5x5 ✓ Fit Ball 4x15 ✓ Swan modificado 4x10 ✓ Salto de cuerda 1 minuto | Recuperación, relajación. | Sesión al aire libre. Balón Cuerda |
| 7 | Estimulación Fisiológica Cefalocaudal: Calentamiento. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Elevaciones frontales con mancuerna 4x8 ✓ Elevaciones laterales con mancuerna 4x8 ✓ Push Press 3x8 ✓ Flexiones diamante 3x8 ✓ Flexiones cerradas S3 2x8 ✓ Desplantes 4 x 15 | Recuperación, relajación. | Sesión al aire libre. Superseries Mancuernas 1 kg |
| 8 | Estimulación Fisiológica Cefalocaudal: Calentamiento | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Trote/caminata 20 minutos. ✓ Sentadillas 5x20 ✓ Desplantes 4x20 ✓ Estiramiento con banda elástica 20x5 ✓ Crunch 3x20 ✓ Crunch oblicuos 3x20 | Recuperación, relajación. | Sesión al aire libre. Banda elástica |
| 9 | Estimulación Fisiológica Cefalocaudal: Calentamiento | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Elevaciones frontales con mancuerna S14x10 ✓ Elevaciones laterales con mancuerna S1 4x10 ✓ Push Press S2 3x10 ✓ Flexiones diamante S3 3x8 ✓ Flexiones cerradas S3 2x8 | Recuperación, relajación. | Sesión al aire libre. Superseries Mancuernas 1 kg |

| | | | | |
|----|---|--|---------------------------|--|
| 10 | Estimulación Fisiológica Cefalocaudal: Calentamiento. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Carrera/Trote intervalos 15 minutos ✓ Sentadillas 4x30 ✓ Desplantes 4x20. ✓ Burpees 4x5 ✓ Crunch 3x15 ✓ Crunch oblicuos 3x15 | Recuperación, relajación. | Sesión al aire libre. Superseries Mancuernillas 1 kg |
| 11 | Estimulación Fisiológica Cefalocaudal: Calentamiento. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Tabata 7 minutos. ✓ Abdominales 4x25 ✓ Push Press 4x12 ✓ Salto de cuerda 100 rep 1.5 minutos ✓ Fit Ball 3x15 ✓ Burpees 4x5 | Recuperación, relajación. | Sesión al aire libre. Cuerda Balón |
| 12 | Estimulación Fisiológica Cefalocaudal: Calentamiento | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Trote 15 minutos ✓ Abdominales 3x30 ✓ Salto de cuerda 2 minutos en intervalos. ✓ Swan modificado 4x20 ✓ Elevaciones frontales con mancuerna 4x8 ✓ Elevaciones laterales con mancuerna 4x8 | Recuperación, Relajación. | Sesión al aire libre. Cuerda Mancuernillas 1 kg |

Al inicio de la sesión:

Estimulación Fisiológica Cefalocaudal: Calentamiento, movimientos de cabeza flexión y extensión, movimientos de extremidades inferiores flexión y extensión, movimientos de cadera flexión y extensión, movimientos de extremidades inferiores flexión y extensión.

Al término de la sesión:

Recuperación, relajación: Flexión y extensión de extremidades superiores e inferiores, repeticiones de inspiración y espiración profundas

“Grupo Control” (Grupo Metformina)

Previa aceptación, se les dio a conocer a los pacientes el proyecto, posteriormente se les solicito firmar el consentimiento informado (Anexo 1) y se procedió a registrar en las listas de cotejo nombre, edad, género y se procedió a realizar mediciones antropométricas iniciales y al finalizar el estudio (Anexo 3).

Exploración antropométrica

- ✓ El peso y la talla se cuantificarán mediante una báscula y estadímetro marca SECA®, descalzos y con ropa ligera. ³²
- ✓ Índice de masa corporal se calculará como el peso en kilogramos dividido entre el cuadrado de la talla en metros. ³²

Se realizaron pruebas bioquímicas al inicio y al término del estudio, que incluyeron una medición de niveles de hemoglobina Glucosilada al inicio y glucosa plasmática.

Pruebas bioquímicas:

- ✓ Todas las muestras serán obtenidas por punción venosa después de un ayuno de 10 horas. Las cuantificaciones séricas de glucosa se cuantificaron con el método enzimático, la determinación de HbA1c se realizó mediante métodos inmunológicos.

³³

Finalmente, todos los datos obtenidos fueron vaciados en una hoja de excel y estos se analizaron con el programa estadístico SPSS versión 21.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

1. Se realizó un análisis dentro de cada grupo (G1 “metformina”, G2 “ejercicio de resistencia”), evaluando los cambios en las variables:
 - Peso, IMC, glucosa, y HbA1c.
2. Los cambios se evaluaron con el estadístico t de Student para el juego de hipótesis (Ho: No hay cambios vs Ha: Existen cambios).
3. Además, se compararon las magnitudes de cambio entre los dos grupos utilizando la prueba de F.

