



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS Y BIOLÓGICAS  
"DR. IGNACIO CHÁVEZ"  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

TESIS

**"Estudio comparativo, Prediabetes en estudiantes de medicina  
y su relación con variables antropométricas y metabólicas."**

Presenta  
Médica Cirujana y Partera  
María de los Ángeles Gutiérrez Estrada

Para obtener el grado de:  
MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SALUD

Directora de tesis:  
Doctora en Ciencias Biológicas  
Guadalupe Partida Hernández  
Profesora e investigadora  
División de Estudios de Posgrado

Morelia, Michoacán.  
México  
2012



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS Y BIOLÓGICAS  
“DR. IGNACIO CHÁVEZ”

El jurado designado por la División de Estudios de Posgrado en esta Dependencia de la UMSNH, aprobó la tesis que presentó:

Médica Cirujana y Partera  
María de los Ángeles Gutiérrez Estrada

Para obtener el grado de:  
MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SALUD

Maestro en Ciencias Médicas  
Víctor Manuel Farías Rodríguez.

---

Doctor en Ciencias  
Jesús A. Alveano Hernández.

---

Maestro en Educación Médica  
Especialista en Medicina Familiar  
Rafael Villa Barajas.

---

Doctora en Ciencias Biológicas  
Guadalupe Partida Hernández.

---

## AGRADECIMIENTOS

A Dios la vida que me ha prestado.

A mis padres su amor, su compañía y apoyo incondicional  
en cada momento de mi vida.

A mi directora de tesis y asesores  
la orientación recibida, su tiempo y dedicación.

A todos los que han creído en mí.

## DEDICATORIA

A mis padres:

Alfonso Gutiérrez Chávez y María del Carmen Estrada Vargas,  
mi mayor ejemplo de esfuerzo, honestidad y amor.

Gracias.

## ABREVIATURAS

|         |   |
|---------|---|
| ADA     | American Diabetes Association               |
| AMB     | Área Muscular del Brazo                     |
| CC      | Circunferencia de cintura                   |
| cm      | centímetro                                  |
| CV      | Coeficiente de variación                    |
| DE      | Desviación Estándar                         |
| ENSA    | Encuesta Nacional de Salud 2000             |
| ENSANUT | Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006 |
| g       | gramo                                       |
| GAA     | Glucosa de Ayuno Alterada                   |
| GEE     | Grupo En Estudio                            |
| GOD     | glucosa oxidasa                             |
| GPS     | Grupo de Peso Saludable                     |
| IMC     | Índice de Masa Corporal                     |
| ITG     | Intolerancia a la Glucosa                   |
| kg      | kilogramo                                   |
| mL      | mililitro                                   |
| mg      | miligramo                                   |
| MG      | Masa Grasa                                  |
| MLG     | Masa Libre de Grasa                         |
| MM      | Masa Magra                                  |
| NOM     | Norma Oficial Mexicana                      |
| OMS     | Organización Mundial de la Salud            |
| PCB     | Pliegue Cutáneo Bicipital                   |
| PCT     | Pliegue Cutáneo Tricipital                  |
| POD     | Peroxidasa                                  |
| PTOG    | Prueba de Tolerancia Oral a la Glucosa      |
| RI      | Resistencia a la Insulina                   |
| RM      | Reserva Muscular                            |
| RR      | Riesgo Relativo                             |
| TNG     | Tolerancia Normal a la Glucosa              |

## RELACIÓN DE CUADROS.

1/2

| Núm.  | Denominación:   | Página: |
|-------|---|---------|
| i.    | Resumen de los criterios para el diagnóstico de:<br>Glucemia normal, Prediabetes y Diabetes.                                    | 7       |
| ii.   | Interferentes del método de determinación de glucosa.   | 13      |
| iii.  | Clasificación por IMC de acuerdo a la Organización<br>Mundial de la Salud.  | 22      |
| iv.   | Clasificación por IMC de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana.   | 23      |
| v.    | Riesgo de comorbilidades con base en el IMC.  | 24      |
| vi.   | Riesgo de comorbilidades basado en la medición de<br>perímetro abdominal.   | 25      |
| vii.  | Ventajas y desventajas de las técnicas para evaluar<br>la composición corporal.   | 27      |
| viii. | Resumen de las características de los estudios transversales,<br>De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud.              | 37      |
| ix.   | Coeficientes C y M para la suma de los cuatro pliegues<br>Recogidos en las tablas de Durnin y Womersley.                        | 47      |
| x.    | Contenido de grasa en varones por sumatoria de cuatro pliegues:<br>Bíceps, tríceps, subescapular y suprailiaco.                 | 49      |
| xi.   | Contenido de grasa en mujeres por sumatoria de cuatro pliegues:<br>Bíceps, tríceps, subescapular y suprailiaco                  | 50      |
| xii.  | Interpretación del porcentaje de grasa corporal en hombres y mujeres<br>Clasificación propuesta por Durnin y Womersley en 1974. | 51      |
| xiii. | Coeficientes de variación obtenidos para las determinaciones<br>de glucosa venosa e insulina.                                   | 55      |
| I.    | Clasificación en tres grupos y lista de variables intervinientes.   | 60      |
| II.   | Principales características clínicas de la muestra poblacional.   | 62      |
| III.  | Principales características antropométricas de la muestra poblacional.  | 62      |
| IV.   | Principales características metabólicas de la muestra poblacional.  | 63      |
| V.    | Distribución de las variables clínicas en hombres y mujeres.  | 75      |
| VI.   | Distribución de las variables antropométricas en hombres y mujeres.   | 76      |
| VII.  | Distribución de las variables metabólicas en hombres y mujeres.   | 76      |
| VIII. | Resumen de variables clínicas en los estudiantes sin prediabetes<br>y los recién diagnosticados con Prediabetes.                | 77      |
| IX.   | Resumen de variables antropométricas en los estudiantes<br>sin prediabetes y los recién diagnosticados con Prediabetes.         | 77      |
| X.    | Resumen de variables metabólicas en los estudiantes<br>sin prediabetes y los recién diagnosticados con Prediabetes.             | 78      |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| XI.    | Correlaciones de Pearson para el IMC y los tres grupos de variables.   | 78 |
| XII.   | Correlaciones de Pearson para el perímetro abdominal y los tres grupos de variables.   | 79 |
| XIII.  | Correlaciones de Pearson para la determinación de glucosa en ayuno Y los tres grupos de variables.   | 80 |
| XIV.   | Resultados de la prueba estadística ANOVA para los indicadores clínicos, antropométricos y metabólicos con base en el IMC.   | 81 |
| XV.    | Resultados de la prueba estadística ANOVA para los indicadores clínicos, antropométricos y metabólicos, por riesgo de comorbilidades con base en el perímetro abdominal. | 82 |
| XVI.   | Resultados de la prueba estadística ANOVA para los indicadores clínicos, antropométrica y metabólicos con base en el porcentaje de masa grasa corporal.                  | 83 |
| XVII.  | Características clínicas, antropométricas y metabólicas de los estudiantes que se diagnosticaron con Prediabetes.  | 86 |
| XVIII. | Características de los estudiantes en los que se encontró Resistencia a la Insulina.   | 94 |

## RELACIÓN DE FIGURAS.

| Núm. | Denominación:  | Página: |
|------|--|---------|
| 1.   | Distribución de los participantes por género.  | 61      |
| 2.   | Distribución del IMC de acuerdo a la clasificación de la OMS para la muestra poblacional.  | 65      |
| 3.   | Porcentaje de distribución del IMC del total de participantes de acuerdo a la NOM-174.SSA1-1998.   | 66      |
| 4.   | Porcentaje de riesgo de comorbilidades en hombres participantes establecido por la medición del perímetro abdominal.                       | 67      |
| 5.   | Porcentaje de riesgo de comorbilidades en mujeres participantes establecido por la medición de perímetro abdominal.                        | 68      |
| 6.   | Clasificación de los hombres según porcentaje de masa grasa corporal.  | 69      |
| 7.   | Clasificación de las mujeres según porcentaje de masa grasa corporal.  | 70      |
| 8.   | Distribución en porcentaje de diagnósticos establecidos por cifras de glucemina.   | 71      |
| 9.   | Distribución en porcentaje de diagnósticos con base en los resultados de la prueba funcional no fisiológica de glucosa.                    | 72      |
| 10.  | Distribución en porcentaje de los casos en que se estableció diagnóstico de prediabetes.   | 73      |
| 11.  | Distribución porcentual clasificada por el índice de insulino resistencia  | 74      |
| 12.  | Distribución por género de los diagnosticados con Prediabetes.   | 85      |
| 13.  | Clasificación por IMC de los estudiantes con Prediabetes de acuerdo a la NOM-174-SSA1-1998.  | 88      |
| 14.  | Riesgo de comorbilidades con base en el perímetro abdominal en hombres diagnosticados con Prediabetes.                                     | 89      |
| 15.  | Riesgo de comorbilidades con base en el perímetro abdominal en mujeres diagnosticadas con Prediabetes.                                     | 90      |
| 16.  | Distribución del porcentaje de masa grasa corporal clasificada en categorías, de los hombres a los que se les diagnóstico con Prediabetes. | 91      |
| 17.  | Distribución del porcentaje de masa grasa corporal clasificada en categorías, de las mujeres a las que se les diagnóstico con Prediabetes. | 92      |
| 18.  | Clasificación por IMC de los estudiantes con Resistencia a la Insulina de acuerdo a la NOM-174-SSA1-1998                                   | 95      |
| 19.  | Riesgo de comorbilidades con base en el perímetro abdominal en hombres diagnosticados con resistencia a la insulina.                       | 96      |
| 20.  | Riesgo de comorbilidades con base en el perímetro abdominal en mujeres diagnosticadas con resistencia a la insulina.                       | 97      |
| 21.  | Distribución del porcentaje de Masa Grasa Corporal en hombres diagnosticados con resistencia a la insulina.                                | 98      |
| 22.  | Distribución del porcentaje de Masa Grasa Corporal en mujeres diagnosticadas con resistencia a la insulina.                                | 99      |



## RELACIÓN DE ANEXOS.

Núm. Denominación:

1. Volante alusivo para estudiantes.
2. Primera entrevista con candidato a participar.
3. Formato para cita médica.
4. Carta de consentimiento informado.
5. Formato de historia clínica dirigida
6. Formato para cita al laboratorio.
7. Plan estratégico para manejo de toma de muestras  
y pruebas de laboratorio
8. Hoja de resultados

## ÍNDICE

| CONTENIDO                      | PÁGINA: |
|--------------------------------|---------|
| 1. RESUMEN                     | 1       |
| 2. INTRODUCCIÓN                | 3       |
| 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA  | 30      |
| 4. JUSTIFICACIÓN               | 33      |
| 5. HIPÓTESIS DE TRABAJO        | 35      |
| 6. OBJETIVOS                   | 36      |
| 7. MATERIAL Y MÉTODOS          | 37      |
| 8. RESULTADOS                  | 60      |
| 9. DISCUSIÓN                   | 100     |
| 10. CONCLUSIONES               | 107     |
| 11. LIMITACIONES DE ESTUDIO    | 108     |
| 12. PERSPECTIVAS DEL ESTUDIO   | 109     |
| 13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 110     |
| 14. ANEXOS                     | 121     |

Total de páginas: 132

## 1. RESUMEN

“Estudio descriptivo, Prediabetes en estudiantes de medicina y su relación con variables antropométricas y metabólicas.”

Se sabe que en América Latina y en población mayor de 20 años de edad, la prevalencia de Diabetes tipo 2 (DM2) fluctúa entre 8 y 10% y además que en los sujetos con DM2, previa a la instauración de la hiperglucemia cursan con otras alteraciones en el metabolismo de la glucosa, que no son identificadas por la clínica ni por pruebas de laboratorio. La DM2 tiene gran impacto en la economía de los sistemas de salud, ya que los pacientes requieren mayor atención médica y las hospitalizaciones son frecuentes. En la historia natural de la DM2 se ha señalado un estado metabólico previo que no corresponde a diabetes pero que tampoco se ubica dentro de la normalidad, se trata de un estado intermedio que se ha redefinido como Prediabetes. Este diagnóstico reviste importancia ya que al intervenir en el estilo de vida de los afectados, es posible evitar hasta en 58% de los casos la progresión a Diabetes. Es razonable anticipar que la detección y tratamiento de la prediabetes sea una estrategia eficiente para lidiar con la actual epidemia de DM2. Los argumentos mencionados constituyen la justificación para aplicar los criterios de detección de prediabetes a los futuros promotores de salud.

El estudio se realizó en estudiantes de primero a quinto año de la licenciatura en medicina en la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Dr. Ignacio Chávez” de la UMSNH. Se procedió en tres etapas. En una primera, de difusión y orientación acerca del protocolo. En una segunda etapa se programan citas médicas de sujetos interesados en participar, mismos que firman su carta de consentimiento informado, se les realizó historia clínica dirigida que incluyó parámetros antropométricos medidos por plicometría y calculados por ecuaciones antropométricas. La tercera etapa correspondió a la toma de muestras y Prueba de Tolerancia Oral a la Glucosa (PTOG). Se programaron 148 citas médicas para los interesados en ingresar al protocolo de estudio; acudieron a la cita 110/148 individuos programados. A la realización de pruebas por el laboratorio: determinación de glucosa en ayuno, prueba funcional no fisiológica y medición de insulina se presentaron 105/110. Completaron las etapas: 105 sujetos y fueron seleccionados conforme a los criterios de inclusión 104 estudiantes.

La muestra poblacional se compone de 46 hombres y 58 mujeres (n = 104), el intervalo de edad va de 17 a 25 años, la edad promedio de los mismos es de 19.58 años  $\pm$  1.59. La mayor participación se tiene en el primer año de la licenciatura. Respecto a los antecedentes heredofamiliares en la muestra total: 22.1% (23) de los estudiantes que participan tienen antecedente de DM2 en familiares de primer grado (padres, hermanos); antecedente de DM2 en familiares de segundo grado (abuelos, tíos y/o primos) lo refiere el 75% (72.1); se observó Acantosis nigricans en 13.5% (14) y el collar de Venus se detectó en 5.8% (6) de los estudiantes.

El IMC se distribuyó: obesidad I 10.6% (11), obesidad II 4.8% (5), obesidad III 1% (1), sobrepeso el 16.3% (17), peso saludable el 60.6% (63) y bajo peso el 6.7% (7). En la mayoría de los hombres que integran la muestra poblacional (n=46) el perímetro abdominal se clasificó “sin riesgo de comorbilidades” el 65.2% (30), en tanto que “bajo riesgo” el 19.6% (9) y “alto riesgo” el 15.2% (7). Para el mismo indicador en mujeres (n = 58) se ubicaron en su mayoría en la categoría: “sin riesgo de comorbilidades” el 67.2% (39), la proporción se invierte en cuanto a “bajo riesgo” en un 15.5% (9) y “alto riesgo” en un 17.2% (10) respecto a los hombres.

La distribución del porcentaje de masa grasa en los hombres (n= 46) es la siguiente: la mayoría en la categoría “normal” con un 37% (17), en orden descendiente “magro” el 26.1% (12), “exceso de grasa” el 21.7% (10), “obeso” el 6.5% (3), y en las composiciones “arriba del promedio” y “atleta” solo el 4.3% (2) respectivamente. Para las mujeres la distribución del porcentaje de masa grasa corporal corresponde en orden decreciente: el 31% (18) “exceso de grasa”, el 25.9% (15) “normal”, el 24.1% (14) arriba del promedio. 10.3% (6) obeso, el 5.2% (3) “magro” y el 3.4% (2) “atleta”.

Por las cuantificaciones en el laboratorio, las cifras de glucosa en ayuno menor de 100 mg/dL clasifican a los estudiantes en un 92.3% (96) con valores acordes a “lo fisiológico” y el 7.7% (8) como “glucosa de ayuno alterada”. En la prueba funcional no fisiológica con carga de 75 gramos de glucosa, se ubica al 97.1% (101) de los participantes con “tolerancia normal a la glucosa” y el 2.9% (3) con “Intolerancia a la glucosa”.

De acuerdo a los valores obtenidos en las pruebas de glucosa de ayuno y en la prueba de tolerancia oral a la glucosa con sobrecarga de 75 gramos de glucosa, se ubicó al 89.4% (93) de la muestra poblacional dentro de los “límites fisiológicos”, mientras que en el 10.6% (11) se establece el diagnóstico de “Prediabetes”.

Respecto a la cantidad de insulina inmunoreactiva, en la muestra total, el 3.8% (4) presentó cifras que corresponde a “hiperinsulinemia”. Al analizar el Índice de insulino resistencia estimado con el modelo matemático HOMA (Homeostasis Model Assessment), se encontró el 7.6% (8) de los participantes “con resistencia a la insulina”.

Se identificaron 11/104 casos con Prediabetes. 8/11 por cifras alteradas de glucosa sérica en ayuno y 3/11 por intolerancia a la glucosa en la prueba funcional no fisiológica con carga de 75g de glucosa y cuantificación de glucosa a las dos horas. El índice de insulino resistencia resultó mayor de 3.5 en 2/11 casos, por lo que además de la prediabetes se estableció el diagnóstico de resistencia a la acción de la insulina.

Mediante el índice de insulino resistencia se identificaron 6/104 casos de resistencia a la acción de la insulina. Dos de los sujetos con diagnóstico de resistencia a la insulina, cursan además Glucosa de ayuno alterada y tres de los seis con hiperinsulinemia.

## 2. INTRODUCCIÓN

### **Prediabetes.**

La creciente prevalencia y progresión de la Diabetes mellitus tipo 2 (DM2) la han convertido en una pandemia mundial, la OMS estima que en el año 2030 habrá en el mundo 366 millones de personas con este padecimiento. En México para el mismo año se estima habrá 6 130 000 de personas con DM2 (Wild S y cols. 2004, Villa AR y cols, 2004)

La encuesta nacional de salud del año 2000 (ENSA, 2000) señala que la prevalencia de diabetes tipo 2 en individuos de 20 años o más en nuestro país fue de 7.5%, de los individuos con esta patología el 77.3% ya conocía el diagnóstico y el 22.7% se identificó al participar en dicha encuesta.

Por lo general la persona con diabetes tipo 2 inicia su enfermedad antes de los 40 años de edad y ante la falta de diagnóstico oportuno se expone a los efectos adversos de la hiperglucemia sostenida (Arellano y Cols, 2008). A largo plazo la persona con diabetes tipo 2 es susceptible a múltiples y complejas complicaciones.

Entre las complicaciones microvasculares encontramos: nefropatía diabética, complicaciones oftalmológicas (cataratas y retinopatía proliferativa), complicaciones neurológicas (neuropatía diabética), pie diabético. De las complicaciones macrovasculares: cardiopatía isquémica, enfermedad vascular cerebral. Hay que agregar también las complicaciones agudas por el descontrol en las cifras de glucemia: crisis hiperglucémicas e hipoglucémicas (Islas y col, 2005, Arellano y Cols, 2008).

Es por ello que la diabetes se ha convertido en un problema prioritario de salud a nivel mundial y el éxito de los programas de salud está directamente relacionado con diversos factores, entre ellos el desarrollo de técnicas preventivas,

diagnósticas y terapéuticas eficaces y seguras, así como la ampliación de la cobertura de los servicios de salud. El programa de prevención de Diabetes de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y otros estudios de la American Diabetes Association (ADA) se encuentran encaminados al logro de este objetivo (Zhang y cols, 2003).

El National Diabetes Data Group (NDDG, 1979), reemplaza los términos diabetes química o limítrofe, por el de Intolerancia a la Glucosa (ITG) para referirse a un estado intermedio en la transición de tolerancia a la glucosa normal y la diabetes manifiesta. La American Diabetes Association (ADA) en su revisión a los criterios diagnósticos de la Diabetes tipo 2, en 1997 propone la categoría de Glucosa de Ayuno Alterada (GAA) (ADA, 1997). Entonces, esta nueva categoría de Alteraciones de la Glucosa en Ayunas, se introdujo para referir la zona entre los límites superior y normal de la concentración de glucosa (ADA, 2005; WHO, 2006; Arteaga y cols, 2009).

En la historia natural de la diabetes se ha señalado un estado previo de alteraciones en el metabolismo de la glucosa, que no corresponde a diabetes pero que tampoco se ubica dentro de la normalidad, es decir, se trata de un estado intermedio que se ha redefinido como prediabetes (ALAD, 2009)

El término Prediabetes se retoma para referirse a un grupo de individuos que no reúnen los criterios para el diagnóstico de diabetes, pero cuyos resultados no son normales en las pruebas diagnósticas (Bloomgarden, 2008).

En algunos sujetos existe relación genética con quienes ya tienen este padecimiento, y en otros casos hay asociaciones estadísticas fuertes, que son llamadas “clases de riesgo estadístico” (Islas y col, 2005)

En las clases de riesgo estadístico, se incluye a los gemelos monocigóticos de pacientes con diabetes tipo 2, a los familiares de primer grado de los

mismos pacientes, a las madres de neonatos con más de 4 kilogramos de peso al nacer y a los miembros de grupos raciales o étnicos con una prevalencia elevada de diabetes: afroamericanos, latinoamericanos, nativos americanos, asiáticos americanos, originarios de las islas del pacífico (Islas y col, 2005; Bloomgarden, 2008; ADA, 2009)

Tradicionalmente, el diagnóstico de Prediabetes se realizaba mediante la predicción del riesgo, con base en los antecedentes heredofamiliares, como ser descendiente de padres con diabetes tipo 2, o de madre con diabetes gestacional, o con el antecedente personal de incremento en la adiposidad abdominal (Islas y col, 2005).

En México la Secretaría de Salud recomienda la búsqueda intencionada de prediabetes y diabetes tipo 2 en los sujetos con cualquiera de las siguientes condiciones:

1. Familiares de primer grado de personas con diabetes
2. Obesidad, IMC mayor de 27 kg/m<sup>2</sup>
3. Edad mayor de 45 años
4. Intolerancia a la glucosa
5. Hipertensión arterial previamente diagnosticada
6. Colesterol HDL por debajo de 35 mg/dL y/o triglicéridos arriba de 250 mg/dL
7. Mujeres con antecedente de diabetes gestacional, haber tenido un producto con peso al nacer mayor de 4 kg
8. Hiperuricemia
9. Síndrome de ovario poliquístico o de hiperestimulación androgénica
10. Cardiopatía isquémica
11. Insuficiencia arterial de miembros inferiores
12. Albuminuria
13. Neuropatías periféricas
14. Alteración en las pruebas de función hepática sin causa aparente

A la fecha, la ADA recomienda realizar la prueba diagnóstica para establecer si se cursa con prediabetes en personas asintomáticas, y en especial en sujetos con sobrepeso u obesidad, o en aquellos que tengan uno o más factores de riesgo para presentar Diabetes mellitus (ADA,2009).

Como entidad nosológica la prediabetes involucra dos estados diferentes, dependiendo de la prueba de laboratorio empleada para establecer el diagnóstico (Tagle M, 2009) y son: la Glucosa de Ayuno Alterada (GAA) y la Intolerancia a la Glucosa (ITG). En conjunto, las alteraciones mencionadas forman parte de la fisiopatogenia de la Diabetes mellitus tipo 2 (Abdul-Ghani y col, 2009; ADA, 2009).

Se diagnostica a las personas con Prediabetes si resulta alterada alguna de las pruebas de laboratorio siguientes: cuantificación de glucosa de ayuno y prueba funcional no fisiológica de tolerancia oral a la glucosa. (Bloomgarden, 2008; Abdul-Ghani y col, 2009; ADA, 2009). En 2009 la ADA sugirió la medición de hemoglobina glucosilada como una tercera prueba diagnóstica de prediabetes, siempre y cuando se estandarice el método para realizar la medición (ADA, 2009)

A lo largo de los años, conforme avanza el conocimiento acerca de las alteraciones en el metabolismo de la glucosa, se han establecido clasificaciones y puntos de corte para el diagnóstico de diabetes (WHO 1985, WHO 2006). Actualmente el espectro de valores para considerar una glucemia normal es el siguiente: en ayunas, menor de 100 mg/dL (5.5 mmol/L), pos sobrecarga oral de 75 gramos de glucosa debe ser menor de 140 mg/dL (7.7 mmol/L) y con una determinación de hemoglobina glucosilada menor de 5.6% (ADA, 2009).

Los casos en que se hace el diagnóstico de diabetes presentan una glucemia en ayunas mayor a 126 mg/dL (7.0 mmol/L); después de la sobrecarga de 75 gramos de glucosa, la glucemia debe ser mayor a 200 mg/dL (11.11 mmol/L) y con hemoglobina glucosilada igual o mayor a 6.5% (Bastarrachea y cols, 2004; ADA 1994; Consenso del American College of Endocrinology 2008, ADA, 2009).



La interpretación al detalle es, si se obtienen valores entre 100 y 125 mg/dL (5.6 y 6.9 mmol/L) en una glucosa plasmática en ayuno, se establece “Glucosa de Ayuno Alterada” (GAA); y se recomienda realizar la prueba funcional no fisiológica, con sobrecarga oral de 75 gramos de glucosa y medición de glucemia poscarga a las dos horas; si en esta prueba, se obtienen valores entre 140 mg/dL (7.7 mmol/L) y 199 mg/dL (11 mmol/L) de la concentración del analito, se cursa entonces con “Intolerancia a la Glucosa” (ITG). Estas alteraciones del metabolismo de la glucosa establecen el diagnóstico de Prediabetes. Para el caso del porcentaje de hemoglobina glucosilada, si las cifras se localizan entre 5.6 y 6.4%, se establece también el diagnóstico de Prediabetes (Consenso del American College of Endocrinology 2008; Bloomgarden, 2008; ADA, 2009).

Cuadro i. Resumen de los criterios para el diagnóstico de:  
Glucemia normal, Prediabetes y Diabetes.

|                            | <b>En ayunas</b>                         | <b>2 horas pos<br/>sobrecarga<br/>de 75 g de glucosa</b> | <b>Hemoglobina<br/>glucosilada</b> |
|----------------------------|--|--|------------------------------------|
| <b>Glucemia<br/>normal</b> | < 100 mg/dL<br>(5.6mmol/L)               | < 140 mg/dL<br>(7.8 mmol/L)                              | < 5.6 %                            |
| <b>Prediabetes</b>         | 100 – 125<br>mg/dL (5.6 -<br>6.9 mmol/L) | 140 - 199 mg/dL<br>(7.8 - 11 mmol/L)                     | 5.7 - 6.4 %                        |
| <b>Diabetes</b>            | >126 mg/dL<br>(7.0 mmol/L)               | >200 mg/dL<br>(11.1 mmol/L)                              | ≥ 6.5 %                            |

Consenso del American College of Endocrinology 2008; ADA, 2009

La Glucosa de Ayuno Alterada (GAA) y la Intolerancia a la Glucosa (ITG) representan entidades clínicas con diferentes anormalidades en el metabolismo de la glucosa; pero ambas alteraciones permiten identificar a un gran número de individuos con riesgo mayor de desarrollar diabetes tipo 2, por ello se les engloba con el término de Prediabetes (Islas y col, 2005; WHO 2006, Abdul-Ghani y col, 2009).

En términos generales, presentar una concentración de glucosa plasmática en ayunas en el límite umbral, eleva el riesgo de complicaciones clínicas y metabólicas, se ha demostrado que en los sujetos con GAA o ITG, el riesgo anual de desarrollar diabetes como tal, es 4 a 6% mayor, comparado con el 0.5% de riesgo de los que tienen Tolerancia a la Glucosa Normal (TGN); y la presencia de ambas alteraciones GAA e ITG incrementa a 10% dicho riesgo (Mayfield, 1998; ADA, 2005; Cowie y cols, 2006). Las evidencias epidemiológicas indican que las complicaciones microvasculares relacionadas inician antes de que el sujeto haya llegado a la diabetes franca (Tagle M, 2009).

Tanto la GAA como la ITG son fuertes factores de predicción de diabetes, no obstante, ITG es considerada un mejor predictor (Islas y col, 2005; Crandall JP y cols, 2009). Adicionalmente, la prediabetes incrementa el riesgo de enfermedades cardiovasculares en aproximadamente un 50%, y sobre todo en los que cursan con ITG; y se asocia a otras entidades como la obesidad (MRGD-IMSS, 2008).

Un paso importante para prevenir o retardar el desarrollo de DM2 y sus complicaciones es identificar a las personas con prediabetes (Heikes KE y cols, 2009), su identificación es de gran importancia porque aun cuando la progresión de GAA o ITG a DM2 puede durar años, se estima que el 70% de ellos progresarán a dicho estado (Arteaga A y cols, 2009). Se ha demostrado que al intervenir en su estilo de vida es posible evitar la progresión a diabetes hasta en 58% de los casos, así como reducir la incidencia de enfermedad cardiovascular y microvascular relacionadas (Bloomgarden, 2008).

De la literatura en nuestro país, se informa que se han realizado estudios en sujetos aparentemente sanos, en los que se identificó una prevalencia de Glucosa de Ayuno Alterada (GAA) de 15.4%, mayor a la informada por la ENSA 2001, con probable subestimación para el primer caso, ya que la muestra estudiada no fue representativa de la población general (Munguía-Miranda y cols, 2008; 2009).

Por otra parte, estudios epidemiológicos realizados en el 2003, en otros países, evidenciaron una prevalencia de GAA menor a la de ITG; actualmente con las modificaciones al punto de corte para definir a la GAA, la prevalencia de esta alteración supera a la de la ITG. Ambas categorías son influidas por el grupo étnico al que se pertenece, el género y se sabe que aumentan con la edad (Cowie y cols, 2006; Abdul-Ghani y col, 2009).

Por ser la prediabetes una enfermedad con la potencialidad de ser corregida mediante intervenciones específicas, es decir, la aplicación de una medicina preventiva (Zárate y cols, 1998; García de Alba-García JE y cols, 2004; ADA, 2005), se dirige la atención a las personas en riesgo, y de forma específica a la población infantil, adolescentes y adultos jóvenes. (Castillo-Arriaga y cols, 2006).

La presencia de factores de riesgo cardiovascular y metabólico en individuos aparentemente sanos, reitera la gran importancia que tiene el abordaje precoz de este problema tanto en la detección de estos factores en la práctica clínica diaria, como en el cambio y mejora del estilo de vida (Falcón-Pérez, 2007; WHO, 2006 Munguía-Miranda y cols, 2009).

Por otra parte, es importante mencionar que la actual epidemia de obesidad, a resultado no solo en un incremento en la prevalencia de Diabetes mellitus, sino también, en que ésta se presente en etapas tempranas de la vida (MRGD-IMSS, 2008).

### **Metodología empleada para la determinación de la concentración de glucosa.**

Los métodos para la determinación cuantitativa de glucosa en los líquidos biológicos tienen su origen en el siglo XIX, con la aparición del reactivo de Fehling para la determinación de carbohidratos (Rodríguez-de Romo, 2001). Tomando como base las características reductoras de los carbohidratos a principios del siglo XX se desarrollaron una serie de métodos fundamentados en reacciones de óxido-reducción, los cuales incluían una primera reacción de reducción de  $\text{Cu}^{++}$  a  $\text{Cu}^+$ , seguida por la reducción de diferentes compuestos por el  $\text{Cu}^+$ , para obtener productos coloreados que se medían por colorimetría. Con este fundamento aparecieron los métodos de Benedict (Benedict, 1907); Folin y Wu (Folin y col, 1919); Nelson y Somogyi (Nelson, 1944) y el método de la reducción del ferricianuro (Hoffman, 1937), siendo el primer método automatizado para la determinación de glucosa (Skeggs, 2000). Debido a la falta de especificidad de los métodos de óxido-reducción (Richerich y col, 1983) se hizo necesario desarrollar métodos más específicos como los métodos de la o-toluidina y sus modificaciones (Hultman, 1959; Abraham, 1976; Dietzler y col, 1983).

Estas determinaciones introducidas entre los años 40 y 50 fueron empleadas por un gran número de laboratorios durante casi 20 años, sin embargo, debido a la elevada toxicidad de los reactivos y la dificultad para automatizarlos, los métodos de condensación fueron reemplazados paulatinamente por métodos basados en el uso de enzimas como reactivos, menos tóxicos y fáciles de automatizar (Pérez-Espinoza, 2005).

El método de la glucosa oxidasa, fue uno de los primeros ensayos en ser aplicados para la evaluación rutinaria de un gran número de especímenes (Dobrick, 1958). En la actualidad debido a sus características analíticas y su bajo costo sigue siendo el método de elección por la mayoría de los laboratorios clínicos (Pérez-Espinoza, 2005).

En adición a este método, aparecieron métodos basados en el uso de otras enzimas como la hexocinasa (Passey y cols, 1977) y la glucosa deshidrogenasa (Richerich y col, 1983). Actualmente el método de la hexocinasa es considerado como el método de referencia por su elevada especificidad, gran sensibilidad, así como por su excelente precisión y exactitud (Pérez-Espinoza, 2005).

