

**Universidad Internacional de las Américas**  
**Escuela de Medicina y Cirugía**

**Carrera de Medicina y Cirugía**

**Relación de los factores sociodemográficos, ambientales  
y genéticos en la aparición de diabetes mellitus tipo 2 en  
niños y jóvenes: una revisión bibliográfica.**

**Tesis para optar por el grado de Licenciatura en  
Medicina y Cirugía**

**Sustentantes:**

**Isabel Clark's Jiménez**

**Johan Oviedo Meza**

**San José, Costa Rica**

**Aranjuez, 2017**

## Tabla de contenido

Resumen .....	6
Abstract .....	7
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN .....	8
Planteamiento del problema.....	8
Formulación del problema .....	9
Objetivos .....	10
Objetivo General .....	10
Objetivos Específicos.....	10
Justificación.....	11
Antecedentes .....	13
Historia.....	13
Internacionales .....	14
Nacionales .....	18
CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL .....	20
Definición e introducción.....	20
Clasificación.....	21
Epidemiología y factores de riesgo .....	25
Fisiopatología y Factores de riesgo para diabetes mellitus tipo 2.....	27
Factores de riesgo de diabetes mellitus tipo 2.....	27
Genética.....	33
Prevención.....	35
Diagnóstico .....	37

Tratamiento .....	38
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	41
Metodología .....	41
Criterios de inclusión y de exclusión .....	41
Proyecciones. ....	42
Restricciones y limitaciones.....	43
CAPITULO VI: ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	44
Factores sociodemográficos y genéticos.....	44
Factores Ambientales .....	53
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
Conclusiones .....	64
Recomendaciones.....	67
Referencias Bibliográficas .....	68

## TABLAS

Tabla 1: Prevalencia (en porcentaje) de niños y adolescentes que toman fruta o verdura menos de 3 veces a la semana y razón de porcentaje según la posición socioeconómica del sustentador principal del hogar.....44

Tabla 2: Prevalencia (en porcentaje) de niños y adolescentes que toman comida rápida, snacks o bebidas azucaradas 3 o más veces a la semana y razón de porcentaje según la posición socioeconómica del sustentador principal del hogar.....45

Tabla 3: Prevalencia (en porcentaje) de niños y adolescentes que no desayuna o que hacen un desayuno insuficiente y razón de porcentaje según la posición socioeconómica del sustentador principal del hogar.....46

Tabla 4: Características clínico-analíticas en la población pediátrica obesa globales y por grupos étnicos.....49

## Índice de gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Frecuencia de ver la televisión y el uso del ordenador entre jóvenes con diabetes tipo 2 en la visita inicial: la búsqueda de la diabetes en la juventud 2002-2005.....	61
---	----

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> HOMA resistencia a la insulina por quintas partes de la energía total media en todos los participantes (2017 niños).....	56
---	----

## Resumen

A nivel mundial se ha vuelto cada vez más frecuente el diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2 en los niños y adolescentes. A su vez va en aumento la obesidad, el sobrepeso, el sedentarismo, las dislipidemias y muchos factores más que comprometen seriamente la salud y propician la aparición de complicaciones a edades cada vez más tempranas.

El estudio presente está conformado por una revisión bibliográfica, la cual tiene como objetivo principal, describir los factores de riesgo implicados en el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 en niños y adolescentes, por medio de una recopilación de datos del año 2012 al año 2017; con el fin de prevenir la aparición de esta enfermedad a edades tempranas.

Para esta investigación se incluyeron artículos que hablan sobre los factores genéticos, factores sociodemográficos y factores ambientales previos a la aparición o después del diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2 en la población joven.

En el estudio se pudo determinar los principales factores de riesgo que anteceden al diagnóstico de diabetes tipo 2, donde cabe destacar que la obesidad o sobrepeso, los antipsicóticos atípicos, la pubertad y los antecedentes familiares estuvieron presentes de forma predominante.

Se comprobó que la problemática de la aparición a edades más tempranas es a nivel mundial. Es importante implementar mejores estrategias de prevención a nivel sanitario e instruir adecuadamente a la población y crear conciencia sobre esta enfermedad y sobre la urgencia que hay de educar e implementar mejores hábitos en el estilo de vida desde que los niños están pequeños con el fin de que esta problemática no aumente en los próximos años.

## **Abstract**

Globally it has become increasingly common diagnosis of type 2 diabetes mellitus in children and adolescents. In turn is increasing obesity, overweight, physical inactivity, dyslipidemia and many more factors that seriously compromise health and foster the development of complications at ever younger ages.

The study consists of a bibliographical review, whose main objective is, to describe the risk factors involved in the development of type 2 diabetes mellitus in children and adolescents, through a data collection from 2012 to 2017; In order to prevent the onset of this disease early ages.

For this research articles that talk about genetic factors, socio-demographic factors and prior to the onset or after the diagnosis of type 2 diabetes in young people they included environmental factors.

The study could identify the main risk factors preceding the diagnosis of type 2 diabetes, which include obesity or overweight, atypical antipsychotics, puberty and family history were present predominantly.

It was found that the problem of the appearance at younger ages is worldwide. It is important to implement better prevention strategies health level and properly educate people and raise awareness about this disease and the urgency there to educate and implement better habits in lifestyle since the children are small so that this problem does not increase in the coming years.

## **CAPITULO I: INTRODUCCIÓN**

### **Planteamiento del problema**

A lo largo de los años a nivel mundial ha habido un aumento en el número de casos de Diabetes Tipo 2, lo cual es preocupante y constituye un problema en salud pública, en niños y jóvenes es considerada una nueva morbilidad que crece de manera alarmante, y donde es ampliamente relacionada con la obesidad, sedentarismo, y su interacción con la predisposición genética.

La diabetes mellitus es definida como una enfermedad crónica que involucra un grupo heterogéneo de desórdenes que afectan la producción y utilización de la insulina por el organismo.

La diabetes tipo 2 se caracteriza por aumento de la glucosa en sangre y alteraciones del metabolismo de los carbohidratos, las grasas y las proteínas que están relacionadas con deficiencias absolutas o relativas de la acción o secreción de la insulina, la cual se encuentra en sangre con niveles bajos, altos o normales.

Cuando se presentan aumentos sostenidos de glucosa en sangre se produce una descompensación y por ende complicaciones. Aunque la diabetes es una enfermedad endocrina en su origen, sus principales manifestaciones son las de una enfermedad metabólica. Los síntomas característicos son polidipsia, poliuria, polifagia y pérdida de peso sin causa aparente, los cuales pueden tardar varios años en aparecer o en ser diagnosticados, en la mayoría de los casos ocurre de manera fortuita, en un análisis de rutina de orina o sangre en los que aparecen resultados alterados en los valores de glucosa.

La diabetes mellitus es una enfermedad que va deteriorando al organismo de manera silenciosa, hasta que se presentan sus complicaciones, donde la más frecuente es la aterosclerosis en grandes vasos por ejemplo a nivel miocárdico, cerebral, y vascular periférico, también puede afectar pequeños vasos ocasionando nefropatías, retinopatías, además de afectación nerviosa.

### **Formulación del problema**

¿Está la aparición de Diabetes Mellitus tipo 2 en niños y jóvenes influenciada por factores sociodemográficos, genéticos y ambientales?

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Recopilar información sobre los factores sociodemográficos, ambientales y genéticos relacionados con la aparición de diabetes mellitus tipo 2 en niños y jóvenes según publicaciones en los últimos 5 años.

### **Objetivos Específicos**

Indagar sobre los factores sociodemográficos relacionados con la aparición de diabetes mellitus tipo 2 en menores de 19 años.

Sintetizar información de artículos originales sobre la influencia de los factores ambientales relacionados con la aparición de diabetes mellitus tipo 2 en menores de 19 años.

Recopilar datos descritos en artículos científicos actuales sobre los factores genéticos relacionados con la aparición de diabetes mellitus tipo 2 en menores de 19 años.

## **Justificación**

La diabetes mellitus tipo 2 es una enfermedad crónica, su aparición típica suele ser en la edad adulta sin embargo se ha observado en los últimos años un cambio en cuanto a la edad de aparición y ha ido aumentando de manera alarmante su incidencia en niños y adolescentes; importantes cambios en la nutrición y la salud pública han influido enormemente; se ha identificado como un problema mundial de múltiples factores genéticos, ambientales, sociales y demográficos, con un papel predominante los antecedentes familiares de diabetes, vida sedentaria, falta de ejercicio, falta de medios y educación necesaria para tener una dieta balanceada y sana, se suman para ser causantes de esta nueva epidemia. (Wilmot & Idris, 2014)

El problema es serio, ya que la diabetes se suele presentar sumada a otras enfermedades tales como la obesidad, el sobrepeso, dislipidemias, donde se ha demostrado una relación inversa entre el índice de masa corporal y la edad de inicio de la diabetes mellitus tipo 2; a largo plazo esta presenta complicaciones muy graves que pueden resultar en la muerte y si analizamos este problema a futuro, debido a que comienza desde la edad infantil y juvenil, las repercusiones a la salud del individuo se van a venir a presentar mucho antes, afectando su calidad de vida, sus relaciones socio familiares, su economía, elevando los costos al sistema de salud y salud pública en general entre otras.