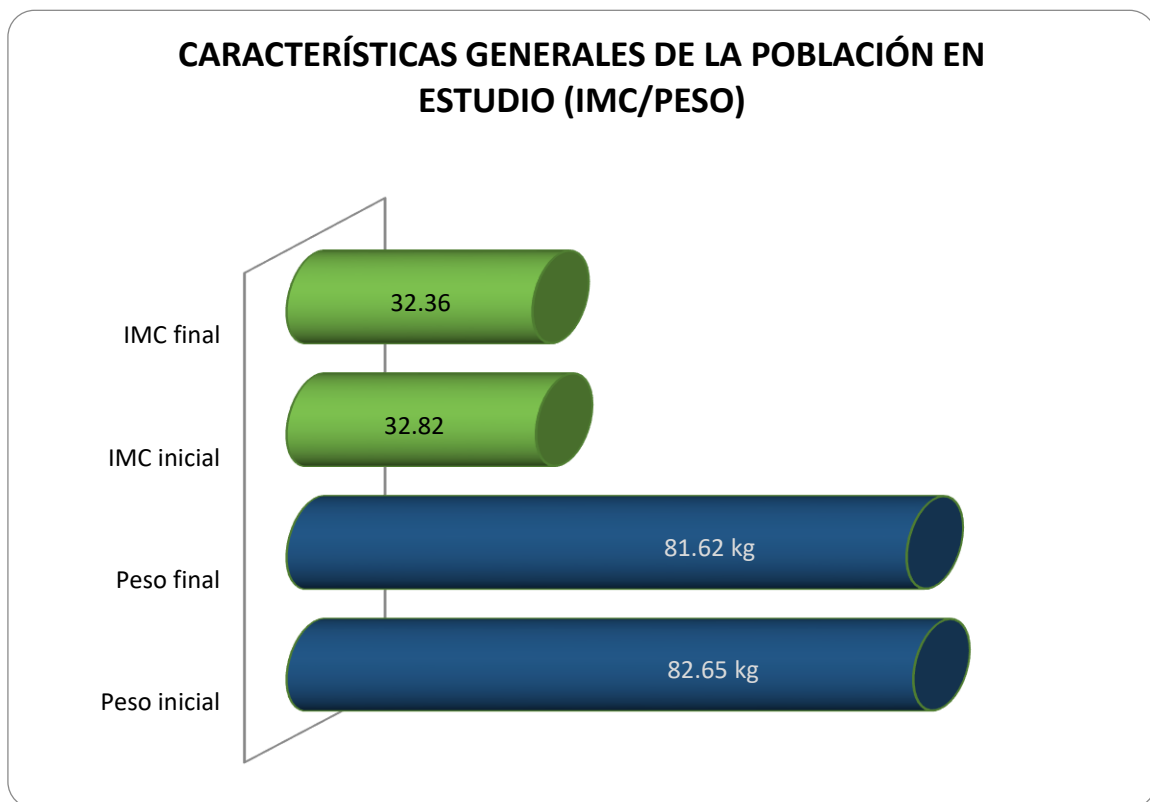
ASPECTOS ÉTICOS

El estudio respetó los principios éticos y legales, se cumplió con las normas establecidas en el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la salud en México. Durante la realización de dicha investigación se conservó los principios de justicia, autonomía, deber, beneficencia, validez científica, dignidad de la persona, consentimiento informado, representatividad.

RESULTADOS

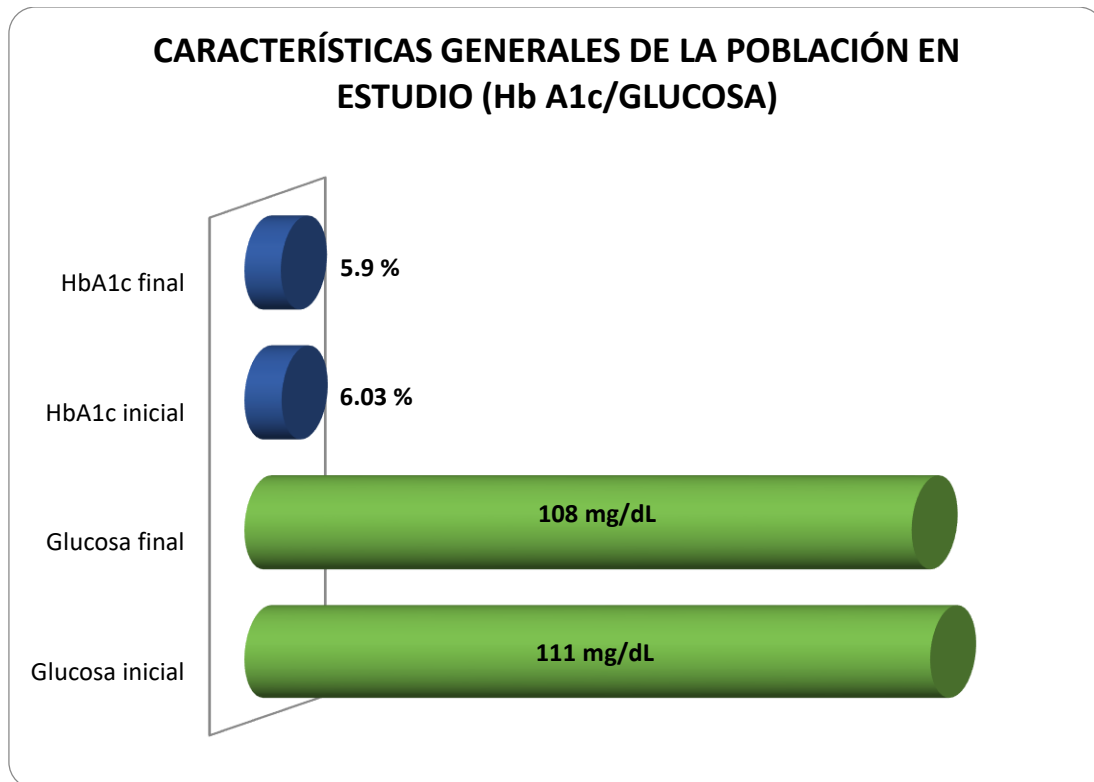
De los 169 pacientes con diagnóstico de prediabetes, que corresponden al censo poblacional de pacientes quienes fueron diagnosticados con prediabetes de enero a julio 2015 y que son adscritos a la UMF No. 28, se seleccionaron un total de 56 pacientes, de los cuales de acuerdo a la determinación del número de repeticiones para cada grupo se formaron 2 grupos (experimental y control) de 28 pacientes cada uno, sin embargo, debido a que en ambos grupos predominó el género femenino, se excluyó a paciente masculinos, quedando así para el grupo control ($n=20$) y grupo experimental ($n=25$) pacientes solo del género femenino, donde se observó, en general, que la edad promedio correspondió a 45 años \pm 9, y la talla promedio de 1.58 mts \pm 0.07.

Para el resto de las variables, en cuanto a valores promedios fueron, para peso inicial de 82.65 kg \pm 18.5, peso final de 81.62 kg \pm 19.1, IMC inicial y final de 32.82 \pm 5.9 y 32.3 \pm 6 respectivamente (Gráfica 1).