### **Determinación de glucosa en especímenes y control de calidad.**

La concentración de glucosa en sangre capilar no debe utilizarse como sustituta de la concentración en plasma venoso (Stahl y cols, 2002, WHO, 2006). En la práctica clínica corriente, los valores de glucosa en plasma y en sangre se utilizan de manera intercambiable con el consecuente riesgo de una interpretación clínica incorrecta. En sangre humana, la glucosa se distribuye, del mismo modo que el agua, entre los eritrocitos y el plasma. La molalidad de la glucosa (cantidad de glucosa por unidad de masa de agua) es la misma en toda la muestra, pero la concentración es mayor en plasma que en los eritrocitos. Los diferentes dispositivos para la medición de glucosa pueden detectar e informar fundamentalmente distintas cantidades. Las diferentes concentraciones de agua en el calibrador, plasma y fluidos eritrocitarios pueden dar cuenta de algunas de las diferencias. Los resultados de las mediciones de glucosa dependen del tipo de muestra y de si el método requiere que la misma se diluya o del uso de biosensores en las muestras no diluidas. Si los resultados se mezclan o se utilizan indiscriminadamente las diferencias pueden exceder el error máximo permitido para las determinaciones de glucosa en el diagnóstico y monitoreo de Diabetes mellitus, lo cual complicaría el tratamiento del paciente (D´Orazio P y cols, 2008).

El objetivo de la Federación Internacional de Química Clínica y Laboratorio Clínico, División Científica, Grupo de Trabajo Sobre Electrodo Selectivos y Pruebas en el lugar de atención, es alcanzar un consenso global en el informe de los resultados. El documento recomienda que se informe la concentración de glucosa en plasma (en la unidad mmol/L) independientemente del tipo de muestra o de la técnica de medición. Se usa un factor constante de 1.11 para convertir la concentración

en suero a la concentración equivalente en plasma, este factor se obtiene al multiplicar los resultados por la proporción de concentraciones de agua en la muestra y en el calibrador. La concentración de masa de agua (kg/L) es de 0.71 en promedio en el citoplasma de eritrocitos “normales” (hematocrito de 0.43, concentraciones de proteínas y lípidos en plasma dentro del intervalo de referencia), de 0.84 en sangre entera/hemolizada; de 0.93 en plasma; y de 0.99 en los calibradores acuosos, del promedio de estos datos se obtiene el factor. La conversión posibilitará que obtengan resultados armonizados, con lo cual se facilitaría la clasificación y el cuidado de los pacientes y se arribaría a menos diagnósticos incorrectos (IFCCSD-WG-SEPOCT, 2008).

La ADA recomienda que en el control de calidad se tenga un coeficiente de variación (CV) máximo permitido de 10% en las concentraciones de glucosa de 4.7-22 mmol/L (84.6-396 mg/dL) y un error sistemático máximo de 15% a partir del valor del método de referencia (ADA, 1990). La ADA no acepta más que 5% de error analítico para la determinación de glucosa. La diferencia sistemática del 11% entre sangre normal y plasma ya excede el error máximo permitido recomendado. El hecho de confundir o no poder distinguir correctamente el tipo de muestra puede originar interpretaciones erróneas del resultado y que se realice un diagnóstico equivocado (ADA, 1994).

De la literatura se cita que Pérez-Espinoza, para evaluar el efecto interferente de ciertas sustancias en la determinación de glucosa, preparó muestras mediante la adición de diferentes cantidades de hemoglobina, bilirrubina, ácido ascórbico y los anticoagulantes, citrato de sodio, oxalato de sodio y EDTA-disódico. Adicionalmente preparó muestras con diferentes cantidades de lípidos. Para cada muestra con el interferente (problema) empleó un tubo con la concentración basal de glucosa sin el interferente (testigo) las muestras se analizaron por triplicado, y la diferencia entre los tubos testigo y problema, se atribuyó al interferente (Pérez-Espinoza y col, 2005).

Cuadro ii. Interferentes del método de determinación de glucosa

| Aspecto          | Interferente<br>añadido<br>(mg/dL en la<br>muestra) | Interferencia<br>glucosa<br>(mg/dL) |
|------------------|---|-------------------------------------|
| <b>Hemólisis</b> |   |                                     |
| Leve             | 21  | 0.5                                 |
| Moderada         | 43  | 2.8                                 |
| Intensa          | 86  | 4.8                                 |
| Muy intensa      | 172   | 7.2                                 |
| <b>Ictericia</b> |   |                                     |
| Leve             | 2.5   | 0.2                                 |
| Moderada         | 5.0   | 1.8                                 |
| Intensa          | 10.0  | -1.8                                |
| Muy intensa      | 20.0  | -6.9                                |
| <b>Lipemia</b>   |   |                                     |
| Leve             | ND  | 1.3                                 |
| Moderada         | ND  | 3.3                                 |
| Intensa          | ND  | 4.8                                 |

ND. No determinado

(Pérez-Espinoza y col, 2005)

Las clasificaciones recientes de los trastornos en el metabolismo de glucosa, como la “Glucosa de Ayuno Alterada” tienen cifras diagnósticas con intervalos estrechos que van de 5.6 a 6.9 mmol/L (100.8 – 124.2 mg/dL) para la concentración de glucosa en plasma venoso, mientras que el intervalo previo para la clasificación de normogluceemia y diabetes con una determinación de glucosa en ayuno va de 5.6 a 7.7 mmol/L (100.8 – 138.6 mg/dL), (WHO, 1993, ADA, 2005).

### **Prueba funcional no fisiológica.**

Las pruebas funcionales tienen el propósito de evaluar la capacidad de respuesta de un individuo ante una prueba de esfuerzo específica, ya sea ésta de naturaleza fisiológica (embarazo) o no fisiológica (prueba de sobrecarga oral con 75 gramos de glucosa y medición de glucemia a las 2 horas) (Ávila-Rosas, 1998).

El realizar la prueba de sobrecarga oral con 75 gramos de glucosa y medición de glucemia a las 2 horas, permite dependiendo de los resultados, identificar y clasificar a los sujetos con alteración en la tolerancia a la glucosa, especialmente a individuos asintomáticos con factores de riesgo para desarrollar diabetes y con determinación de glucosa en ayuno normal (Parra-Ortega y cols, 2006).

La prueba se realiza en condiciones estandarizadas: se hace después de un ayuno nocturno de 8 horas, durante el tiempo que dura la prueba el sujeto en estudio se debe mantener en reposo relativo, evitando todo tipo de estrés y de estímulos audiovisuales, sin consumo de alimentos, ni café, sin fumar. Se obtienen dos muestras de sangre venosa; la primera para determinar la concentración basal de glucosa y una segunda, dos horas posteriores a la ingesta de la sobrecarga oral de 75 gramos de glucosa disueltos en 300 mL de agua (Stahl M, 2002; ADA, 2005; WHO, 2006)

La determinación de la glucemia se debe realizar en plasma, por lo que una vez obtenida la muestra se pone a temperatura ambiente para separar el plasma del resto de los elementos formes de la sangre, y esto antes de transcurridos treinta minutos (IFCCSD-WG-SPOCT, 2008).

Se informa que la prueba no fisiológica de sobrecarga oral con 75 gramos de glucosa y medición de glucemia a las 2 horas, tienen una reproducibilidad moderada, la que se atribuye a variabilidad biológica (Martínez MA y cols, 2007).



Estudios epidemiológicos evidencian que al realizar únicamente la determinación de glucemia en ayuno se pierden aproximadamente 69% de los diagnósticos positivos de diabetes o de ITG, por ello se recomienda realizar las dos pruebas (ADA, 1997; Parra-Ortega y cols, 2006; ADA, 2009).

### **Resistencia a la insulina.**

La Resistencia a la insulina (RI) se define como una respuesta biológica subnormal a una determinada concentración de insulina (Youngren y col, 1997). En la resistencia a la acción de la insulina se asocian: una disminución en la captación de glucosa por parte de los tejidos sensibles a la insulina, principalmente el músculo esquelético y la hiperinsulinemia, como respuesta compensadora para tratar de mantener niveles fisiológicos de glucosa (Moller DE y col, 1991, Fletcher y cols, 2002, SIIC, 2006).

Los sitios principales de acción de la insulina son el músculo esquelético, el tejido adiposo y el hígado, esta hormona comienza a actuar a través de su fijación al receptor de insulina con actividad de tirosincinasa; la activación del receptor causa la autofosforilación de otras proteínas, entre ellas el sustrato de receptor de insulina 1 (IRS-1) y el sustrato 2 (ISR-2). La proteína fosfatidilinositol3-cinasa (IP3-cinasa) y la proteína Ras son capaces de unirse al IRS-1 para desencadenar fosforilaciones progresivas de proteincinasas de serina/treonina, responsables de las acciones metabólicas de la insulina a corto plazo y de sus efectos a largo plazo sobre el crecimiento y la diferenciación celular (Moller y Col, 1991).

La función característica de la insulina es el aumento en la captación de glucosa por las células, esta respuesta se produce tras la activación de la IP3-cinasa, capaz de reclutar vesículas que contienen el transportador GLUT-4 que facilita el transporte de glucosa al interior de las células (Hernández y Col, 2002).

Además de esta acción la insulina ejerce efectos estimulantes e inhibidores. Entre sus acciones estimuladoras se encuentra: fomentar la formación de glucosa al interior de las células (gluconeogénesis), aumentar la síntesis de glucógeno (glucogénesis), aumentar la síntesis de ácidos grasos (lipogénesis), fomenta la síntesis de proteínas (proteogénesis) y es capaz de modificar la diferenciación y proliferación celular. De las acciones inhibitorias tras la activación de la insulina tenemos: reduce la producción hepática de glucosa (gluconeogénesis), inhibe la liberación de ácidos grasos no esterificados en el tejido adiposo, reduce la formación de factores relacionados con el metabolismo de lípidos como la apolipoproteína B (Fletcher y Cols, 2002).

La resistencia a la acción de la insulina implica el deterioro en la capacidad de respuesta celular a la insulina, en esta situación las acciones estimuladora e inhibidora de la insulina se ven afectadas. La causa de la resistencia a la insulina puede involucrar (Fletcher y Cols, 2002; Cruz y Cols, 2005; Sato y Cols, 2009; ):

1. Defectos en la función del receptor de insulina:

- Mutación del receptor de insulina
- Anticuerpos contra el receptor de insulina
- Deterioro de la fosforilación del receptor

2. Defectos en la señalización de insulina:

- Alteraciones en los sustratos del receptor de insulina (ISR-1 e ISR-2)
- Defectos en la cascada de fosforilación de IP3-cinasa
- Exceso de ácidos grasos intracelulares

3. Defectos en los objetivos de la insulina:

- Alteración en los transportadores GLUT-4
- Afeción a los transportadores de lípidos y lipoproteínas

4. Defectos en otros reguladores metabólicos:

- Leptina
- Proteínas de desacople
- Receptores adrenérgicos B-3
- 

5. Elevación de ácidos grasos no esterificados en el plasma:

- Obesidad de predominio central
- Andrógenos
- Exceso de glucocorticoides

6. Defectos en el acceso de la insulina a los receptores

- Retardo en el transporte de insulina a través del endotelio en los tejidos sensibles a ella.

La medición de insulina en ayuno puede orientar al diagnóstico de RI, sin embargo la variabilidad en la secreción de insulina en el transcurso del día puede ser un factor de confusión, por lo cual se han empleado diversos índices derivados de la medición de insulina y glucosa en ayuno para establecer el diagnóstico de RI (Ascaso y cols, 2001).

Una disminución de la intensidad del pico de respuesta precoz de insulina tras una hiperglucemia provocada por vía intravenosa, indica la presencia de una prediabetes y su diagnóstico se establece antes de las manifestaciones clínicas de diabetes. Y además, se agrega que las diferentes mediciones antropométricas ayudan para predecir la Resistencia a la insulina y valorar los mejores puntos de corte (Suarez y cols, 2008).

Entre los métodos para evaluar la sensibilidad a la insulina se encuentra la técnica del clamp o pinza euglucémica hiperinsulinémica (De Fronzo y cols, 1979), este es un método complejo, prolongado y costoso. Por ello se han diseñado modelos matemáticos como el índice HOMA (Homeostasis Model Assessment), QUICKI

(Quantitative Insulin Sensitivity Check Index) e ISI (Insulin Sensitivity Index), estos índices se basan en los valores de insulina y glucosa en sangre para brindar una medición indirecta de resistencia a la acción de la insulina (Matthews, 1985; Buccini G y col, 2008).

Las consecuencias a nivel clínico de la RI se dividen en dos categorías; las que son resultado de la acción deficiente de la insulina y las que resultan de la acción excesiva de la misma (González L y col, 2010) En el caso de la DM2 y la ITG, ambas son resultado de una acción deficiente de la insulina (Amador y cols, 2001).

Hay estudios que sugieren que la hiperinsulinemia compensatoria de la RI tiene un efecto excesivo, el cual se manifiesta por dos características clínicas; la acantosis nigricans y la hiperplasia ovárica tecal con hiperandrogenismo. Por las altas concentraciones de insulina, se ven afectados la piel y los ovarios, porque esta hormona se puede unir tanto a receptores de insulina como a receptores IGF-I presentes en estos órganos y estimular la esteroidogénesis y el crecimiento celular en el tejido ovárico (Moller DE y col, 1991).

La Acantosis nigricans se caracteriza por papilomatosis hiperqueratósica epidérmica con aumentos de los melanocitos; que conduce a la aparición de áreas aterciopeladas e hiperpigmentadas de piel, predominantemente en pliegues y sitios de flexión (Katz SA y cols, 2000).

### **Método IRMA para cuantificación de Insulina.**

Uno de los métodos para cuantificación de insulina en investigación es BI-INSULIN IRMA destinado a la de determinación inmunorradiológica de insulina sérica.

Con BI-INSULIN IRMA se utiliza una técnica de tipo emparejado, bajo las siguientes características: se emplea un par de anticuerpos monoclonales anti-insulina, que se seleccionan según criterios precisos de especificidad, de afinidad y de complementariedad. El primero de estos anticuerpos monoclonales se fija a las paredes del tubo; mientras que el segundo con yodo  $^{125}\text{I}$ . En estas condiciones permite determinar la insulina inmunorreactiva que comprende a la insulina libre más la insulina unida a los anticuerpos antiinsulina y además determinar la insulina libre una vez que se ha separado de los inmunocomplejos (BI-INSULIN IRMA, Cisbio, Francia).

Se mide la radiactividad durante un minuto de la fracción unida con un contador de centelleo gamma calibrado para la determinar el yodo  $^{125}\text{I}$ .

El intervalo de referencia para la concentración de insulina en humanos es de: 0.0 a 20.0  $\mu\text{UI/mL}$ .

Para evaluar la resistencia a la insulina se utiliza ampliamente el índice de insulino resistencia con el modelo matemático de homeostasis HOMA (Matthews, 1985), calculado con la fórmula:

$$\text{Concentración basal de glucosa (mmol/L)} \times \text{Concentración basal de insulina } (\mu\text{UI/L}) / 22.5$$

Este método fue validado con la técnica de pinchamiento o pinza euglicémica hiperinsulinémica por Borona y colaboradores, quienes concluyen que es un buen método para estudiar la sensibilidad a la acción de la insulina ( $r = -0.820$ ,  $p$  menor 0.0001), que no se presentan diferencias significativas dependientes del género, la edad, el grado de sobrepeso u obesidad del sujeto en estudio (Borona y cols, 2000)

## **Sobrepeso y obesidad.**

La obesidad fue etiquetada como “epidemia mundial” por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 1998 debido a que a nivel global, existe más de un billón de adultos con sobrepeso y por lo menos 300 millones de éstos son obesos (WHO, 1998). Esta misma Organización indica que en 2005 había en el mundo aproximadamente 1 600 millones de adultos con sobrepeso y al menos 400 millones de ellos con obesidad. Se calcula que en 2015 habrá aproximadamente 2 300 millones de adultos con sobrepeso y más de 700 millones con obesidad (OMS, 2006).

Aunque los términos de sobrepeso y obesidad se usan recíprocamente, el sobrepeso se refiere a un exceso de peso corporal comparado con la talla, mientras que la obesidad se refiere a un exceso de grasa corporal (NOM-174-SSA1-1998).

Se puede definir también a la obesidad como un incremento de peso corporal más allá de los requerimientos físicos y de los límites del esqueleto, como resultado de una acumulación excesiva de grasa en el cuerpo (Guía Abbott, 2002).

Debemos tener en cuenta que la obesidad, incluyendo al sobrepeso como un estado pre mórbido, es una enfermedad crónica, acompañada de alteraciones metabólicas, que predisponen a la presentación de trastornos que deterioran el estado de salud, asociada en la mayoría de los casos a patología endócrina, cardiovascular y ortopédica principalmente, y relacionada tanto a factores biológicos, como socioculturales y psicológicos (NOM-174-SSA1-1998, PROY-NOM-008-SSA3-2006).

La fisiopatología de la obesidad implica por lo tanto, un desequilibrio entre el aporte y el gasto energético que es producido por una serie de alteraciones genéticas, bioquímicas, dietéticas y conductuales.

Y el problema se complica aún más al involucrar diferentes factores de la población como son la etnia, los hábitos dietéticos y la disminución de la vulnerabilidad a las enfermedades que previamente limitaban la esperanza de vida y que le confieren la oportunidad de ganar peso (Hernández-Jiménez, 2004; Vásquez-Garibay y cols, 2005; Cañete-Estrada y col, 2007). En adolescentes un desequilibrio crónico entre ingestión y gasto energético de apenas 1% puede producir una acumulación excesiva de grasa (Maffeis C, 2002).

La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006 (ENSANUT 2006), cuya misión es informar sobre el estado de nutrición de la población mexicana, señala a nivel nacional, que la prevalencia de sobrepeso fue más alta en hombres (42.5%) en comparación de las mujeres (37.4%); en tanto que de obesidad fue al contrario, en mujeres (34.5%) mayor que en hombres (24.2%).

El antecedente de bajo (menor de 2.5 kg) o alto peso (mayor a 4 kg) al nacer, así como ser hijo de madre con diabetes gestacional o tipo 2, son factores de riesgo asociados al desarrollo de sobrepeso y obesidad en etapas posteriores de la vida (Committee on Nutrition 2003-2004). Otros factores involucrados, son los cambios desfavorables en el estilo de vida, como el aumento de la ingesta calórica, el consumo de alimentos ricos en grasas y azúcares, pero con escasas vitaminas, minerales y micronutrientes, además de la poca actividad física debido a la naturaleza sedentaria de los trabajos, los cambios en urbanización y medios de transporte (OMS, 2006; Farías-Yáñez, 2007).

La Norma Oficial Mexicana para el manejo integral del sobrepeso y la obesidad (NOM-174-SSA1-1998), sugiere, clasificarlas con base en el Índice de Masa Corporal (IMC), también conocido como Índice de Quetelet. Este índice es el parámetro diagnóstico más utilizado en forma aislada pero concluyente para evaluar tanto el sobrepeso como la obesidad, de igual forma para la supervisión de modificaciones en el peso corporal (Manual de la Secretaría de Salud, 2004; OMS, 2006).

En la determinación del IMC se requiere de dos mediciones elementales: el peso actual y la altura del sujeto; la forma de calcularlo no varía en función del género, ni de la edad en la población adulta. En poblaciones con un alto grado de adiposidad, el exceso de grasa corporal (o adiposidad) está altamente correlacionado con el peso corporal; razón por la cual el IMC es una medición válida y conveniente de adiposidad (Hernández-Jiménez, 2004).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el sobrepeso como un IMC igual o superior a 25 kg/m<sup>2</sup>, y la obesidad como un IMC igual o superior a 30 kg/m<sup>2</sup>; esto generaliza el diagnóstico independientemente de la talla corporal, información que sirve para establecer el riesgo para el desarrollo de comorbilidades (WHO, 1998).

Cuadro iii. Clasificación por IMC de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (WHO, 1998).

| <b>IMC</b>                     | <b>Clasificación</b> |
|--------------------------------|----------------------|
| Menor a 18.5 kg/m <sup>2</sup> | Bajo peso            |
| 18.5 a 24.9 kg/m <sup>2</sup>  | Normal               |
| 25.0 a 29.9 kg/m <sup>2</sup>  | Sobrepeso            |
| 30.0 kg/m <sup>2</sup> o mayor | Obesidad             |

En cambio la Norma Oficial Mexicana (NOM-008-SSA3-2006) para este mismo aspecto, cita tres grados de obesidad, considerando la talla de la población mexicana.



Cuadro iv. Clasificación por IMC de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana.  
(NOM-174-SSA1-1998).

| <b>IMC</b>                   | <b>Clasificación</b> |
|------------------------------|----------------------|
| Menor a 18 kg/m <sup>2</sup> | Bajo peso            |
| 18 a 24.9 kg/m <sup>2</sup>  | Peso saludable       |
| 25 a 26.9 kg/m <sup>2</sup>  | Sobrepeso            |
| 27 a 29.9 kg/m <sup>2</sup>  | Obesidad Grado I     |
| 30 a 39.9 kg/m <sup>2</sup>  | Obesidad Grado II    |
| Mayor a 40 kg/m <sup>2</sup> | Obesidad Grado III   |

Los datos contenidos en los cuadros de referencia, representan el valor promedio de una muestra representativa de la población aparentemente sana. Y además se establece el intervalo de peso en que se ubica un individuo, en función de su talla, género, complexión y estado fisiológico (Ávila-Rosas, 1998). En estudios de otros países, como China, Corea y Suiza, también consideran la talla de la población en estudio (Sánchez-Castillo y cols, 2003).

Al analizar el peso óptimo de una población, se establecen diferencias de IMC entre hombres (23.5 y 24.9 kg/m<sup>2</sup>) y mujeres (22.0 y 23.4 kg/m<sup>2</sup>), esto se debe tomar en cuenta en la evaluación de ambos casos (Partida-Hernández G, 2004).

En nuestro país, el riesgo de comorbilidades asociadas al sobrepeso y/o la obesidad, se estimó con los datos obtenidos en la Encuesta Nacional de Salud (ENSA, 2000, Sánchez-Castillo y cols, 2003).

Los riesgo de comorbilidades se resumen en el cuadro siguiente:

Cuadro v. Riesgo de comorbilidades con base en el IMC.  
(ENSA, 2000; Sánchez-Castillo y cols, 2003)

| <b>IMC</b> | <b>Clasificación</b> | <b>Riesgo</b>    |
|------------|----------------------|------------------|
| < 18.5     | Bajo peso            | <b>Bajo</b>      |
| 18.5-24.9  | Normal               | <b>Bajo</b>      |
| > o =25    | Sobrepeso            | <b>Promedio</b>  |
| 25-29.9    | Pre-obesos           | <b>Aumentado</b> |
| 30-34.9    | Obesidad I           | <b>Moderado</b>  |
| 35-39.9    | Obesidad II          | <b>Grave</b>     |
| >40        | Obesidad III         | <b>Muy grave</b> |

Una medición que consideramos muy sencilla, el perímetro abdominal, se ha demostrado que es la variable antropométrica mejor correlacionada con la cantidad de tejido adiposo visceral y sus modificaciones. Esta medición resulta útil, porque, la acumulación excesiva de tejido adiposo visceral se correlaciona con anomalías en el metabolismo de la glucosa, con alteraciones aterotrombóticas e inflamatorias y riesgo cardiovascular (Scarsella C y col, 2003).

La prevalencia de perímetro abdominal en México, considerada como obesidad abdominal, fue de 83.6% para las mujeres y 63.8% para los hombres (ENSANUT, 2006). Además en nuestra población, ésta es la medición antropométrica que mejor predice el riesgo de desarrollar diabetes, y es posible utilizarla como una prueba tamiz (Moreno-Aznar y cols, 1998; Sánchez-Castillo y cols, 2003).

En el cuadro vi se muestran los puntos de corte considerados de riesgo de comorbilidades para la población mexicana.

Cuadro vi. Riesgo de comorbilidades basado en la medición de perímetro abdominal. (ENSA, 2000; Sánchez-Castillo y cols, 2003)

| <b>Perímetro abdominal</b> | <b>Sin riesgo</b> | <b>Riesgo bajo</b> | <b>Riesgo alto</b> |
|----------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Hombres                    | < 90 cm           | ≥ 94 cm            | ≥ 102              |
| Mujeres                    | < 80 cm           | ≥ 80               | ≥ 88               |

Es bien sabido que el ser humano desea llevar una vida más larga y con calidad. Su preocupación por perder peso es genuina en cuanto a la reducción de riesgos para su salud, porque entre más elevado sea su IMC, tiene mayor riesgo de padecer diabetes, enfermedades cardiovasculares, cáncer y tiene mayor riesgo de morir (Falcón y cols, 2007).

### **Evaluación del estado nutricional.**

La evaluación del estado de salud de todo sujeto, implica, por parte del médico una apreciación adecuada del estado nutricional, y esta requiere de estimar la composición corporal. Comúnmente el indicador utilizado para evaluar el estado de nutrición de la persona, es el IMC; pero, en una evaluación nutricional completa se debe considerar el género, la edad y el estado fisiológico de la persona en el momento de la valoración (Ávila-Rosas, 1998; WHO, 1998).

El estado nutricional influye en la morbimortalidad de todo sujeto, al asociarse a múltiples enfermedades crónicas (diabetes, hipertensión, obesidad alteraciones cardiovasculares, etc.) o al mantenimiento de un estado de salud óptimo (Martin-Moreno y cols, 2003).

El estudio de la composición corporal constituye el eje central de la valoración del estado nutrición de un sujeto, además contribuye a establecer diagnósticos e instaurar planes de tratamiento (Espinoza-Cuevas y col, 2001).

Desde cinco niveles de puede iniciar el estudio de la composición corporal, éstos son: 1.- nivel atómico; 2.- molecular. 3.- celular; 4.- tisular y 5.- corporal total. Con la finalidad de facilitar el estudio, se agrupa al organismo en compartimentos, éstos comprenden uno o más componente de un mismo nivel. Actualmente el modelo más empleado para determinar la composición corporal, es el bicompartimental, que clasifica el cuerpo en masa grasa (MG) y masa libre de grasa (MLG) esta última llamada también masa magra (Ávila-Rosas, 1998; Espinoza-Cuevas y col, 2001).

Al elegir la mejor técnica para evaluar la composición corporal, se busca que cumpla con los siguientes requisitos: accesibilidad (que pueda ser aplicada en la consulta diaria), sencillez en su manejo, reproducibilidad, no invasividad, facilidad de ser aceptada por el sujeto en estudio, que su costo pueda ser asumido y que exista suficiente evidencia de su utilidad (Martin-Moreno, 2001).

De las diversas técnicas disponibles para estimar la composición corporal, solo la medición de pliegues cutáneos, las ecuaciones basadas en mediciones antropométricas y la bioimpedancia bioeléctrica son accesibles a todos los profesionales de la salud y se pueden realizar durante la consulta médica (Martin-Moreno y cols, 2003).

El cuadro vii muestra las ventajas y desventajas, de algunas de las técnicas empleadas en la evaluación de la composición corporal.

Cuadro vii. Ventajas y desventajas de las técnicas para evaluar la composición corporal. (Ávila-Rosas, 1998)

| Técnicas  | Ventajas  | Desventajas  |
|---|---|--|
| <b>Densidad</b>   | Es un método inocuo y barato, de forma simultánea calcula la masa magra y la masa grasa.  | Requiere cooperación del individuo para determinar su peso bajo el agua, en una técnica inadecuada para niños y ancianos. La presencia de gas intestinal provoca errores en la medición. |
| <b>Antropometría (espesor del pliegues cutáneos, circunferencias)</b> | Es un método económico, y accesible en la consulta diaria. Se calcula de forma directa la grasa corporal y el musculo regional. | Precisión baja en individuos muy obesos. Hay variaciones regionales en la capa de grasa subcutánea.  |
| <b>Tomografía axial computarizada</b>                                 | Delimita el tamaño de las vísceras, la distribución de la grasa y el tamaño de los huesos.                                      | El equipo es caro, exposición a radiación.   |
| <b>Impedancia bioeléctrica</b>  | Método inocuo, que permite calcular la masa corporal y la masa magra.   | La precisión varía por el estado de hidratación de la persona evaluada y presencia de líquidos corporales (edema o líquido amniótico).   |
| <b>Resonancia nuclear magnética</b>                                   | Delimita el tamaño de los órganos, músculo, grasa y agua corporal, así como su distribución.                                    | Equipo muy costoso   |

Las técnicas antropométricas permiten crear patrones de referencia susceptibles de expresión numérica absoluta en escalas continuas; su desventaja es que no generan puntos de corte universales, requieren de capacitación, experiencia y control de calidad. (Durnin JVGA y col, 1974; Ávila-Rosas, 1998; Cañete-Estrada, 2003)

Con relación a la bioimpedancia eléctrica, la concordancia entre el porcentaje de GC obtenido con la ecuación Siri-específica y con el monitor Omrom BF 300 es alta, con un coeficiente de variación con límite inferior del intervalo de confianza del 95% por encima de 0.85 y un coeficiente de correlación de Spearman mayor de 0.88 (Martín-Moreno y cols, 2001).

El uso de técnicas antropométricas se basa en el hecho de que existe una proporción constante entre la grasa corporal total y la grasa del tejido subcutáneo; y para tener una estimación más exacta del depósito de grasa del sujeto en estudio, es necesario medir varios sitios del cuerpo, ya que la distribución de los depósitos de grasa, está determinado genéticamente (Durnin JVGA y col, 1974).

Se consideran las siguientes asunciones en la medición de pliegues: el pliegue cutáneo consta de una doble capa de piel, y de forma indirecta se mide el grosor del tejido adiposo subcutáneo. Se asume que la distribución de la grasa subcutánea e interna es similar para todos los individuos. En ambos géneros, aproximadamente un tercio de la grasa total se localiza subcutáneamente; por la relación que existe entre la grasa subcutánea y la grasa corporal, se puede utilizar la suma de algunos pliegues cutáneos para estimar la grasa corporal total (Durnin JVGA y col, 1974; Avila-Rosas, 1998).

Las mediciones antropométricas se deben obtener todas en una misma sesión, para evitar variaciones en las condiciones ambientales o biológicas del sujeto en estudio. Se ha estudiado la importancia de determinar si las dimensiones antropométricas se deben obtener de la mitad derecha o izquierda del cuerpo; se comprobó que los valores obtenidos en la mitad derecha son significativamente mayores que los del lado izquierdo (Espinoza-Cuevas, 2001).

En la serie de ecuaciones propuesta por Durnin y Womersley (1974) se considera la medición de pliegues subcutáneos tanto de las extremidades como del tronco, para calcular la masa grasa y la masa libre de grasa.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día, en grupos de edad jóvenes, como nunca antes se había visto predominan las enfermedades crónicas incapacitantes, obesidad, diabetes, hipertensión arterial, alteraciones cardiovasculares, etc. (Alberti G y cols, 2004).

La edad, la modernización y su repercusión sobre los estilos de vida han favorecido que a nivel de la población mundial, en los últimos años se han incrementado tanto el número de personas con obesidad como con diabetes tipo 2, este último caso alcanza mas de 150 millones de sujetos (Munguía-Miranda y cols, 2009); algunos no han sido diagnosticados, derivado de su naturaleza asintomática; entre 33 y 50% de los individuos con la enfermedad no sabe la tiene (WHO, 2003), se espera que el número de casos haya aumentado al doble en el año 2025 (King y cols, 1998). Y en el caso de la obesidad, la hiperlipidemia, hipertensión, la tolerancia anormal a la glucosa, la resistencia a la acción de la insulina, los problemas ortopédicos, la autoestima disminuida y el deterioro en la percepción de la imagen corporal se suman al impacto negativo en la salud física y psicológica de los jóvenes adultos.

Es evidente que el control de las alteraciones metabólicas y sumados el sobrepeso y la obesidad, incide directamente en la morbimortalidad de otros padecimientos, y sin embargo no existen estrategias acertadas de prevención, diagnóstico y tratamiento. Entonces la expectativa de vida de los individuos se reduce al presentar estas enfermedades, por ello son graves problemas de salud pública (Panzram, 1987, García-García E y cols, 2008).

En México existen estrategias que pretenden sin mucho éxito, erradicar la adopción de hábitos y estilos de vida que favorecen el desarrollo de enfermedades crónico degenerativas (prevención primordial), evitar la aparición de nuevos casos de enfermedad entre personas libres de la misma (prevención primaria), y entre los que ya han sufrido un evento previo (prevención secundaria).



Hoy en día los expertos reconocen que existe un grupo de personas cuya concentración de glucosa no alcanza el criterio para establecer el diagnóstico como tal de diabetes, sin embargo sus glucemias son muy elevadas para ser consideradas normales, así se establece la categoría de “Alteraciones en el metabolismo de la glucosa o Prediabetes” (WHO, 2006; ADA, 2009).

La Prediabetes es una entidad poco estudiada, la Intolerancia a la Glucosa (ITG) y/o a la Alteración de la Glucosa en Ayuno (AGA), con frecuencia se acompañan de Resistencia a la Insulina (RI). En conjunto estas alteraciones forman parte de la fisiopatogenia de la Diabetes mellitus tipo 2. La evidencia epidemiológica indica que ITG, AGA y RI comienzan antes de que el paciente haya llegado a la diabetes franca (Islas y col, 2005).

En el 2008, el Grupo Multidisciplinario de Investigación en Diabetes del IMSS, encontró en población mexicana adulta, una prevalencia de Prediabetes del 43.2%. En la población estudiada encontraron una prevalencia de 24.6% para GAA, de 8.3% para ITG y de 10.3% para GAA+ITG, y resultó relevante que una alta proporción de sujetos con peso normal exhibieron estos padecimientos (MRGD-IMSS, 2008).

Más de 70 millones de mexicanos tienen problemas de sobrepeso y de obesidad y unos 5 millones de jóvenes y adolescentes sufren también estos trastornos (ENSA, 2001).