La Organización Mundial de la Salud considera que a nivel mundial se está dando una epidemia de obesidad, convirtiéndose así en un problema de salud pública. (Barrio, López-Capapé, Colina, Mustreles, & Alonso, 2005)

Según Tapia Ceballos (2007) hay un mayor riesgo de obesidad en la edad adulta si se desarrolla obesidad después de los 3 años de edad, aumentando la mortalidad y morbilidades por los trastornos metabólicos asociados precursores de enfermedad cardiovascular y insulino resistencia que lleva a diabetes tipo 2 en el adulto.

Es importante realizar una adecuada revisión sobre los factores sociodemográficos, ambientales y genéticos que influyen en el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 a edades tempranas para prevenir futuras enfermedades y sus consecuentes complicaciones en este grupo etario, las cuales inclusive se llegan a desarrollar antes en comparación a la diabetes tipo 1, y además se considera que los adolescentes con diabetes mellitus tipo 2 tienen una esperanza de vida 15 años menor que un adolescente no diabético, por lo que es considerada un importante problema a nivel mundial en salud. (Kao & Sabin, 2016)

Duelos, Escribano, & Muñoz, (2009) señalan que la obesidad esta presente en la población entre 5-17 años de edad, en el 2-3% a nivel mundial, y si se incluyeran también aquellos con sobrepeso la cifra alcanzaría casi el 10%, mencionando además que a nivel continental. América es el extremo mayor, con una población cercana al 30% con sobrepeso, evidenciando el grado de problema que esta condición representa en la actualidad.

En el Hospital de niños de Costa Rica, durante el año 2015, se registraron 300 casos de niños con el diagnóstico de diabetes mellitus, de los cuales 60 casos corresponden a diabetes tipo 2. (Patricia Recio, 2015)

Durante el año 2005 se registraron los primeros dos casos en el país de diabetes tipo 2 en menores. Para el año 2010, se había hecho el diagnóstico a 21 niños y jóvenes y para el año 2013 en tan solo 3 años se incrementaron los casos a 50, haciendo notar el acelerado crecimiento de esta enfermedad en Costa Rica.

Tal y como lo indican Vidal (2005) las estrategias de promoción de cambios en el estilo de vida o farmacológicas reducen de manera significativa la incidencia de nuevos casos de diabetes mellitus tipo 2. El conocer sobre la influencia de estos factores en el desarrollo y evolución de la diabetes mellitus tipo 2 ayudará a mejorar la planificación de intervenciones, de prevención y abordaje en estos pacientes.

## Antecedentes

### Historia

Lakhtakia, (2013) menciona que la diabetes mellitus tipo 2, era mencionada desde la antigüedad, por médicos de la antigua India donde la habían llamado “*madhumeha*” (orina de miel) debido a la razón de que esta atraía a las hormigas. En esa India Sushruta y el cirujano Charaka (400-500 DC), describieron la existencia de 2 tipos, que más adelante se identificaron como tipo 1 y tipo 2.

Pero según la historia recogida durante mucho tiempo, Lakhtakia refiere que las primeras descripciones son atribuidas a Aretaeus the Cappadocian, quien fue quien acuñó el término “Diabetes”, esto durante el primer siglo después de Cristo, además el término “Mellitus” el cual es proveniente del latín (dulce como la miel), fue acuñado por el cirujano británico John Rollo en 1798, con la finalidad de distinguir esta diabetes de la insípida, la cual no tiene sabor.

Para el año de 1869, un médico llamado Paul Langerhans, fue quien descubrió unas células que luego serían bautizadas como los islotes de Langerhans, cuya secreción la cual se observó que disminuía los niveles sanguíneos de glucosa, se bautizó como insulina entre 1909 y 1910 por Mayer y Schaefer respectivamente

El autor del artículo además menciona que en 1889, mediante experimentos realizados en perros, se notó que remover el páncreas en estos animales, los llevaba a la diabetes, luego con el uso de insulina extraída de caninos, lograban revertir la diabetes inducida en el experimento, dejando en claro que la ausencia de insulina era la causa por la cual se manifestaba la diabetes.

## **Internacionales**

A nivel mundial la diabetes mellitus tipo 2 en niños y adolescentes se ha convertido en algo de sumo interés, donde se ha evidenciado la creciente en la misma, por lo que se han realizado diversos estudios como por ejemplo, uno realizado en México donde hay datos reportados en la Encuesta Nacional de Nutrición 1988 que reflejan que hay 11.3% de preescolares con sobrepeso y 4.4% con obesidad en ese mismo grupo de edad, según la ENURBAL 94-95 señala que ya afecta de 20 a 27% de los niños y adolescentes. Su prevalencia en la década de los 80 entre los 6 y los 11 años se incrementó en un 87%. (Cooper, 1994)

Además en Cincinnati, Ohio, la incidencia de diabetes mellitus tipo 2 entre los 10 y 19 años de edad se incrementó de 0.7 por 100,000 habitantes en 1982, a 7.2 por 100,000 habitantes en 1994.

Los indios Pima de Arizona mostraron un aumento estadístico en la prevalencia de diabetes en los adolescentes de 15 a 19 años de edad entre los años de 1988 y 1996 de 54%. (dabelea, Pettitt, Jones, & Arslanian, 1999)

Reportes en niños japoneses han demostrado aumento en la incidencia de 0.2 a 7.3 por 100,000 habitantes entre 1976 y 1995, donde el grupo de edad de 13 a 15 años mostró una incidencia aún mayor hasta llegar a 13.9 por 100,000 personas. (Young, Dean , Flett, & Wood, 2000)

En otros estudios longitudinales de la población realizados con varones y mujeres en Gothenburg, Suecia, que se llevaron a cabo entre 1967 y 1982, donde se encontró que la obesidad central, medida según la proporción existente entre las circunferencias de la cintura y la cadera, predecía la aparición de diabetes mellitus independiente de la grasa corporal total

calculada mediante el índice de masa corporal total el cual es una razón matemática que asocia la masa y la talla de un individuo. (Crespo, Belzusarri, & Stucchi, 2006)

Dos estudios realizados en el decenio de 1990 observaron que hasta 33% y 46% de los niños entre 10 y 19 años tenían diabetes mellitus tipo 2. La población estudiada más extensamente es la de los indios Pima, la población con la prevalencia más alta a nivel mundial.

Un análisis realizado entre 1992 y 1996 consignó una prevalencia de 2.23% de diabetes mellitus tipo 2 en niños entre los 10 y los 14 años, y de 5.09% en el grupo de 15 a 19 años.

Otro estudio (NHANES III) analizó a una población americana entre los 12 y los 19 años, y reportó una prevalencia estimada de 4.1 casos por cada 1,000 adolescentes.

Entre 1988 y 1996, el Servicio de Salud Indio (Indian Health Service) documentó un incremento de 54% en la prevalencia de diabetes tipo 2 en niños entre 15 y 19 años.

Durante el periodo de 1976 a 1980 la incidencia anual de diabetes mellitus tipo 2 en estudiantes de secundaria en Tokio, se incrementó de 7 a 12 (de 1981 a 1985) y hasta 14 (1991-1995) casos por cada 100,000 niños entre 15 y 19 años de edad. El incremento de la prevalencia de sobrepeso en niños, estimado actualmente en 25%, tiene una función decisiva en el reciente aumento de diabetes mellitus tipo 2 en la población pediátrica mundial.

Además de la obesidad, otros factores de riesgo importantes incluyen, origen étnico, edad (edad promedio al momento del diagnóstico entre 12 y 16 años, y la edad más temprana de diagnóstico es en niñas indias Pima), sexo (más frecuente en mujeres), modo de vida sedentario,

antecedentes familiares y perinatales. La diabetes mellitus tipo 2 en niños es más frecuente en indios americanos, negros e hispanos que en la población general.

En un estudio realizado en el área metropolitana en el Medio Oeste de Estados Unidos, 69% de los niños con diabetes mellitus tipo 2 fueron de raza negra. Además en un estudio efectuado en niños mexicano-americanos con diabetes mellitus tipo 2, 80% tuvo al menos un pariente directo con la enfermedad.