Gráfica 1. Características Generales de la población (IMC/Peso)

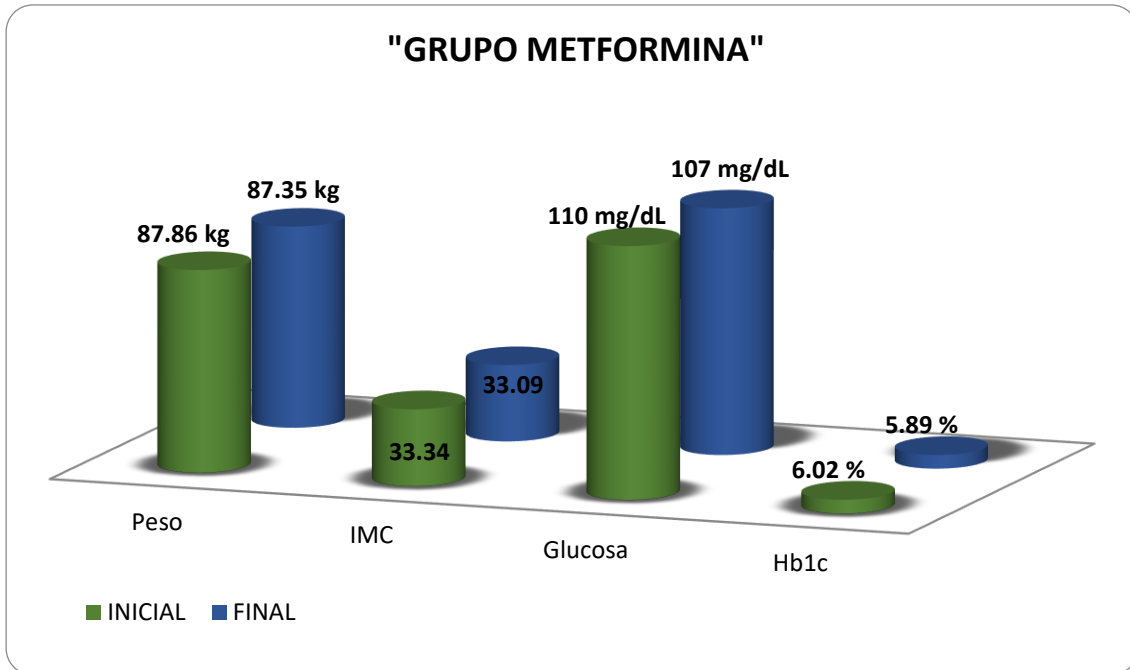
En relación a la glucosa inicial fue de 111 mg/dL \pm 7, glucosa final 108 mg/dL \pm 12, respecto a los niveles de HbA1c inicial y final el valor general fue de 6.03 % \pm 0.22 y 5.9 % \pm 0.42 respectivamente. (Gráfica 2)



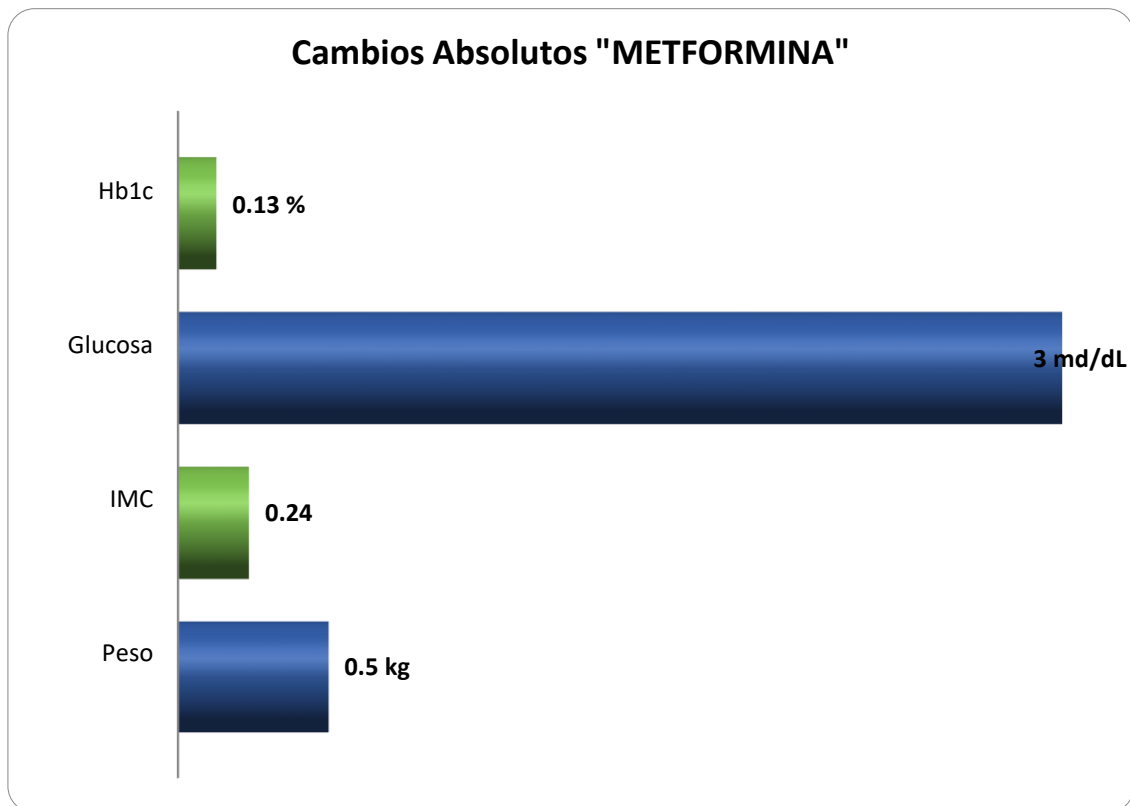
Gráfica 2. Características generales de la población (HbA1c/Glucosa)

Una vez conformados los grupos (Control o Metformina vs Experimental o estrategia de Ejercicio) y conducidos durante tres meses se observó el siguiente comportamiento respecto al impacto en cada una de las variables objeto de estudio.

Para el grupo control, pacientes a quienes se les inició Metformina, los resultados arrojan: peso promedio inicial de 87.86 kg \pm 20.3, peso final 87.35 kg \pm 20.8 presentando una pérdida promedio de 0.5 kg \pm 3.2, IMC inicial y final de 33.34 \pm 5.8 y 33.09 \pm 6.5 respectivamente, con un decremento promedio de 0.24 \pm 1.22, glucosa inicial promedio 110mg/dL \pm 6, glucosa final 107mg/dL \pm 13, con un decremento promedio de 3mg/dL \pm 12.9, finalmente respecto a la variable interés de este estudio HbA1c encontramos valores iniciales y finales promedio de 6.02% \pm 0.22 y de 5.89% \pm 0.48, con una disminución promedio para esta variable de 0.13% \pm 0.46. (Gráficas 3 y Grafica 4)



Gráfica 3. Evaluación de impacto "Grupo Metformina".



Gráfica 4. Cambios absolutos en las variables de estudio al término del período de estudio, en el Grupo control.