La distribución porcentual del IMC adecuado en la población adulta, por género y grupo de edad en la región Centro (Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Zacatecas), es del 45% en hombres de entre 20 y 29 años, y de 42% en mujeres del mismo grupo de edad. Y es relevante señalar, que en el estado de Michoacán de Ocampo, el 33% de los hombres y sólo el 27% de las mujeres en el mismo grupo etario, tienen peso saludable (ENSANUT,2006).

Por otra parte, la aplicación de técnicas o medidas antropométricas para determinar la composición corporal a excepción del peso, la talla y el IMC, es poco utilizada en la práctica clínica diaria, reservándose fundamentalmente para estudios clínicos o epidemiológicos. En nuestro medio existen escasos estudios que toman como referencia esas técnicas.

En la evaluación clínica del individuo sano, habitualmente no se realizan mediciones del porcentaje de grasa corporal y el diagnóstico de obesidad lo establecen solamente con el IMC mayor de 25 kg/m<sup>2</sup>.

La epidemia de obesidad puede asociarse con resistencia a la insulina y aquella es paralela a la trayectoria ascendente que presentan tanto la diabetes, como la prediabetes (Hernández-Jiménez, 2004).

Lo grave del binomio mencionado (obesidad y prediabetes) es que en la literatura se cita que se suma a otras patologías como: dislipidemia e hipertensión arterial, conformando el síndrome metabólico, por lo que se incrementa el riesgo de enfermedades cardiovasculares, esteatosis hepática, y hoy en día se les asocia con algunos tipos de cáncer, como el de mama en la mujer y el de la próstata en el hombre (Sánchez-Castillo y cols, 2004).

Adicionalmente, las modificaciones en los hábitos alimentarios (Tapia R, 2006), la eliminación de conductas riesgosas para la salud y la adquisición de nuevos comportamientos que resulten en una mejor calidad de vida no son siempre fáciles de asumir, ni por quien lo propone como personal de salud, ni por el paciente que lo adopta (Pineda N, 2009).

Por lo que la pregunta de investigación fue:

¿Es posible establecer el diagnóstico de prediabetes en estudiantes de medicina y se relaciona con la presencia de sobrepeso y obesidad?

#### 4. JUSTIFICACIÓN

En México como en otros países la población no tiene una cultura preventiva para la salud. Creemos que los estudiantes de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Dr. Ignacio Chávez” de la UMSNH, no son la excepción a esta regla y que además desconocen las medidas más efectivas de prevención para no desarrollar Diabetes mellitus ni obesidad así como su autocontrol.

Los jóvenes que estudian la licenciatura en Medicina tienen entre 19 y 25 años; esta edad concuerda con una etapa de cambios importantes por la adquisición mayor de conocimientos que además, incluye modificaciones inherentes a la conducta, que de no ser las adecuadas, repercutirán ya en la adultez (Caballero- Rico, 2006).

El riesgo de desarrollar diabetes tipo 2, se observa incrementado cuando existe sobrepeso y obesidad central, así como cuando existen alteraciones en la tolerancia a la glucosa y resistencia al efecto de la insulina. Por ello un paso importante para prevenir o retardar el desarrollo de diabetes tipo 2 y futuras complicaciones es identificar a las personas con Prediabetes.

Entonces, resulta necesario elaborar la historia clínica de los estudiantes asintomáticos, en particular los que tienen sobrepeso y obesidad, adicionalmente realizarles pruebas por el laboratorio como medición de insulina, glucemia sérica basal y la prueba de tolerancia a la glucosa con sobrecarga oral de 75 g cuantificada a las 2 horas, que de resultar con cifras alteradas, se establece el diagnóstico de Prediabetes (Islas y col, 2005; ADA, 2009). Además mediante técnicas aplicables en la consulta diaria, se propone la medición de pliegues cutáneos y los indicadores calculados por ecuaciones antropométricas para proporcionar una valoración del estado nutricional de los mismos sujetos.

La presencia de alteraciones en el metabolismo de la glucosa y el sobrepeso u obesidad, en los estudiantes de medicina que se perciben saludables, es útil, porque el diagnóstico en sí, sería oportuno y permitiría el abordaje adecuado mediante la implementación a futuro de un programa de atención integral para los afectados, en la Clínica Médica Universitaria.

Si consideramos que por cada persona con diabetes existen 5.3 familiares directos propensos a desarrollarla, es posible que a través del estudiante diagnosticado con prediabetes y/o resistencia a la insulina, incidamos con acciones directas en los factores de riesgo modificables de quienes lo rodean (Rodríguez-Moctezuma y cols, 2004).

## **5. HIPÓTESIS DE TRABAJO**

El diagnóstico de Prediabetes en los jóvenes estudiantes de medicina se asocia con sobrepeso u obesidad, así como a indicadores antropométricos e indicadores metabólicos alterados.

## 6. OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL:

Buscar el diagnóstico de prediabetes en jóvenes estudiantes de medicina, su relación con variables antropométricas y metabólicas.

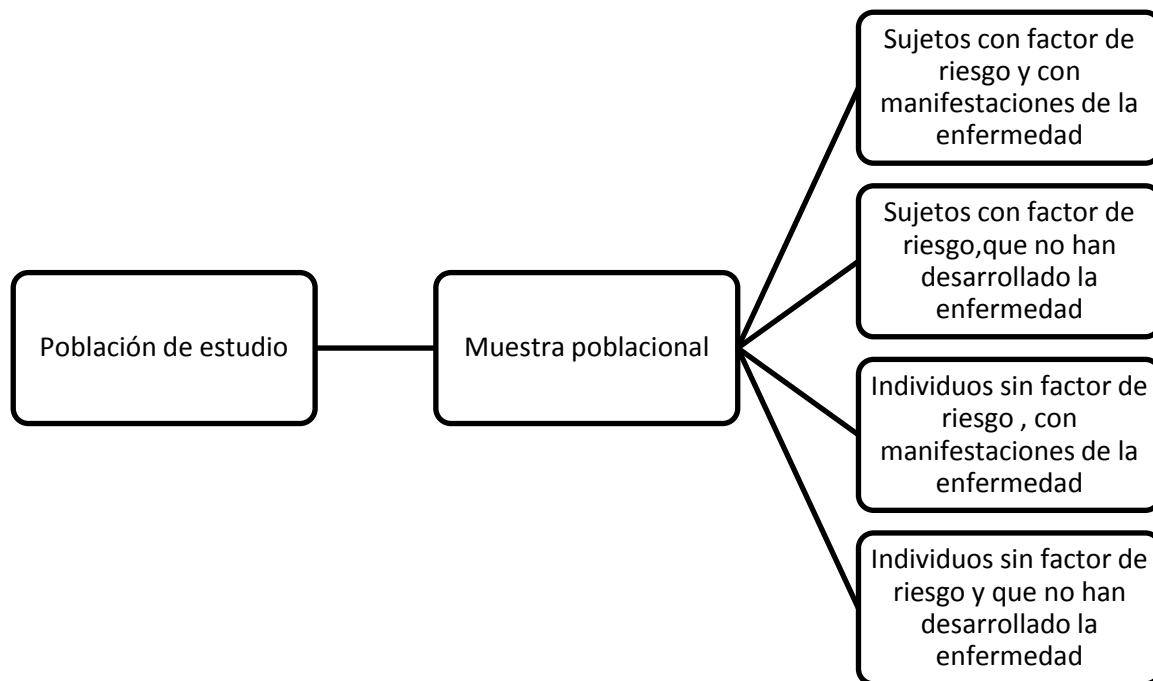
### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Saber qué estudiantes tienen prediabetes; mediante la identificación de glucosa de ayuno alterada, o por respuesta anormal a la prueba funcional no fisiológica con sobrecarga de glucosa oral, o por ambos parámetros.
2. Identificar los sujetos que presentan IMC mayor de  $25 \text{ kg/m}^2$  y perímetro abdominal mayor de 90 cm en el hombre o mayor de 80 cm en la mujer.
3. Estimar el número de casos que cursan con prediabetes, clasificados con base en el IMC como lo señala la NOM-174-SSA1-1998.
4. Establecer el Índice HOMA de los participantes en el estudio.
5. Correlacionar las variables antropométricas (IMC, perímetro abdominal y porcentaje de masa grasa corporal) y las metabólicas (concentración de glucosa sérica, de insulina e índice HOMA)

## 7. MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio: comparativo, retrolectivo, transversal, y clínico (Méndez y cols, 2008).

Para fines de este estudio se eligió el diseño Transversal, como se observa en el cuadro viii. Los integrantes de la muestra poblacional se ubicaron en alguno de los siguientes cuatro grupos: 1. Los sujetos que presentaron factor de riesgo y tienen manifestaciones la patología indagada. 2. Los que tuvieron factor de riesgo y no han desarrollado la enfermedad. 3. Individuos sin factor de riesgo que presentan ya la patología y 4. Los individuos sin factor de riesgo y sin manifestaciones de la enfermedad (WHO, 2001).



Cuadro viii. Resumen de las características de los estudios de tipo transversales, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud.

Universo o población.

Esta investigación se realizó con estudiantes de la Licenciatura en Medicina de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Dr. Ignacio Chávez” de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Se contó con la autorización de los directivos de la Dependencia para el acercamiento a los profesores que permitieron el acceso a sus estudiantes.

Tipo de muestreo.

En el presente estudio el muestreo fue no probabilístico y la muestra se eligió por conveniencia (Polit DF y col 2000).

Tamaño de muestra.

El tamaño de muestra se calculó con la fórmula:

$$n = \frac{N}{1 + NE^2} = \frac{3,600}{1 + 3,600 (0.01)^2} = \frac{3,600}{1 + 36} = \frac{3,600}{37}$$

$$n = 97.29$$

Donde:

n = Tamaño de muestra

N = Tamaño de la población conocida (3600 estudiantes, información de Control escolar)

E = Error de estimación del 10%



Los participantes se seleccionaron de acuerdo a los siguientes criterios:

De inclusión:

Estudiantes inscritos como alumnos regulares del primero al quinto año, en esta Dependencia, sin distinción de género.

No inclusión:

Alumnos inscritos en otras Dependencias de la UMSNH, los ya diagnosticados con Diabetes mellitus, las personas que en los tres meses previos hubieran tenido tratamiento integral para control de peso, las mujeres embarazadas y el o la que no acepto participar en el protocolo.

Eliminación:

Los que aún reuniendo los criterios de inclusión, decidieron retirarse del estudio, los sujetos que no completaron las etapas propuestas y los que tuvieron informe con resultados incompletos.

Consideraciones éticas.

Los procedimientos del presente estudio se realizaron de acuerdo a los aspectos normativos contemplados en la 18th Asamblea Médica Mundial (Helsinki, 1984, actualizada en el año 2008) con sus enmiendas correspondientes (WMA, 2000); así como para no transgredir las normas éticas nacionales en materia de investigación en salud (Ley General de Salud de la República Mexicana, 1997) en su Título segundo de las disposiciones generales capítulo único artículo 100 se considera riesgo mínimo.

A cada estudiante se le informó del objetivo y características del estudio, de posibles inconvenientes, buscando su participación voluntaria y por escrito, misma que se confirmó en la carta de consentimiento bajo información (anexo 4), además se reservó el anonimato para todos los participantes en cuanto a su nombre y condiciones particulares.

El protocolo de investigación fue autorizado en la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Dr. Ignacio Chávez”, UMSNH, con número de registro 001/P/8/2010. Se obtuvo aprobación por la Comisión de Bioética de la misma Dependencia el 27 de Febrero de 2010, bajo el número de Registro: CB/2010/II-70.

Los resultados de los sujetos participantes se vertieron en hojas diseñadas ex profeso (anexo 5), se entregaron a la Clínica Medica Universitaria y de manera personal a cada participante (anexo 8).

Plan de procedimiento:

Previa aprobación de las autoridades de esta Facultad para tener acceso a los profesores y estudiantes de las secciones de primero a quinto año, para participar en este protocolo, se procedió a abordar a los mismos en tres etapas y con la estrategia a continuación descrita:

Estrategia de abordaje.

PRIMERA ETAPA. Difusión y orientación a los estudiantes de primero a quinto año de la licenciatura en medicina.

En la primera semana, cada día, a excepción del martes, la estudiante en formación de Posgrado, realizó la difusión en las secciones elegidas, mediante volante alusivo (anexo 1) y sesiones de orientación acerca del protocolo.

Los alumnos que verbalmente aceptaron participar, recibieron mayor información, y se les programó cita médica (anexo 3, documento por duplicado, del cual: el original se entregaba al interesado y la copia se conservó para el expediente). La cita médica se efectuó dentro de las dos semanas siguientes, conforme a la calendarización establecida día a día.

SEGUNDA ETAPA. Atención a los sujetos seleccionados que firman carta de consentimiento informado (anexo 4), elaboración de la historia clínica dirigida (anexo 5) que incluye parámetros antropométricos.

En esta segunda etapa, los sujetos programados acudieron a la programación de su cita médica al Laboratorio de Diabetes clínica y experimental, cuyas instalaciones están ubicadas en el segundo nivel del edificio destinado para actividades del posgrado en esta Dependencia, allí mismo antes de cualquier intervención firmaron la carta de consentimiento informado.

La atención del estudiante que participó, se realizó en el área asignada y adecuada dentro de las instalaciones antes mencionadas; se llenó la historia clínica como lo indica la Norma Oficial del Expediente Clínico NOM-168-SSA1-1998 (NOM, 1999) con interrogatorio dirigido y exploración física. En la historia clínica se recabaron la edad, el género, antecedentes personales de peso al nacimiento, obesidad en la infancia, consumo de tabaco y alcohol, ejercicio físico, cuestionario de 24 horas de consumo de alimentos. Se interrogaron los antecedentes familiares de diabetes, hipertensión arterial, sobrepeso u obesidad.

En la exploración física se buscó la presencia de Acanthosis nigricans, collar de Venus y ginecomastia. La presión arterial se determinó tras un periodo de reposo de 15 minutos, dos mediciones con separación de 5 minutos entre sí.

La Norma Oficial del Expediente Clínico NOM-168-SSA1-1998, no incluye evaluación antropométrica por lo que, en esta investigación se agregaron los siguientes indicadores: perímetro abdominal, circunferencia de cadera, índice cintura-cadera; por triplicado las mediciones de pliegues cutáneos: tricípital, bicipital, subescapular y suprailíaco, a fin de informar los indicadores antropométricos derivados, Masa Grasa Corporal porcentual (MGC), Masa Grasa Corporal Total (MGCT) y Masa Magra Corporal (MMC), todo ello para conocer el estado nutricional de los participantes.

Al término de la consulta médica, al participante se le programó una segunda cita por la mañana al Laboratorio (anexo 6, documento por duplicado, del cual: el original se entregó al interesado y la copia se conservó para el expediente). Además se le proporcionaron indicaciones precisas para acudir a la toma de muestras y prueba funcional no fisiológica en las instalaciones ya señaladas.

TERCERA ETAPA: Toma de muestras para glucosa sérica basal y determinación de insulina; realización de la prueba funcional no fisiológica; procesamiento de las mismas; cuantificaciones y entrega de resultados.

La toma de muestras y realización de la prueba funcional se llevó a cabo en apego al plan estratégico (anexo 7). Se realizaron pruebas de laboratorio de uno a cuatro participantes por día.

La extracción de sangre venosa (10 mL) se realizó tras un ayuno nocturno de 10 a 12 horas, la muestra se obtuvo mediante punción de una vena antecubital, con extracción por vacutainer en tubos (Becton Dickinson) con vacío “para química clínica” tapón rojo; se dejó en reposo por 10 a 15 minutos para permitir la formación del coágulo. Con antelación se etiquetaron los tubos con la clave de control correspondiente y el nombre completo del participante.

De la muestra así obtenida, primero se utilizó una pequeña cantidad para determinar glucemia con el reflectómetro (Accutrend Sensor de Roche) mediante tiras reactivas (Accu-Check), esto es con el propósito de identificar si el individuo tenía cifras menores de 126 mg/dL, lo que permitió continuar con la prueba funcional no fisiológica de sobrecarga de glucosa. En cambio, si los resultados obtenidos eran iguales o mayores a 126 mg/dL, no se practicó la prueba, porque se incrementa el riesgo de hiperglucemia en el sujeto, y esto va en contra de las consideraciones médicas y éticas que nos rigen.

Enseguida se procedió a la separación del plasma en alícuotas para su conservación a -20°C en espera de reunir la cantidad requerida de casos dado que la cuantificación de insulina se hizo con estuche comercial y cada equipo contiene los reactivos para 100 tubos.

Al término del estudio, cada participante acudió para recibir tanto los resultados obtenidos en las pruebas (anexo 8) como la orientación médica respecto a su estado de salud. Las historias clínicas de los participantes se entregaron a la Clínica Médica Universitaria para el seguimiento de los sujetos que se diagnosticaron con sobrepeso u obesidad, prediabetes y/o resistencia a la insulina.

#### Recolección de datos.

Se midieron y se anotaron en la historia clínica de cada individuo, así como en la bitácora del laboratorio de Diabetes melitus clínica y experimental los resultados de pruebas de laboratorio y de indicadores clínicos y antropométricos.

#### Medición de variables.

**Presión arterial:** Se cuantificó con el sujeto sentado, previo reposo de 10 a 15 minutos, con manómetro digital microlife BP A100. Se colocó el brazalete, 2 cm por arriba del pliegue del codo, cubriendo el 80% de la longitud del brazo izquierdo. Se realizaron dos determinaciones con intervalo de 5 minutos entre cada una, y se considera como valor definitivo el promedio de las mismas. La unidad en que se expresa esta variable es en milímetros de mercurio.

**Peso corporal:** Se utilizó una báscula (Nuevo León) calibrada, el participante con ropa mínima, descalzo, de pie en el centro de la báscula, con los brazos colgando lateralmente y sin moverse, la medición se registró en kilos y gramos. (Gray, 1989)

**Estatura:** Se midió con la persona sin zapatos, parada, el cuerpo erguido en máxima extensión y cabeza erecta, de espalda al estadímetro (SECA modelo CE 0123), con los pies y rodillas juntas, tocando con los talones el plano del mismo y los brazos al lado del cuerpo. Se descendió el estadímetro hasta tocar el punto más alto del cráneo (vértex), el resultado se registró en centímetros y milímetros, se transformó a metros. (Gray, 1989)

**Índice de Masa Corporal.** Llamado también índice de Quetelet. Se utilizó la fórmula de Bray, dividiendo el peso en kilogramos entre la estatura, expresada en metros, elevada al cuadrado:  $\text{peso} / (\text{estatura})^2$  (Gray, 1989). La “Norma Oficial Mexicana para el tratamiento integral del sobrepeso y la obesidad” (NOM-174-SSA1-1998) ha definido con base al IMC, las siguientes categorías: “peso bajo”, “peso saludable”, “sobrepeso” y los “grados I, II o III de obesidad”, clasificación que se empleó en este estudio.

Perímetro abdominal: con una cinta métrica inextensible de dos metros de largo y 0.5 cm de ancho, graduada en milímetros, se midió la circunferencia de la cintura en el punto medio entre la costilla inferior y la cresta iliaca; con el sujeto de pie, en espiración, con los glúteos relajados y los pies juntos (Gray, 1989). Interpretación: para la población mexicana, se considera normal cuando es menor de 90 centímetros en hombres y menor de 80 centímetros en mujeres. Clasificación adecuada por Sánchez-Castillo y colaboradores en tres categorías: “sin riesgo de comorbilidades”, “bajo riesgo de comorbilidades” y “alto riesgo de comorbilidades” (Sánchez-Castillo y cols, 2000 y 2004). Las comorbilidades asociadas a una medición altera de perímetro abdominal se encuentran: hipertensión arterial, alteraciones en el metabolismo de lípidos, enfermedad cardiovascular, prediabetes, diabetes y resistencia a la insulina (Fletcher y cols, 2002, Islas y cols, 2005).

Circunferencia cadera: se midió con una cinta métrica inextensible de dos metros de largo y 0.5 cm de ancho graduada en milímetros, tomando como referencia el punto más ancho sobre los trocánteres mayores. Se informó en centímetros.

Índice cintura/cadera: Al igual que la medición de perímetro abdominal el índice cintura/cadera es un indicador de riesgo de comorbilidad. La relación resulta de dividir el perímetro abdominal expresado en centímetros entre la circunferencia de cadera en las mismas unidades. La interpretación de no riesgo es: si el valor resulta menor de 0.85 en mujeres, y si es menor de 0.95 en hombres (NOM-174-SSA1-1998). Además se clasificó en dos categorías: “con riesgo de comorbilidades” y “sin riesgo de comorbilidades”.

Medición de pliegues cutáneos.

En todos los casos, el participante permaneció de pie, con los pies juntos y brazos colgando libremente a los lados del cuerpo. Teniendo el referente óseo claramente identificado y en los segmentos distales izquierdos (a excepción del pliegue cutáneo suprailiaco que se midió en el lado derecho); se pellizcó firmemente el

pliegue cutáneo a medir, en sentido longitudinal y levantándolo ligeramente entre los dedos índice y pulgar de la mano izquierda, se tuvo cuidado en no incluir al músculo subyacente. Se colocó el plicómetro (SLIM GUIDE modelo C-120) aproximadamente 1 cm por debajo de los dedos del examinador y a una profundidad semejante a la del pliegue. Con un promedio de 4 segundos, para tomar la lectura en milímetros. Se realizaron tres mediciones por cada pliegue y se calculó la media de los resultados. Se tuvo la precaución de que una vez tomada la medición con el plicómetro, éste se retirara suavemente, abriendo sus astas sin dejar de sujetar el pliegue, para evitar lastimar al individuo.

Pliegues cutáneos superiores.

Pliegue cutáneo Tricipital: El sitio de medición se marcó con un plumón de tinta indeleble. Correspondió a un punto medio del brazo izquierdo, entre el vértice de la apófisis acromial del omóplato y el olecranon del cúbito, en la zona del tríceps. La medición se realizó con el brazo relajado y colgando lateralmente. Se separó el pliegue del músculo subyacente, de manera paralela al eje longitudinal usando el pulgar y el índice de la mano izquierda del examinador, se midió en el punto marcado, colocando el plicómetro perpendicular al pliegue para proporcionar la lectura correspondiente.

Pliegue cutáneo Bicipital: éste se midió en la parte media frontal del brazo izquierdo, directamente arriba de la fosa cubital, a la altura del punto marcado para el pliegue tricipital.

Pliegue cutáneo Subescapular: Se midió con el plicómetro, justo abajo y lateralmente al ángulo externo del hombro izquierdo, con el hombro y el brazo relajados. El sitio se identificó con mayor facilidad al flexionar el brazo del sujeto detrás de la espalda. El punto de medición correspondió al ángulo interno abajo de la escápula, con un ángulo de 45 grados en la misma dirección del borde interno del omóplato del sujeto.

Pliegue cutáneo inferior:

Pliegue cutáneo Suprailiaco: Con el plicómetro se midió, justo arriba de la cresta iliaca derecha del individuo. Considerando la intersección de la línea media axilar y el perímetro abdominal, se trazó imaginariamente un ángulo que equivale a 45 grados, sitio que sirvió para sujetar el pliegue y realizar su medición.

Indicadores antropométricos derivados:

Sumatoria de Pliegues: Se sumaron los valores obtenidos de los pliegues cutáneos correspondientes a bíceps, tríceps, subescapular y suprailiaco, el resultado se expresó en milímetros. Se transformó en logaritmo base diez para sustituirse en la fórmula correspondiente y obtener la Densidad Corporal (D).

Densidad corporal (D): Para calcularla (Martin-Moreno y colas, 2003) se utilizó el logaritmo base diez de la sumatoria de pliegues en la ecuación propuesta por Durnin y Womersley (Durnin y col, 1974):

$$D = (C - M) (\log_{10} \sum \text{de cuatro pliegues})$$

En donde:

D = Densidad corporal.

C y M = Coeficientes que se muestran en las tablas desarrolladas por Durnin y Womersley (Cuadro ix).



Cuadro ix. Coeficientes C y M para la suma de los cuatro pliegues recogidos en las tablas de Durnin y Womersley (Durnin y col, 1974)

| <b>Varones</b>              |          |        |        |
|-----------------------------|----------|--------|--------|
| Suma de los cuatro pliegues | Edad     | 17-19  | 20-29  |
|                             | <b>C</b> | 1.1620 | 1.1631 |
|                             | <b>M</b> | 0.0630 | 0.0632 |
| <b>Mujeres</b>              |          |        |        |
| Suma de los cuatro pliegues | Edad     | 16-19  | 20-29  |
|                             | <b>C</b> | 1.1549 | 1.1599 |
|                             | <b>M</b> | 0.0678 | 0.0717 |

Índice “Pliegues Cutáneos Superiores/ Pliegues Cutáneos Inferiores”: Para obtener este índice también se utilizó la sumatoria de pliegues, expresada en milímetros, así como la edad en años del participante y se emplearon las dos tablas de Durnin (Durnin y col, 1974) las cuales son específicas una para varones y la otra para mujeres, y respecto al “Contenido de grasa por sumatoria de cuatro pliegues: bíceps, tríceps, subescapular y suprailiaco”, calculadas con base a la relación pliegues cutáneos superiores / pliegues cutáneos inferiores. Para el manejo de dichas tablas, se procedió así: con el valor obtenido de la sumatoria de pliegues cutáneos y considerando el género del sujeto, en la primera columna se buscó la fila con el valor más cercano al obtenido en la sumatoria de pliegues; en las siguientes columnas se ubicó la que corresponde al intervalo de edad del sujeto en estudio; el punto de intersección entre la fila y la columna seleccionadas, nos proporciona el contenido de grasa corporal del individuo.

Masa Grasa Corporal: El valor de la densidad corporal y el peso en kilogramos del individuo en estudio, se sustituyeron en la ecuación de Siri (Siri, 1956), para obtener la masa grasa corporal (MG):

$$MG \text{ (en kilogramos)} = (\text{peso corporal en kilogramos}) (4.95 / D - 4.5)$$

En donde:

MG = Masa grasa corporal.

D= Densidad corporal.

La masa grasa corporal se expresó tanto en kilogramos, como en porciento. Este indicador antropométrico derivado se clasificó en seis categorías: “magro”, “atleta”. “normal”, “arriba del promedio”, “exceso de grasa corporal” y “obeso”. Dichas categorías se establecieron en base al porcentaje de masa grasa corporal obtenido tanto para hombres como para mujeres. En el cuadro xii se muestra la interpretación del porcentaje de grasa corporal en hombres y en mujeres, de acuerdo a la clasificación propuesta por Durnin y Womersley en 1974 (Durnin y col, 1974).

Masa libre de grasa: Corresponde a la diferencia entre el peso corporal expresado en kilogramos y la masa grasa también en kilogramos obtenida a partir de los pliegues cutáneos; el resultado final es en las mismas unidades.

Cuadro x. Contenido de grasa en varones por sumatoria de cuatro pliegues:  
bíceps, tríceps, subescapular y suprailiaco. (Durnin y col, 1974)

| <b>Sumatoria de pliegues cutáneos</b> | <b>Edad 19-29 años</b> |
|---------------------------------------|------------------------|
| 15                                    | 4.8                    |
| 20                                    | 8.1                    |
| 25                                    | 10.5                   |
| 30                                    | 12.9                   |
| 35                                    | 14.7                   |
| 40                                    | 16.4                   |
| 45                                    | 17.7                   |
| 50                                    | 19.0                   |
| 55                                    | 20.1                   |
| 60                                    | 21.2                   |
| 65                                    | 22.2                   |
| 70                                    | 23.1                   |
| 75                                    | 24.0                   |
| 80                                    | 24.8                   |
| 85                                    | 25.5                   |
| 90                                    | 26.2                   |
| 95                                    | 26.9                   |
| 100                                   | 27.6                   |
| 105                                   | 28.2                   |
| 110                                   | 28.8                   |

| <b>Sumatoria de pliegues cutáneos</b> | <b>Edad 19-29 años</b> |
|---------------------------------------|------------------------|
| 115                                   | 29.4                   |
| 120                                   | 30.0                   |
| 125                                   | 30.5                   |
| 130                                   | 31.0                   |
| 135                                   | 31.5                   |
| 140                                   | 32.0                   |
| 145                                   | 32.5                   |
| 150                                   | 32.9                   |
| 155                                   | 33.3                   |
| 160                                   | 33.7                   |
| 165                                   | 34.1                   |
| 170                                   | 34.5                   |
| 175                                   | 34.9                   |
| 180                                   | 35.3                   |
| 185                                   | 35.6                   |
| 190                                   | 35.9                   |
| 195                                   | -                      |
| 200                                   | -                      |
| 205                                   | -                      |
| 210                                   | -                      |

Cuadro xi. Contenido de grasa en mujeres por sumatoria de cuatro pliegues: bíceps, tríceps, subescapular y suprailiaco. (Durnin y col, 1974)

| Sumatoria de pliegues cutáneos | Edad 19-29 años |
|--------------------------------|-----------------|
| 15                             | 10.5            |
| 20                             | 14.1            |
| 25                             | 16.8            |
| 30                             | 19.5            |
| 35                             | 21.5            |
| 40                             | 23.4            |
| 45                             | 25.0            |
| 50                             | 26.5            |
| 55                             | 27.8            |
| 60                             | 29.1            |
| 65                             | 30.2            |
| 70                             | 31.2            |
| 75                             | 32.2            |
| 80                             | 33.1            |
| 85                             | 34.0            |
| 90                             | 34.8            |
| 95                             | 35.6            |
| 100                            | 36.4            |
| 105                            | 37.1            |
| 110                            | 37.8            |

| Sumatoria de pliegues Cutáneos | Edad 19-29 años |
|--------------------------------|-----------------|
| 115                            | 38.4            |
| 120                            | 39.0            |
| 125                            | 39.6            |
| 130                            | 40.2            |
| 135                            | 40.8            |
| 140                            | 41.3            |
| 145                            | 41.8            |
| 150                            | 42.3            |
| 155                            | 42.8            |
| 160                            | 43.3            |
| 165                            | 43.7            |
| 170                            | 44.1            |
| 175                            | -               |
| 180                            | -               |
| 185                            | -               |
| 190                            | -               |
| 195                            | -               |
| 200                            | -               |
| 205                            | -               |
| 210                            | -               |

Cuadro xii. Interpretación del porcentaje de grasa corporal en hombres y mujeres,  
Clasificación propuesta por Durnin y Womersley en 1974.

| <b>Clasificación</b>       | <b>Hombres</b> | <b>Mujeres</b> |
|----------------------------|----------------|----------------|
| <b>Atleta</b>              | Menor a 10 %   | Menor a 17 %   |
| <b>Magro</b>               | 10 – 15 %      | 17 – 22 %      |
| <b>Normal</b>              | 16 – 18 %      | 23 – 25 %      |
| <b>Arriba del promedio</b> | 19 – 20 %      | 26 – 29 %      |
| <b>Exceso de grasa</b>     | 21 – 25 %      | 30 – 35 %      |
| <b>Obeso</b>               | Mayor de 25 %  | Mayor de 35 %  |

Actividad física: Es cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y que conlleva un gasto energético por arriba del metabolismo basal. Se incluyen actividades de la rutina diaria, como las tareas del hogar, el trabajo, desplazarse de un sitio a otro. En nuestro caso la actividad física se clasificó en tres categorías: “ligera” para aquellos individuos cuya actividad en la semana se limita a tareas cotidianas, “moderada” para los que realizan actividades extra una a dos ocasiones por semana (salir a caminar o trotar, sesiones de baile); e “intensa” para los individuos que practican deporte de manera constante y con fines de competencia.

Es importante mencionar existe diferencia entre actividad física, ejercicio, deporte y forma física; el primero de estos conceptos ya se ha mencionado. El ejercicio es realizar actividad física de manera planeada y que tiene como propósito el entrenamiento o acondicionamiento físico paulatino. Deporte es la actividad física ejercida con fines de competencia y de acuerdo a las normas ya establecidas. Y finalmente la forma física comprende una serie de atributos como la resistencia, la elasticidad, la movilidad y la fuerza que se requieren para la realización de actividades físicas.

Prueba funcional no fisiológica con sobrecarga de glucosa.

Esta prueba comprendió en un primer paso de la determinación de glucemia basal sérica (glucosa de ayuno), que dependiendo de las cifras obtenidas, sirvió para establecer los diagnósticos de: glucemia normal, prediabetes y/o Diabetes tipo 2.

Interpretación del primer paso: Si la cifra obtenida en la “glucosa de ayuno” correspondía a una concentración de glucemia basal menor de 100 mg/dL (5.6 mmol/L), el participante tenía diagnóstico de glucosa de ayuno normal; si los valores se encontraban entre 100 y 125 mg/dL (5.55 y 6.9 mmol/L) se establecía el diagnóstico de Glucosa de Ayuno Alterada (GAA) (Bloomgarden, 2008; ADA, 2009). Y en caso de que la cifras fueran en dos ocasiones mayores a 126 mg/dL (7.0 mmol/L), se establecía diagnóstico de Diabetes tipo 2 (ADA, 2009).

Como segundo paso, en la prueba en donde se administró una sobrecarga por vía oral de 75 gramos de glucosa (Solución glucosada al 50%), ingerida en su totalidad y a partir de entonces se consideró el tiempo cero (Anexo 7); se dejaron transcurrir dos horas para la siguiente toma de muestra sanguínea y posterior a la cuantificación de glucemia. Se analizaron los resultados. Durante el tiempo de la prueba el estudiante permaneció en las instalaciones, bajo reposo relativo, evitando cualquier tipo de estrés y sin consumo de alimentos.