Otros factores de riesgo para diabetes son los de naturaleza perinatal, como por ejemplo, el bajo peso como el aumento de peso, quizá debido a desnutrición o a nutrición excesiva en el útero, lo cual podrían ocasionar cambios hormonales o metabólicos y provocar por ende obesidad, resistencia a la insulina y disfunción de las células beta.

La diabetes gestacional se asocia con incremento en el peso al nacer y riesgo más alto de desarrollar diabetes mellitus tipo 2 en los niños, cerca de un 40% de los casos reportados de diabetes mellitus tipo 2 en niños indios Pima se le atribuyen al ámbito intrauterino. (Ludwig & Ebbeling, 2001)

Se han identificado varios genes predisponentes en los cromosomas 1q,12q,20q, y 17q, y otros genes de menor importancia, que incluyen polimorfismos en los receptores activados de la proliferación de gamma peroxisomas (PPAR- $\gamma$ )40 y variación Kir 6.2 E23K. Además se encontró una mutación (G319S HNF1 $\alpha$ ) en una población indígena (ojibwa-Cree) de Canadá en 20% de la población, la cual predispone a diabetes mellitus tipo 2. (Alberti, y otros, 2004)

Una historia familiar de diabetes mellitus tipo 2 se asocia con una disminución del 25% de la sensibilidad a la insulina en niños afroamericanos prepuberales sanos, en comparación

con aquellos sin la presencia de antecedentes en la familia de la enfermedad. (Arslanian, y otros, 1999)

Varios estudios han demostrado que los niños afroamericanos e hispanoamericanos son hiperinsulinémicos y más resistentes a la insulina, cuando se los compara con niños de raza blanca. (Arslanian, Saad, Lewy, Danadian, & Janosky, 2002)

Se sabe que obesidad sigue siendo el factor más importante donde en los Estados Unidos, un estudio prospectivo longitudinal en jóvenes, el cual se llevó a cabo entre 1986 y 1998 mostró que en ese período la prevalencia de sobrepeso aumentó anualmente en un 3.2% en blancos no hispanos, 5.8% en afro-americanos y 4.3% en hispanos. De esta forma ya en 1998, el 21.5% de afroamericanos, 21.8% de hispanos y 12.3% de blancos no hispanos tenían sobrepeso. Arslanian et al. (2002)

En India en un estudio se llegó a demostrar que la prevalencia del sobrepeso entre los adolescentes de 13 a 18 años oscila alrededor del 18%. (Arslanian,2005)

Además en Canadá un estudio similar, reportó que un 48-51% de los niños y adolescentes indígenas de 4 a 19 años, tienen un peso por encima del percentil 90. (Arslanian, 2004)

La mayoría de los jóvenes con DM 2 se diagnostican en edades cercanas a la pubertad o durante este período fisiológico. Se ha observado que la sensibilidad a la insulina está disminuida en un 30 % en los adolescentes, cuando se compara con niños pre púber y adultos jóvenes. Estas alteraciones se ven favorecidas, por los cambios hormonales que se producen en la pubertad, como por ejemplo el aumento transitorio de la hormona del crecimiento o del factor de crecimiento similar a la insulina-1 (IGF-1). (Broo, Hidmarsh, Di Silvio, Pringle, & Kurtz, 1988)

Se comunica que la diabetes mellitus tipo 2 se desarrolla con mayor frecuencia en las mujeres, en una proporción de 1,7:1, donde se ha tratado de explicar estos hallazgos, quizás por la presencia del síndrome de ovario poliquístico en las mujeres y su relación con el desarrollo de resistencia a la insulina. (Arslanian, Danadian, Lewy, & Witchel , 1999)

## **Nacionales**

La obesidad es vista como el factor más importante para el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2, la última encuesta nacional de nutrición se realizó en Costa Rica entre los años 2008 y 2009, donde se reportó en la población adolescente, con edades comprendidas entre los 13 y los 19 años, que un 20,8% tenía sobrepeso u obesidad.. (Arguedas & Hasbum-Fernández, 2009)

Arguedas et al. Publicaron en 2003 la primera descripción epidemiológica de los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en menores de 20 años en Costa Rica. Aunque el número de pacientes seleccionados fue reducido un total de 16 personas, es interesante comentar que un 69% de los estudiados correspondía a mujeres, además la media de edad en el momento del diagnóstico fue alrededor de los 13,5 años, y el índice de masa corporal promedio obtenido fue de 28,1 y una hemoglobina glicosilada media del 8,37%, reportándose que un 37,5% de los pacientes en estudio ya seguía una pauta de insulina como parte de su tratamiento.

Calzada, Esquivel, Suárez de Ronderos, Sandí, & Ureña, (2002) realizaron un analisis en el cual incluyeron 31 niños escolares obesos, con edades de entre los 6 y los 12 años de edad, en los cuales se analizaron variables como el nivel socioeconómico, actividad física, edad de inicio del sobrepeso, antecedentes familiares y personales, perfil de lípidos (colesterol, LDL, triglicéridos, HDL), medidas antropométricas como peso y talla, y la dieta de cada uno de los niños.

Para los resultados, de los 31 niños evaluados, 17 eran niñas y 14 eran niños, de los cuales 14 tenían un antecedente familiar de diabetes mellitus tipo 2. Respecto a la edad de inicio del sobrepeso, 11 niños refieren un inicio entre los 6-12 años, mientras que 9 niños un inicio entre los 2-6 años de edad, además un dato de suma importancia es que 19 niños del total en estudio no practicaban ningún tipo de deporte, a lo que se le añade que 15 niños reportaron frecuentar lugares de comida rápida, y 11 mencionaron no comer ningún tipo de ensaladas ni vegetales.

Lo anterior va muy íntimamente relacionado con la presencia de niveles de colesterol en cifras muy elevadas por encima de 200mg/dl en 13 niños, y de 18 niños con valores de triglicéridos por encima de 100mg/dl, además la presencia de acantosis nigricans en 3 de los 31 niños evaluados, asociando el gran número de menores con el antecedente de diabetes mellitus tipo 2 y sus malos hábitos diarios, se deja en claro que se trata de un grupo poblacional con un elevado riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo 2.

## CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL

### **Definición e introducción**

Según Conget (2012) las cifras que caracterizan a la diabetes mellitus en general y a la diabetes mellitus tipo 2 en particular que es la forma más frecuente de diabetes, suponen actualmente un gran problema sanitario y socioeconómico de gran magnitud.

La descripción de diabetes mellitus se puede resumir en un desorden metabólico multifactorial caracterizado por hiperglucemia crónica, trastornos en el metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas, causada por los defectos en la secreción y/o en la acción de la insulina o de ambos. A nivel de la salud pública mundial la diabetes mellitus es de primera importancia ya que es una de las enfermedades no transmisibles más frecuentes con presencia de diversas y severas complicaciones crónicas. (Rivas Alpizar, Zerquera Trujillo, Hernández Gutiérrez, & Sánchez B, 2011)

La diabetes mellitus tipo 2 afecta al 80 % a 90 % de todos los pacientes con diabetes mellitus. La incidencia y prevalencia ha ido en aumento en las décadas recientes y se espera que este incremento continúe. Existen varios tipos de diabetes mellitus resultantes de la interacción compleja de factores ambientales y genéticos; existen diversos factores que contribuyen con la hiperglucemia que pueden ser por deficiencia de la secreción de insulina, disminución de la utilización de glucosa o aumento de la producción de esta. (Longo, y otros, Harrison. Principios de medicina interna, 2012, pág. 2968)

La regulación metabólica está acompañada de trastornos que provocan alteraciones fisiopatológicas secundarias en muchos sistemas orgánicos volviéndose pesado para el paciente y

para el sistema sanitario. En los estados unidos la diabetes mellitus es la primera causa de nefropatía terminal, amputaciones de extremidades inferiores no traumáticas y ceguera en los adultos, predispone también a enfermedades cardiovasculares.

Hace unos años la diabetes mellitus tipo 1 por déficit de insulina era la que se diagnosticaba con más frecuencia en los niños, mientras que la diabetes mellitus tipo 2 prevalecía en adultos y ancianos según lo indicado por Frenk Baron & Márquez (2010). En los últimos 10 a 20 años este comportamiento ha cambiado y se ha observado un aumento del diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2 en los centros de diabetes pediátricos de todo el mundo convirtiéndose en un problema global que se complica por varios factores ambientales y genéticos.