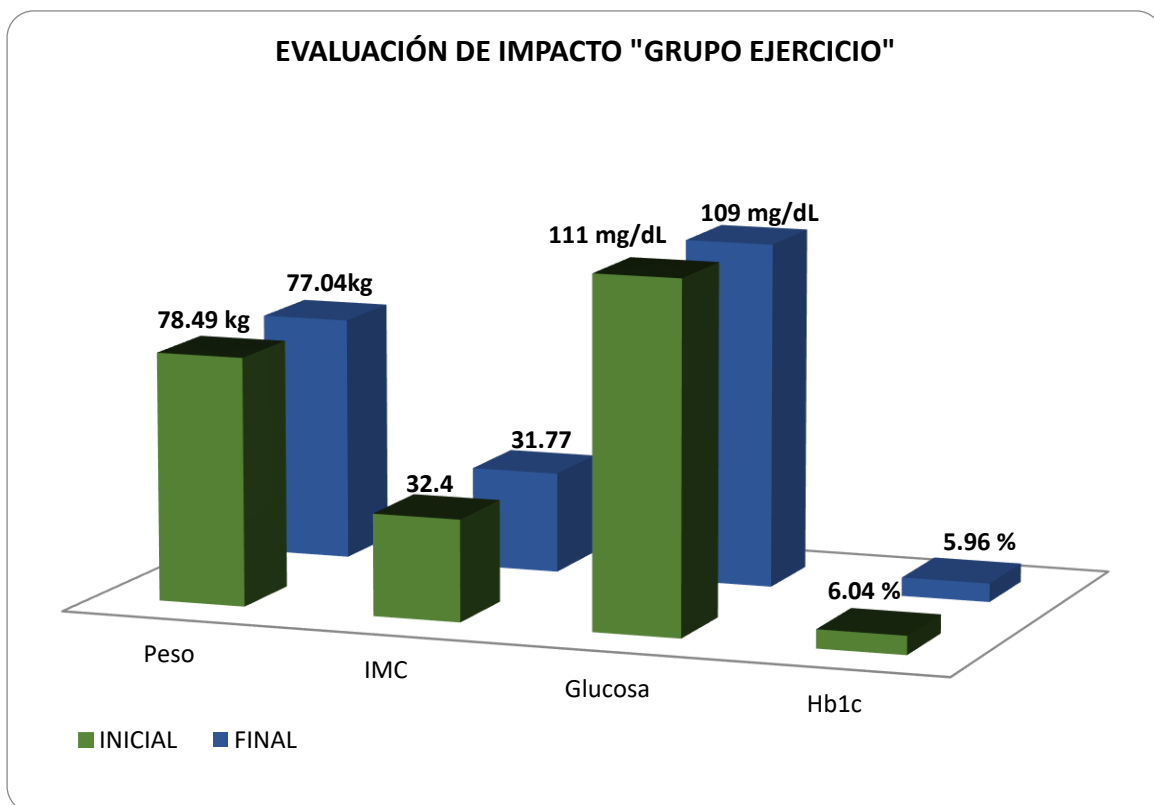
Respecto al análisis estadístico de la diferencia media para las variables de estudio, generada esa diferencia entre el registro del mismo sujeto de estudio al inicio y al final del período de estudio, es decir tenemos la situación de muestras apareadas.

Las hipótesis estadísticas definidas para este estudio dentro de cada grupo (control y experimental) fueron para la hipótesis nula que el promedio de las diferencias era igual cero, reflejando no cambios en la variable de estudio por efecto del tiempo ante el tratamiento ofrecido, mientras que la hipótesis alterna fue que el promedio de las diferencias era diferente de cero, indicando que el tratamiento aplicado a los sujetos de estudio efectivamente provoca cambios en ellas por efecto del tiempo.

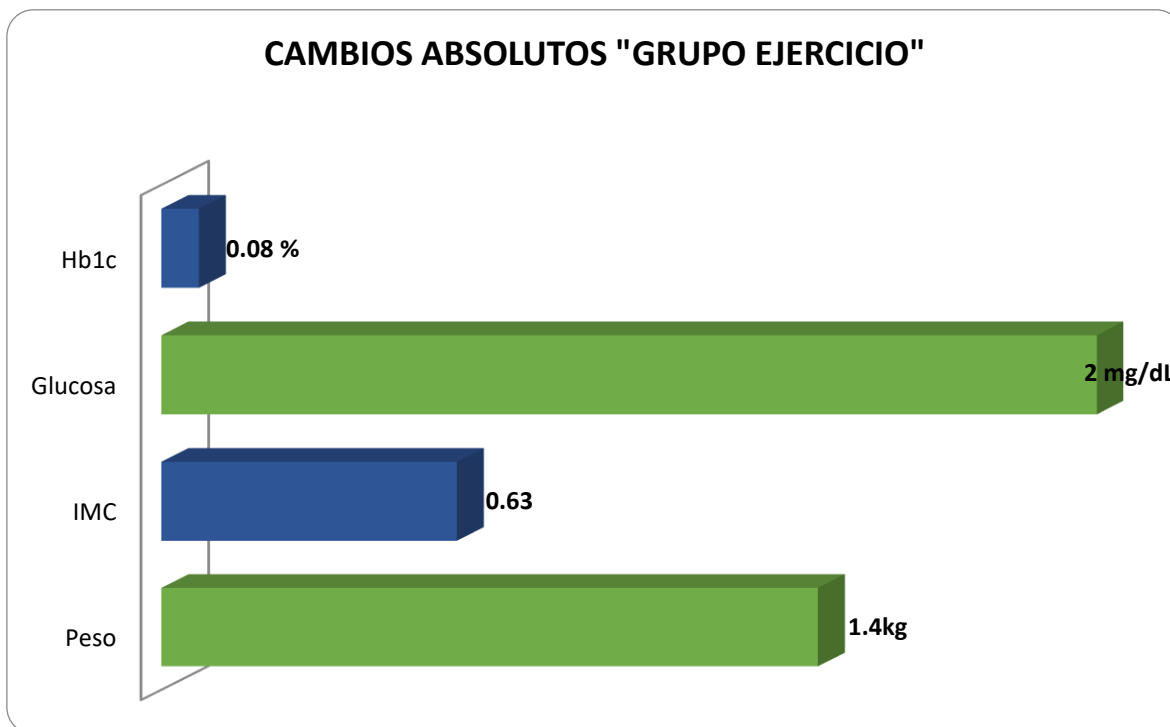
Como producto de aplicar el estadístico t de Student para datos pareados, en respuesta a las hipótesis estadísticas indicadas en el párrafo anterior, no se rechazaron las hipótesis nulas en la prueba para todas las variables en estudio considerando un nivel de significancia del 5 %, indicando que las diferencias medias para las variables de estudio fueron todas estadísticamente iguales a cero ($P > 0.05$), es decir, estadísticamente fueron similares los registros al inicio y al final del período de estudio, de tres meses. Si bien en la gráfica 4 se observan los valores absolutos de las diferencias medias para las variables en estudio: 0.13, 0.24, 0.51 y 3 para HbA1c, IMC, Peso y Glucosa, respectivamente, el estadístico de prueba t-Student incluye en su cálculo como denominador valores de dispersión, en este caso el error estándar, que no es sino el cociente de la desviación estándar de la variable en estudio sobre la raíz del número de sujetos que integran el grupo. Estos valores calculados son contrastados contra un valor de distribución teórica integrando lo concerniente a reglas de decisión, en donde se establece que, si el valor calculado excede e inclusive resultara igual al valor de distribución teórica, entonces la hipótesis nula se rechazaría declarando como conclusión diferencias entre valores iniciales y finales. En este caso como se describe anteriormente, los valores medios para la diferencia entre valores iniciales y finales resultaron estadísticamente no diferentes de cero, por lo que la estrategia de evaluar a los tres meses no fue suficiente para observar cambios significativos dentro de sujetos para las variables en estudio.