Interpretación para esta ocasión, si los valores de la prueba funcional resultaban menores de 140 mg/dL (7.7 mmol/L) el sujeto se consideró con “Tolerancia a la glucosa normal”; si se obtenían cifras entre 140 mg/dL (7.7 mmol/L) y 199.9 mg/dL (11.05 mmol/L) se estableció diagnóstico de “Intolerancia a la Glucosa” (ITG) o Prediabetes. En cambio, si se tenían valores mayores a 200 mg/dL (11.11 mmol/L) se establecía el diagnóstico de “Diabetes mellitus tipo 2” (ADA, 2009).

Determinación de la concentración de glucosa.

Todas las muestras se procesaron en el laboratorio, empleando un Analizador de Química Clínica Semiautomático STANBIO EXCEL. Para la separación de los sueros, las muestras se mantuvieron a temperatura ambiente por quince minutos, para permitir la formación del coágulo, posteriormente se centrifugaron (Centrifuga Clínica SOLBAT J600, rotor de ocho camisas) a 1500 revoluciones por minuto, durante cinco minutos. Con pipeta Pasteur se hizo la separación de los sueros, se distribuyó en 3 alícuotas que se conservaron por ultra refrigeración (a  $-70^{\circ}\text{C}$ ), se utilizaron en la determinación de glucosa y las demás para medir insulina.

Para procesar y cuantificar la glucosa, las muestras previamente etiquetadas de suero, se colocaron en la última fila de la gradilla. En tanto que en la primera fila de la misma, se pusieron tubos para recibir seiscientos microlitros (puntilla azul), del reactivo para desarrollo de color (estuche comercial GL 584 RANDOX 6 x 100 mL), se agregó la alícuota (seis microlitros, puntilla blanca) correspondiente; se agitó y la muestra así procesada se dejó incubar para su reacción a  $37^{\circ}\text{C}$  en un termoblock baño seco, durante quince minutos.

El método de glucosaoxidasa-peroxidasa (GOD-POD) tiene como principio, que la glucosa se transforma por la acción de la glucosa oxidasa (GOD) (EC 1.1.3.4), en el ácido glucónico con producción de peróxido de hidrógeno; como en la solución reactivo existen la peroxidasa (POD) (EC 1.11.1.7) y un derivado fenólico, los productos quedan atrapados por la 4-aminofenazona/fenol constituyendo la 4 (p-benzoquinona-imino) aminofenazona, y se desarrolla un color rosa, después de la incubación de la muestra a  $37^{\circ}\text{C}$  durante quince minutos.

La concentración de glucosa se detectó contra el blanco de reactivos, leyendo a una longitud de onda de 505 nm espectrofotométricamente. El resultado se mostró impreso por el equipo (Analizador de Química Clínica Semiautomático STANBIO EXCEL).

El intervalo de referencia en suero normal para la concentración de glucosa en humanos es de: 70 mg/dL a 99 mg/dL (3.89 mmol/L – 5.44 mmol/L).

Control de Calidad para la determinación de glucosa.

Se trabaja con dos sueros control, Sera-check: Normal (cat. 6656) y Anormal (cat. 6657) para establecer la precisión y exactitud de la medición de glucosa, se utiliza también un calibrador interno con una concentración conocida por el responsable del área. Las muestras problema se cuantifican por duplicado. Los resultados para este análisis se expresan en la unidad mmol/L, como concentración de glucosa en plasma, por conversión de la concentración en sangre a la concentración equivalente en plasma, utilizando el factor constante de 1.11 (D'Orazio y cols, 2008; ADA, 2009).

Determinación de la concentración de insulina.

Los sueros de las muestras sanguíneas basales de cada participante, se separaron en alícuotas para su conservación a  $-70^{\circ}\text{C}$  para la cuantificación posterior de insulina, en estas condiciones no se observa ningún tipo de pérdida de inmunorreactividad durante como mínimo 6 meses. )BI-INSULIN IRMA, CIS bio international, Francia).

Para iniciar la determinación, los reactivos (BI Insulin IRMA) deber ser llevados a temperatura ambiente al menos 30 minutos antes de su uso, también a temperatura ambiente se lleva a cabo su reconstitución. En el ensayo se utilizan tubos del grupo T, para determinar la actividad total; del grupo estándar "O" para la determinación de la unión no específica; del grupo estándar para establecer una curva estándar, del grupo control para garantizar los resultados y del grupo Sx para las muestras a analizar. La cuantificación de los estándares y las muestras se debe realizar en forma simultánea.



En la determinación de insulina inmunorreactiva se colocan los estándares, controles y muestras a analizar en los tubos correspondientes. Se añade el trazador yodo  $^{125}\text{I}$ , se cubre y deja incubar la reacción por 2 horas a temperatura ambiente. Se realiza en dos ocasiones el lavado de los tubos. Posteriormente se mide la radiactividad de la fracción unida con un contador de centelleo gamma durante un minuto, calibrado para la cuantificación de yodo  $^{125}\text{I}$ .

Para determinar la insulina libre se mezclan en cantidad igual la muestra y una solución precipitante, se centrifuga por 15 minutos a 3,000 revoluciones por minuto. En los tubos correspondientes se colocan los estándares, el sobrenadante del control y el sobrenadante de las muestras a analizar tras su centrifugado. Se agrega el trazador yodo  $^{125}\text{I}$ , se cubre e incuba la reacción por 2 horas. Se realizan dos lavados. Y se mide la radiactividad.

El intervalo de referencia para la concentración fisiológica de insulina en humanos es de: 0.0 a 20.0  $\mu\text{UI/mL}$ .

Control de calidad en la determinación de insulina.

El Insulin IRMA es un equipo destinado a la determinación inmunoradiológica de la insulina sérica. Se utiliza una curva estándar con 0.04, 0.2, 0.8, 4, 10 y 20 ng/mL/1, 5, 20, 100, 250 y 500  $\mu\text{UI/mL}$  de insulina humana (Estándar MRC Insulina. OMS 66/304) y muestras de control. Con cumplimiento de las reglas básicas de radioprotección y seguridad.

La reproducibilidad de los análisis "intraserie" en pruebas de laboratorio, tuvo coeficientes de variación menores del 5%.

Cuadro xiii. Coeficientes de variación obtenidos para las determinaciones de glucosa venosa e insulina.

|                | <b>Método</b>     | <b>Coeficiente de variación</b> |
|----------------|-------------------|---------------------------------|
| Glucosa venosa | Glucosa exocinasa | 2.0%                            |
| Insulina       | BI Insulin IRMA   | 1.4%                            |

Resistencia a la insulina:

Respuesta biológica subnormal a una determinada concentración de insulina (Youngren y col, 1997).

Para establecer diagnóstico de resistencia a la insulina se utilizó el Índice de insulina resistencia con base en el modelo matemático HOMA (Homeostasis Model Assessment) calculado con la formula:

$$\text{Concentración basal de glucosa (mmol/L)} \times \text{Concentración basal de insulina } (\mu\text{UI/L}) / 22.5$$

Interpretación: resistencia a la insulina cuando la cifra es mayor de 3.5.

### Análisis estadístico.

Al terminar la recolección de datos clínicos y las pruebas por el laboratorio, se elaboró la base de datos, para el análisis de los mismos se empleó el programa computacional para windows SPSS (Statistical Package for Social Sciences) versión 18.0.

Los resultados se analizaron mediante medidas de tendencia central (media) y de dispersión (varianza y error estándar). Para el análisis bivariable se utilizó la prueba de diferencia de medias “t de Student”. Para las variables con más de dos categorías, se empleó la prueba ANOVA de una vía. En la comparación de proporciones se utilizó la prueba  $\chi^2$ . La correlación entre dos variables se estudió con la prueba de Pearson. La significancia estadística se consideró para valor de p menor de 0.05 (Armitage y col, 1997; Green y cols, 2000).

## **Definición de variables y unidades de medida.**

**Ayuno:** Se define como la falta de ingesta de calorías en al menos 8 horas.

**Diabetes mellitus:** Enfermedad crónica degenerativa, diagnosticada con dos determinaciones de glucemia en ayunas  $\geq 126$  mg/dL (7.0 mmol/L) ó en una prueba fisiológica de sobrecarga oral con 75 gramos de glucosa, medida a las dos horas, con cifras de glucemia  $\geq 200$  mg/dL (11.11 mmol/L).

**Glucemia normal:** Concentración de glucosa de ayuno  $< 100$  mg/dL (5.55 mmol/L) y en una prueba no fisiológica de sobrecarga oral con 75 gramos glucosa, a las dos horas posteriores de su ingesta, una cifra menor de 139.9 mg/dL (7.7 mmol/L).

**Glucosa de Ayuno Alterada:** La concentración de glucosa plasmática determinada en ayuno, con valores de 100 a 125.9 mg/dL (5.55-6.99 mmol/L).

**Hipertensión arterial:** Cifra de presión arterial diastólica mayor a 90 mm de Hg y/o cifra de presión arterial sistólica mayor a 140 mm de Hg.

**Intolerancia a la glucosa:** Niveles de glucosa plasmática en una prueba fisiológica de sobrecarga oral con 75 gramos de glucosa, medida a las dos horas, cuyas cifras se encuentren entre 140 a 199.9 mg/dL (7.7 - 11.1 mmol/L).

**Masa grasa corporal:** Compartimento del organismo que comprende la grasa subcutánea, la grasa intraabdominal.

**Masa magra corporal:** Compartimento dentro del que se consideran agua, proteínas y minerales óseos.

**Obesidad:** Índice de masa corporal en el intervalo de 27 a 40 kg/m<sup>2</sup>.

Perímetro abdominal alterado: medición mayor a 80 cm en la mujer y mayor a 90 cm en el hombre.

Peso saludable: Índice de masa corporal dentro del intervalo de 18 a 24.9 kg/m<sup>2</sup>.

Prediabetes: Etapa previa al establecimiento de Diabetes mellitus, diagnosticada mediante Glucosa de Ayuno Alterada, Intolerancia a la Glucosa y/o ambas.

Resistencia a la insulina: Respuesta biológica subnormal a una determinada concentración de insulina (Youngren y col, 1997).

Síndrome metabólico: Asociación de perímetro abdominal alterado, y al menos dos de las siguientes entidades: prediabetes o diabetes e hipertensión arterial y alguna de las alteraciones del perfil de lípidos (hipertrigliceridemia, hipercolesterolemia, hiperlipoproteinemia y/o hipolipoproteinemia de alta densidad).

Sobrepeso: Índice de masa corporal dentro del intervalo de 25 a 26.9 kg/m<sup>2</sup>.

## 8. RESULTADOS

Para efectuar el análisis estadístico se agruparon las variables en tres apartados: Variables clínicas, variables antropométricas y variables metabólicas. La lista de los elementos que constituyeron cada grupo se muestra en el cuadro XII.

Cuadro I. Clasificación en tres grupos y lista de variables intervinientes.

| <b>VARIABLES CLÍNICAS</b>   | <b>VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS</b>  | <b>VARIABLES METABÓLICAS</b>   |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Frecuencia cardiaca         | Peso corporal                     | Glucosa de ayuno               |
| Frecuencia respiratoria     | Talla                             | Glucosa poscarga               |
| Tensión arterial sistólica  | Índice de masa corporal           | Concentración de insulina      |
| Tensión arterial diastólica | Perímetro abdominal               | Índice de insulino resistencia |
|                             | Circunferencia de cadera          |                                |
|                             | Índice cintura cadera             |                                |
|                             | Porcentaje de masa grasa corporal |                                |

Primeramente al distribuir la muestra poblacional con base en la clasificación de IMC de acuerdo a la normatividad mexicana (*NOM-174-SSA1-1998*) se obtuvieron 6 grupos de estudio. Para el manejo estadístico de las distintas variables y aplicación de las pruebas estadísticas T de student y ANOVA de una vía; los integrantes de las categorías: “Obesidad II” y “obesidad III” conformaron un solo grupo.

Apegados al plan estratégico para la captura de participantes y toma de muestras, se programaron 148 citas médicas para estudiantes de la Licenciatura en Medicina, de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Dr. Ignacio Chávez” UMSNH interesados en ingresar al protocolo de estudio. Acudieron a la cita para realizar historia clínica y mediciones antropométricas 110/148 individuos programados. Para la realización de pruebas por el laboratorio: determinación de glucosa en ayuno, prueba funcional no fisiológica y medición de insulina se presentaron 105/110 de los programados.

Completaron las etapas: cita médica, evaluación antropométrica y pruebas por el laboratorio 105 sujetos. Fueron seleccionados conforme a los criterios de inclusión 104 estudiantes. Se eliminó un caso en el que por pruebas de laboratorio se estableció el diagnóstico de diabetes tipo 2.

La muestra poblacional se compone de 46 hombres y 58 mujeres (n = 104), el intervalo de edad va de 17 a 25 años, la edad promedio de los mismos es de 19.58 años  $\pm$  1.59

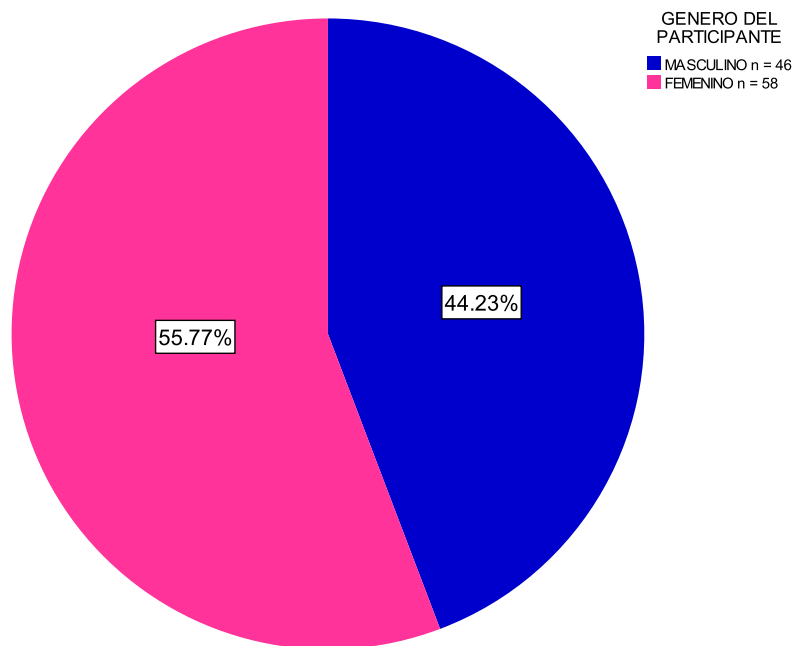


Figura 1. Distribución de los participantes por género.

Respecto al año escolar, la mayor participación se tiene en el primer año de la licenciatura. El 49% (51) primer año, el 19.2% (20) segundo año, el 15.4% (16) tercer año, el 10.6% (11) cuarto año y el 5.8% (6) quinto año.

Las principales características clínicas de los estudiantes de medicina que integran la muestra poblacional se muestran en el cuadro II.

Cuadro II. Principales características clínicas de la muestra poblacional. n = 104

| VARIABLES CLÍNICAS                 | PROMEDIO | DESVIACIÓN ESTANDAR |
|------------------------------------|----------|---------------------|
| <b>Edad (años)</b>                 | 19.58    | ± 1.59              |
| <b>Frecuencia cardiaca</b>         | 70.75    | ± 9.61              |
| <b>Frecuencia respiratoria</b>     | 16.86    | ± 3.77              |
| <b>Tensión arterial sistólica</b>  | 115.23   | ± 14.62             |
| <b>Tensión arterial diastólica</b> | 70.75    | ± 8.20              |

Las variables antropométricas de los estudiantes se presentan en el cuadro III.

Cuadro III. Principales características antropométricas de la muestra poblacional. n= 104

| VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS                      | PROMEDIO | DESVIACIÓN ESTANDAR |
|--|----------|---------------------|
| <b>Talla (m)</b>                               | 1.64     | ± 0.08              |
| <b>Peso (kg)</b>                               | 63.97    | ± 13.99             |
| <b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>                  | 23.45    | ± 4.51              |
| <b>Perímetro abdominal en hombres</b>          | 85.32    | ± 11.25             |
| <b>Perímetro abdominal en mujeres</b>          | 79.18    | ± 11.19             |
| <b>Circunferencia de cadera</b>                | 97.66    | ± 7.92              |
| <b>Índice cintura/cadera en hombres</b>        | 0.87     | ± .07               |
| <b>Índice cintura/cadera en mujeres</b>        | 0.80     | ± .06               |
| <b>Porcentaje de grasa corporal en hombres</b> | 17.61    | ± 4.78              |
| <b>Porcentaje de grasa corporal en mujeres</b> | 27.84    | ± 5.93              |



Cuadro IV. Principales características metabólicas de la muestra poblacional. n = 104

| VARIABLES METABÓLICAS                 | PROMEDIO | DESVIACIÓN ESTANDAR |
|---------------------------------------|----------|---------------------|
| <b>Glucosa de ayuno</b>               | 85.17    | ± 9.56              |
| <b>Glucosa poscarga</b>               | 84.72    | ± 20.45             |
| <b>Insulina</b>                       | 6.23     | ± 5.05              |
| <b>Índice de insulino resistencia</b> | 1.36     | ± 1.13              |

### **Respecto a los antecedentes heredofamiliares en la muestra total:**

El 22.1% (23) de los estudiantes que participan tienen antecedente de DM2 en familiares de primer grado (padres, hermanos), el restante 77.9% (81) de ellos no tiene dicho antecedente. El antecedente de DM2 en familiares de segundo grado (abuelos, tíos y/o primos) lo refiere el 75% (72.1), niega este antecedente el 25 % (29).

En los casos con antecedente familiar de diabetes, el 6.7% (7) corresponde a diabetes diagnosticada antes de los 30 años de edad, y el 3% a diabetes gestacional.

En el 26% (27) existe antecedente de hipertensión arterial en familiares de primer grado, niegan este antecedente el 74% (77). Hipertensión arterial en familiares de segundo grado lo refieren el 52.9% (55) y negado en el 47.1% (49) de los casos.

El 52.9% (55) de los participantes refiere sobrepeso u obesidad en familiares de primer grado (padres, hermanos) y lo niega el 47.1% (49). Sobrepeso u obesidad en familiares de segundo grado (abuelos, tíos y/o primos) lo menciona el 62.5% (65) y no lo niega el 37.5% (39) de los estudiantes.

### **Antecedentes personales:**

Con relación al peso al nacimiento; el 82.7% (86) de los participantes se refieren con peso adecuado al nacimiento, el 15.4% (16) con bajo peso al nacer y el 1.9% (2) con macrosomia. Los individuos que se refieren macrosómicos al nacimiento no son los mismos que en los que existe el antecedente materno de diabetes gestacional. Mientras que, de los 16 estudiantes que refieren bajo peso al nacer; en 9 casos hay antecedente de ser producto pretérmino, en 1 caso hubo preeclampsia materna, 1 caso de embarazo gemelar y en 1 caso tabaquismo materno durante el embarazo, los otros 4 casos no refieren antecedentes prenatales relevantes para que presentaran bajo peso al nacer.

El 26.9% (28) de los participantes de la muestra total se refieren con obesidad durante la infancia, el 73.1% niega la este antecedente.

De las 58 mujeres que se incluyeron en el estudio, el 2.9% (3) presentan síndrome de ovario poliquístico, uno de los casos se encuentra bajo tratamiento farmacológico, las otras dos estudiantes sin tratamiento farmacológico, pero tienen revisiones ginecológicas periódicas.

Para la actividad física en las tres categorías se tuvo que: el 59.6% (62) considera su actividad física "Moderada", 25% (26) "ligera" y 15.4% (16) "intensa".

En la exploración física de los estudiantes que participaron en esta investigación, se observó Acantosis nigricans en 13.5% (14), el 86.5% (90) no se evidencia este signo. El collar de Venus se detecto en 5.8% (6) de los estudiantes; el 94.2% (98) restante no lo presentó.

En la figura 2 se puede observar la distribución de IMC de la muestra de acuerdo a la clasificación propuesta por la Organización Mundial de la Salud (WHO, 1998) en donde se observa que la mayoría de los participantes de esta investigación se ubica en el grupo de peso saludable con un 60.6% (63), el 26.9% (28) con sobrepeso y el 5.8% (6) con obesidad, aun que en el grupo de bajo peso se encuentra el 6.7% (7) de la muestra.

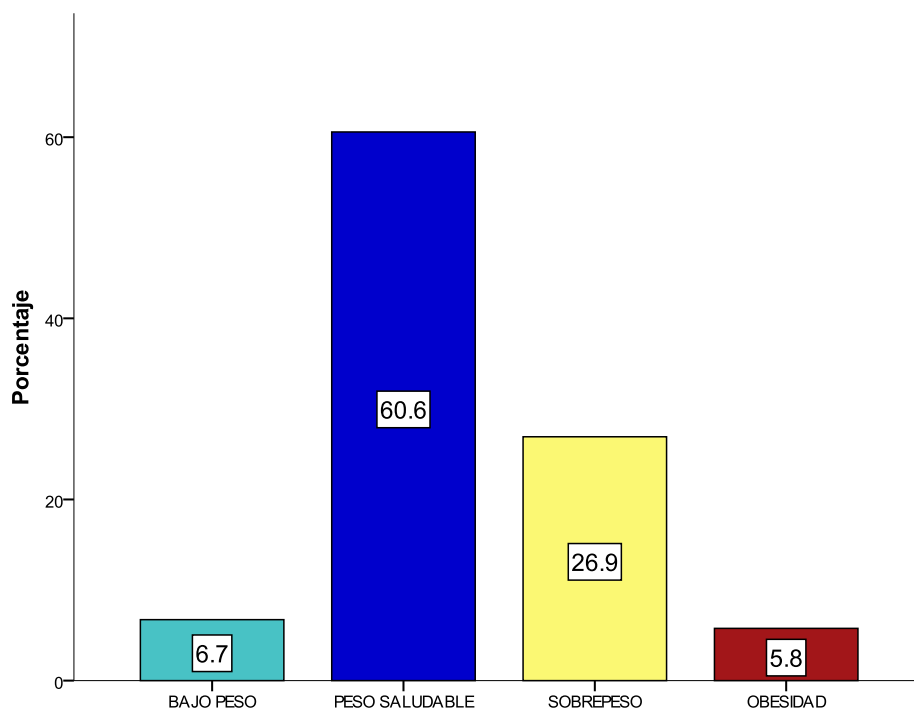


Figura 2. Distribución del IMC de acuerdo a la clasificación de la OMS para la muestra poblacional (n = 104)

Por la normatividad mexicana se presentan los grados de obesidad (*NOM-174-SSA1-1998*).

En la figura 3 la misma muestra poblacional, en base a la normatividad mexicana presenta la siguiente distribución: obesidad I 10.6% (11), obesidad II 4.8% (5), obesidad III 1% (1) y los otros grupos mantienen los porcentajes, es decir: peso saludables el 60.6% (63), sobrepeso el 16.3% (17) y bajo peso el 6.7% (7)

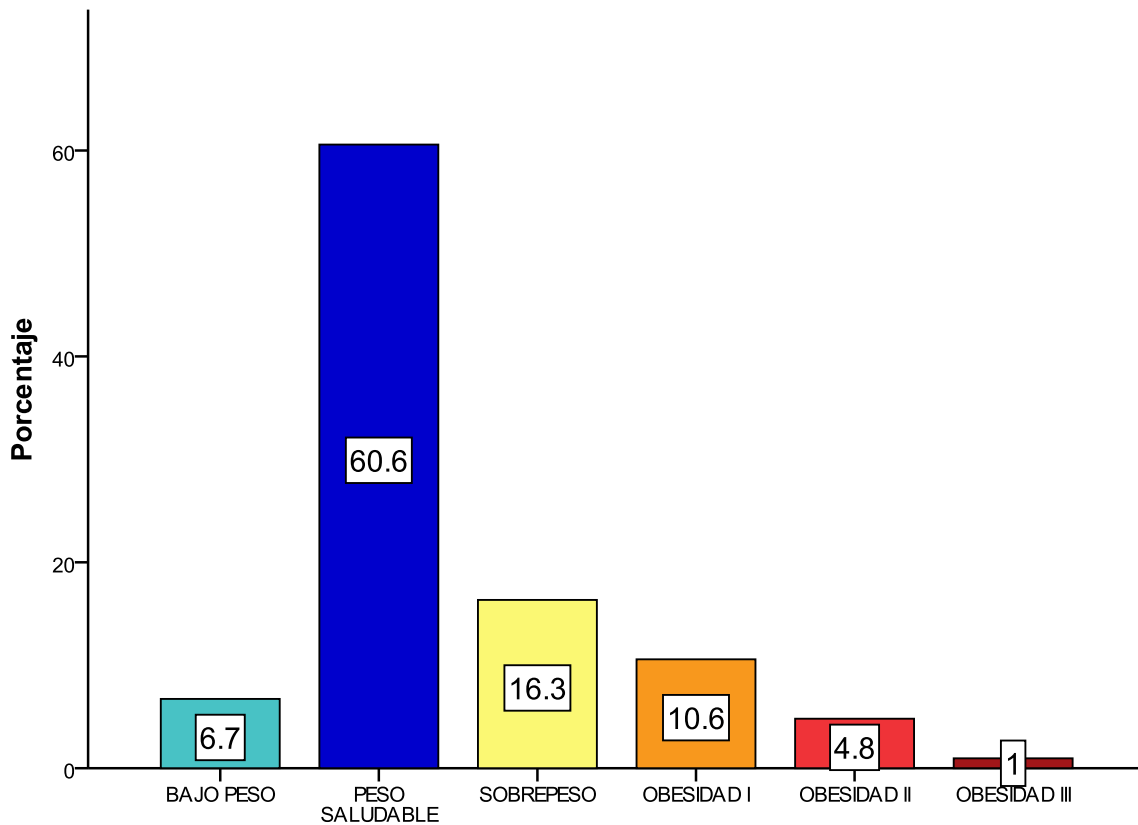


Figura 3. Porcentaje de distribución del IMC del total de participantes de acuerdo a la *NOM-174-SSA1-1998* (n= 104).

Una medición antropométrica de gran importancia también lo es el perímetro abdominal. En los hombres ( $n = 46$ ) que integran la muestra poblacional este indicador se clasificó en su mayoría “sin riesgo de comorbilidades” el 65.2% (30), en tanto que “bajo riesgo” el 19.6% (9) y “alto riesgo” el 15.2% (7) como se muestra en la figura 4.

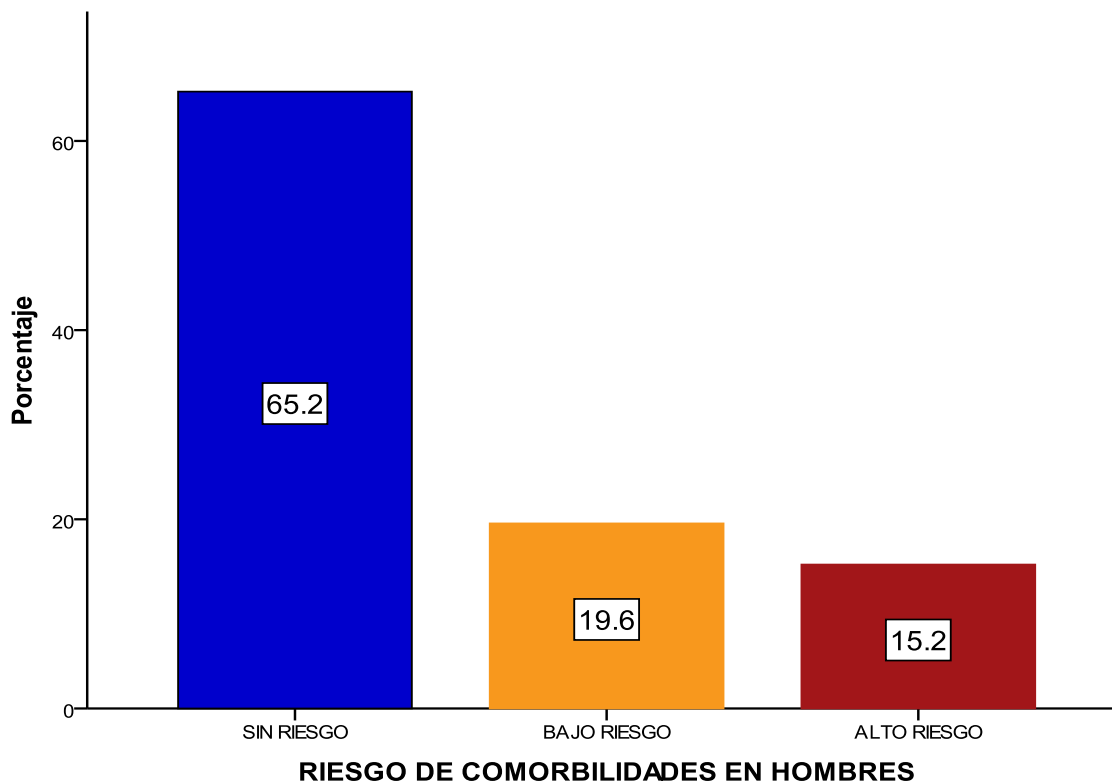


Figura 4. Porcentaje de riesgo de comorbilidades en hombres participantes ( $n = 46$ ) establecido por la medición del perímetro abdominal.

Para el mismo indicador en mujeres (n = 58) se ubicaron en su mayoría en la categoría: “sin riesgo de comorbilidades” el 67.2% (39), pero la proporción se invierte en cuanto a “bajo riesgo” en un 15.5% (9) y “alto riesgo” en un 17.2% (10) respecto a los hombres.

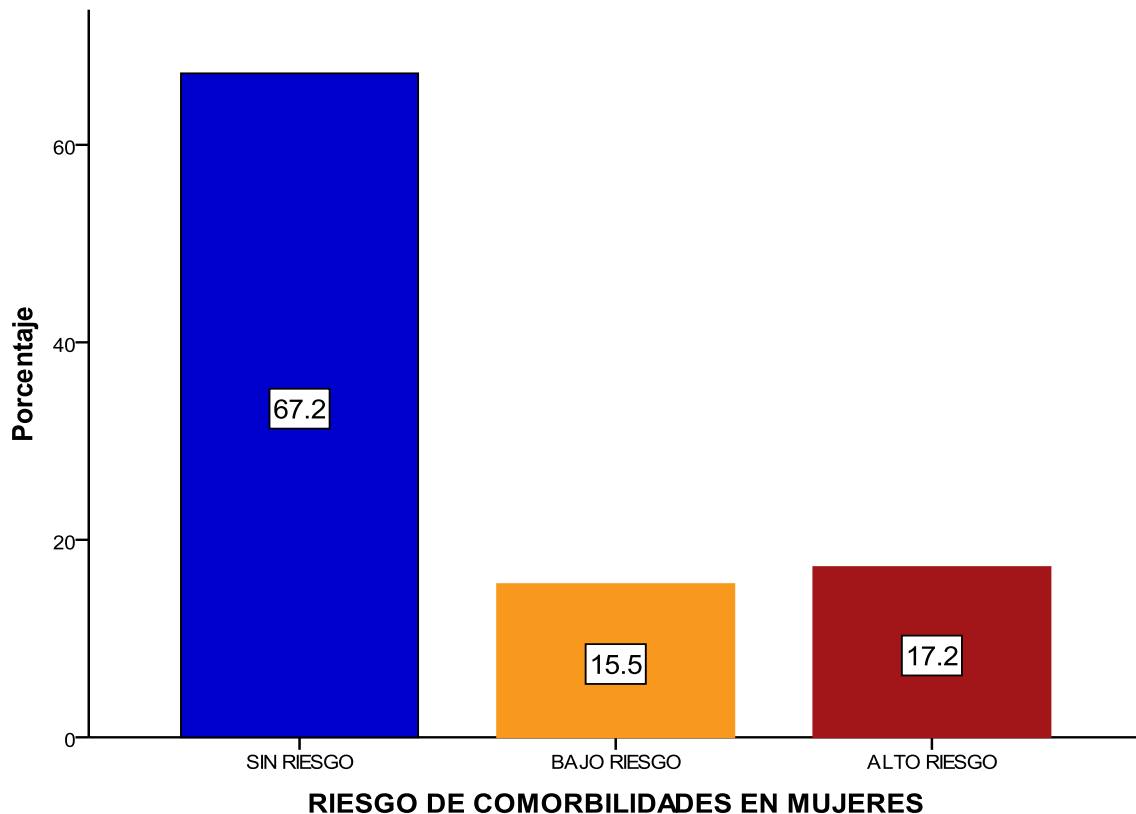


Figura 5. Porcentaje de riesgo de comorbilidades en mujeres participantes (n = 58) establecido por la medición del perímetro abdominal.

Para el Índice cintura/cadera en las dos categorías que existen; el 89.1% (41) de los hombres se clasificó en la categoría “sin riesgo de comorbilidades” y el 10.9% (5) quedó en la de “con riesgo de comorbilidades”. Y en el caso de las mujeres coincide la distribución con el 70.7% (41) que se ubicó “sin riesgo de comorbilidades” y 29.3% (17) “con riesgo de comorbilidades”.

Dentro de los indicadores antropométricos derivados, el porcentaje de masa grasa corporal calculado con los datos que se obtuvieron en la medición de pliegues cutáneos y tras aplicar la ecuación de Siri, se distribuyó en las seis categorías: “atleta”, “magro”, “normal”, “arriba del promedio”, “exceso de grasa” y “obeso”.