Desde 1990 la edad de aparición de la diabetes mellitus tipo 2 ha cambiado, debido a que ha aumentado en las personas menores de 20 años de manera constante, siendo incluso más frecuente que la diabetes mellitus tipo 1 en algunos países, esto ha causado que los últimos años se despertara el interés en este tema. (Licea Puig, Bustamante Tejido, & Lemane Pérez, 2008)

### **Clasificación**

La diabetes mellitus se clasifica según la causa de la hiperglucemia y no con la edad de inicio o tratamiento como se hacía anteriormente. Las dos categorías amplias se denominan tipo 1 y tipo 2, los cuales están antecedidos por una fase de metabolismo anormal de glucosa conforme avanzan los procesos patógenos.

La diabetes tipo 1 resulta de la deficiencia completa o casi total de insulina, y la tipo 2 es un grupo heterogéneo de trastornos que se caracterizan por grados variables de resistencia a la insulina, menor secreción de dicha hormona y una mayor producción de glucosa. Todos estos

defectos genéticos y metabólicos en las funciones de la insulina tanto en la secreción como en la acción causan la hiperglucemia en la diabetes mellitus tipo 2; la cual es precedida por un periodo de intolerancia a la glucosa en ayuno o intolerancia a la glucosa. Actualmente la hiperglucemia tiene gran posibilidad de corregirse a través de medicamentos que modifican o corrigen estos trastornos metabólicos específicos. (Longo, y otros, Harrison. Principios de medicina interna, 2012, pág. 2968)

Clasificación etiológica de la diabetes mellitus según la (American Diabetes Association, 2012)

I- DM tipo 1, hay destrucción de las células beta, que habitualmente provoca déficit absoluto de insulina, también denominada insulino dependiente.

- A. Inmunitaria: Cuando hay destrucción autoinmune de las células beta del páncreas llevando a una parcial o absoluta deficiencia de insulina, este tipo de diabetes se vuelve sintomática cuando aproximadamente el 90% de las células beta son destruidas.
- B. Idiopática: Cuando la presentación clínica de diabetes tipo 1 está presente, pero no se detecta presencia alguna de anticuerpos contra las células beta del páncreas.

II- DM tipo 2, la cual puede ir desde pacientes con resistencia a la insulina y deficiencia relativa de insulina, hasta pacientes con un predominio en la deficiencia de secreción de insulina y resistencia a la insulina, se trata de la forma mas común de diabetes 90-95%, la cual no esta asociada a destrucción de las células beta del páncreas.

III- Otros tipos específicos de diabetes

- A. Defectos genéticos de la función de las células beta caracterizados por mutaciones, los cuales se caracterizan por una alteración en la secreción de

insulina, son autosómicos dominantes, en su mayoría se les ha asociado con la aparición de diabetes en edades tempranas, entre los que se encuentran:

1. Factor de transcripción nuclear del hepatocito (HNF) 4  $\alpha$  (MODY 1)
2. Glucocinasa ( MODY 2)
3. HNF-1  $\alpha$  (MODY 3)
4. Factor promotor de insulina ( IPF-1; MODY 4)
5. HNF-1  $\beta$  (MODY5)
6. NeuroD1 (MODY6)
7. DNA mitocondrial
8. Subunidades del conducto de potasio sensible a ATP
9. Proinsulina o insulina

#### B. Defectos genéticos en la acción de la insulina

En los cuales hay una severa resistencia a la insulina, debido a mutaciones en el gen del receptor de la insulina.

1. Resistencia a la insulina de tipo A
2. Leprechaunismo
3. Síndrome de Rabson-Mendenhall
4. Síndrome de lipodistrofia

#### C. Enfermedades del páncreas exocrino: Ya que todo proceso que dañe difusamente el páncreas puede causar diabetes por ejemplo, pancreatitis, pancreatectomía, neoplasia, fibrosis quística, hemocromatosis, pancreatopatía, fibrocalculosa, mutaciones en fibrosis quística, hemocromatosis, pancreatopatía, fibrocalculosa, mutaciones en el gen de lipasa de carboxil-éster.

#### D. Endocrinopatías: acromegalia, Síndrome de Cushing, glucagonoma, feocromocitoma, hipertiroidismo, somatostatina, aldosteronoma, ya que el

exceso de varias hormonas como por ejemplo hormona de crecimiento, glucagón, cortisol, epinefrina, en cantidades excesivas pueden llegar a causar diabetes.

- E. Inducida por fármacos o agentes químicos: glucocorticoides, pentamidina, vacor (a-rodenticida), ácido nicotínico, diazóxido, agonistas adrenérgicos  $\beta$ , tiazidas, hidantoina, asparaginasa, interferón  $\alpha$ , inhibidores de la proteasa, antipsicóticos (atípicos y otros), adrenalina, esto debido a que pueden afectar la secreción de insulina y pueden causar diabetes más que todo en aquellas personas con resistencia a la insulina.
- F. Infecciones: rubéola congénita, citomegalovirus, virus coxsackie, estos se relacionan con destrucción de las células beta del páncreas.
- G. Formas infrecuentes de diabetes inmunitaria: síndrome del “hombre rígido”, anticuerpos contra el receptor de insulina
- H. Otros síndromes genéticos que a veces se asocian a diabetes son por ejemplo el síndrome de Wólfram, síndrome de Down, síndrome de Klinefelter, síndrome de Turner, ataxia de Friedrich, corea de Huntington, síndrome de Laurence-Moon-Biedl, distrofia miotónica, porfiria, síndrome de Prader-willi

IV- Diabetes gestacional (GDM), la cual es aquel tipo de diabetes mellitus que es diagnosticada por primera vez durante el embarazo generalmente a partir de las 20 semanas de gestación, la cual así mismo se relaciona con complicaciones a nivel obstétrico.

## **Epidemiología y factores de riesgo**

Se plantea que la prevalencia de la diabetes mellitus tipo 2, es ampliamente variable alrededor del mundo. Se sabe que el grupo con mayor prevalencia a nivel mundial es el de la etnia Pima en Arizona, se estima que es de un 50% entre los 30-64 años de edad, además de la población Nauru, en Oceanía, donde la población es afectada con DM2 en más de un 20%. (Arnold Rodríguez, Arnold Domínguez, Alfonso Hernández, Villar Guerra, & González Calero, 2012)

En Europa según estudios realizados existe una prevalencia menor del 10% en las personas menores de 60 años, y de 10-20% en los de 60-79 años, por lo que respecto al resto del mundo, Europa tiene una prevalencia moderadamente baja.

En Estados Unidos la prevalencia de DM2 es diferente dependiendo del grupo étnico, por ejemplo la prevalencia en hispanos y afroamericanos es 1.9 y 1.6 veces respectivamente más elevada que en los blancos de la misma edad.

En Centroamérica y Sudamérica existen muy pocos estudios de prevalencia, por ejemplo en Brasil y Colombia se estima una prevalencia de diabetes mellitus tipo 2 de 7% y 9% en varones y mujeres respectivamente. En Australia 2.7% en hombres y 2.2 en mujeres de 35 a 44 años, y 23.5 y 22.7 respectivamente en mayores de 75 años.

En Asia también es altamente variable respecto a la población, en China y Japón en la población de 30-49 años es menor del 10%, y menor del 30% en poblaciones mayores, en Singapur es mayor al 10% en los de 40-49 años y es mayor al 30% en los de 50-69 años de edad.

En comparación con la población europea, la prevalencia en la población urbana china y japonesa de 30-69 años es significativamente más alta, pero más baja que en la India, pero si se trata de la población más anciana esa prevalencia es mucho mayor en algunas regiones de Europa como Malta, Finlandia y Canarias, respecto a la India.

En los países Árabes la prevalencia es mucho menor en la población inferior a los 30 años de edad, pero en los ancianos esta sí puede superar el 30%. En África, la prevalencia de diabetes mellitus tipo 2 es baja, en los últimos 15 años ha aumentado en ciertas regiones, más que todo donde han aumentado factores como por ejemplo la obesidad.

La prevalencia de diabetes mellitus ha aumentado a nivel mundial de manera importante los últimos 20 años; en 1985 se calculaba que había 30 millones de casos, mientras que para el año 2010 se calculó en 285 millones. La *Internacional Diabetes Federation* estima que para el año 2030, 438 millones de personas presentarán diabetes. Tanto la diabetes mellitus tipo 1 como la tipo 2 aumentan pero la diabetes mellitus tipo 2 aumenta con más rapidez, influenciada por el incremento en la frecuencia de obesidad y la disminución de actividad física por el envejecimiento de la población e industrialización de los países.