En el análisis de las diferencias entre sujetos para las variables en estudio en el grupo Experimental o sujetos a los cuales se les aplicó el “Programa de acondicionamiento; ejercicios de resistencia en pacientes prediabéticos”, los resultados fueron los siguientes: Para peso inicial promedio de 78.49 kg \pm 16, contra peso final promedio de 77.04 kg \pm 16.59 produciendo una pérdida promedio respecto al valor inicial de 1.4 kg \pm 3.3.

Para los promedios de IMC inicial y final de 32.4 \pm 6.05 y 31.77 \pm 6.17, se generó un decremento promedio de 0.63 \pm 1.39. Para la glucosa los valores promedio inicial, final y para la diferencia fueron de 111 mg/dL \pm 7, 109 mg/dL \pm 11, y de 2 mg/dL \pm 13. Finalmente, respecto a la variable de mayor interés en este estudio, la HbA1c, encontramos valores promedios iniciales, finales y de cambio fueron de 6.04% \pm 0.24, 5.96% \pm 0.37, y de 0.08% \pm 0.42, respectivamente. (Gráficas 5 y 6)



Gráfica 5. Evaluación de impacto “Grupo Ejercicio”.



Gráfica 6. Cambios absolutos en las variables de estudio al término del período de estudio, en el Grupo Ejercicio.

Como producto de aplicar el estadístico t de Student para datos pareados, en respuesta a las hipótesis estadísticas de no-cambios vs cambios en las variables en estudio por efecto del período de estudio, de tres meses, no se rechazaron las hipótesis nulas en la prueba para las variables: Glucosa y HbA1c considerando un nivel de significancia del 5 %, indicando que las diferencias medias para las variables de estudio fueron todas estadísticamente iguales a cero ($P > 0.05$), es decir, estadísticamente fueron similares los registros al inicio y al final del período de estudio. Para las variables IMC y Peso, los valores medios para la diferencia entre valores iniciales y finales resultaron estadísticamente diferentes de cero ($P < .05$), por lo que la estrategia de evaluar estas variables, posterior a los tres meses fue suficiente para observar cambios significativos dentro de sujetos.

Al analizar la magnitud de los cambios producidos a los tres meses entre sujetos sometidos al grupo control contra sujetos sometidos al “Programa de acondicionamiento: ejercicios de resistencia en pacientes prediabéticos”, en las variables en estudio y comparadas con la prueba de F en una tabla de análisis de

varianza, se observó que si bien los cambios para las variables Peso e IMC fueron mayores en el grupo sujeto a la estrategia de ejercicio contra el grupo recibiendo metformina, el análisis estadístico entre grupos arrojó no diferencias ($P>0.05$) entre grupos. Para las variables Glucosa y HbA1c, los cambios fueron de menor magnitud en los sujetos sometidos al grupo control o con metformina, sin embargo, diferencias entre valores medios entre grupos no fueron observadas ($P>0.05$) en los tres meses de duración del ensayo (Cuadro1).

| Variable | Control | Experimental | Pr>F |
|-----------------|----------------|---------------------|----------------|
| Peso, kg | 0.515 | 1.454 | 0.34 |
| IMC, | 0.249 | 0.634 | 0.33 |
| Glucosa, mg/dL | 3.1 | 2.08 | 0.79 |
| HbA1, % | 0.13 | 0.08 | 0.70 |

Pr>F No diferencias entre grupos evaluados.

Cuadro1. Magnitud de cambios por efecto de tres meses en las variables en estudio

DISCUSIÓN

Cris A y cols ³, al evaluar el impacto en el equilibrio de la glucosa en pacientes prediabéticos mediante la aplicación de una serie de estrategias durante 6 meses concluyeron que el ejercicio de intensidad moderada por sí sola fue eficaz en la mejora de la tolerancia a la glucosa oral, casi tan eficaz como la terapia que involucra dieta y ejercicio. En este estudio, se observa que, si bien en ambos grupos se observaron cambios en los sujetos de estudio para las variables en estudio y medidas antropométricas, estos cambios resultaron no diferentes de cero sobre todo para glucosa y HbA1c, esto quizás se encuentre en relación a la poca duración del ensayo. Estos resultados no concuerdan con Steven y cols ^{4,5} quienes en dos estudios publicados en 2012 y 2013 respectivamente, en los que evaluaron los efectos de la práctica de ejercicio y el uso de metformina, por sí solos y como terapia combinada, con un seguimiento de los pacientes a 12 semanas, encontraron que el ejercicio de intensidad moderada por sí sola fue eficaz en la mejora de la tolerancia a la glucosa oral, casi tan eficaz como la terapia con metformina.

Sin embargo, concuerdan parcialmente con el reporte de Erickson ¹¹, quien comparó en sujetos prediabéticos, la aplicación de ejercicio aeróbico vs ejercicios de resistencia con circuitos, y su impacto en la mejora de la sensibilidad a la insulina y disminución en las manifestaciones de DM2, con un seguimiento a 12 semanas. Este autor concluye que el ejercicio aeróbico no mostró cambio en la sensibilidad a la insulina, sin embargo, el entrenamiento de resistencia con circuitos sí produjo un aumento en la sensibilidad a la insulina, por lo cual este puede posponer las manifestaciones y la progresión de la prediabetes a DM2 en individuos de alto riesgo.