La distribución del porcentaje de masa grasa en los hombres (n= 46) es la siguiente: la mayoría en la categoría “normal” con un 37% (17), en orden descendente “magro” el 26.1% (12), “exceso de grasa” el 21.7% (10), “obeso” el 6.5% (3), y en las composiciones “arriba del promedio” y “atleta” solo el 4.3% (2) respectivamente.

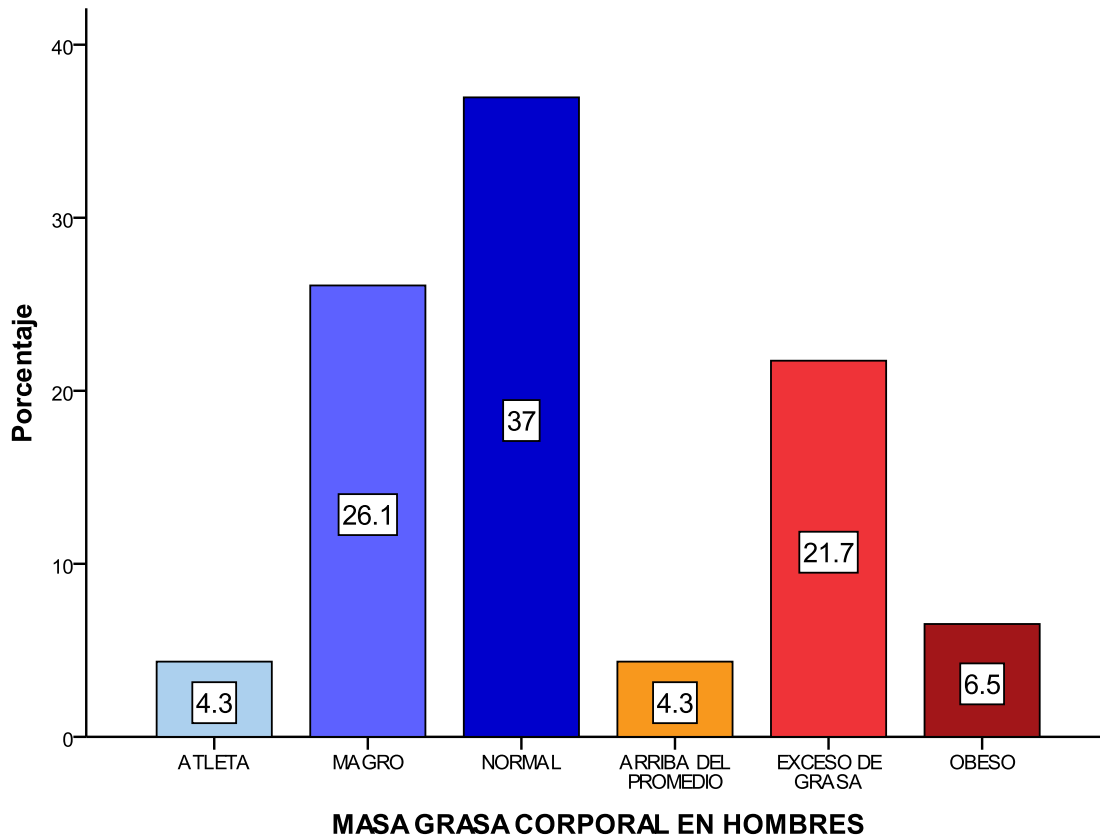


Figura 6. Clasificación de los hombres según porcentaje de masa grasa corporal (n = 46)

Para las mujeres la distribución del porcentaje de masa grasa corporal corresponde en orden decreciente: el 31% (18) “exceso de grasa”, el 25.9% (15) “normal”, el 24.1% (14) arriba del promedio. 10.3% (6) “obeso”, el 5.2% (3) “magro” y el 3.4% (2) “atleta”.

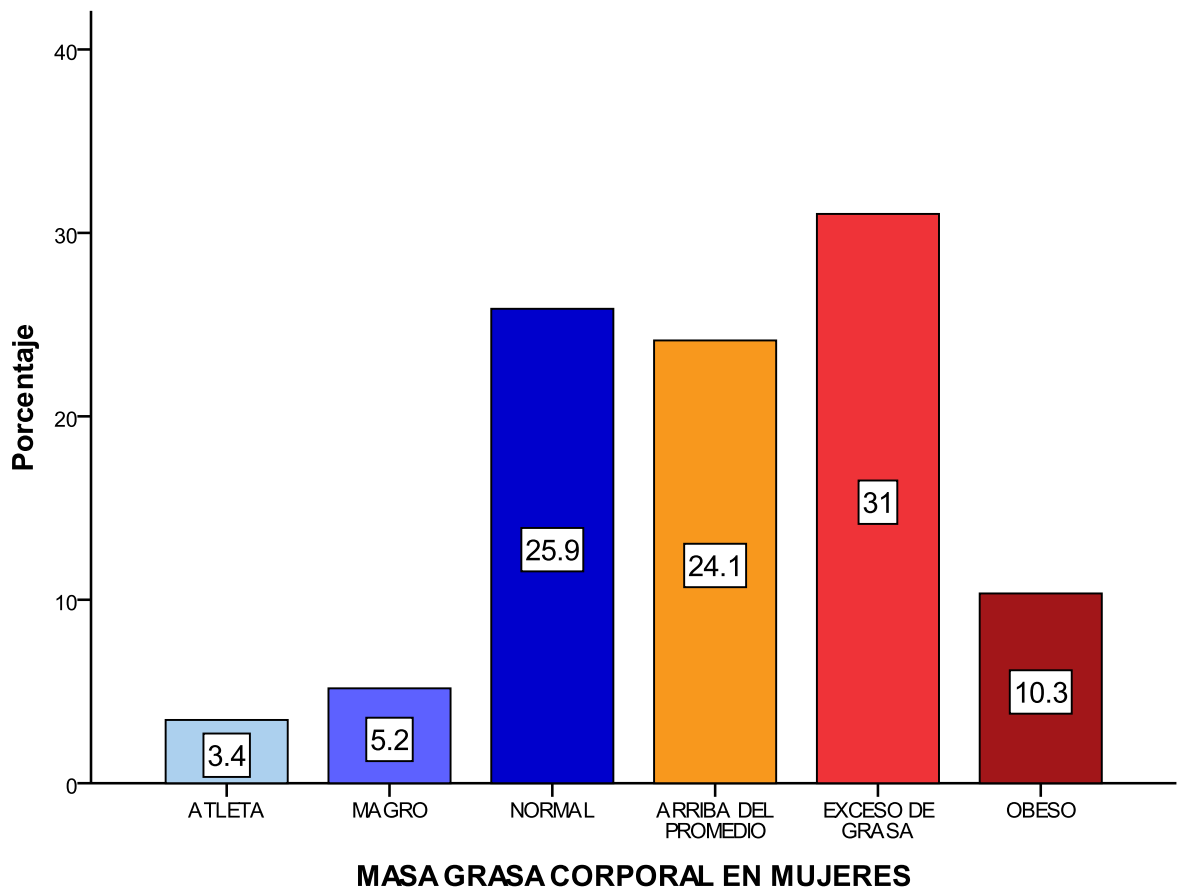


Figura 7. Clasificación de las mujeres según porcentaje de masa grasa corporal (n = 58)



En esta investigación y para la muestra total, por las cuantificaciones en el laboratorio, las cifras de glucosa en ayuno menor de 100 mg/dL clasifican a los estudiantes en un 92.3% (96) con valores acordes a “lo fisiológico” y el 7.7% (8) con valores de glucosa mayores a 100 mg/dL como “glucosa de ayuno alterada” esto se muestra en la figura 8.

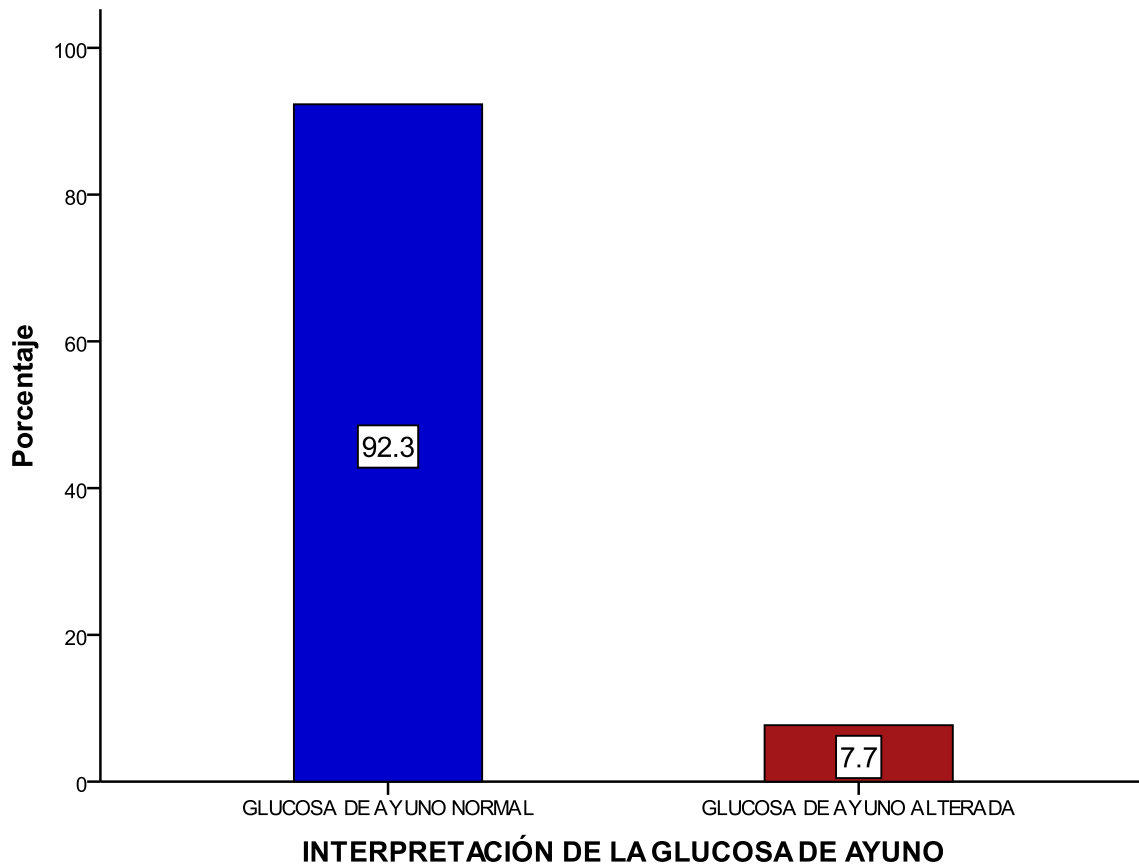


Figura 8. Distribución en porcentaje de diagnósticos establecidos por cifras de glucemia.

Por el análisis de los resultados, en la prueba funcional no fisiológica con carga de 75 gramos de glucosa, en la figura 9 se observa que 97.1% (101) de los participantes con cifras menores de 140 mg/dL se ubican en “tolerancia normal a la glucosa” y con valores mayores a 140 mg/dL, el 2.9% (3) con “Intolerancia a la glucosa”.

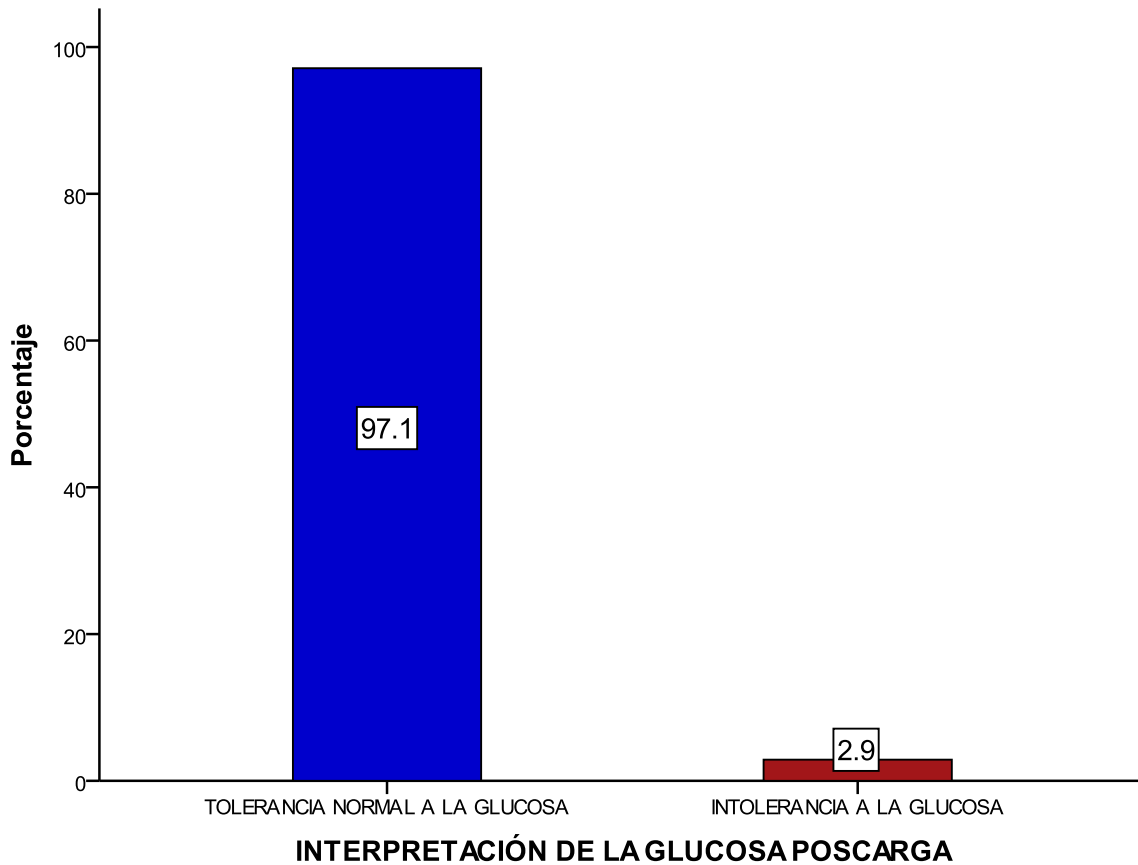


Figura 9. Distribución en porcentaje de diagnósticos con base en los resultados de la prueba funcional no fisiológica de glucosa.

Como se puede observar en la figura 10, por los valores obtenidos en las pruebas de glucosa de ayuno y en la prueba de tolerancia oral a la glucosa con sobrecarga de 75 gramos de glucosa, se ubicó al 89.4% (93) de la muestra poblacional dentro de los “límites fisiológicos”, mientras que en el 10.6% (11) se establece el diagnóstico de “Prediabetes”.

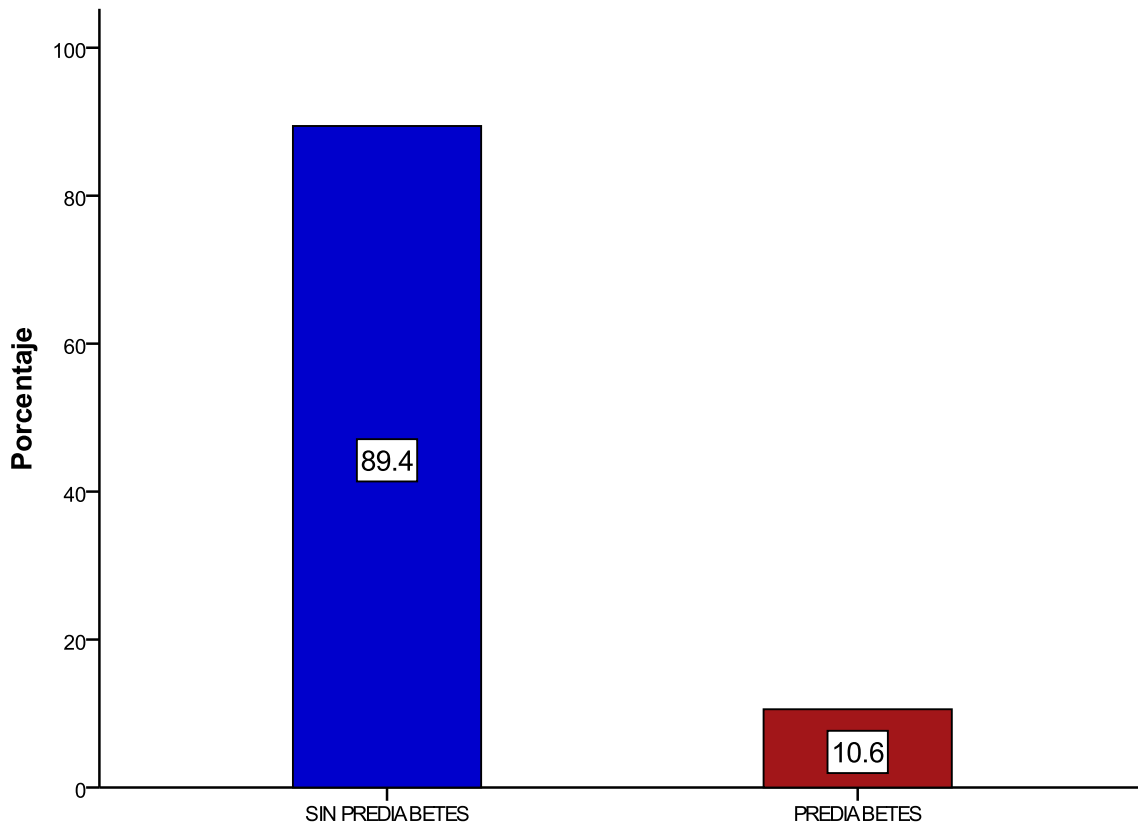


Figura 10. Distribución en porcentaje de los casos en que se estableció diagnóstico de Prediabetes

Respecto a la cantidad de insulina inmunoreactiva, en la muestra total, el 96.1% (100) de los participantes presentó cifras entre 0.00 y 20.00 UI de insulina cifra que corresponde a las “concentraciones fisiológicas” y el 3.8% (4) cursa con “hiperinsulinemia” cifra mayor de 20 UI.

Al analizar el Índice de insulino resistencia estimado con el modelo matemático HOMA (Homeostasis Model Assessment), se encontró a la mayoría en la categoría de “sin resistencia a la insulina” con el 92.3% (96) de los participantes y el 7.6% (8) se ubicaron en la de “resistencia a la insulina” como se muestra en la figura 11.

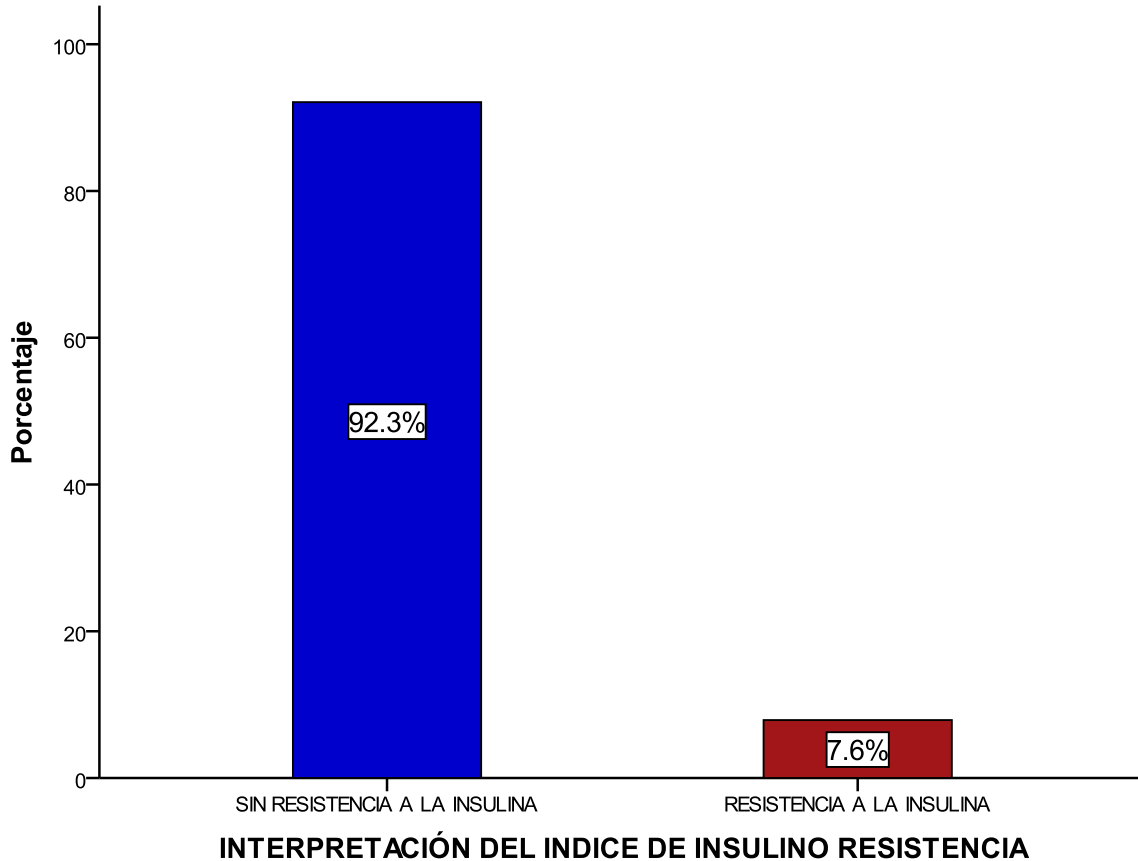


Figura 11. Distribución porcentual clasificada por el índice de insulino resistencia.

En el total de la muestra estudiada, respecto a los tres grupos de variables: clínicas, antropométricas y metabólicas, corroboramos que existen diferencias significativas entre géneros, tras emplear la prueba “t” de Student para muestras independientes.

En el cuadro V se identifican diferencias significativas entre géneros para en las variables clínicas: frecuencia cardiaca, tensión arterial sistólica y tensión arterial diastólica.

Cuadro V. Distribución de las variables clínicas en hombres y mujeres (n = 104)

| VARIABLES CLÍNICAS                 | HOMBRES<br>n = 46<br>X ± EE | MUJERES<br>n = 58<br>X ± EE | T     | Sig           |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|---------------|
| <b>Frecuencia cardiaca</b>         | 68.41 ± 1.56                | 72.60 ± 1.09                | -2.25 | <b>0.027*</b> |
| <b>Frecuencia respiratoria</b>     | 16.17 ± 0.57                | 17.40 ± 0.47                | -1.65 | 0.10          |
| <b>Tensión arterial sistólica</b>  | 122.72 ± 2.11               | 109.30 ± 1.59               | 5.20  | <b>0.00*</b>  |
| <b>Tensión arterial diastólica</b> | 73.06 ± 1.20                | 68.93 ± 1.03                | 2.61  | <b>0.01*</b>  |

Promedio ± error estándar (n = 104)

Prueba “t” de Student para muestras independientes.

Resaltado en negritas, significancia  $p < 0.05$

En relación a las variables antropométricas existe diferencia significativa entre hombres y mujeres en cuando a: peso corporal, talla corporal, perímetro abdominal e índice cintura cadera como se puede ver en el cuadro VI.

Cuadro VI. Distribución de las variables antropométricas en hombres y mujeres (n=104).

| VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS                | HOMBRES<br>n = 46<br>X ± EE | MUJERES<br>n = 58<br>X ± EE | t      | Sig           |
|--|-----------------------------|-----------------------------|--------|---------------|
| <b>Peso corporal</b>                     | 70.16 ± 2.02                | 59.06 ± 1.60                | 4.354  | <b>0.00*</b>  |
| <b>Talla corporal</b>                    | 1.71 ± 0.007                | 1.59 ± 1.007                | 11.206 | <b>0.00*</b>  |
| <b>Índice de masa corporal</b>           | 23.72 ± 0.62                | 23.24 ± 0.62                | 0.53   | 0.59          |
| <b>Perímetro abdominal</b>               | 85.32 ± 1.65                | 79.18 ± 1.47                | 2.77   | <b>0.007*</b> |
| <b>Circunferencia de cadera</b>          | 97.51 ± 1.00                | 97.78 ± 1.15                | -0.17  | <b>0.86</b>   |
| <b>Índice cintura cadera</b>             | 0.87 ± 0.01                 | 0.80 ± 0.008                | 4.60   | <b>0.00*</b>  |
| <b>Porcentaje de masa grasa corporal</b> | 17.61 ± 0.70                | 27.84 ± 0.77                | -9.49  | <b>0.00*</b>  |

Promedio ± error estándar (n = 104)

Prueba "t" de Student para muestras independientes.

Resaltado en negritas, significancia p < 0.05

Perímetro abdominal ajustado por género

Para las variables metabólicas, no existe diferencia estadísticamente significativa entre hombres y mujeres.

Cuadro VII. Distribución de las variables metabólicas en hombres y mujeres (n = 104).

| VARIABLES METABÓLICAS                 | HOMBRES<br>n = 46<br>X ± EE | MUJERES<br>n = 58<br>X ± EE | t      | Sig  |
|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------|------|
| <b>Glucosa de ayuno</b>               | 84.69 ± 1.50                | 85.56 ± 1.19                | -0.45  | 0.64 |
| <b>Glucosa poscarga</b>               | 83.52 ± 2.61                | 85.66 ± 2.95                | -0.529 | 0.59 |
| <b>Insulina</b>                       | 5.82 ± 0.82                 | 6.59 ± .081                 | -0.65  | 0.51 |
| <b>Índice de insulino resistencia</b> | 1.23 ± 0.17                 | 1.41 ± 0.17                 | -0.72  | 0.47 |

Promedio ± error estándar (n = 104)

Prueba "t" de Student para muestras independientes.

Resaltado en negritas, significancia p < 0.05

El diagnóstico de prediabetes se estableció en 11 de los 104 estudiantes que participa en el estudio. Las diferencias en las variables clínicas, antropométricas y metabólicas entre los estudiantes sin diagnóstico de diabetes y/o prediabetes y los estudiantes recién diagnosticados se muestran en los cuadros VIII, IX y X.

Cuadro VIII. Resumen de variables clínicas en los estudiantes sin diabetes y los diagnosticados con Prediabetes.

| VARIABLES CLÍNICAS          | SIN PREDIABETES<br>n = 93 | PREDIABETES<br>n = 11 | T    | Significancia |
|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|------|---------------|
| Edad (años)                 | 19.62 ± 0.16              | 19.18 ± 0.37          | 0.86 | 0.387         |
| Frecuencia cardiaca         | 70.56 ± 0.99              | 72.27 ± 3.04          | 0.55 | 0.58          |
| Frecuencia respiratoria     | 16.65 ± 0.38              | 18.64 ± 1.09          | 1.66 | 0.09          |
| Tensión arterial sistólica  | 114.18 ± 1.44             | 124.13 ± 5.37         | 2.17 | <b>0.03*</b>  |
| Tensión arterial diastólica | 70.17 ± 0.81              | 75.66 ± 2.88          | 2.13 | <b>0.035*</b> |

Promedio ± error estándar (n = 104)

\* Hombres sin prediabetes n = 40, con prediabetes n = 6.

Prueba "t" de Student para muestras independientes.

\*\* Mujeres sin prediabetes n = 53, con prediabetes n = 5.

Resaltado en negritas, significancia p < 0.05

Cuadro IX. Resumen de variables antropométricas en los estudiantes sin diabetes y los diagnosticados con Prediabetes.

| VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS     | SIN PREDIABETES<br>n = 93 | PREDIABETES<br>n = 11 | t     | Significancia |
|-------------------------------|---------------------------|-----------------------|-------|---------------|
| Talla (m)                     | 1.64 ± 0.008              | 1.64 ± 0.02           | 0.96  | 0.78          |
| Peso (kg)                     | 63.18 ± 1.44              | 70.63 ± 4.09          | 1.68  | 0.095         |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> )      | 23.13 ± 0.45              | 26.23 ± 1.51          | 2.19  | <b>0.038*</b> |
| Perímetro abdominal           | 81.09 ± 1.19              | 88.72 ± 3.03          | 2.10  | <b>0.039*</b> |
| Índice cintura/cadera         | 0.83 ± 0.008              | 0.86 ± 0.01           | 1.23  | 0.221         |
| Masa grasa corporal hombres*  | 17.37 ± 0.75              | 19.27 ± 1.94          | 0.906 | 0.37          |
| Masa grasa corporal mujeres** | 27.39 ± 0.81              | 32.62 ± 1.69          | 1.931 | 0.059         |

Promedio ± error estándar (n = 104)

\* Hombres sin prediabetes n = 40, con prediabetes n = 6.

Prueba "t" de Student para muestras independientes.

\*\* Mujeres sin prediabetes n = 53, con prediabetes n = 5.

Resaltado en negritas, significancia p < 0.05

Cuadro X. Resumen de variables metabólicas en los estudiantes sin diabetes y los diagnosticados con Prediabetes.

| VARIABLES METABÓLICAS                 | SIN PREDIABETES<br>n = 93 | PREDIABETES<br>n = 11 | t     | Significancia |
|---------------------------------------|---------------------------|-----------------------|-------|---------------|
| <b>Glucosa de ayuno</b>               | 83.76 ± 0.81              | 97.17 ± 2.49          | 4.86  | <b>0.000*</b> |
| <b>Glucosa poscarga</b>               | 82.73 ± 1.87              | 101.55 ± 9.23         | 2.99  | <b>0.003*</b> |
| <b>Insulina</b>                       | 6.10 ± 0.63               | 7.10 ± 1.43           | 0.576 | 0.566         |
| <b>Índice de insulina resistencia</b> | 1.27 ± 0.13               | 1.73 ± 0.37           | 1.24  | 0.218         |

Prueba "t" de Student para muestras independientes.

Resaltado en negritas, significancia  $p < 0.05$

Promedio ± error estándar (n = 104)

En el total de la muestra se analizó el coeficiente de correlación de Pearson en 43 pares de variables, las asociaciones no resultaron estadísticamente significativas. Estas correlaciones se efectuaron para el valor de IMC, perímetro abdominal y cifra de glucosa en ayuno. Las parejas de variables y su correlación estadística para IMC se muestran en el cuadro XI.

Cuadro XI. Correlaciones de Pearson para el IMC y los tres grupos de variables.

| VARIABLE INDEPENDIENTE | VARIABLE DEPENDIENTE          | R <sup>2</sup> | R     |
|------------------------|-------------------------------|----------------|-------|
| IMC                    | Frecuencia cardiaca           | 0.027          | 0.164 |
| IMC                    | Frecuencia respiratoria       | 0.002          | 0.044 |
| IMC                    | Tensión arterial sistólica    | 0.174          | 0.417 |
| IMC                    | Tensión arterial diastólica   | 0.22           | 0.469 |
| IMC                    | Perímetro abdominal hombres   | 0.828          | 0.909 |
| IMC                    | Perímetro abdominal mujeres   | 0.774          | 0.879 |
| IMC                    | Índice cintura/cadera hombres | 0.414          | 0.643 |



|     |                                |       |       |
|-----|--------------------------------|-------|-------|
| IMC | Índice cintura/cadera mujeres  | 0.219 | 0.467 |
| IMC | Masa grasa corporal hombres    | 0.597 | 0.772 |
| IMC | Masa grasa corporal mujeres    | 0.514 | 0.716 |
| IMC | Glucosa de ayuno               | 0.019 | 0.137 |
| IMC | Glucosa poscarga               | 0.015 | 0.122 |
| IMC | Concentración de insulina      | 0.337 | 0.580 |
| IMC | Índice de insulino resistencia | 0.381 | 0.617 |

La correlación de parejas de variables para perímetro abdominal están en el cuadro XII.

Cuadro XII. Correlaciones de Pearson para el perímetro abdominal y los tres grupos de variables.

| <b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> | <b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>   | <b>R<sup>2</sup></b> | <b>R</b> |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|----------|
| Perímetro abdominal           | Frecuencia cardiaca           | 0.018                | 0.134    |
| Perímetro abdominal           | Frecuencia respiratoria       | 0.001                | 0.031    |
| Perímetro abdominal           | Tensión arterial sistólica    | 0.225                | 0.474    |
| Perímetro abdominal           | Tensión arterial diastólica   | 0.303                | 0.550    |
| Perímetro abdominal           | Peso corporal                 | 0.8                  | 0.894    |
| Perímetro abdominal           | IMC                           | 0.76                 | 0.871    |
| Perímetro abdominal           | Índice cintura/cadera hombres | 0.737                | 0.585    |
| Perímetro abdominal           | Índice cintura/cadera mujeres | 0.626                | 0.971    |
| Perímetro abdominal           | Masa grasa corporal hombres   | 0.628                | 0.792    |
| Perímetro abdominal           | Masa grasa corporal mujeres   | 0.585                | 0.764    |
| Perímetro abdominal           | Glucosa de ayuno              | 0.012                | 0.109    |

|                     |                                |       |       |
|---------------------|--------------------------------|-------|-------|
| Perímetro abdominal | Glucosa poscarga               | 0.009 | 0.094 |
| Perímetro abdominal | Concentración de insulina      | 0.358 | 0.598 |
| Perímetro abdominal | Índice de insulino resistencia | 0.385 | 0.620 |

El cuadro XIII muestra las parejas de variables y su correlación estadística para la determinación de glucosa de ayuno.