“En 2010, se calculó que la prevalencia de diabetes mellitus en Estados Unidos era de 0,2% en menores de 20 años. La frecuencia de diabetes osciló de 11.6 a 30.9% en los 10 países con las mayores prevalencias (Naurua, Emiratos Árabes Unidos, Mauricio, Bharéin, Reunión, Kuwait, Omán, Tonga y Malasia en prevalencia descendente)”. (Longo, y otros, Harrison. Principios de medicina interna, 2012, pág. 2969)

Hernández y otros (2011), estipulan que a nivel mundial la diabetes asocia una mortalidad de alrededor de 3.2 millones de personas por año, a lo que corresponde alrededor de 1 por cada 20 muertes, 8700 muertes cada día y seis cada minuto, se estima que 1 de cada 10 se

dan en adultos de entre 35 y 64 años de edad. Alrededor de un tercio de esas muertes son ocurridas en menores de 35 años de edad. Un gran número de personas a nivel mundial tienen diabetes (alrededor de 171 millones de personas) y esta cifra podría convertirse en el doble para el 2030, de hecho se estima un aumento del 150% para los próximos 25 años en los países en vías de desarrollo.

La mitad de las muertes en personas menores de 70 años se deben a hiperglucemia, la diabetes causa importante de ceguera, accidente cerebrovascular, insuficiencia renal, infarto de miocardio y amputación de los miembros inferiores. Para el año 2012 la diabetes fue causa directa de 1,5 millones de muertes y 2,2 millones de muertes eran atribuibles a la hiperglucemia. Según proyecciones de la OMS, la diabetes será la séptima causa de mortalidad en 2030. (Organización Mundial de la Salud, 2016)

Actualmente se habla de una epidemia verdadera debido al alarmante aumento de la diabetes mellitus tipo 2 en niños y adolescentes tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. En la mayoría de los estudios recientes relacionados con la DM 2 en niños y jóvenes se ha confirmado una significativa asociación con el incremento de la obesidad en estas edades (Bustamante et al, 2008)

La diabetes ha aumentado de 108 millones de personas en 1980 a 422 millones en 2014 con una prevalencia mayor en los países de mediano y bajo ingreso. (Organización Mundial de la Salud, 2016)

## **Fisiopatología y Factores de riesgo para diabetes mellitus tipo 2**

### **Factores de riesgo de diabetes mellitus tipo 2**

1. Antecedentes familiares de diabetes (p.ej., padres o hermanos con diabetes tipo 2)

2. Obesidad ( $BMI \geq 25 \text{kg/m}^2$ )
3. Inactividad física habitual
4. Raza o etnicidad (p.ej., estadounidenses de raza negra, hispanoestadounidenses, americano nativo, ascendencia asiática, isleño del pacífico)
5. IFG, IGT o una A1C de 5.7 a 6.4% previamente identificada
6. Antecedente de GDM o nacimiento de un niño con peso  $>4 \text{kg}$
7. Hipertensión (presión arterial  $\geq 140/90 \text{ mmHg}$ )
8. Concentración de colesterol de HDL  $<35 \text{ mg/100ml}$  ( $0.90 \text{mmol/L}$ ), concentración de triglicéridos  $\geq 250 \text{mg/100 ml}$  ( $2.82 \text{mmol/L}$ ) o ambas cosas
9. Síndrome de ovario poliquístico o acantosis nigricans
10. Antecedentes de enfermedad cardiovascular. (Longo, y otros, Harrison. Principios de medicina interna, 2012)

Se estima que el sobrepeso ha aumentado en un 25% teniendo un papel importante en el aumento de la diabetes mellitus tipo 2 en los niños, esto sumado a otros factores tales como el origen étnico, el sexo, el sedentarismo, los antecedentes familiares y antecedentes perinatales tales como el bajo peso o aumento de peso por desnutrición o nutrición excesiva in útero ocasionan cambios hormonales o metabólicos que pueden provocar resistencia a la insulina, obesidad y la disfunción de las células beta del páncreas, cabe mencionar que la diabetes gestacional está asociada con un incremento en el peso al nacer aumentando el riesgo de diabetes mellitus tipo 2 en los niños.

En los niños indios de Pima el 40% de los casos de diabetes tipo 2 se atribuyen al ámbito intrauterino. Todos estos factores aumentan contribuyen al aumento de la prevalencia. (Baron, 2010)

Dos mecanismos son los principales para el desarrollo de la diabetes mellitus tipo 2, la resistencia a la insulina y la secreción anormal de insulina, los estudios se inclinan a favor de que

la resistencia precede los defectos de su secreción y que cuando esta se vuelve inadecuada es cuando se desarrolla la diabetes. (Longo, y otros, Harrison. Principios de medicina interna, 2012, pág. 2974)

Uno de los factores más predominantes de la diabetes es la obesidad visceral o central, importante recalcar que un 80% o más son obesos. Al comienzo pese a haber resistencia a la insulina, la tolerancia a la glucosa cursa casi con normalidad, esto es debido a que las células beta del páncreas aumentan la producción de insulina logrando así un efecto compensador. Al agravarse la resistencia insulínica y surgir así hiperinsulinemia compensatoria, en algunos casos los islotes del páncreas no pueden sostener ese estado de hiperinsulinemia por lo que se da una intolerancia a la glucosa, la cual está caracterizada por aumentos en la concentración de la glicemia posprandial. (Longo, y otros, Harrison. Principios de medicina interna, 2012, pág. 2975)

La disminución posterior en los niveles de insulina, además del aumento en la producción de glucosa hepática llevan al desarrollo de la diabetes, con alteraciones en la glicemia en ayunas, terminando en insuficiencia de las células beta.

En la diabetes tipo 2 se observa resistencia hepática a la insulina cuando la hiperinsulinemia es incapaz de suprimir la gluconeogénesis produciendo hiperglucemia en ayunas y disminución del almacenamiento de glucógeno en el hígado en el periodo postprandial. El incremento hepático en la secreción de glucosa se da en las fases iniciales de la diabetes, es probable que sea después de que se den las alteraciones en la secreción de insulina y resistencia insulínica en el músculo esquelético.

A raíz de la resistencia insulínica en el tejido adiposo, se da un aumento en la lipólisis, y en el flujo de ácidos grasos libres provenientes de los adipocitos, como resultado a esto se eleva

la síntesis de lípidos y de triglicéridos en los hepatocitos. Dicho almacenamiento de lípidos o esteatosis hepática puede llevar a una hepatopatía grasa no alcohólica y a alteraciones en las pruebas de función hepática. Lo anterior mencionado además ocasiona la dislipidemia que se presenta en la diabetes mellitus tipo 2. (aumento de triglicéridos, disminución de HDL, y aumento del LDL)

Según Baron y otros (2010) se sugieren cuatro líneas de evidencia de que la obesidad favorece el desarrollo de diabetes:

1-La sensibilidad a la insulina en niños prepúberes y púberes se correlaciona inversamente con el IMC y el porcentaje de grasa corporal.

2-La obesidad severa se asocia con índices altos de un 21 a un 25% de intolerancia a la glucosa en niños prepúberes y en adolescentes y a su vez con un incremento inesperado de 4% de diabetes mellitus tipo 2 en adolescentes.

3-El desarrollo de síndrome metabólico se da por un aumento del IMC, (obesidad, hipertensión, hiperinsulinemia y dislipidemia) y en consecuencia, con el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 y enfermedad cardiovascular.

4-La obesidad y la hiperinsulinemia son elementos pronósticos o predictores de diabetes tipo 2 en adolescentes y niños afroamericanos, finlandeses e indios Pima. El sobrepeso que empieza durante la niñez o adolescencia incrementa el riesgo de intolerancia a la glucosa y diabetes mellitus tipo 2.

Para el desarrollo de diabetes tipo 2 en niños y adolescentes se necesita tener susceptibilidad genética, sumado a la interacción con factores ambientales, para respaldar esto se ha documentado en familiares de primer grado una disminución de la sensibilidad a la insulina e

hiperinsulinemia, confirmando así el papel de los factores genéticos en el desarrollo de la insulinoresistencia. (Bustamante et al, 2008)

La gran cantidad de adipocitos lleva a que se eleven las concentraciones circulantes de ácidos grasos libres y de otros productos de los adipocitos como ácidos grasos libre no esterificados, proteína 4 que se une al retinol, leptina, resistina, TNF-c, y adiponectina. (Longo, y otros, Harrison. Principios de medicina interna, 2012, pág. 2975)

Las adipocinas tienen función en la regulación del peso corporal, apetito, y gasto de energía, además de esto modulan la sensibilidad a la insulina. Una producción elevada de ácidos grasos libres y adipocinas pueden llevar a resistencia a la insulina en el músculo esquelético y en el hígado, como se puede apreciar con los ácidos grasos, los cuales reducen la utilización de glucosa por el musculo esquelético, estimulan la síntesis de glucosa por parte del hígado y además llegan a alterar la función de las células beta.