Dunkley ⁸ tras realizar un meta análisis que incluyó 22 estudios con seguimiento a 12 meses en los cuales se incluían medidas de atención primaria no farmacológicas en pacientes prediabéticos concluyó que existía una reducción de peso con una media de 2.3 Kg de peso en el grupo de intervención respecto al grupo control, aunado a la reducción significativa en la diabetes y otros factores de riesgo cardiovascular, incluyendo la glucosa en sangre, presión arterial, y algunas medidas

de colesterol. En consideración a nuestros resultados donde para el grupo con ausencia de metformina, se observa mayor impacto en la reducción de IMC y peso promedio, condiciones que de existir aumentan el riesgo de enfermedades cardiovasculares y la progresión de prediabetes a diabetes mellitus, entonces, se puede concluir que dentro de las estrategias de tratamiento debe ser incluido un programa de ejercicios para sujetos de alto riesgo.

América Latina ha mostrado interés por evaluar los efectos de la actividad física sobre el control metabólico de pacientes prediabéticos, tal es el caso de Chile donde Álvarez C,¹³ tras su estudio publicado en el 2014, donde incluyó a 29 mujeres como sujeto de estudio, con un seguimiento a 8 semanas mediante la implementación de un programa de ejercicios, encontró una disminución del 12 - 14% de la glucosa en ayunas y concluyó que a corto plazo los programas de entrenamiento físico pueden mejorar la resistencia a la insulina y la hiperglucemia. En el presente ensayo, que evaluó el comportamiento de variables similares en pacientes femeninas sujetas a un grupo sin la ayuda de un fármaco, los cambios observados no fueron lo suficientemente importantes en magnitud para declararlos significativamente diferentes de cero, sin embargo, podría ser necesario evaluar las circunstancias que rodean estos resultados, como una mayor varianza, que pudieran ser precedentes para futuros ensayos.

En el ámbito de estudio en población mexicana, existen pocos reportes publicados que evalúen estrategias que incluyan la implementación de un programa de ejercicios, Martínez D,¹⁴ dio seguimiento durante 12 semanas a 98 pacientes prediabéticos, a quienes implementó una estrategia educativa, psicológica, física y alimentaria, donde al término de esta concluyó que los sujetos con prediabetes presentaron una disminución de HbA1c promedio de 0.3% no significativa, sin embargo presentaron una pérdida significativa de 0.87 kg de peso, así como cambios significativos en el IMC de 0.64, resultados similares en este estudio donde si bien no hubo significancia ($P>0.05$) para la disminución de HbA1c, si se presentaron cambios significativos ($P<0.05$) para las variables peso e IMC, respectivamente en una estrategia de tres meses. No así para Arana JC,¹⁵ estudio

realizado en el estado de Sonora, donde se incluyeron 20 pacientes, adultos mayores, a quienes se les implementó una estrategia educativa construida por expertos en temas de alimentación, control médico y actividad física programada, con seguimiento a seis meses, donde se concluyó que tras la estrategia educativa, mejoraron los conocimientos sobre diabetes, sin embargo respecto al IMC los sujetos de estudio permanecieron en rangos de obesidad al finalizar el estudio, pero en la glucemia capilar de ayuno y HbA1c hubo disminución de los valores finales.

CONCLUSIONES

Los mayores hallazgos encontrados en este estudio, al analizar la magnitud de los cambios producidos a los tres meses entre sujetos sometidos al grupo control contra sujetos sometidos al “Programa de acondicionamiento: ejercicios de resistencia en pacientes prediabéticos”, fueron:

Se observaron cambios significativos para las variables Peso e IMC solo en el grupo sujeto a la estrategia de ejercicio, no se observaron cambios significativos para las variables glucosa y HbA1c.

No así para sujetos que conformaron el grupo que recibió metformina, donde no se observaron cambios significativos para ninguna de las variables de estudio.

No se observaron cambios importantes, diferentes de cero, respecto a las variables Glucosa y HbA1c, en sujetos sometidos al grupo control o al grupo con metformina, en los tres meses de duración del ensayo.

Diferencias entre valores medios de magnitudes de cambio para las variables en estudio no fueron observadas entre grupos, en los tres meses de duración del ensayo.

RECOMENDACIONES

La aplicación de un Programa Estructurado de Educación en Prediabetes y Diabetes Mellitus tipo 2, podrá contribuir en el cambio y mejora a mayor o menor grado de variables como HbA1c, peso e IMC en pacientes mexicanos con Pre-D y DM2. Es indudable la importancia de la educación comunitaria en pacientes con prediabetes y población sana en general, ya que ésta modifica factores de riesgo para el desarrollo o progresión de la diabetes, y tras los efectos benéficos encontrados en los programas que incluyen actividad física, se realza la necesidad de ser aplicados en primer nivel de atención como herramienta “preventiva y terapéutica”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Diabetes panorama epidemiológico, [Nota descriptiva No. 312 en línea]. Organización mundial de la Salud; Noviembre 2014, [Fecha de acceso Febrero 2015]. URL disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/>.
2. Rosas J, Calles J. Consenso de Prediabetes. Documento de posición de la Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD) 2013; 17 (4).
3. Cris A, Slentz LA. Effects of exercise training alone vs a combined exercise and nutritional lifestyle intervention on glucose homeostasis in prediabetic individuals: a randomised controlled trial. *Diabetologia* 2016; 59:2088–2098.
4. Steven KM, Nightingale J, Choi SE, Chipkin SR, Braun B. Metformin modifies the exercise training effects on risk factors for cardiovascular disease in impaired glucose tolerant adults. *Obesity* 2013; 5.
5. Malin SK, Gerber R, Chipkin SR. Independent and combined effects of exercise training and metformin on insulin sensitivity in individuals with prediabetes. *Diabetes Care* 2012; 35:131–136.
6. Hale ER, Goff DC, Isom S, Blackwell C. Relationship of weekly activity minutes to metabolic syndrome in prediabetes: the healthy living partnerships to prevent diabetes. *Phys Act Health* 2013; 10(5): 690–698.
7. Estruch R, Ros E, Salas-Salvado J, Covas MI, Corella D, Aros F, et al. For the PREDIMED Study investigators. primary prevention of cardiovascular disease with a mediterranean diet. *N Engl J Med* 2013; 368:1279-1290.
8. Dunkley AJ, Bodicoat DH, Greaves CJ, Russell C, Yates T, Davies MJ. Diabetes prevention in the real world: effectiveness of pragmatic lifestyle interventions for the prevention of type 2 diabetes and of the impact of adherence to guideline recommendations: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Care* 2014; 37(4): 922-933.
9. Castelo L, Hernández I. Prediabetes y Ejercicios. *Rev Cubana Endocrinol* 2011; 22(1):26-28.
10. Casajús J, Rodríguez G. Ejercicio Físico y Salud en poblaciones especiales, EXERNET. Consejo superior de Deportes Madrid, Diciembre 2011.