Cuadro XIII. Correlaciones de Pearson para la determinación de glucosa en ayuno y los tres grupos de variables.

| <b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> | <b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>    | <b>R<sup>2</sup></b> | <b>R</b>  |
|-------------------------------|--------------------------------|----------------------|-----------|
| Glucosa de ayuno              | Frecuencia cardiaca            | 0.011 (-)            | 0.104 (-) |
| Glucosa de ayuno              | Frecuencia respiratoria        | 0.014                | 0.118     |
| Glucosa de ayuno              | Tensión arterial sistólica     | 0.05                 | 0.223     |
| Glucosa de ayuno              | Tensión arterial diastólica    | 0.043                | 0.207     |
| Glucosa de ayuno              | Peso corporal                  | 0.003                | 0.054     |
| Glucosa de ayuno              | IMC                            | 0.019                | 0.137     |
| Glucosa de ayuno              | Perímetro abdominal hombres    | 0.001                | 0.031     |
| Glucosa de ayuno              | Perímetro abdominal mujeres    | 0.044                | 0.209     |
| Glucosa de ayuno              | Índice cintura/cadera hombres  | 0.017                | 0.130     |
| Glucosa de ayuno              | Índice cintura/cadera mujeres  | 0.004                | 0.063     |
| Glucosa de ayuno              | Masa grasa corporal hombres    | 0.004                | 0.063     |
| Glucosa de ayuno              | Masa grasa corporal mujeres    | 0.016                | 0.126     |
| Glucosa de ayuno              | Glucosa poscarga               | 0.108                | 0.328     |
| Glucosa de ayuno              | Concentración de insulina      | 0.009                | 0.094     |
| Glucosa de ayuno              | Índice de insulino resistencia | 0.053                | 0.230     |

Mediante la prueba ANOVA de una vía se realizó el análisis de 41 variables distribuidas como clínicas, antropométricas y metabólicas. Los casos en los que en total hubo diferencia significativa se resumen en los cuadros XIV, XV, XVI.

Cuadro XIV. Resultados de la prueba estadística ANOVA para los indicadores clínicos, antropométricos y metabólicos con base en el IMC (n = 104).

| VARIABLES                      | F      | SIGNIFICANCIA |
|--------------------------------|--------|---------------|
| <b>CLÍNICAS:</b>               |        |               |
| Frecuencia cardiaca            | 1.875  | <b>0.121</b>  |
| Frecuencia respiratoria        | 0.228  | <b>0.922</b>  |
| Tensión arterial sistólica     | 7.183  | <b>0.000*</b> |
| Tensión arterial diastólica    | 7.511  | <b>0.000*</b> |
| <b>ANTROPOMÉTRICAS:</b>        |        |               |
| Peso corporal                  | 59.602 | <b>0.000*</b> |
| Perímetro abdominal hombres    | 10.224 | <b>0.000*</b> |
| Perímetro abdominal mujeres    | 42.169 | <b>0.000*</b> |
| Índice cintura/cadera hombres  | 7.121  | <b>0.000*</b> |
| Índice cintura/cadera mujeres  | 4.705  | <b>0.003*</b> |
| Masa grasa corporal hombres    | 12.897 | <b>0.000*</b> |
| Masa grasa corporal mujeres    | 10.897 | <b>0.000*</b> |
| <b>METABÓLICAS</b>             |        |               |
| Glucosa de ayuno               | 1.008  | 0.407         |
| Glucosa poscarga               | 0.597  | 0.665         |
| Insulina                       | 18.427 | <b>0.000*</b> |
| Índice de insulino resistencia | 22.736 | <b>0.000*</b> |

Resaltado en negritas, significancia  $p < 0.05$

Cuadro XV. Resultados de la prueba ANOVA para los indicadores clínicos, antropométricos y metabólicos, por riesgo de comorbilidades con base en el perímetro abdominal

| VARIABLES                      | F      | SIGNIFICANCIA |
|--------------------------------|--------|---------------|
| <b>CLÍNICAS:</b>               |        |               |
| Frecuencia cardíaca            | 1.984  | 0.143         |
| Frecuencia respiratoria        | 0.025  | 0.975         |
| Tensión arterial sistólica     | 3.351  | 0.039         |
| Tensión arterial diastólica    | 9.887  | <b>0.000*</b> |
| <b>ANTROPOMÉTRICAS:</b>        |        |               |
| IMC                            | 47.443 | <b>0.000*</b> |
| Índice cintura/cadera hombres  | 29.843 | <b>0.000*</b> |
| Índice cintura/cadera mujeres  | 24.936 | <b>0.003*</b> |
| Masa grasa corporal hombres    | 17.391 | <b>0.000*</b> |
| Masa grasa corporal mujeres    | 21.083 | <b>0.000*</b> |
| <b>METABÓLICAS</b>             |        |               |
| Glucosa de ayuno               | 1.297  | 0.278         |
| Glucosa poscarga               | 0.172  | 0.842         |
| Insulina                       | 19.555 | <b>0.000*</b> |
| Índice de insulino resistencia | 22.401 | <b>0.000*</b> |

Resaltado en negritas, significancia  $p < 0.05$

Cuadro XVI. Resultados de la prueba estadística ANOVA para los indicadores clínicos, antropométricos y metabólicos con base en el porcentaje de masa grasa corporal.

| VARIABLES                      | F      | SIGNIFICANCIA |
|--------------------------------|--------|---------------|
| <b>CLÍNICAS:</b>               |        |               |
| Frecuencia cardiaca            | 2.873  | 0.018         |
| Frecuencia respiratoria        | 1.229  | 0.301         |
| Tensión arterial sistólica     | 1.505  | 0.195         |
| Tensión arterial diastólica    | 4.078  | <b>0.002*</b> |
| <b>ANTROPOMÉTRICAS:</b>        |        |               |
| IMC                            | 22.602 | <b>0.000*</b> |
| Perímetro abdominal hombres    | 11.579 | <b>0.000*</b> |
| Perímetro abdominal mujeres    | 20.145 | <b>0.000*</b> |
| Índice cintura/cadera hombres  | 4.431  | <b>0.003*</b> |
| Índice cintura/cadera mujeres  | 6.688  | <b>0.000*</b> |
| <b>METABÓLICAS</b>             |        |               |
| Glucosa de ayuno               | 1.557  | 0.179         |
| Glucosa poscarga               | 0.619  | 0.685         |
| Insulina                       | 10.573 | <b>0.000*</b> |
| Índice de insulino resistencia | 13.013 | <b>0.000*</b> |

Resaltado en negritas, significancia  $p < 0.05$

Factores de riesgo predisponentes para Prediabetes.

En el presente trabajo, se estableció utilizando las variables clínicas, antropométricas y metabólicas de los sujetos en estudio cual o cuales de dichas variables involucra riesgo mayor de presentar prediabetes, para ello se utilizaron tablas de dos por dos con las que se obtuvo el Riesgo Relativo (RR). Se presenta a continuación el RR de las variables que resultaron significativas:

| Variable   | Sin prediabetes | Prediabetes | TOTAL      |
|--|-----------------|-------------|------------|
| Antecedente de DM2 en familiares de primer grado     | 17              | 6           | 23         |
| Sin antecedente de DM2 en familiares de primer grado | 86              | 5           | 91         |
|  | <b>93</b>       | <b>11</b>   | <b>104</b> |

**RR IC 95% :** 0.186 [0.051 - 0.683]

**X<sup>2</sup> :** 7.511

**Significancia:** 0.006

En los casos en que al distribuir los datos en las tablas de dos por dos, el grupo se integró con menos de 5 individuos, se utilizó el estadístico exacto de Fisher.

| Variable   | Sin prediabetes | Prediabetes | TOTAL      |
|--|-----------------|-------------|------------|
| Antecedente de sobrepeso u obesidad en familiares de segundo grado     | 55              | 10          | 65         |
| Sin antecedente de sobrepeso y obesidad en familiares de segundo grado | 38              | 1           | 39         |
|  | <b>93</b>       | <b>11</b>   | <b>104</b> |

**RR IC 95% :** 0.145 [0.018 – 1.178]

**Estadístico exacto de Fisher, significancia:** 0.05

## CASOS QUE SE DIAGNOSTICARON CON PREDIABETES.

Se identificaron 11/104 casos con Prediabetes. 8/11 por cifras alteradas de glucosa sérica en ayuno y 3/11 por intolerancia a la glucosa en la prueba funcional no fisiológica con carga de 75g de glucosa y cuantificación de glucosa por dos horas.

Respecto a la cantidad de insulina inmuno reactiva los 11 estudiantes a los que se les otorgó el diagnóstico de Prediabetes presentaron cifras dentro de los límites fisiológicos. El índice de insulino resistencia resultó mayor de 3.5 en 2/11 casos, por lo que además de la prediabetes se estableció el diagnóstico de resistencia a la acción de la insulina.

De los que se diagnosticaron con Prediabetes 6/11 corresponden a hombres y 5/11 mujeres, con edad promedio de  $19.18 \pm D.E 1.25$  años de edad. 7/11 de los casos mencionados son alumnos del primer año y los otros 4 se encuentran distribuidos en los años ascendentes de la licenciatura en medicina.

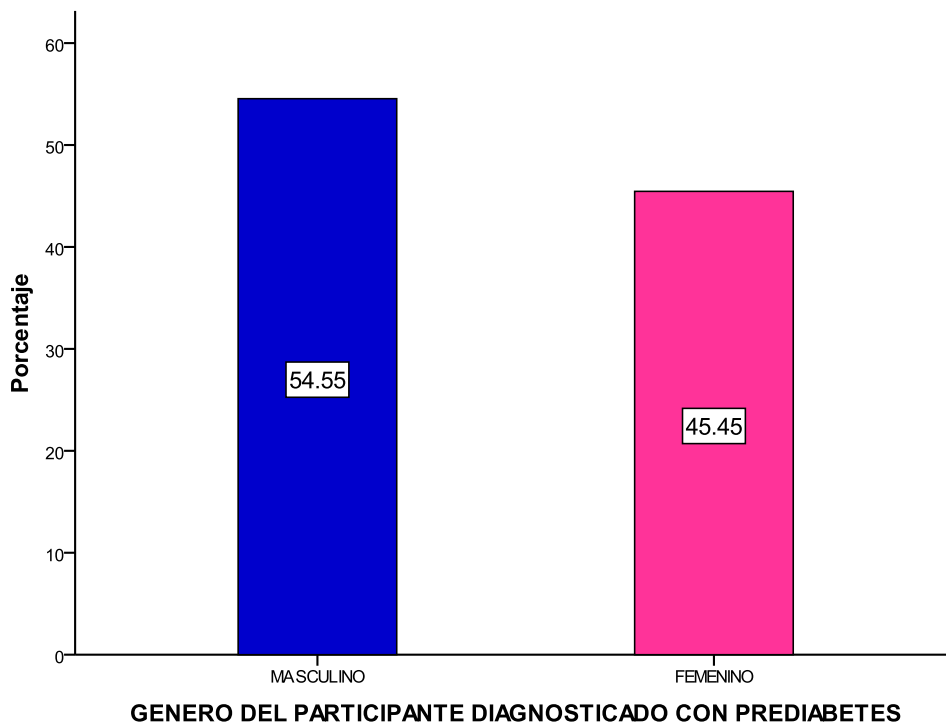


Figura 12. Distribución por género de los diagnosticados con Prediabetes

Los individuos con diagnóstico de prediabetes tienen el antecedente de familiares de primero y segundo grados con diabetes tipo 2, lo refieren 6/11 y 8/11 respectivamente y 9/11 refiere antecedente de sobrepeso en familiares de primer grado.

En 3/11 del grupo existe antecedente al nacer “de haber sido producto prematuro y con bajo peso” y 2/11 individuos cursaron con obesidad en la infancia.

Además 6/11 refirieron su actividad física como “ligera”, 3/11 “moderada” y 2/11 “intensa”.

A la exploración física en 3/11 identificados con prediabetes se observó Acantosis nigricans; en 1/11 con collar de Venus y en 3/11 con ginecomastia.

Las características clínicas y metabólicas de los estudiantes a los que se les diagnosticó Prediabetes se muestran en el cuadro XVII.



Cuadro XVII. Características clínicas, antropométricas y metabólicas de los  
estudiantes que se diagnosticaron con Prediabetes. n=11

| <b>VARIABLES</b>               | <b>PROMEDIO<br/>n = 11</b> | <b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b> |
|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>CLINICAS</b>                |                            |                            |
| Frecuencia cardiaca            | 72.27                      | ± 10.09                    |
| Frecuencia respiratoria        | 18.64                      | ± 3.64                     |
| Tensión arterial sistólica     | 124.13                     | ± 17.81                    |
| Tensión arterial diastólica    | 75.66                      | ± 9.57                     |
| <b>ANTROPOMÉTRICAS</b>         |                            |                            |
| IMC                            | 26.23                      | ± 5.02                     |
| Perímetro abdominal hombres    | 88.5                       | ± 10.83                    |
| Perímetro abdominal mujeres    | 89.00                      | ± 10.14                    |
| Circunferencia de cadera       | 102.90                     | ± 10.14                    |
| Índice cintura cadera hombres  | 0.89                       | ± 0.58                     |
| Índice cintura cadera mujeres  | 0.82                       | ± 0.03                     |
| Masa grasa corporal hombres    | 19.27                      | ± 4.77                     |
| Masa grasa corporal mujeres    | 32.62                      | ± 3.79                     |
| <b>METABÓLICAS</b>             |                            |                            |
| Glucosa de ayuno               | 97.17                      | ± 8.26                     |
| Glucosa poscarga               | 101.55                     | ± 30.63                    |
| Insulina                       | 7.10                       | ± 4.52                     |
| Índice de insulino resistencia | 1.75                       | ± 1.19                     |

Al ubicar a los individuos recién diagnosticados con Prediabetes, de acuerdo a la clasificación por IMC que establece la normatividad mexicana (NOM-174-SSA1-1998), estos quedan distribuidos así: son peso saludable 5/11 (45.5 %), con sobrepeso 1/11 (9.1 %), con obesidad grado I 4/11(36.4 %), con obesidad grado II 1/11 (9.1 %).

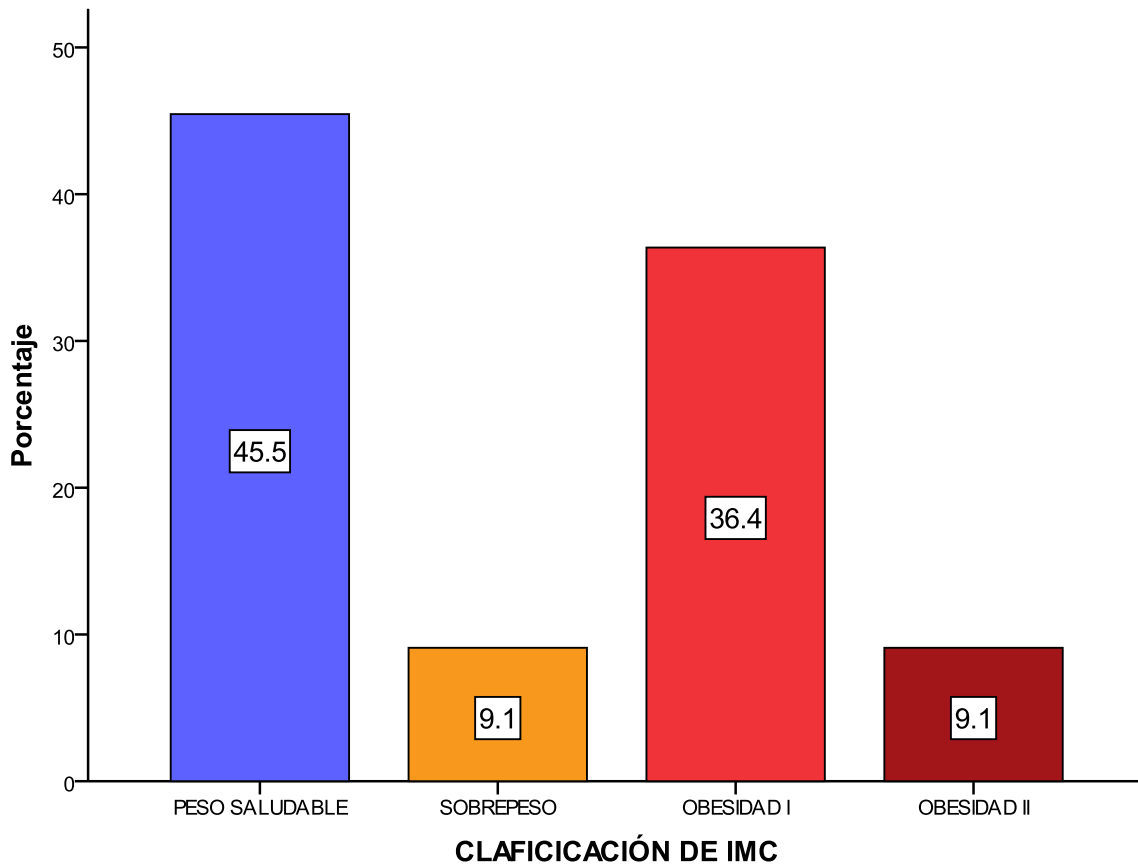


Figura 13. Clasificación por IMC de los estudiantes con Prediabetes, de acuerdo a la *NOM-174-SSA1-1998*

Respecto al riesgo de comorbilidades obtenido por medición de perímetro abdominal, en los hombres que se diagnosticaron con prediabetes: el 50% (3) “sin riesgo”, el 18.2% (2) “bajo riesgo” y el 16.7% (1) con “alto riesgo” como se ve en la figura 14.

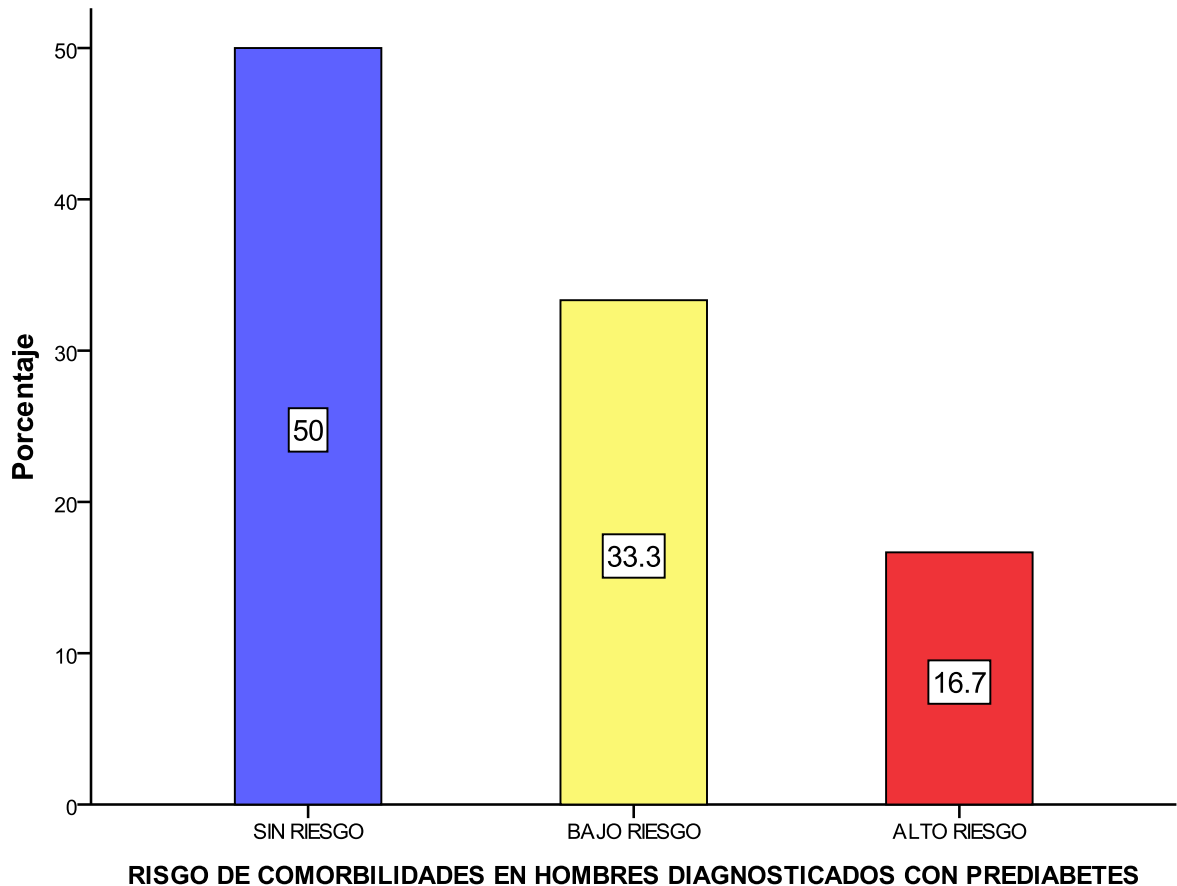


Figura 14. Riesgo de comorbilidades con base en el perímetro abdominal en hombres diagnosticados con Prediabetes ( n= 6)

Para las mujeres diagnosticadas con prediabetes, el mismo indicador riesgo se distribuye: 40% (2) “sin riesgo de comorbilidades”, 40% (2) “bajo riesgo” y 20% (1) “alto riesgo de comorbilidades”, dichos datos se grafican en la figura 17.

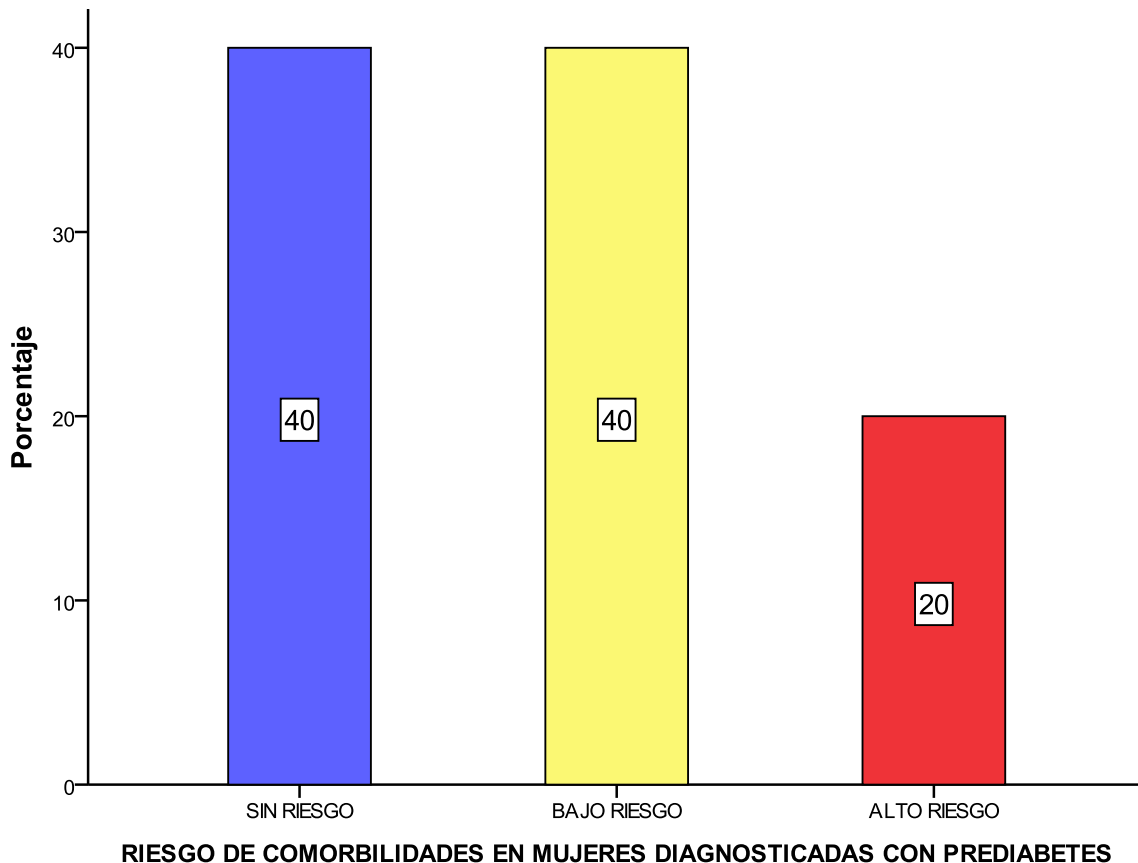


Figura 15. Riesgo de comorbilidades con base en el perímetro abdominal en mujeres diagnosticadas con Prediabetes ( n= 5)

La determinación del Índice Cintura/Cadera determina las categorías “sin riesgo” y “con riesgo de comorbilidades”, para este indicador el 83.3% de los hombres se encuentra “sin riesgo de comorbilidades” y el 16.7% (4) restante “con riesgo de comorbilidades”. En el caso de las mujeres 60% (3) “sin riesgo” y 40% (2) “con riesgo”.

El porcentaje de masa grasa corporal de los hombres a los que se diagnosticó con prediabetes se distribuyó en 5 categorías: predomina la categoría “normal” con 2/6, las otras categorías: “magro”, “arriba del promedio”, “exceso de grasa” y “obeso”, como se observa en la figura 18 con 1 individuo cada una de ellas; no se incluye la categoría de “atleta” porque no hubieron casos.

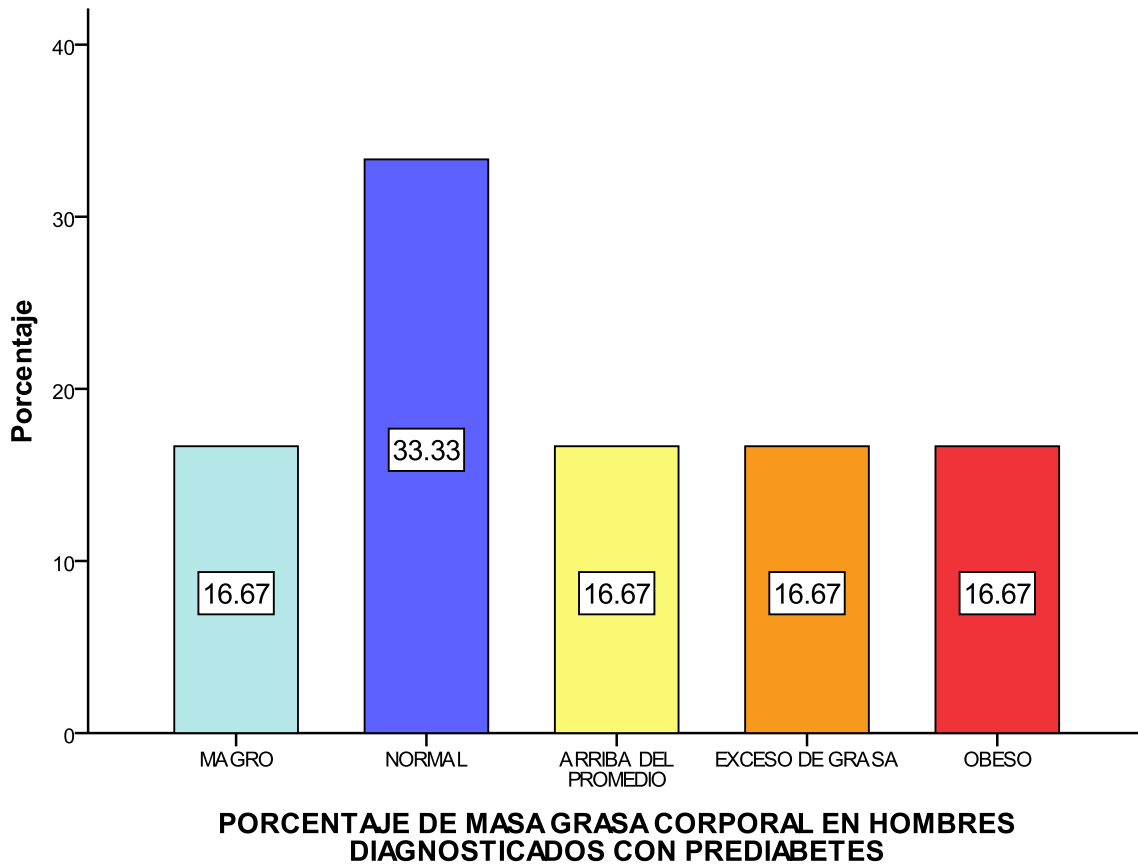


Figura 16. Distribución del porcentaje de masa grasa corporal clasificada en categorías, de los hombres a los que se les diagnóstico con Prediabetes.

Las mujeres en las que se estableció diagnóstico de prediabetes se distribuyen en 3 categorías: “arriba del promedio” con un caso y las categorías “exceso de grasa” y “obeso” con dos casos en cada una de ellas.

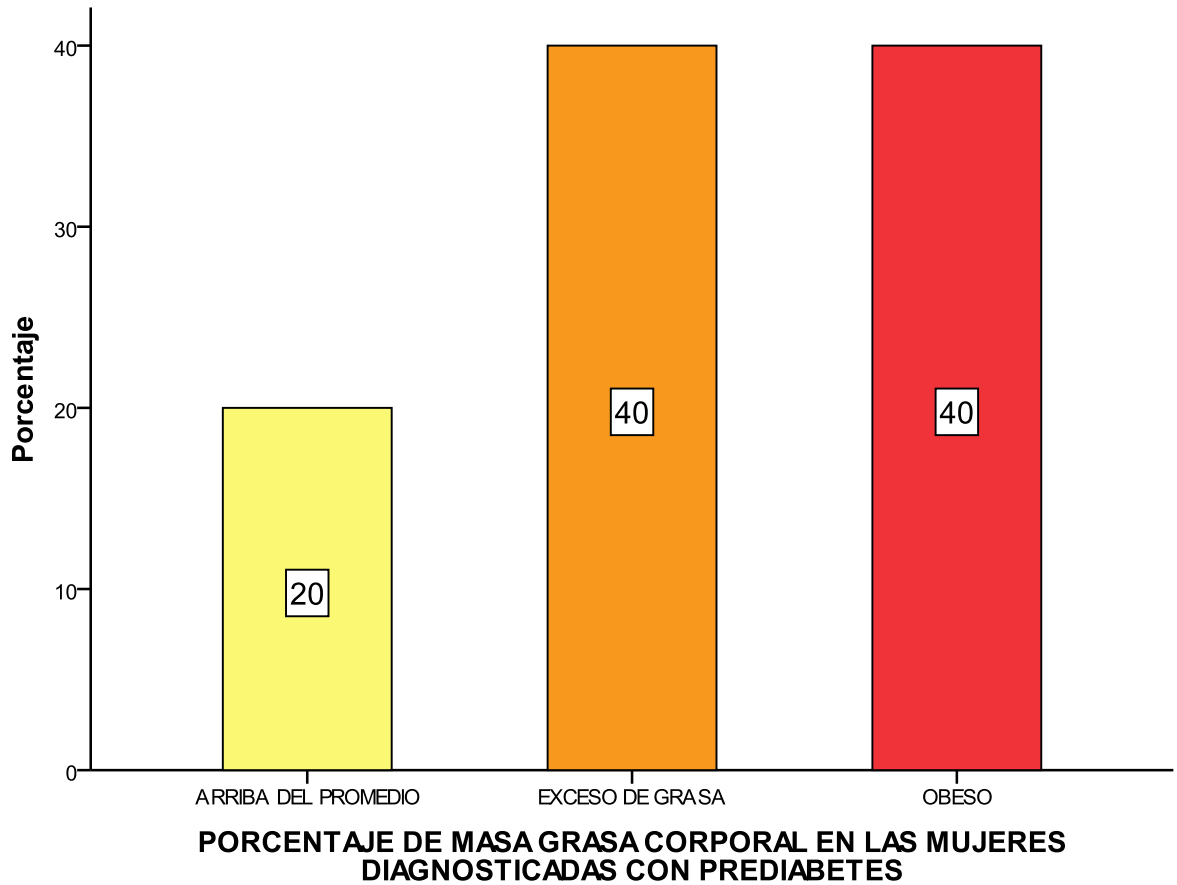


Figura 17. Distribución del porcentaje de masa grasa corporal clasificada en categorías, de las mujeres a las que se les diagnóstico con Prediabetes.

## CASOS EN LOS QUE SE IDENTIFICÓ CON RESISTENCIA A LA INSULINA

Mediante el índice de insulino resistencia se identificaron 6/104 casos de resistencia a la acción de la insulina. 3/6 hombres y 3/6 mujeres, con edad biológica en promedio de  $19.5 \pm D.E 1.64$  años.

Es importante mencionar que dos de los sujetos con diagnóstico de resistencia a la insulina, presentaron además Glucosa de ayuno alterada.

Del grupo que se diagnóstico con Resistencia a la Insulina, en ningún caso hay antecedente de diabetes en familiares de primer grado. 5/6 sujetos refiere antecedente de diabetes tipo 2 en familiares de segundo grado, y 1/6 sin antecedente de diabetes tipo 2 en familiares de segundo grado; en 3/6 de los que integran este grupo hay antecedente de hipertensión arterial en familiares de primer grado, los otros 3/6 niegan este antecedente; en 5/6 existe el antecedente de obesidad en familiares de primer grado, 1/6 sin el antecedente mencionado.

Respecto a los antecedentes prenatales de los mismos, 4/6 individuos se refieren al nacimiento como productos de término, 2/6 productos de pretérmino; en relación al peso que presentaron al nacer: 3/6 peso normal al nacimiento, 2/6 con bajo peso al nacer y 1/6 refiere que fue producto macrosómico. 4/6 en este grupo de participantes niegan obesidad durante la infancia, 2/6 si la refieren.