Caso contrario ocurre en la obesidad, donde disminuyen la producción de adiponectina por parte de los adipocitos, el cual es un péptido insulino sensibilizante, por lo que podría contribuir a la resistencia insulínica por parte de hígado. Además de esto los productos de los adipocitos y las adipocinas llevan a un estado inflamatorio, razón que explica el aumento de las concentraciones de marcadores inflamatorios como IL-6 y PCR en la diabetes mellitus tipo 2.

La pubertad tiene un papel en el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 ya que se aumenta la resistencia a la insulina, influenciado por la hormona de crecimiento y las esteroideas. participan en este estado aumentando a su vez que la insulina disminuye dando un estado de hiperinsulinemia. Estos datos se ven reflejados en el comportamiento de la edad de aparición de la diabetes tipo 2 donde el pico coincide con la pubertad. Los niños obesos tienen 40% menos

estimulación a la insulina siendo hiperinsulinémicos, en comparación con los niños no obesos que no se comportan de la misma manera.

Con respecto al síndrome de ovario poliquístico, las adolescentes con este síndrome, presentan resistencia a la insulina en el músculo esquelético, un 30% tienen intolerancia a la glucosa y cerca de un 4% poseen diabetes mellitus tipo 2. Pasada la pubertad, bajan las respuestas a la insulina basal y prandial.

Baron y et al (2010) indica que se pueden hallar diferencias en niños en cuanto a sensibilidad a la insulina esto respecto a raza o etnia, se estima que los niños afroamericanos de 7 a 11 años de edad poseen concentraciones más altas de insulina, respecto a los niños caucásicos con la misma edad. En las etapas tempranas de la enfermedad, como resultado de la resistencia insulínica, existe un estado de hiperinsulinemia compensatorio, justo antes de que se noten alteraciones de la homeostasis de glucosa. Varios factores de riesgo pueden favorecer la aparición de diabetes mellitus tipo 2, y favorecer la resistencia a la insulina, este proceso crónico lleva a estrés en la células beta del páncreas, y como resultado se da su disfunción, hiperglicemia posprandial, y x ende intolerancia a la glucosa.

El mecanismo de la resistencia a la insulina en la diabetes tipo 2 no se conoce bien pero se sabe que los receptores de la insulina y la actividad de la tirosina cinasa están disminuidos en el músculo esquelético debido a una hiperinsulinemia donde el factor predominante son los defectos posteriores al receptor en la fosforilación y la desfosforilación regulada por la insulina. (Longo, y otros, Harrison. Principios de medicina interna, 2012, pág. 2974)

Por ejemplo, en las señales de cinasa de PI-3 hay un defecto que disminuye la translocación de GLUT4 a la membrana plasmática, también hay otros defectos presentes como la acumulación de líquido dentro de los miocitos del músculo estriado que puede disminuir la

producción de ATP en la mitocondria estimulada por la insulina debido a una disminución de la fosforilación oxidativa de la mitocondria.

La producción de especies reactivas de oxígeno como los peróxidos del lípido se da por la acumulación de lípidos en los miocitos del músculo estriado y a la disminución de la oxidación de ácidos grasos. Hay que mencionar que hay vías de transducción de las señales de insulina que no son resistentes a la acción de la insulina como las que controlan el crecimiento y diferenciación celular, debido a que utilizan la vía de la proteína cinasa activada por mitógenos, por esto se da un aumento del efecto de la insulina por estas vías debido a una hiperinsulinemia, lo que resulta en un aceleramiento potencial de los trastornos relacionados con la diabetes como es el de la aterosclerosis.

La célula beta secreta al polipéptido amiloide de los islotes o amilina formando depósitos de fibrillas amiloides en los islotes de diabéticos tipo 2 de evolución prolongada, es un fenómeno que no es bien conocido si es primario o secundario, pero el ambiente metabólico puede ejercer negativamente sobre la función de estos islotes, un ejemplo de ellos se vería en el efecto que ejerce la hiperglucemia crónica que altera de manera paradójica la función de los islotes y empeora la hiperglucemia, este proceso se conoce toxicosis por glucosa. La lipotoxicosis o elevación de las concentraciones de ácidos grasos libres también interfieren en la función de los islotes. El mejoramiento de la función de los islotes se ve con un mejor control de la glucemia. (Longo, y otros, Harrison. Principios de medicina interna, 2012, pág. 2975)

### **Genética**

Los diversos patrones hereditarios e interacciones con el ambiente han hecho que la identificación de los genes implicados en la diabetes mellitus tipo 2 sea un proceso de gran dificultad. Es muy importante que en niños y adolescentes se explore el componente genético de la diabetes mellitus tipo 2, aunque resulta factible pensar que es semejante al de los adultos

debido a que con frecuencia se encuentran antecedentes familiares de la enfermedad. (Baron y et al, 2010)

A pesar de lo difícil del proceso se han logrado identificar varios genes predisponentes en los cromosomas 1q, 12q, 20q, y 17q y otros genes con menos importancia que incluyen polimorfismos en los receptores activados de la proliferación de gamma peroxisomas. Además se encontró en 20% de la población indígena canadiense una mutación (G319S HNF1 $\alpha$ ) que predispone a diabetes mellitus tipo 2.

En gemelos idénticos la diabetes mellitus tipo 2 concuerda entre 70-90%. Las personas con un progenitor con diabetes mellitus tipo 2 tienen mayor riesgo de padecer diabetes; si ambos progenitores tienen diabetes mellitus tipo 2, la descendencia tiene un riesgo del 40%. (Longo, y otros, Harrison. Principios de medicina interna, 2012, pág. 2974)

Hay personas con diabetes tipo 2 que tienen varios familiares no diabéticos de primer grado con la existencia de resistencia a la insulina por un menor uso de glucosa en el músculo esquelético. Los factores ambientales como la obesidad, nutrición y actividad física también modulan el fenotipo por eso la diabetes mellitus es poligénica y multifactorial, no se han identificado por completo los genes que predisponen a la enfermedad pero si estudios recientes han identificado por asociación de genoma completo, un gran número de genes que conllevan un riesgo relativamente pequeño de que surja ese tipo de la enfermedad (>20 genes, cada uno con un riesgo relativo de 1.06 a 1.5).

Una variante del gen 2 similar al factor 7 de transcripción adquiere gran importancia ya que se ha asociado en algunas poblaciones con diabetes mellitus tipo 2 y con la menor tolerancia a la glucosa en una población expuesta al elevado riesgo de mostrar diabetes. Se han observado polimorfismos vinculados con la diabetes mellitus tipo 2 en los genes que codifican el receptor

gamma activado por proliferadores de peroxisoma, el conducto de potasio de rectificación interna expresado en células beta, el transportador de zinc expresado en las mismas células y calpaína 10.

Los mecanismos por los cuales los locis genéticos incrementan la susceptibilidad a presentar la enfermedad no se han identificado, se encuentra bajo investigación activa. (Se estima que <10% del riesgo genético está determinado por loci identificados hasta ahora) Actualmente no se puede predecir la diabetes mellitus tipo 2 por los locis genéticos.

### **Prevención**

La prevención de la diabetes mellitus está en la identificación de los niños y adolescentes con riesgo elevado, mediante la determinación de glicemia en ayunas o la sobrecarga oral de glucosa para intervenir de manera precoz, también implementando cambios en el estilo de vida para evitar el desarrollo posterior de obesidad (Barrio & Purificación, 2013).

Se debe hacer en toda la población en general, ya que existen factores potencialmente reversibles importantes para la prevención de la enfermedad. En la población de alto riesgo se debe actuar aun cuando los valores de glicemia sean normales. Para todos en general la prevención consiste en cambios en el estilo de vida: plan alimentario e incremento de la actividad física durante 30 minutos al día como mínimo. (Hirschler, Preiti, Caamaño, & Jadszinsky, 2000)

En las primeras etapas de la enfermedad, antes que se haga el diagnóstico, las complicaciones cardiovasculares aumentan, es por esto que es importante enfatizar en la nutrición adecuada, promover la actividad física y evitar el sedentarismo, terapia del

comportamiento en algunos casos, reducción del peso en niños y adolescentes con sobrepeso y obesos y con antecedentes familiares de la enfermedad. (Baron y otros, 2010)

La nutrición sugiera una dieta baja en índice glucémico para favorecer la pérdida de peso, baja en grasas de las cuales se prefiere las grasas poliinsaturadas de origen marino o vegetal y también baja en carbohidratos para prevenir y tratar la enfermedad.

Respecto al ejercicio físico, se busca mejorar la sensibilidad a la insulina y la tolerancia a la glucosa inclusive el de actividad moderada, esto nos reduce el riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo 2.