11. Eriksson J, Tuominen J, Valle T, Sundberg S, Sovijärvi A, Lindholm H, et al. Aerobic endurance exercise or circuit-type resistance training for individuals with impaired glucose tolerance?. *Horm Metab Res* 2007; 30:37-41.
12. Sagarraa R, Costaa B, Cabría JJ, Sol -Morales BC, Barrioa F. Grupo de Investigación DE-PLAN-CAT/PREDICE Costo-efectividad de la intervención sobre el estilo de vida para prevenir la diabetes tipo 2. *Rev Clin Esp* 2014; 214(2):59-68.
13.  lvarez C, Ramírez R, Henríquez C, Castro M, Carrasco V. Ocho semanas de ejercicio intermitente de alta intensidad combinado normalizaron los parámetros metabólicos alterados en mujeres. *Rev Med Chile* 2014; 142: 458-466.
14. Martínez Castañeda D, Mota Sanjuana V, Olmos Bringas M. Modificación de indicadores clínicos en pacientes con prediabetes o diabetes mellitus tipo 2 por medio de un programa educativo. *Aten Fam Centro Medico ABC* 2016; 23 (3): 89-94.
15. Arana JC, Brito O, Sabag E. Efectos de la educación comunitaria sobre factores de riesgo en adultos mayores prediabéticos. *Rev Cubana Endocrinol* 2016; 27(1):45-58.
16. López M, Soto LV. Impacto en los niveles de hemoglobina glucosilada con la aplicación de un programa de ejercicios de resistencia con bandas elásticas en pacientes diabéticos tipo 2 "Hospital General de Zona y Medicina Familiar No. 1 del IMSS" [tesis]. Hidalgo; Universidad Autónoma de Hidalgo, Facultad de Medicina; 2013.
17. Castelo L, Hernández J, Machado M, Rodríguez B. Algunas formas alternativas de ejercicio, una opción a considerar en el tratamiento de personas con diabetes mellitus. *Rev Cubana Endocrinol* 2015; 26(1):77-92.
18. Secretaría de Salud. Acuerdo para la Salud Alimentaria. Estrategia contra el sobrepeso y la Obesidad. México: SSA, 2010.
19. Hernández Ávila M, Gutiérrez JP, Reynoso-Nover n N. Diabetes mellitus en México. El estado de la epidemia. *Salud Publica Mex* 2013; 55(2):S129-S136.
20. ADA. Expert Committee on the diagnosis and classification of Diabetes Mellitus. Report of the Experts. *Diabetes Care* 2016.

21. NICE. Preventing type 2 diabetes: risk identification and interventions for individuals at high risk. NICE Public Health Guidance 38 guidance.nice.org.uk/ph38. 2012.
22. Paulweber B, Valensi P, Lindstrom J, Lalic NM, Greaves CJ, McKee M. A European evidence based guideline for the prevention of type 2 diabetes. *Horm Metab Res* 2010; 42(1): S3–36.
23. Álvarez Seijas E, González Calero TM. Aspectos de actualidad sobre la hemoglobina Glucosilada y sus aplicaciones. *Rev Cubana Endocrinol* 2009; 20(3):141-151.
24. Díaz O, Cabrera E, Orlandi N. Aspectos epidemiológicos de la prediabetes, diagnóstico y clasificación. *Rev Cubana Endocrinol* 2011:22(1)3-10.
25. Mata M, Artola S. Consenso sobre la detección y el manejo de la prediabetes, documento de la Sociedad Española de Diabetes (SED) 14-07-14.
26. American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2015; 37(1):S81–S90
27. Viscogliosi G, Cipriani E, Liguori ML, Marigliano B, Saliola M, Ettore E. Mediterranean dietary pattern adherence: associations with prediabetes, metabolic syndrome, and related microinflammation. *Metab Syndr Relat Disord*. 2013; 11(3): 210-216.
28. Firman GO. Fisiología del Ejercicio Físico [en línea]. Catedran No. 1 Fisiología 1, Facultad de Medicina de la UNNE; 2010. [fecha de acceso febrero 2015]. URL disponible en www.intermedicina.com
29. Jiménez A. Diabetes Mellitus Tipo 2 y frecuencia de acciones para su prevención y control. *Salud Pública Mex* 2013; 55:S2.
30. Secretaría de Salud. Estrategia Nacional para la Prevención y el Control del Sobrepeso, la Obesidad y la Diabetes. Septiembre 2013.
31. Salinas MF, Cocca A, Mohamed K. Actividad Física y sedentarismo: repercusiones sobre la salud y calidad de vida de las personas mayores. *España Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación* 2010 (17): 126-129.

32. Aparicio MR, Estrada LA, Fernández C, Hernández RM, Ruiz M, Ramos D, et al. Manual de Antropometría. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. 2da Ed; México; 2004 p.7.
33. Campuzano G, Latorre G, Medicina & Laboratorio 2010; 16 (5-6).

ANEXO 1



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y POLÍTICAS EN SALUD COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO (ADULTOS) CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACION.

Nombre del estudio: "Impacto en los niveles de hemoglobina Glucosilada, con la aplicación de un programa de ejercicios de resistencia en pacientes prediabéticos".

Lugar y Fecha: Unidad de Medicina Familiar No. 28, Mexicali, Baja California a ___ de _____ del 2015

Número de Registro:

El objetivo del estudio es conocer el impacto en los niveles de hemoglobina Glucosilada, con la aplicación de un programa de ejercicios de resistencia en pacientes prediabéticos.

Se me ha explicado que mi participación consistirá que se me tome una muestra sanguínea en ayuno, con el fin de verificar los niveles de hemoglobina Glucosilada al inicio y al final del estudio, y que se me aplique un programa de ejercicios de resistencia muscular de baja intensidad, con bandas elásticas, mismas que me serán proporcionadas por el investigador, durante 12 semanas. Las sesiones se llevarán a cabo 3 veces a la semana, por la mañana dentro de la institución con duración de 60 minutos por sesión.

Se me ha informado de los posibles riesgos y complicaciones como: disminución o incremento de los niveles de glucosa y/o presión arterial, por lo que se realizará una medición de la presión arterial y glucosa capilar previa y posteriormente a cada una de las sesiones.

Los posibles beneficios que obtendré con mi participación en el estudio será el control de glucosa a corto y largo plazo y con ello la prevención de complicaciones asociadas a mi padecimiento (Prediabetes).

El investigador principal se ha comprometido a darme información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo adecuado que pudiera ser ventajoso para mi tratamiento, así como a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevan a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación; así mismo también se ha comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante el estudio de forma clara y oportuna.