A la exploración física del mismo grupo, en 3/6 casos se encontró Acantosis nigricans, 3/6 sin dicho dato; en 3/6 collar de Venus y 3/6 sin collar de venus. Los 6 estudiantes refieren su actividad física diaria como “moderada”.

Las principales características clínicas, antropométricas y metabólicas de los sujetos identificados con resistencia a la insulina se muestran el cuadro XVIII.

Cuadro XVIII. Características de los individuos en los que se encontró Resistencia a la Insulina. n = 6

| VARIABLES                                 | PROMEDIO | DESVIACIÓN ESTANDAR |
|---|----------|---------------------|
| CLINICAS:                                 |          |                     |
| Frecuencia cardiaca                       | 82.11    | ± 5.83              |
| Frecuencia respiratoria                   | 18.33    | ± 2.94              |
| Presión arterial sistólica                | 129.14   | ± 12.87             |
| Presión arterial diastólica               | 79.77    | ± 4.86              |
| ANTROPOMÉTRICAS                           |          |                     |
| IMC                                       | 31.83    | ± 4.70              |
| Perímetro abdominal hombres               | 95.33    | ± 6.02              |
| Perímetro abdominal mujeres               | 105.00   | ± 5.00              |
| Circunferencia de cadera                  | 113.16   | ± 8.40              |
| Índice cintura/cadera hombres             | 0.89     | ± 0.03              |
| Índice cintura/cadera mujeres             | 0.88     | ± 0.05              |
| Porcentaje de masa grasa corporal hombres | 25.03    | ± 0.29              |
| Porcentaje de masa grasa corporal mujeres | 36.52    | ± 4.41              |
| METABÓLICAS                               |          |                     |
| Glucosa de ayuno                          | 91.49    | ±9.79               |
| Glucosa poscarga                          | 92.13    | ± 23.87             |
| Insulina                                  | 19.43    | ± 4.25              |
| Índice de insulino resistencia            | 4.31     | ± 0.69              |



Los individuos detectados con Resistencia a la Insulina, respecto a la clasificación de IMC se distribuyen de la siguiente manera: 1/6 con sobrepeso, 1/6 con obesidad grado I y 4/6 con obesidad grado II.

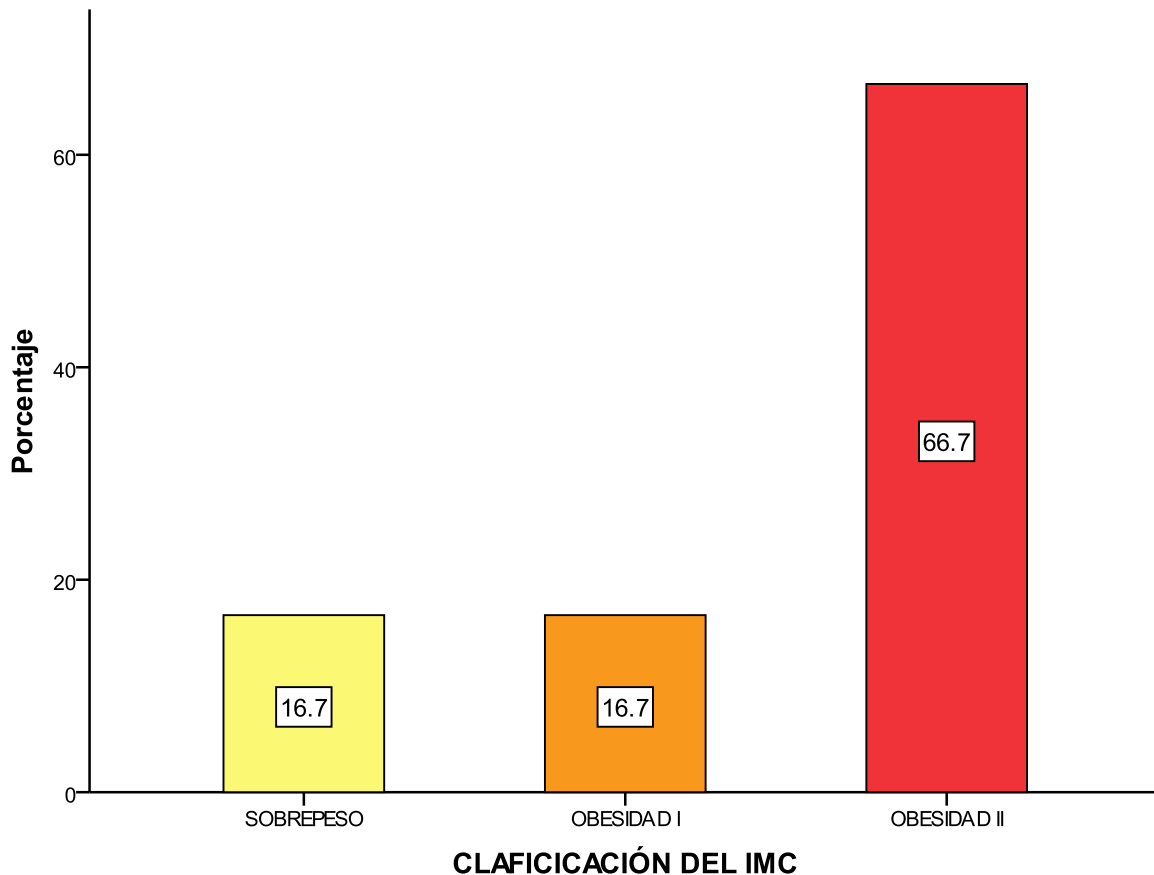


Figura 18. Clasificación por IMC de los individuos con Resistencia a la Insulina (n = 6), de acuerdo a la *NOM-174-SSA1-1998*

De los estudiantes hombres diagnosticados con resistencia a la acción de la insulina, 2/3 presentan riesgo alto de comorbilidades y 1/3 sin riesgo. En las estudiantes mujeres del mismo grupo las 3 presentan riesgo alto de comorbilidades; dicho riesgo se estableció por la medición de perímetro abdominal.

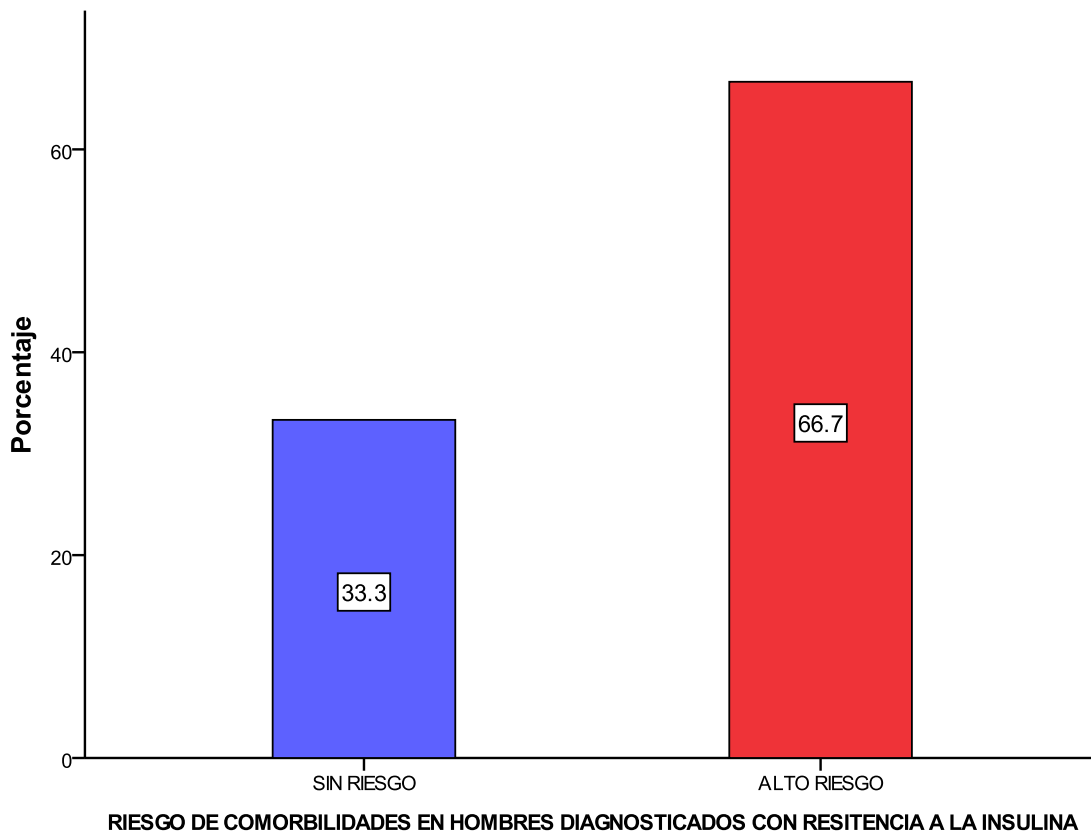


Figura 19. Riesgo de comorbilidades con base en el perímetro abdominal en hombres diagnosticados con Resistencia a la insulina (n= 3)

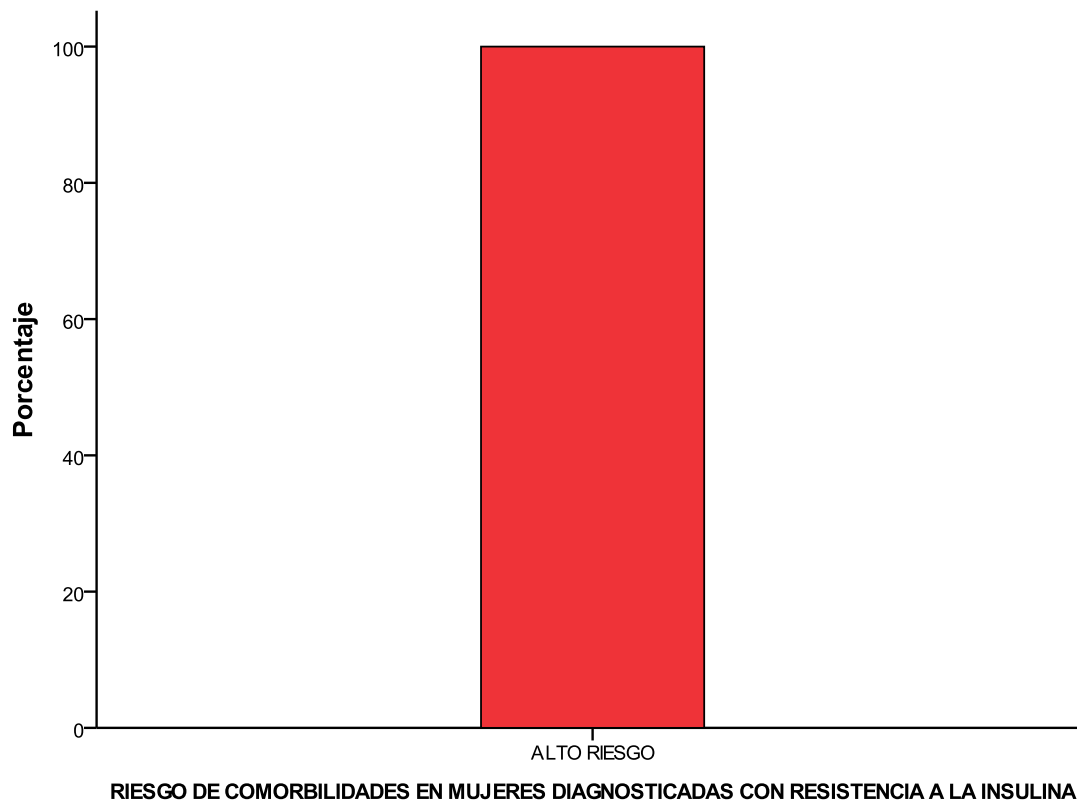


Figura 20. Riesgo de comorbilidades con base en el perímetro abdominal en mujeres diagnosticadas con Resistencia a la insulina ( n= 3)

Respecto al porcentaje de grasa corporal, en el caso de los hombres 2/3 de ellos corresponden a la categoría “exceso de grasa corporal” y 1/6 a la de “obeso”.

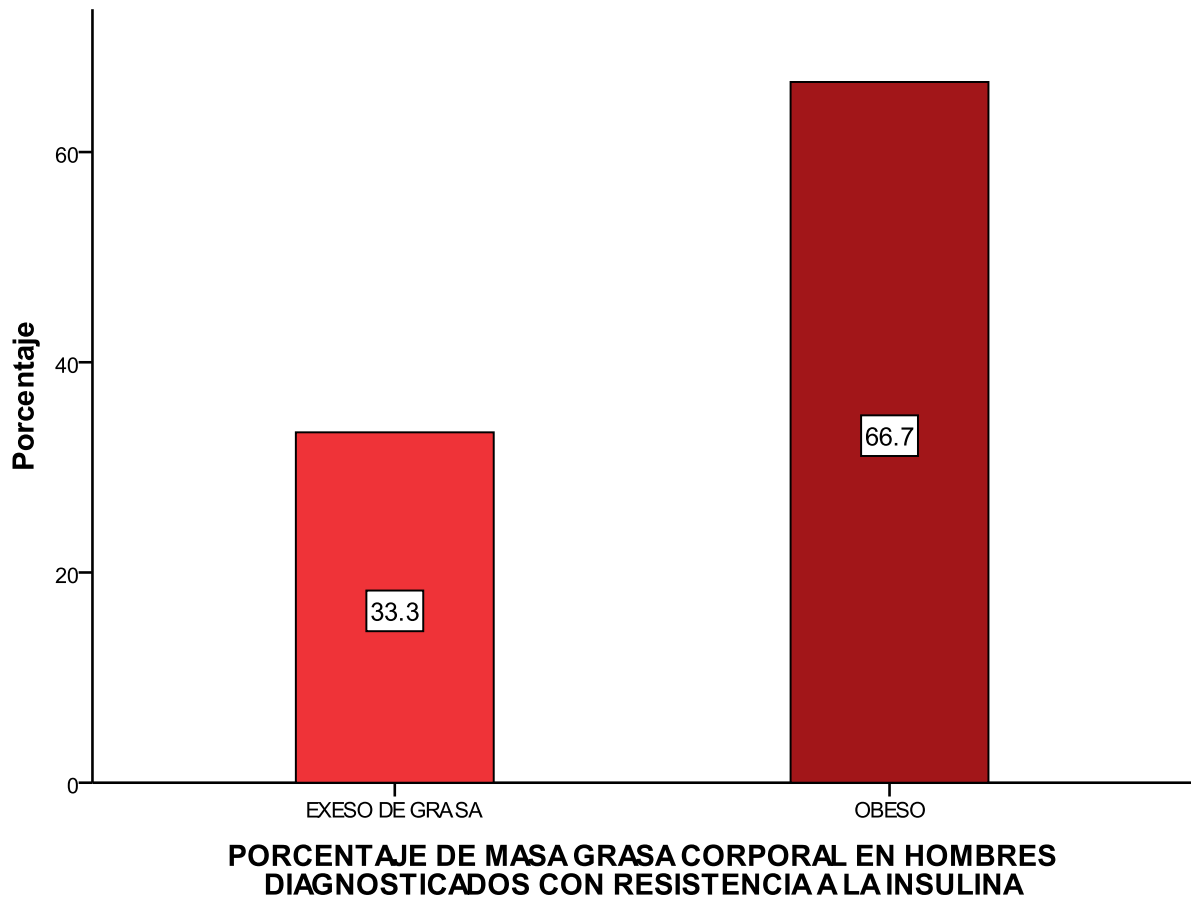


Figura 21. Distribución del porcentaje de Masa Grasa Corporal en los hombres diagnosticados con resistencia a la insulina (n = 3)

El porcentaje de grasa corporal en las mujeres se distribuye de la siguiente manera 1/3 en la categoría “exceso de grasa corporal” y 2/3 a la de “obeso”

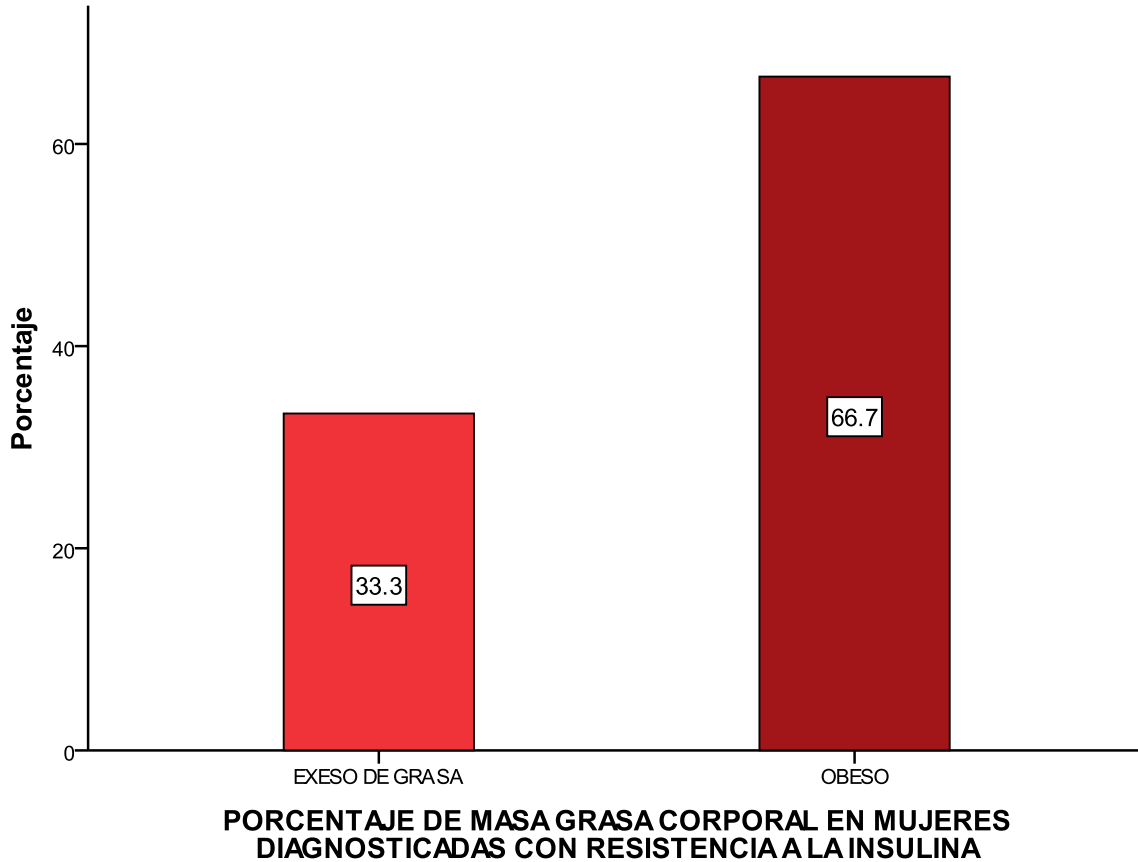


Figura 22. Distribución del porcentaje de Masa Grasa Corporal en mujeres diagnosticados con resistencia a la insulina (n = 3)

En 2/6 de los individuos con resistencia a la insulina mostraron cifras de glucosa compatibles con el diagnóstico de Prediabetes (por Glucosa de ayuno alterada) y 3/6 cursan con hiperinsulinemia (cifras mayores de 20  $\mu$ UI/mL de insulina).

## 9. DISCUSIÓN

Por mucho tiempo se consideró a las enfermedades de tipo crónico degenerativas como: la diabetes, la hipertensión, las enfermedades cardiovasculares, la resistencia a la insulina, la obesidad, la hiperuricemia entre otras, como patologías predominantes en la población adulta, y que sus manifestaciones clínicas iniciaban entre los 30 y 50 años de edad (Islas y col, 2005).

Sin embargo, las modificaciones paulatinas en la conducta alimenticia y los hábitos de vida tendientes a ser cada vez más sedentaria en todos los grupos etarios de la población, han llevado a que estas patologías antes exclusivas del adulto, hoy en día se presenten en edades más tempranas: es decir en jóvenes, adolescentes e incluso en los infantes (Rodríguez-de-Romo AC, 2001).

Al momento en México existen pocos estudios acerca de la Prediabetes y es menor aún el número de estudios relacionados con este tema en población joven.

En la muestra poblacional analizada de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Dr. Ignacio Chávez” en esta investigación, el diagnóstico de Prediabetes se estableció en los estudiantes con edad promedio de 19 años en un 10.4 %. Esta cifra de Prediabetes es mayor a la de 4.2 % publicada en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí para los jóvenes aspirantes a la Universidad mencionada (Escalante-Monreal E y cols, 2009).

Entre 2001 y 2002 en la frontera entre México y Estados Unidos se llevó a cabo la primer parte de un estudio transversal (Iniciativa Nacional Hispana/Latina para la Acción, 2002) encaminado a determinar la prevalencia de diabetes y prediabetes, así como los principales factores de riesgo para el desarrollo de estas patologías. En la frontera mexicana participaron los estados de Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. La prevalencia reportada de prediabetes en sujetos mayores de 18 años fue de 14.3%, esta cifra supera a la encontrada en la muestra obtenida en esta Dependencia.

El Grupo Multidisciplinario de Investigación en Diabetes del IMSS, encontró en población mexicana adulta, una prevalencia de Prediabetes de 10.3% (*MRGD-IMSS, 2008*), en ese trabajo se incluyeron a pacientes de 9 estados de la República, todos derechohabientes del IMSS. Por otra parte Munguía-Miranda informa que para Glucosa de Ayuno alterada hay una prevalencia de 15.4% en sujetos aparentemente sanos (Munguía-Miranda y cols, 2008; 2009). Con relación a la muestra poblacional analizada en esta investigación con una prevalencia de Prediabetes de 10.4 %, la cifra coincide con lo informado en la población adulta derechohabiente del IMSS.

Referente a los indicadores clínicos:

En la muestra total los promedios de frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, tensión arterial sistólica y diastólica se ubican en parámetros normales, aún al sumar las desviaciones estándar (DE).

Al analizar por género los indicadores clínicos, muestra diferencia estadísticamente significativa la tensión arterial sistólica y la tensión arterial diastólica.

En cuando a los indicadores antropométricos:

El IMC promedio ( $23.45 \pm 4.51$ ), alcanza la categoría de “obesidad grado I”, esta condición no saludable, implica un riesgo mayor de que el estudiante presente a edades tempranas prediabetes, diabetes, resistencia a la insulina, dislipidemias, problemas ortopédicos y en la mujer implica un riesgo mayor de alteraciones hormonales (Arellano y Cols, 2008).

El diagnóstico de sobrepeso se estableció en el 28% de total de participantes, dato coincide con lo informado para el grupo de 20 a 29 años de edad en el Estado de Michoacán de Ocampo (33 % en los hombres y 27 % en las mujeres) y que a la vez con magnitud menor a lo publicado para la región Centro del país (Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Zacatecas) (45 % en hombres y 42 % en mujeres) (ENSANUT 2006).

En el 5% de los estudiantes se hizo diagnóstico de obesidad, relacionada fuertemente a comorbilidades asociadas. El grupo de sujetos en particular; jóvenes de entre 18 y 25 años de edad y a la vez futuros promotores de salud, en obesidad hubo un porcentaje de 16.3 % de acuerdo a la normatividad mexicana (NOM-174-SSA1-1998)

En los hombres que integran la muestra población total el promedio de perímetro abdominal ( $85.32 \pm 11.25$ ) los ubica en “riesgo moderado de comorbilidades. Mientas que en las mujeres el mismo indicador ( $79.18 \pm 11.19$ ) al sumar la De las ubica en la categoría “alto riesgo de comorbilidades”.

Para la medición de perímetro abdominal tanto en mujeres como en hombres de acuerdo a Sánchez Castillo y cols (Sánchez Castillo y cols, 2003) el valor adecuado es menos de 83 cm; la muestra estudiada se mantiene en cifras límite (perímetro abdominal promedio =  $82.03 \pm 11.58$ ).

El Índice cintura/cadera en hombres ( $0.87 \pm 0.07$ ) y en mujeres ( $0.80 \pm 0.06$ ) los ubica en la categoría “bajo riesgo de comorbilidades”.

Para los hombres el porcentaje de masa grasa corporal promedio ( $17.61 \pm 4.78$ ) corresponde a la categoría “exceso de grasa corporal”. En las mujeres el mismo marcador en promedio ( $27.84 \pm 5.93$ ) las ubica con una masa grasa corporal que llega a la categoría “exceso de masa grasa corporal”.

Se esperaba y confirmó la diferencia estadísticamente significativa entre hombres y mujeres en las variables: peso corporal, talla corporal, IMC, perímetro abdominal, índice cintura cadera y porcentaje de masa grasa corporal.



En tanto que para los indicadores metabólicos de la población total:

Promedio de glucosa de ayuno ( $85.17 \pm 9.56$ ) ubica a la muestra estudiada en “Glucosa de ayuno normal”.

Respecto a la determinación de glucosa dos horas poscarga de 75g de glucosa, les corresponde la clasificación “tolerancia normal a la glucosa”.

El promedio en la determinación de insulina ( $6.23 \pm 5.05$ ) corresponde a valores dentro del intervalo fisiológico.

En toda la muestra la cifra de insulina que se encontró en promedio  $6.23 \mu\text{UI/mL} \pm \text{D.E } 5.05$  es menor a la informada por Vázquez-Chávez ( $21.7 \pm 13.5 \mu\text{UI/mL}$ ) para sujetos con seguimiento en el Hospital de Cardiología CMSN Siglo XXI pero en grupo etario distinto de los 35 a 60 años (Vázquez-Chávez y cols, 2003) y en el trabajo presente también el valor es menor a la cifra referida por Hirschler ( $21.5 \pm 20.2 \mu\text{UI/mL}$ ) en adolescentes de 12 a 15 años de edad (Hirschler y cols, 2004).

Tras calcular el índice de insulino resistencia en la población total ( $1.36 \pm 1.13$ ) el valor promedio corresponde a “sin resistencia a la acción de la insulina”.

En los indicadores metabólicos no se encontró diferencia estadísticamente significativa con base en el género.

Al efectuar la correlación de parejas de variables mediante la prueba de Pearson se encontró una correlación positiva importante, pero no diferencia estadísticamente significativa en las parejas de variables siguientes: IMC/perímetro abdominal en hombres ( $r^2 = 0.82$ ), IMC/perímetro abdominal en mujeres ( $r^2 = 0.77$ ), perímetro abdominal/índice cintura cadera en hombres ( $r^2 = 0.73$ ), perímetro abdominal/índice cintura cadera en mujeres ( $r^2 = 0.62$ ) y perímetro abdominal/masa grasa corporal en hombres ( $r^2 = 0.62$ ).

Riesgo relativo.

En el Hospital de Cardiología CMN Siglo XXI del IMSS, también Vázquez-Chávez y colaboradores realizaron en sujetos normoglucémicos el seguimiento a 6 años de 187 sujetos entre los 35 y 60 años de edad; el 16.5% de los que participaron en el estudio desarrolló algún trastorno en el metabolismo de la glucosa en el transcurso de los 6 años. Ese grupo de investigación propone como factores predictivos para el desarrollo de intolerancia a la glucosa y diabetes, a la edad [1.46 (IC 95 % 1.01 – 2.11)] y a la obesidad [1.95 (IC 95 % 1.10 – 3.46)] (Vázquez-Chávez y cols, 2003).

En esta investigación se hizo la evaluación de Riesgo Relativo para el desarrollo de Prediabetes en la muestra estudiada al momento del diagnóstico y se determinó que los mejores factores predictivos para el desarrollo de prediabetes son: el antecedente de diabetes en familiares de primer grado [7.511 (IC 95 % 0.051 – 0.683)] y el antecedente de sobrepeso u obesidad en familiares de segundo grado [0.145 (IC 95% 0.018 – 1.178)]. Los factores predictivos para el desarrollo de alteraciones en el metabolismo de glucosa no concuerdan con los mencionados por Vázquez porque se trata de grupos etario distintos y diferentes tipos de estudio.

Diagnóstico de Prediabetes.

En la muestra estudiada, se estableció diagnóstico de prediabetes en 11 casos, que corresponden al 10.4% del total, se trata de 6 hombres y de 5 mujeres.

Al comparar a los estudiante sin prediabetes (n = 93) y aquellos en los que se estableció el diagnóstico de prediabetes (n = 11), se encontró diferencia estadísticamente significativa en las variables clínicas tensión arterial sistólica y tensión arterial diastólica, la cual se atribuye a la diferencia en el IMC entre los dos grupos de estudio, siendo mayor el IMC en los estudiantes con prediabetes.

En las variables metabólicas existe diferencia significativa en el promedio de IMC de los sujetos sin prediabetes y con prediabetes, el primer grupo se encuentra en la categoría de “peso saludable” ( $23.13 \pm 0.45$ ), mientras que el grupo de prediabetes ( $26.23 \pm 1.51$ ) se ubica en la categoría de “obesidad grado I”. Respecto al perímetro abdominal el grupo sin prediabetes se mantiene en con la calificación de “bajo riesgo de comorbilidades” ( $81.09 \pm 1.19$ ), en cambio el grupo con prediabetes recibe la calificación de “alto riesgo de comorbilidades” ( $88.72 \pm 3.03$ ). El valor promedio de las variables antropométricas: peso corporal, índice cintura/cadera, porcentaje de masa grasa corporal en hombres y en mujeres, es mayor en los estudiantes diagnosticados con prediabetes que en los que no se estableció este diagnóstico, aunque no hubo diferencia estadística significativa.

En la variable metabólica glucosa de ayuno existe diferencia significativa en la cifra promedio de los grupos sin prediabetes ( $83.76 \pm 0.81$ ) y con prediabetes ( $97.17 \pm 2.49$ ). En la determinación de glucosa a las dos horas poscarga de 75g de solución glucosada vía oral hay diferencia significativa entre los sujetos sin prediabetes ( $82.73 \pm 1.87$ ) y con prediabetes ( $101.55 \pm 9.23$ ). En cuando a la determinación de insulina la cifra promedio es ligeramente mayor en el grupo con prediabetes, sin que haya diferencia estadísticamente significativa.

#### Diagnóstico de Resistencia a la Insulina

Fueron identificados 6 sujetos con resistencia a la acción de la insulina mediante el índice de insulino resistencia (HOMA), son 3 hombres y tres mujeres, en dos de estos sujetos además se identificaron con glucosa de ayuno alterada, este dato es de gran importancia ya que no es de esperarse en un grupo etario como este (20 - 28 años de edad) establecer estos diagnósticos, un factor importante a este respecto es el IMC ( $31.83 \pm 4.7$ ) que supera el valor promedio de la muestra total y del grupo con prediabetes, ubicando a estos individuos en la categoría “obesidad grado III”, el perímetro abdominal tanto en hombres ( $95.33 \pm 6.02$ ) como en

mujeres ( $105 \pm 5.0$ ) resulta alarmante ya que les ubica en la categoría de “alto riesgo de comorbilidades”. Tanto a los hombres ( $25.03 \pm 0.29$ ) como a las mujeres ( $36.52 \pm 4.41$ ) el porcentaje de masa grasa corporal promedio los ubica en la categoría “obesidad”.

Las cifras promedio de variables metabólicas glucosa de ayuno ( $91.49 \pm 9.79$ ) y glucosa poscarga ( $92.13 \pm 23.87$ ) son mayores en los diagnosticados con Resistencia a la Insulina que en el promedio de la muestra estudiada y también mayores que el valor promedio de los sujetos diagnosticados con prediabetes.

El valor promedio de insulina ( $19.43 \pm 4.25$ ) en los diagnosticados con Resistencia a la Insulina permite además establecer que cursan con hiperinsulinemia (insulina mayor a 20 UI).

Aun cuando los futuros promotores de salud detectados con Prediabetes podrán desarrollar adecuadamente su práctica profesional, y si se analizan sus habilidades, una de ellas consiste en plantear y proponer medidas preventivas adecuadas a cada situación clínica, y esto deberá hacerlo de modo claro y efectivo ante los pacientes y sus familiares, otros médicos y profesionistas e incluso ante medios de comunicación. Entonces parte de su capacitación es reconocer las propias limitaciones y la necesidad de que para incidir de manera coherente debe procurar mantener siempre un estado saludable (Peinado-Herreros, 2005).

Con esta investigación se demuestra que entre los jóvenes estudiantes de primero a quinto año de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Dr. Ignacio Chávez”, futuros médicos, es posible establecer los diagnósticos de Prediabetes, Sobrepeso, Obesidad y Resistencia a la insulina; por lo que se requiere de programas preventivos y de diagnóstico oportuno dentro de las instalaciones de esta Facultad, para así garantizar que al finalizar sus estudios se brinde a la sociedad profesionistas con un estilo de vida saludable, capaces de proponer este mismo estilo de vida a sus pacientes y familiares.

## 10. CONCLUSIONES

1. En el **10.6 %** de los participantes se estableció el diagnóstico de **Prediabetes**. Por glucemia en ayuno alterada **7.7%** y por respuesta anormal a la prueba de tolerancia oral a la glucosa **2.9%**. En ninguno de los casos se estableció el diagnóstico de Prediabetes por resultados en ambas pruebas.
2. De acuerdo a la normatividad mexicana (NOM-174-SSA1-1998) para la clasificación de sobrepeso y obesidad se ubicaron: 6/11 (54.5%) con sobrepeso u obesidad y 5/11 (45.5%) sujetos con peso saludable,
3. En la muestra total, el 32.7% de los estudiantes presentó el IMC mayor de 25 kg/m<sup>2</sup> que corresponde a diagnóstico de obesidad. Por la medición de perímetro abdominal en el 34.2% de los hombres y en el 32.7% de las mujeres con esta medición se establece “riesgo alto de comorbilidades”.
4. En la muestra total se encontró: hiperinsulinemia en el 3.8% de los casos y el índice de insulina resistencia alterado en el 7.6%. Se asociaron Prediabetes y resistencia a la acción de la insulina en 1.9% de los casos.
5. En la muestra estudiada los factores de riesgo predisponente para el desarrollo de Prediabetes son: Antecedente de diabetes tipo dos en familiares de primer grado y el antecedente de sobrepeso u obesidad en familiares de segundo grado.