La implementación de buenos hábitos es fundamental, la dieta saludable, la actividad física regular, el mantenimiento del peso corporal y la evitación del consumo de tabaco, así como la medicación y exámenes periódicos para detectar previenen o retrasan la aparición de diabetes mellitus tipo 2 y sus complicaciones. (Organización Mundial de la Salud, 2016)

Es necesario integrar a la familia durante el proceso, debido a la prevalencia de obesidad familiar. Para lograr un cambio respecto a las conductas con relación a la actividad física y los hábitos alimenticios es importante brindarles apoyo durante el proceso. Todo esto contribuye a tener éxito en el tratamiento a mediano y largo plazo. (Burrows A, Gattas Z, Leiva B, Barrera A, & Burgueño A, 2001)

## Diagnóstico

Normalmente para el diagnóstico de diabetes mellitus en niños y adolescentes, este debe realizarse por un profesional de la salud, se consulta generalmente a especialistas y subespecialistas, cuando se nota niveles elevados de glicemia en estos pacientes, aunque no se hayan visto manifestaciones clínicas, antecedentes familiares, o rasgos físicos, donde de ser así se tendrían que solicitar estudios complementarios. (Baron y otros, 2010)

Para el diagnóstico se debe contar con una historia clínica completa, donde se deben tomar en cuenta factores emocionales, alimenticios, así como el apoyo familiar. Además es necesario mantener un control adecuado de los niveles de presión arterial, peso, IMC, cambios en la piel, y un fondo de ojo.

Los estudios de laboratorio que se recomiendan son, glucosa plasmática en ayunas, glicemia postprandial de 2 horas, y la hemoglobina glicosilada cada 4 meses, como parte de su seguimiento.

El diagnóstico se basa en los siguientes criterios de la asociación americana de diabetes, los cuales se utilizan a nivel mundial:

1. Síntomas de diabetes como por ejemplo polidipsia, polifagia, y pérdida de peso, asociados a una glicemia al azar mayor a 200mg/dl
2. Glicemia en ayunas mayor a 126mg/dl
3. Glicemia 2 horas pos carga mayor a 200mg/dl
4. Una hemoglobina glicosilada mayor a 6.5%

De tratarse de una diabetes asintomática, las pruebas tienen q repetirse otro día para realizar y confirmar el diagnóstico. (Reinehr, 2013)

### **Tratamiento**

La diabetes mellitus tipo 2 es una enfermedad progresiva, que en los últimos años su interés ha incrementado debido a la mayor aparición de esta en la edad pediátrica. Para su manejo y tratamiento adecuados, se requiere de un equipo multidisciplinario, en el que van incluidos, pediatra, educadora pediatra, nutricionista y psicólogo, además la importante participación de la familia, todos estos con el fin de alcanzar los objetivos terapéuticos, como lo son el revertir las alteraciones metabólicas, normalizar las cifras de glicemia, mejorar la secreción y sensibilidad de la insulina, promover hábitos de vida saludables, mantener un peso adecuado y muy importante evitar complicaciones asociadas a la diabetes mellitus tipo 2. (Barrio y otros, 2013)

Como meta al inicio en los niños se acepta el mantenimiento del peso, para evitar posibles alteraciones en el crecimiento lineal del menor, cuando se logra ese objetivo se puede tomar medidas dietéticas más fuertes con el fin de reducir el índice de masa corporal por abajo del percentil 85, en niños no se recomienda una pérdida de más de 0.5 a 1kg al mes y en adolescentes pos puberales se recomienda una pérdida de entre 0.5 y 1kg semanal

Baron y otros, (2010) indican que para el tratamiento en este grupo de la población, se encuentra el tratamiento no farmacológico, el cual es uno de los aspectos más importantes en el tratamiento de la diabetes mellitus y aún más en niños y adolescentes, a pesar de que la evidencia es escasa y por ende muchas recomendaciones son basadas en resultados en personas adultas.

Una medida es la actividad física, la cual se ha demostrado que mejora la sensibilidad a la insulina en personas jóvenes obesas, así mismo se asocia con un descenso de comorbilidades, y

se ha recomendado que se descienda el tiempo en frente de televisión o videojuegos y aumentar de 60 a 90 minutos la actividad física. En otros estudios se ha comprobado que un aumento en la actividad física se relaciona con una disminución del riesgo de síndrome metabólico.

Otro elemento de alta importancia es la dieta, donde el propósito de esta se centra en el control metabólico, manejo de la obesidad y la reducción del riesgo cardiovascular, por lo que se debe tomar muy en cuenta la irregularidad en las comidas, modificaciones de horario, apetito, y preferencias de cada sujeto.

Dado que la obesidad es uno de los factores más relacionados con la diabetes en este grupo de la población, se ha relacionado con la ingesta de bebidas azucaradas, horas frente a una pantalla y la actividad física reducida, por lo que se ha demostrado que la pérdida de peso también mejora la sensibilidad a la insulina.

Existe una estrategia terapéutica, la cual consiste en contar los carbohidratos, a través de la reducción de la ingesta calórica y controlando las porciones, para así lograr mantener el peso corporal. Además la ingesta adecuada de fibra, mejora la glucosa posprandial.

El papel de los adultos en una familia es muy importante para los jóvenes y niños ya que son el ejemplo que estos puedan tomar como base para su alimentación

Respecto al tratamiento farmacológico, el enfoque inicial en la diabetes mellitus tipo 2 depende del nivel de control, y se debe pensar en la alternativa farmacológica si luego de 3-6 meses el objetivo no se logra con los cambios en los estilos de vida. Se establecen la insulina y la metformina como las únicas aprobadas por la FDA para la diabetes en este grupo de la población.

El uso de hipoglucemiantes es muy común debido a su comodidad y apego, en el caso de una descompensación severa se sabe que la única opción es la insulina, pero posterior a una estabilización, la alternativa por vía oral resulta adecuada y atractiva.

Tomando en cuenta algoritmos, lo inicial serían los cambios en el estilo de vida junto con metformina, si se logra el objetivo no se realizan más cambios, pero en caso contrario si estos no se alcanzan al cabo de 3-6 meses se debe pensar en añadir insulina basal nocturna, de igual manera si se alcanzan los objetivos no se realizan más cambios, pero si al cabo de 3-6 estos no son logrados se añade insulina 2-3 veces al día.

## **CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### **Metodología**

En este trabajo se realizó una investigación con un diseño de revisión bibliográfica sobre información obtenida de artículos relacionados a diabetes mellitus tipo 2 en la población infantil y juvenil. Se recolectó información usando motores de base de datos como la del Binass (Biblioteca Nacional de Salud y Seguridad Social), Medline, pubmed, LILACS, Google academic, Buscamed y Scielo.

Se incluyeron aquellos artículos que relacionan los factores sociodemográficos, ambientales y genéticos con la aparición de diabetes mellitus tipo 2 a edades tempranas.

Las palabras claves utilizadas fueron: niños, adolescentes, diabetes mellitus tipo 2, sobrepeso, obesidad, síndrome metabólico, sedentarismo, pobreza, actividad física, genética, alimentación, 2012, ambientales, sociales, demográficos y genéticos.

### **Criterios de inclusión y de exclusión**

Se han incluido artículos que cumplen los siguientes requisitos:

- Artículos libres de pago o brindados por el Binass sobre diabetes tipo 2 en niños o adolescentes en el periodo del 2012 -2017
- Estudios o artículos relacionados a factores de riesgo implicados en el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2.
- Estudios o artículos realizados en menores de 19 años.

- Estudios o artículos realizados a nivel nacional e internacional.
- Artículos redactados en el idioma inglés o en español, que cumplan con las características descritas.

Se han excluido los artículos siguientes:

- Estudios o artículos sobre diabetes mellitus tipo 2 publicados previos al año 2012.
- Estudios o artículos sobre diabetes mellitus tipo 1 en la población joven.
- Documentos que abarquen el manejo de la diabetes mellitus tipo 2.
- Artículos con ausencia de resumen.
- Estudios o artículos sobre diabetes mellitus tipo 2 en mayores de 19 años.

### **Proyecciones.**

Recopilar datos sobre los factores sociodemográficos, ambientales y genéticos asociados a la aparición de diabetes mellitus tipo 2 en los menores de 19 años, para establecer conciencia sobre lo grave y real que es la aparición de esta enfermedad a edades tempranas.

Dar a conocer a profesionales de la salud y población en general la influencia de estos factores en el desarrollo de la diabetes mellitus tipo 2 en jóvenes.

Intervenir a tiempo en los jóvenes y adolescentes y evitar la aparición de esta enfermedad con sus consecuentes complicaciones a largo plazo.