Se informa que conservo el derecho de retirarme del estudio en cuanto yo lo debida, sin que ello afecte mi atención en el Instituto Mexicano del Seguro Social.

Me ha dado la certeza de que qué no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán tratados en forma confidencial.

Para la realización de la toma de muestra sanguínea y la subsiguiente medición de hemoglobina Glucosilada y glucosa:

- No autorizo que se tome la muestra
- Si autorizo que se me tome la muestra para este estudio
- Si autorizo que se me tome la muestra para este estudio y estudios futuros

El investigador principal se ha comprometido a que en caso de presentarse alguna complicación durante la realización del ejercicio se me brindara atención médica en el servicio de urgencias de la misma unidad.

Los beneficios al término serán el apego a un programa de ejercicios que me permitirá el control de mi glucosa y con ello evitar, retardar o prevenir la evolución de mi enfermedad a Diabetes Mellitus Tipo 2.

En caso de aclaraciones relacionadas con el estudio puedo dirigirme con el Investigador Responsable: Dra. Rosa María Vizuet Martínez, Coordinadora del departamento de enseñanza UMF No.28 Mexicali, BC, teléfono 5555550 Ext 31409, correo electrónico rosa.vixuet@imss.gob.mx / Dra. María Martha Lorena Nava Martínez, Medico Epidemiólogo UMF No.40 Mexicali B.C. correo electrónico lorena.nava@imss.gob.mx o con Dra. Elizabeth Aguilar Meneses, médico Residente de la especialidad de Medicina Familiar, Matricula 98023317, correo electrónico elissa_csp@hotmail.com, teléfono 686 170 95 85. En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comisión de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS: Av. Cuauhtémoc 330 4° piso Bloque B de la unidad de Congresos, Col Dolores, México DF. CP 06720, Teléfono (55) 56 27 6900 extensión 21230, correo electrónico comisión.etica@imss.gob.mx .

Nombre y firma del sujeto

Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento

Testigo 1
Nombre, firma, relación

Testigo 2
Nombre, firma, relación

Anexo 2

Lista de cotejo 1: GRUPO Experimental Pacientes Prediabéticos a los cuales se les inicio programa de ejercicios de resistencia sin la toma de Metformina

Nombre del paciente: _____
 Edad: ____ Genero: ____ Peso Inicial: _____ Peso Final: _____
 Talla: _____ IMC Inicial: _____ IMC Final: _____

| No de Sesión | Nivel de HbGluc Inicio del estudio | Glicemia capilar. Inicio de la sesión | Glicemia capilar. Fin de la sesión | TA Inicio de la sesión | TA Fin de la sesión | Realizo Ejercicio (Si/No) | Nivel de HbGluc Fin del estudio | Resultado final |
|--------------|------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Semana 1 | | | | | | | | |
| 1. | | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | | |
| Semana 2 | | | | | | | | |
| 3. | | | | | | | | |
| 4. | | | | | | | | |
| Semana 3 | | | | | | | | |
| 5. | | | | | | | | |
| 6. | | | | | | | | |
| Semana 4 | | | | | | | | |
| 7. | | | | | | | | |
| 8. | | | | | | | | |
| Semana 5 | | | | | | | | |
| 9. | | | | | | | | |
| 10. | | | | | | | | |
| Semana 6 | | | | | | | | |
| 11. | | | | | | | | |
| 12. | | | | | | | | |
| Semana 7 | | | | | | | | |
| 13. | | | | | | | | |
| 14. | | | | | | | | |
| Semana 8 | | | | | | | | |
| 15. | | | | | | | | |
| 16. | | | | | | | | |
| Semana 9 | | | | | | | | |
| 17. | | | | | | | | |
| 18. | | | | | | | | |
| Semana 10 | | | | | | | | |
| 19. | | | | | | | | |
| 20. | | | | | | | | |
| Semana 11 | | | | | | | | |
| 21. | | | | | | | | |
| 22. | | | | | | | | |
| Semana 12 | | | | | | | | |
| 23. | | | | | | | | |
| 24. | | | | | | | | |

Lista de cotejo Grupo 2

Concentrado 2: GRUPO CONTROL (Pacientes Prediabéticos a los cuales se les inicio Metformina como tratamiento inicial, que no realizaron el programa de ejercicios de resistencia).

Nombre del paciente: _____

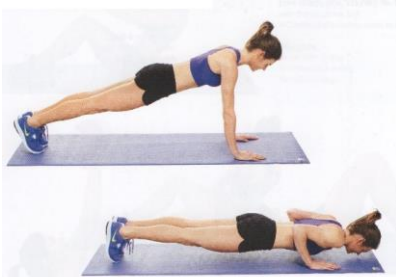
Edad: ____ Genero: ____ Peso Inicial: _____ Peso Final: _____

Talla: _____ IMC Inicial: _____ IMC Final: _____

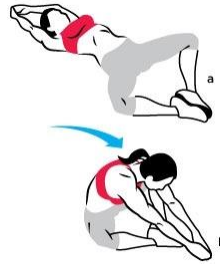
| | Nivel de HbGluc Inicio del estudio | Glicemia capilar. | Glicemia capilar. | TA | TA | Realizo Ejercicio (Si/No) | Nivel de HbGluc Fin del estudio | Resultado final |
|-----------|------------------------------------|-------------------|-------------------|----|----|---------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Semana 1 | | | | | | | | |
| Semana 4 | | | | | | | | |
| Semana 8 | | | | | | | | |
| Semana 12 | | | | | | | | |

Anexo 3. Representación Gráfica: Ejercicios de Resistencia

FLEXIONES SIMPLES



ABDOMINALES CROSSFIT



SALTO DE CUERDA



ESTIRAMIENTO CON BANDA ELASTICA



SWAN MODIFICADO



FITT BALL



SENTADILLA



SENTADILLA CON SALTO



BURPEES



CRUNCH



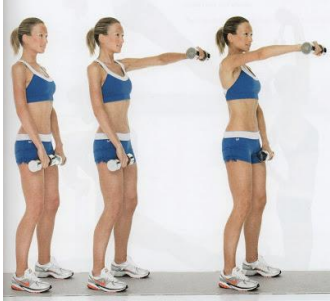
CRUNCH OBLICUO



PUSH PRESS



ELEVACIONES FRONTALES CON MANCUERNA



ELEVACIONES LATERALES CON MANCUERNA



DESPLANNTES



CIRCULO CON BALON



FLEXIONES DIAMANTE



FLEXIONES CERRADAS