## **11. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.**

La incidencia de Prediabetes es alta, pero la correlación está limitada por el número de casos en este estudio exploratorio.

Se debe mencionar que la selección de la muestra no se realizó de forma aleatoria, se eligió por conveniencia.

## **12. PERSPECTIVAS DEL ESTUDIO.**

Dar continuidad al manejo integral de los estudiantes diagnosticados con Prediabetes y/o Resistencia a la acción de la insulina, para en un futuro próximo evaluar y analizar las modificaciones en las variables clínicas, antropométricas y metabólicas.

### 13. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Abraham CV. A modified o-toluidine reagent for glucose analysis. Clin Chim Acta 1976; 70: 209-211

ADA. American Diabetes Association. Self-monitoring of blood glucose. Diabetes Care 1994; 17 (1): 81-86

ADA. American Diabetes Association. Weight management using lifestyle modification in prevention and management of type 2 diabetes: rationale and strategies. Clinical Diabetes 2005; 23 (3): 130-136

ADA. American Diabetes Association. Consensus statement-self- monitoring of blood glucose. Diabetes Care 1990; 13 (Suppl 1): 41-46

ADA. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of Diabetes mellitus. Diabetes Care 2005; 28;(suppl 1): s37-s42

ADA. American Diabetes Association. Executive Summary: Standars of Medical Care in Diabetes-2009. Diabetes Care 2009; 32 (Suppl 1): S6, S15

Amador N, Espinoza G, Guizar JM, González M, Alpizar M. Comparison of HOMA IR with the minimal model for measuring insulin sensitivity in polycystic ovary syndrome. Rev Invest Clin 2001; 503 (5): 407-412

Armitage P, Berry G. Capítulo 5. Regresión y Correlación. En: Estadística para la investigación Biomédica. Tercera edición Harcourt Brace de España. 1997: p 145-164

Arteaga A, Pollak F, Robres L, Velasco N. Características clínicas y metabólicas de los estados de intolerancia a la glucosa y glucemia de ayuno alteradas. Rev Méd Chile 2009; 137: 193-199

Ascaso, JF, Romero P, Real JT, Priego A, Valdecabres C, Carmena R. Cuantificación de insulinorresistencia con los valores de insulina basal e índice HOMA en una población no diabética. Medicina Clínica 2001; 117 (14): 530-533



Avila-Rosas H. Evaluación del estado de nutrición. En: Casanueva E, Kaufer-Horwitz M, Pérez-Lizaur AB, Arroyo P. Nutriología médica. Segunda reimpresión. Editorial medica panamericana. México. 1998. P.169-538

Bastarrachea RA, Laviada-Molina H, Vázquez-Chávez C. Análisis de los nuevos criterios que sustentan el diagnóstico de pre-diabetes. Revista de endocrinología y nutrición 2004; 12 (2): 90-96

Benedict SR. The detection and estimation of reducing sugars. J Biol Chem 1907; 3: 101-117

Bloomgarden ZT. American College of Endocrinology Pre-Diabetes Consensus Conference: Part One. Diabetes Care 2008; 31 (10): 2062-2069

Borona E, Targher B, Alberiche M, Bonadonna RC, Saggiani F, Zenere MB, Monauni T, Muggeo M. Closely Mirrors the Glucose Clamp Technique in the Assessment of Insulin Sensitivity. Studies in subjects with various degrees of glucose tolerance and insulin sensitivity. Diabetes Care 2000; 23: 57-63.

Buccini G, Wolfthal DL. Valores de corte para índices de insulinoresistencia, insulinosensibilidad e insulinosecreción derivados de la fórmula HOMA y del programa HOMA2. Interpretación de datos. Revista Argentina de Endocrinología y Metabolismo 2008; 45 (1): 4 - 21

Caballero-Rico Rebeca. Combinación de tres indicadores de salud en jóvenes adultos. Licenciatura de Química Farmacobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo México. 2006

Cañete-Estrada R, Gil-Campos M. Nuevos aspectos de la obesidad. Vox Pediátrica 2007; 15(1): 44-49.

Castillo-Arriaga A, Delgado-Sánchez V, Carmona-Suazo JA. Percepción del riesgo familiar de desarrollar diabetes mellitus. Rev Med Inst Mex Seguro Soc 2006; 44 (6): 505-510

Cowie CC, Rust KF, Byrd-Holt DD, Eberhardt MS, Flegal KM, Engelgau MM. Prevalence of diabetes, impaired fasting glucose and impaired glucose tolerance in US adults. The national health and nutrition examination survey 1999-2002. *Diabetes Care* 2006; 29: 1263-1268

Crandall JP, Shamon H, Cohen HW, Reid M, Gajavelli S, Trandafirescu G, Tabatabaie V, Barzilai N. Post-challenge hyperglycemia in older adults is associated with increased cardiovascular risk profile. *J Clin Endocrinol Metab* 2009; 94 (5): 1595-1601

D'Orazio P, Burnett WR, Fogh-Andersen N, Jacobs E, Kuwa K, Kulpmann RW, Larsson L, Lewenstam A, Maas AHJ, Mager G, Naskalski JW, Okorodudu O. Recomendación aprobada por la IFCC para el informe de resultados de glucosa en sangre. *Acta Bioquím Clín Latinoam* 2008; 42 (3): p 385-389

De Fronzo RA, Tobin JD, Andres R. Glucose clamp technique. A method for quantifying insulin secretion and resistance. *Am J Physiol* 1979; 237: E214-E223.

Dietzler DN, Smith CH. Hidratos de carbono. En: Gradwohl Métodos y Diagnósticos de Laboratorio Clínico. Octava edición. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana. 1983. p.190-225

Dobrick LA. Screening method for glucose of blood serum utilizing glucose oxidase and an indophenol indicator. *J Biol Chem* 1958; 231: 403-409

Durnin JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974; 32: 77-97

ENSA. Encuesta Nacional de Nutrición 1999. Rivera-Dammarco J, Shamah LT, Villalpando S, González CT, Hernández PB, Sepúlveda J. Estado nutricional de niños y mujeres en México. Cuernavaca, Morelos, México: Instituto Nacional de Salud Pública; 2001.

ENSANUT. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Rivera-Dommarco J, Cuevas-Nasu L, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Ávila-Arcos MA, Espinoza-Cuevas MA, Velázquez-Alva MC. La composición corporal y su utilidad en el diagnóstico del estado de nutrición. Primera Edición Sociedad de Nutriología, A.C. México. 2001. p. 1-66

Falcón-Pérez BA, Falcón-Vásquez BA, Yopez-González AC. Riesgo cardiovascular y metabólico en una población selectiva. Estudio CAMERISEP. Rev Venez Endocrinol Metab 2007; 5(2): 1-15

Farías-Yáñez A. Obesidad y síndrome metabólico en niños. 2007. Rev Venez Endocrinol Metab; 5 (2): 30-32

Fletcher GF, Grundy SM, Hayman L. Obesidad: impacto en la enfermedad cardiovascular. American Heart Association. Segunda edición Roche. Mexico 2002. p 99-112

Folin O, Wu H. A system of blood analysis. J Biol Chem 1919; 38: 147-159

Garber AJ, Handelsman Y, Bergman DA, Eimhorn D, Gavin JR. Diagnóstico y manejo de la prediabetes ¿Quiénes deben ser tratados y cuál es el tratamiento apropiado? Consenso del American College of Endocrinology. 2008, Prediabetes Consensus Statement, Endocr Pract. 14 (7): 933-946.

García de Alba-García JE, Salcedo-Rocha AL, Covarrubias-Gutiérrez V, Colunga-Rodríguez C, Milke-Nájar ME. Diabetes mellitus tipo 2 y ejercicio físico, resultados de una intervención. Rev Med IMSS 2004; 42 (5): 395-404

García-García E, De la Llata-Romero M, Kaufer-Horwitz M, Tusié-Luna MT, Calzada-León R, Vázquez-Velázquez V, Barquera-Cervera S, Caballero-romo AJ, Orozco L, Velásquez-Fernández D, Rosas-Peralta M, Barriguete-Meléndez A, Zacarías-Castillo R, Sotelo-Morales J. La obesidad y el síndrome metabólico como problema de salud pública. Una reflexión. salud pública de México 2008; 50 (6): 530-547.

González L, Peñaranda E. Acantosis nigricans: dos presentaciones de una misma enfermedad. Rev Asoc colomb Dermatol 2010; 18: 248-250

Gray DS, Diagnosis and prevalence of obesity. Med Clin N Am 1989; 73: 1-10

Green BS, Salkind JN, Akey MT. Paired-Samples T Test. The Pearson Product-Moment Correlation Coefficient. In: Using SPSS for Windows. Analyzing and Understanding Data. Second edition. Prentice Hall, Upper Saddle River. New Jersey, 2000. p. 143-156, 234-242

Guía para la Prevención, Promoción de la Salud y Tratamiento de la Obesidad. Abbott Laboratorios 2002

Hernández-Jiménez S. Fisiopatología de la obesidad. 2004, Gac Méd Méx; 140 (2): 27-32

Hoffman WS. A rapid photoelectric method for the determination of glucose in blood and urine. J Biol Chem 1937; 120: 51-55

Hultman E. Rapid specific method for determination of aldo-saccharides in body. Nature Lond 1959; 183: 108-109

IFCCSD-WG-SPOCT. Federación Internacional de Química Clínica y Laboratorio Clínico, División Científica. Grupo de Trabajo en Electroodos Selectivos y Pruebas en el Lugar de Atención (IFCC-SD-WG-SEPOCT) Acta Bioquím Clín Latinoam. 2008; 43 (3): p 385-389 ISSN 0325-2957.

Iniciativa Nacional Hispana/Latina para la Acción. Proyecto para el control y Prevención de la Diabetes en la Frontera México-Estados Unidos. Reporte Inicial de Resultados. 2002 Islas AS, Revilla MC. Capítulo 6. Patogenia, cuadro clínico y diagnóstico de la diabetes tipo 2. En: Islas AS, Revilla-Monsalve MC. Diabetes mellitus. Tercera edición McGraw – Hill Interamericana. México. 2005. p 124-133

Jiménez-Aguilar A. Estado Nutricio. En: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. México, 2006. p 26 -83

King H, Aubert RE, Herman WH. Global burden of diabetes, 1995-2025: prevalence, numerical estimates and projections. *Diabetes Care* 1998; 21(9):1414-1431

Ley General de Salud. Cuadernos de Derecho. Editores ABZ. México. Volumen XXXVII No. 12 del 01 junio 1997. p 1-50

Manual de Prevención, Promoción de la Salud y Tratamiento de la Obesidad. Secretaría de Salud México 2004

Martínez MA, Real de Asúa D, Torres R, Bernardino JI, Pallardo LF, García-Puig J. Reproductibilidad de la prueba de sobrecarga oral de glucosa en pacientes con glucosa alterada en ayunas. *Rev Clin Esp* 2007; 207 (9): 445-447

Martin-Moreno V, Gómez-Gandoy JB, Antoranz-González MJ, Gómez-de la Cámara A. Concordancia entre los porcentajes de grasa corporal estimados mediante el área adiposa del brazo, el pliegue del tríceps y por impedanciometría brazo-brazo. *Rev Esp Salud Pública*, 2003; 77: 347-361

Martin-Moreno V, Gómez-Gandoy JB, Antoranz-González MJ. Medición de la grasa corporal mediante impedancia bioeléctrica, pliegues cutáneos y ecuaciones a partir de medidas antropométricas. Análisis comparativo. *Rev Esp Salud Pública*, 2001; 75: 221-236

Mayfiel J. Diagnosis and classification of diabetes mellitus: new criteria. Published by the American academy of family physicians 1998; 1-7

Méndez-Ramírez I, Namhira-Guerrero D, Moreno-Altamirano L, Sosa de Martínez C. Cap. 1. Diferentes tipos de estudios. En: El protocolo de investigación. Lineamientos para su elaboración y análisis. Reimpresión. Editorial Trillas S. A de C.V. México. 2008: p 11

Monreal-Escalante E, Medina-Cerda E, Vargas-Morales JM, Martínez-Zuñiga R, Díaz-Gois A, Ortiz-Villalobos G, Aradillas-García C, Cruz-Mendoza E, Robledo-Aguilar MR, Valle-García MTJ, Vázquez-Vidal I, Cerda-Vessi AG. Prevalencia de prediabetes en jóvenes aspirantes a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. *Bioquímica* 2009; 34 (1):126.

MRGD-IMSS. The Multidisciplinary Research Group on Diabetes of the IMSS. Prediabetes and its relationship whit Obesity in Mexican Adults: The Mexican Diabetes Prevention (MexDiab) Study. *Metabolic Syndrome and Related Disorders* 2008; 6: 15-23

Munguía-Miranda C, Sánchez-Barrera RG, Hernández-Saavedra D, Cruz-López M. Prevalencia de dislipidemias en una población de sujetos aparentemente sanos y su relación con la resistencia a la insulina. *Salud Pública de México* 2008; 50 (5): 375-382

Munguía-Miranda C, Sánchez-Barrera RG, Tuz K, Alonso-García AL, Cruz M. Detección de glucosa en ayuno alterada en donadores de sangre. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc* 2009; 47 (1): 17-24

NDDG. National Diabetes Data Group. Classification and diagnosis of diabetes and other categories of glucose intolerance [No authors] *Diabetes* 1979; 28: 1039-1057

Nelson N. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *J Biol Chem* 1944; 153: 375-380

NOM. Norma Oficial Mexicana NOM-168-SSA1-1998, del Expediente Clínico. *Diario Oficial de la Federación*. México DF. 30 de Septiembre 1999

NOM. Norma Oficial Mexicana NOM-174-SSA1-1998. Para el manejo integral de la Obesidad. *Diario Oficial de la Federación*. México DF. 12 de Abril 2000

O'Keefe HJ, Bell SD, Wyne LK, Haffher MS. "Aspectos esenciales de la diabetes" Tercera edición, Ediciones Médicas. Barcelona 2009. P 20.

OMS. Organización Mundial de la Salud. Obesidad y Sobrepeso. Nota descriptiva No. 311. Septiembre de 2006.

Panzram G. Mortality and survival in type 2 (non-insulin-dependent) Diabetes mellitus. *Diabetologia* 1987; 30 (1): 123-131

Parra-Ortega I, Estrada GAR, Rodríguez GBA, Guzmán GBO, García AH. La determinación de la glucosa en ayunas y a las 2 horas posterior a una carga de 75 gramos de glucosa anhidra incrementa el diagnóstico de Diabetes mellitus e intolerancia a la glucosa. Med Univer 2006; 8 (32): 148-151

Partida-Hernández G y colaboradores: Peso Saludable y Concentración de Glucosa Capilar en Población Estudiantil. UMSNH México. 2004 (Datos no publicados).

Passey RB, Guillum RL, Fuller JB, Urry FM, Giles ML. Evaluation and comparati6n of 10 glucose methods and the referenence method recommendd in the proposed product class standard 1974. Clim Chem 1977; 23: 131-139

Pérez-Espinoza M, Brambila E. Preparaci6n y evaluaci6n de un equipo de reactivos para la determinaci6n de glucosa (glucosa oxidasa/peroxidasa). Bioquimia 2005; 30 (4): 110-117

Pineda N., Bermúdez V., Mengual E., Romero J., Medina M., Leal E., Rojas J., Toledo A. Niveles de Depresi6n y Sintomatología característica en pacientes adultos con Diabetes Mellitus tipo 2. Soc. Venez., 2009. AVFT 2004 23 (1)

PROY-NOM. PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-008-SSA3-2006. Para el tratamiento integral del sobrepeso y la obesidad. Diario Oficial de la Federaci6n. México DF. 2007

Richterich R, Colombo JP. Hidratos de carbono. En: Química Clínica Teoría, Práctica e Interpretaci6n. Barcelona. Salvat Editores 1983. p. 304-321

Rodríguez Moctezuma JR, López-Carmona JM, Rodríguez-Pérez J, Jiménez-Méndez JA. Características epidemiológicas de pacientes con diabetes en el Estado de México. Rev Med IMSS 2003; 41 (5): 383-392

Rodríguez-de-Romo AC. Una nueva forma de entender la enfermedad en el siglo XIX. Laborat-acta 2001; 13 (1): 61-67

Salto BA. Detección de Diabetes mellitus tipo 2 en población con y sin factores de riesgo. Memoria de tesis. Especialidad en Medicina Familiar. Universidad Nacional Autónoma de México. 2000

Sánchez-Castillo CP, Pichardo-Ontiveros E, López-R P. Epidemiología de la obesidad. Gac Méd Méx 2004; 140 (2): 3-20

Sánchez-Castillo CP, Velázquez-Monroy O, Berber A, Lara-Esqueda A, Tapia-Conyer R, James WP. Anthropometric cutoff points for predicting chronic diseases in the mexican national health survey 2000. Obesity research 2003; 11 (3): 442-451

Scarella C, Després JP. Tratamiento de la obesidad: necesidad de centrar la atención en los pacientes de alto riesgo caracterizados por la obesidad abdominal. Cad Saude Pública 2003; 19 (sup 1): s7-s19

Skeggs LT Jr. Persistent and prayer: from the artificial kidney to the autoanalyzer. Clin Chem 2000; 46: 1425-1436

Stahl M, Brandslund I, Jorgensen LG, Hyltoft-Petersen P, Borch-Johnsen K, DeFine ON. Can capillary whole blood glucose and venous plasma glucose measurements be used interchangeably in diagnosis of diabetes mellitus? Scand J Clin Lab Invest 2002; 62 (1): 159-166.

Tapia R. Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM 015-SSA2-1994 para la prevención, tratamiento y control de la Diabetes. Diario Oficial de la Federación. México 2000.

Vásquez-Garibay EM, Romero-Velarde E, Ortiz-Ortega MA, Gómez-Cruz Z, González-Rico JL, Corona-Alfaro R. Guía clínica para el diagnóstico, tratamiento y prevención del sobrepeso y la obesidad en pediatría. Rev Med Inst Mex Seguro Soc 2007; 45 (2): 173-186



Villa AR, Escobedo MH, Mednez-Sánchez NM. Estimación y proyección de la prevalencia de obesidad en México a través de la mortalidad por enfermedades asociadas. *Gac Méd Méx* 2004; 140 (suppl 2): S21-S26.

WHO. World Health Organization. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications: report of a WHO consultation. Part I: diagnosis and classification of diabetes mellitus. Geneva: World Health Organization, 1999

WHO. World Health Organization. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications: report of a WHO consultation. Part I: diagnosis and classification of diabetes mellitus. Geneva: World Health Organization, 1999

WHO. World Health Organization. Report of a World Health Organization and International Diabetes Federation Meeting: Screening for type 2 diabetes. Geneva: WHO; 2003

WHO. World Health Organization. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycemia. Geneva: WHO. 2006. p 5-24

WHO. World Health Organization. Diabetes mellitus. Serie de Informes Técnicos 727. Ginebra: WHO. 1985. P 10-19

WHO/IDF. World Health Organization, International Diabetes Federation. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycemia: report of a WHO/IDF consultation. Geneva: WHO: 2006

Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. global Prevalence of Diabetes: Estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care*. 2004; 27; 1047-1053.

WMA. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA* 2000; 284 (23): 3043-3045

Youngren FJ, Goldfine ID. The Molecular Basis of Insulin Resistance. *Science & Medicine* 1997: 18-27.

Zárate A, Hernández M, Tene CE. Impacto clínico de la resistencia a la insulina y la relación con la prevención de diabetes mellitus. *Gac Méd Méx* 1998; 134 (6): 647-649

Zhang P, Engelgau MM, Valdez R, Benjamín SM, Cadwell B, Narayan KM. Costs of screening for pre-diabetes among US adults: a comparison of different screening strategies. *Diabetes Care* 2003; 26 (9): 2536-2542

## 14. ANEXOS



UNIVERSIDAD MICHUACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO.  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS Y BIOLÓGICAS  
"DR. IGNACIO CHÁVEZ."  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO.

Anexo 1

## ATENCIÓN

Estudiante de 1° a 5° año de la Licenciatura en Medicina:

¿Tienes familiares con diabetes y/o problemas de sobrepeso?

Si te sientes identificado, **p a r t i c i p a** en nuestro estudio  
de investigación clínica.

### **Para mayor información:**

Comunícate a la extensión **237**, de **10 a 12 horas**. (A excepción del día martes)  
Favor de contactar a la D. en C. Biol. Guadalupe Partida Hdez.  
y a la Med Cir y Par María de los Ángeles Gutiérrez Estrada.  
Laboratorio de Diabetes Clínica y Experimental,  
segundo nivel del Edificio de Posgrado.





UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
 FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS Y BIOLÓGICAS  
 "DR. IGNACIO CHAVEZ"  
 DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Anexo 3

CITA MÉDICA

NOMBRE: \_\_\_\_\_  
 Num. Matr.: \_\_\_\_\_ GRADO: \_\_\_\_\_ SECCIÓN: \_\_\_\_\_  
 DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
 TEL.: \_\_\_\_\_

L  M  M  J  V      \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
 día                      mes                      año

Horario: \_\_\_\_\_

**Lugar:** Laboratorio de Diabetes Clínica y Experimental ubicado en el segundo nivel del edificio destinado a las actividades del Posgrado, en esta Dependencia.  
 En caso de no poder asistir, favor de comunicarse a la extensión telefónica **237**.

\_\_\_\_\_  
 Firma



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
 FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS Y BIOLÓGICAS  
 "DR. IGNACIO CHAVEZ"  
 DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Anexo 3

CITA MÉDICA

NOMBRE: \_\_\_\_\_  
 Num. Matr.: \_\_\_\_\_ GRADO: \_\_\_\_\_ SECCIÓN: \_\_\_\_\_  
 DOMICILIO: \_\_\_\_\_  
 TEL.: \_\_\_\_\_

L  M  M  J  V      \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
 día                      mes                      año

Horario: \_\_\_\_\_

**Lugar:** Laboratorio de Diabetes Clínica y Experimental ubicado en el segundo nivel del edificio destinado a las actividades del Posgrado, en esta Dependencia.  
 En caso de no poder asistir, favor de comunicarse a la extensión telefónica **237**.

\_\_\_\_\_  
 Firma



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
 FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS Y BIOLÓGICAS  
 “DR. IGNACIO CHAVEZ”  
 DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Morelia, Mich. \_\_\_\_\_  
 Día/ Mes/ Año

YO \_\_\_\_\_  
 Apellido paterno                      Apellido materno                      Nombre(s)

Con número de matrícula \_\_\_\_\_, estudiante de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Dr. Ignacio Chávez”.

De \_\_\_\_\_ años de edad, género \_\_\_\_\_ con domicilio en

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
 Calle    Núm. interior                      Núm. exterior

/                      /                      /

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
 Colonia                      Código postal                      Municipio                      Estado

/                      /

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
 Número telefónico                      Número celular                      Correo electrónico

**ACEPTO EN FORMA VOLUNTARIA** y sin tener presiones de ninguna índole por parte de persona alguna o Institución, para participar en el protocolo de investigación:

“FRECUENCIA DE PREDIABETES EN ESTUDIANTES DE MEDICINA  
 CON SOBREPESO Y OBESIDAD”

Proyecto de investigación **Aprobado por:**

Comisión de Bioética de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Dr. Ignacio Chávez”, UMSNH.

Fecha:    Número de Registro:

**En trámite de aprobación por:**

Comité de Investigación de la misma Dependencia

Fecha:    Número de Registro:

El propósito de este proyecto es conocer la frecuencia de prediabetes en estudiantes con sobrepeso y obesidad de esta Dependencia.

Se me ha explicado que mi participación consiste en asistir en **dos ocasiones** al laboratorio de Diabetes Clínica y Experimental, ubicado en el segundo nivel del edificio destinado a actividades del Posgrado, en esta Facultad.

La primera ocasión acudiré para responder al interrogatorio dirigido, tener la historia clínica y conocer mi estado de salud, que de tener diagnóstico de sobrepeso u obesidad formaré parte del “grupo en estudio” o bien de tener peso saludable constituir el otro grupo. En el entendido de que se me harán las mediciones de circunferencias de cintura y de cadera; de pliegues cutáneos tricípital, bicipital, subescapular y suprailíaco, para tener mi evaluación nutricional.

Se me programará una segunda cita, a la que asistiré para toma de muestras de sangre (capilar y venosa) y para prueba funcional no fisiológica (prueba de tolerancia oral a la glucosa con 75 g y medición de glucemia poscarga a las 2 horas). Independientemente del diagnóstico, recibiré por escrito los resultados de las determinaciones ya procesadas.

Señalo que se me ha dicho en forma clara sobre posibles riesgos, de inconvenientes y beneficios derivados de mi participación. Libero de toda responsabilidad a las personas e Instituciones involucradas en la realización de esta investigación.

La investigadora principal de este proyecto de tesis, se ha comprometido a darme información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo que pudiera ser ventajoso para mí, así como a responder cualquier pregunta y aclararme las dudas que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo.

Entiendo que conservo el derecho a retirarme en cualquier momento en que yo considere conveniente, sin que ello afecte mi condición como estudiante dentro de la Facultad ya mencionada.

Además, se me han dado seguridades de que no se me identificará, en las presentaciones o publicaciones que se deriven de este estudio y que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial.

También se han comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante el trabajo de investigación, aunque esto pudiera hacerme cambiar de parecer respecto a mi permanencia en el mismo.

---

Nombre y Firma del Participante

---

Testigo 1  
Nombre y Firma

---

Testigo 2  
Nombre y Firma





**HISTORIA CLÍNICA DIRIGIDA**

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
 día mes año

**DATOS PERSONALES**

NOMBRE: \_\_\_\_\_  
 NUM. MATR.: \_\_\_\_\_ GRADO: \_\_\_\_\_ SECCIÓN: \_\_\_\_\_  
 DOMICILIO: \_\_\_\_\_ TEL.: \_\_\_\_\_  
 EDAD (AÑOS): \_\_\_\_\_ GÉNERO: FEMENINO  MASCULINO

**ANTECEDENTES HEREDOFAMILIARES**

ANTECEDENTES FAMILIARES DE DM  DM2 EN FAMILIARES ANTES DE LOS 30 AÑOS   
 MADRE CON DIABETES GESTACIONAL  FAMILIARES CON HIPERTENSIÓN ARTERIAL   
 FAMILIARES CON SOBREPESO U OBESIDAD   
 Otros: \_\_\_\_\_

**ANTECEDENTES PERSONALES PATOLÓGICOS**

PESO AL NACIMIENTO MAYOR A 4 kg   
 PESO AL NACIMIENTO MENOR DE 2.5 kg   
 OBESIDAD INFANTIL   
 SÍNDROME DE OVARIOS POLIQUÍSTICOS   
 ALCOHOLISMO: \_\_\_\_\_   
 TABAQUISMO: \_\_\_\_\_   
 ACTIVIDAD FÍSICA:  
 Muy ligera  Ligera  Moderada  Intensa  Extrema

**INSPECCIÓN PARTICULAR**

ACANTOSIS NIGRICANS   
 COLLAR DE VENUS   
 GINECOMASTIA

Otros: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**GINECOOBSTETRICOS:**

**EXPLORACIÓN FÍSICA**

**SIGNOS VITALES**

FC  /min  /min  
 FR  /min  
 Temperatura  °C

**INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS**

PESO:  kg TALLA:  cm

IMC:  kg/m<sup>2</sup>

TA sistólica    Promedio  mm/Hg

PERÍMETRO ABDOMINAL:  cm

TA diastólica    Promedio  mm/Hg

CIRCUNFERENCIA DE CADERA:  cm

ÍNDICE CINTURA/CADERA:

Largo del brazo:  cm

Circunferencia del brazo:  cm

**PLIEGUES CUTÁNEOS**

**SUPERIORES:**

PLIEGUE CUTÁNEO TRICIPITAL:

**PROMEDIO**

mm

PLIEGUE CUTÁNEO BICIPITAL:

mm

PLIEGUE CUTÁNEO SUBESCAPULAR:

mm

**INFERIOR:**

PLIEGUE CUTÁNEO SUPRAILÍACO:

mm

SUMATORIA DE PLIEGUES:

mm

**INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS DERIVADOS**

ÍNDICE "PLIEGUES CUTÁNEOS SUPERIORES/INFERIORES":

MASA GRASA CORPORAL TOTAL:

%  kg

MASA GRASA CORPORAL EXTRA:

%  kg

MASA MAGRA CORPORAL:

%

RESERVA MUSCULAR:

%  kg

**ASPECTO NUTRICIONAL**

¿Ha modificado su alimentación en los últimos 6 meses? SI  NO

¿Cuántas comidas hace al día?

|               | Comidas en casa | Comidas fuera de casa | Horario de comidas |
|---------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| Entre semana  |                 |                       |                    |
| Fin de semana |                 |                       |                    |

¿Qué come entre comidas? \_\_\_\_\_

Su apetito lo considera: Bueno  Regular  Malo

¿Qué grasa utiliza para preparar sus alimentos? Manteca  Aceite vegetal  Margarina

Margarina  Otro: \_\_\_\_\_ No sabe

Litros de agua natural que toma al día:  Litros de bebidas dulces (refresco) que toma al día:

Toma algún complemento o suplemento alimenticio: SI  NO  Cual: \_\_\_\_\_

Médica Cirujana y Partera  
 María de los Ángeles Gutiérrez Estrada  
 Cedula profesional 6129890





UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
 FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS Y BIOLÓGICAS  
 “DR. IGNACIO CHAVEZ”  
 DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**PLAN ESTRATÉGICO PARA MANEJO DE TOMA DE MUESTRAS Y PRUEBA FUNCIONAL.**

**Glucemia basal y prueba de tolerancia a una sobrecarga oral de glucosa de 75g a las 2 horas.**

L   
  M   
  M   
  J   
  V

\_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
 día                      mes                      año

| No | NOMBRE | MUESTRA BASAL | TOMA DE CARGA DE GLUCOSA | TIEMPO CERO | TIEMPO CALCULADO (2 HORAS) | TIEMPO REAL | OBSERVACIONES |
|----|--------|---------------|--------------------------|-------------|----------------------------|-------------|---------------|
| 1  |        |               |                          |             |                            |             |               |
| 2  |        |               |                          |             |                            |             |               |
| 3  |        |               |                          |             |                            |             |               |
| 4  |        |               |                          |             |                            |             |               |



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
 FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS Y BIOLÓGICAS  
 "DR. IGNACIO CHAVEZ"  
 DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**HOJA DE RESULTADOS**

NOMBRE: \_\_\_\_\_  
 NUM. MATR.: \_\_\_\_\_ GRADO: \_\_\_\_\_ SECCIÓN: \_\_\_\_\_  
 FECHA: \_\_\_\_\_

|  | INTERPRETACIÓN DIAGNOSTICA |                            |                |                             |                     |                             |              |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------|
|  | PRESENTE                   |                            |                | AUSENTE                     |                     |                             |              |
| Antecedente DM                         |                            |                            |                |                             |                     |                             |              |
| Peso al nacer >4<br>o < 2.5 kg         |                            |                            |                |                             |                     |                             |              |
|  | RESULTADOS                 | Peso bajo                  | Peso saludable | Sobre-peso                  | Obesidad I          | Obesidad II                 | Obesidad III |
| Peso                                   | kg                         |                            |                |                             |                     |                             |              |
| Talla                                  | Cm                         |                            |                |                             |                     |                             |              |
| IMC                                    | kg/m <sup>2</sup>          |                            |                |                             |                     |                             |              |
|  | RESULTADOS                 | Sin riesgo de comorbilidad |                | Alto riesgo de comorbilidad |                     | Bajo riesgo de comorbilidad |              |
| Perímetro abdominal                    | cm                         |                            |                |                             |                     |                             |              |
| Circunferencia de Cadera               | cm                         |                            |                |                             |                     |                             |              |
| Índice Cin/Cad                         |                            |                            |                |                             |                     |                             |              |
|  | %                          | Kg                         | Magro          | Normal                      | Arriba del promedio | Exceso de grasa             | Obesidad     |
| Masa grasa corporal total              |                            |                            |                |                             |                     |                             |              |
| Masa grasa corporal extra              |                            |                            |                |                             |                     |                             |              |
| Masa magra corporal                    |                            |                            |                |                             |                     |                             |              |
|  |                            |                            |                |                             |                     |                             |              |
|  | Hipotensión                |                            | Normal         |                             |                     | Hipertensión                |              |
| Presión arterial                       |                            |                            |                |                             |                     |                             |              |
|  | Resultados                 | GAA*                       | ITG**          |                             | Prediabetes         |                             |              |
| Glucosa basal                          | mmol/L                     |                            |                |                             |                     |                             |              |
| Prueba de tolerancia oral a la glucosa | mmol/L                     |                            |                |                             |                     |                             |              |

\*GAA=Glucosa de Ayuno Alterada.

\*\*ITG=Intolerancia a la Glucosa.

Medica Cirujana y Partera  
 María de los Ángeles Gutiérrez Estrada.  
 Cedula profesional 6129890