Evitar que esta enfermedad aumente cada día más en nuestro país y se convierta en un problema de salud pública cada vez mayor.

### **Restricciones y limitaciones.**

El presente documento es un estudio bibliográfico, no pretende ser una investigación original descriptiva ni analítica; ni un estudio primario. Busca recopilar y sintetizar lo que en otros estudios primarios o investigaciones originales se ha encontrado con el fin de que sirva para referencia en la práctica y toma de decisiones.

A continuación, se desarrollara el capítulo VI denominado “Análisis de resultados”. En este capítulo se analizaran los artículos que presentan relación con los factores sociodemográficos, ambientales y genéticos implicados en el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 en los jóvenes, según la revisión bibliográfica realizada.

## CAPITULO VI: ANÁLISIS DE RESULTADOS

### Factores sociodemográficos y genéticos

El estudio realizado por Miqueleiz , y otros(2014), tenía por objetivo buscar la relación de los patrones alimentarios con la obesidad y posición socioeconómica en niños de 5 a 15 años de edad. Participaron 6143 individuos, se realizó mediante una entrevista personal o por la persona ocupada del menor.

**Tabla 1.** Prevalencia (en porcentaje) de niños y adolescentes que toman fruta o verdura menos de 3 veces a la semana y razón de porcentajes según la posición socioeconómica del sustentador principal del hogar.

Posición socioeconómica del sustentador principal y edad	Fruta		Verdura	
	%	Razón de porcentajes (IC 95%)	%	Razón de porcentajes (IC 95%)
<b>Nivel de estudios</b>				
<i>5 a 9 años</i>				
Universitarios	8,8	1	35,9	1
2.º grado 2.º ciclo	16,9	1,92 (1,42-2,61)	36,0	1,00 (0,87-1,15)
2.º grado primer ciclo e inferiores	20,4	2,32 (1,75-3,09)	44,1	1,23 (1,08-1,39)
<i>10 a 15 años</i>				
Universitarios	14,0	1	25,5	1
2.º grado 2.º ciclo	17,4	1,24 (0,99-1,56)	37,9	1,48 (1,28-1,73)
2.º grado primer ciclo e inferiores	29,5	2,11 (1,72-2,57)	47,8	1,87 (1,63-2,15)
<b>Clase social</b>				
<i>5 a 9 años</i>				
Profesionales y directivos	8,9	1	36,3	1
Profesiones intermedias	16,4	1,83 (1,34-2,50)	42,7	1,18 (1,02-1,35)
Trabajadores manuales	20,0	2,24 (1,71-2,95)	39,8	1,10 (0,97-1,24)
<i>10 a 15 años</i>				
Profesionales y directivos	15,3	1	28,0	1
Profesiones intermedias	21,8	1,42 (1,15-1,75)	41,1	1,47 (1,28-1,69)
Trabajadores manuales	26,5	1,73 (1,44-2,07)	45,6	1,63 (1,44-1,85)

**Fuente:** Miqueleiz , y otros (2014)

Tal y como se muestra en la tabla 1, la prevalencia de escaso consumo es mayor en la verdura que en la fruta, los sujetos correspondientes a categorías socioeconómicas superiores e

inferiores demuestran las prevalencias más baja y más alta. En el en el grupo de 5 a 9 años la razón de porcentajes en el grupo perteneciente a familias con menor nivel de estudios con respecto a aquellos pertenecientes a familias con mayor nivel de estudios es 2,32 en la fruta y 1,23 en la verdura; en el grupo de 10 a 14 años los valores fueron 2,11 y 1,87, respectivamente Mostrando una mayor magnitud en la fruta

**Tabla 2.** Prevalencia (en porcentaje) de niños y adolescentes que toman comida rápida, snacks o bebidas azucaradas 3 o más veces a la semana y razón de porcentajes según la posición socioeconómica del sustentador principal del hogar.

Posición socioeconómica del sustentador principal y edad	Comida rápida		Snacks		Bebidas azucaradas	
	%	Razón de porcentajes (IC 95%)	%	Razón de porcentajes (IC 95%)	%	Razón de porcentajes (IC 95%)
<b>Nivel de estudios</b>						
<i>5 a 9 años</i>						
Universitarios	8,0	1	10,4	1	15,5	1
2.º grado 2.º ciclo	10,1	1,26 (0,89-1,77)	13,7	1,31 (0,98-1,76)	20,7	1,34 (1,06-1,69)
2.º grado primer ciclo e inferiores	13,1	1,63 (1,19-2,22)	23,8	2,28 (1,76-2,96)	29,7	1,92 (1,56-2,37)
<i>10 a 15 años</i>						
Universitarios	8,1	1	13,0	1	21,2	1
2.º grado 2.º ciclo	13,0	1,60 (1,18-2,16)	17,6	1,35 (1,07-1,71)	31,0	1,46 (1,23-1,74)
2.º grado primer ciclo e inferiores	17,1	2,10 (1,60-2,76)	23,7	1,82 (1,47-2,25)	41,6	1,97 (1,68-2,30)
<b>Clase social</b>						
<i>5 a 9 años</i>						
Profesionales y directivos	8,0	1	11,2	1	15,2	1
Profesiones intermedias	8,4	1,04 (0,72-1,52)	16,0	1,43 (1,08-1,91)	17,5	1,15 (0,89-1,48)
Trabajadores manuales	13,3	1,66 (1,23-2,24)	21,2	1,89 (1,48-2,42)	29,9	1,96 (1,60-2,40)
<i>10 a 15 años</i>						
Profesionales y directivos	9,3	1	12,2	1	21,3	1
Profesiones intermedias	13,7	1,46 (1,11-1,93)	19,4	1,59 (1,25-2,00)	32,2	1,52 (1,28-1,79)
Trabajadores manuales	16,3	1,74 (1,37-2,23)	23,3	1,91 (1,55-2,35)	40,9	1,92 (1,66-2,23)

IC 95%: intervalo de confianza al 95%.

**Fuente:** Miqueleiz , y otros (2014)

En la tabla 2 podemos observar que los sujetos de categorías socioeconómicas inferiores son los que presentan la prevalencia más alta, llegando a superar la cifra del 40% en niños de 10 a 15 años en el consumo de bebidas azucaradas más de 3 veces por semana . La magnitud más baja en el consumo de comida rápida se observa en los niños de 5 a 9 años, la razón de porcentaje según el nivel de estudios y según la ocupación es 1,63 y 1,66, respectivamente. La magnitud

más alta se observa en el consumo de snacks en el grupo de 5 a 9 años según el nivel de estudios, cuya razón de porcentaje es 2,28.

**Tabla 3.** Prevalencia (en porcentaje) de niños y adolescentes que no desayunan o que hacen un desayuno insuficiente y razón de porcentajes según la posición socioeconómica del sustentador principal del hogar.

Posición socioeconómica del sustentador principal y edad	Mujeres		Varones	
	%	Razón de porcentajes (IC 95%)	Prevalencia (%)	Razón de porcentajes (IC 95%)
<b>Nivel de estudios</b>				
<i>5 a 9 años</i>				
Universitarios	2,9	1	9,4	1
2.º grado 2.º ciclo	8,3	2,86 (1,38-5,89)	12,9	1,37 (0,89-2,11)
2.º grado primer ciclo e inferiores	13,0	4,46 (2,25-8,85)	15,9	1,68 (1,14-2,49)
<i>10 a 15 años</i>				
Universitarios	5,1	1	7,9	1
2.º grado 2.º ciclo	7,8	1,55 (0,91-2,62)	16,6	2,11 (1,40-3,19)
2.º grado primer ciclo e inferiores	13,1	2,58 (1,62-4,13)	16,7	2,13 (1,44-3,16)
<b>Clase social</b>				
<i>5 a 9 años</i>				
Profesionales y directivos	5,4	1	10,7	1
Profesiones intermedias	12,5	2,32 (1,35-3,99)	14,9	1,40 (0,92-2,11)
Trabajadores manuales	9,5	1,77 (1,06-2,94)	14,0	1,31 (0,91-1,90)
<i>10 a 15 años</i>				
Profesionales y directivos	6,6	1	11,7	1
Profesiones intermedias	10,6	1,60 (1,02-2,51)	14,1	1,20 (0,84-1,72)
Trabajadores manuales	11,2	1,70 (1,13-2,54)	16,7	1,43 (1,04-1,95)

**Fuente:** Miqueleiz , y otros (2014)

Se observa en la tabla 3, que las categorías socioeconómicas superior muestra la menor prevalencia de ausencia de desayuno o de desayuno insuficiente mientras que la categoría socioeconómica interior muestra una prevalencia mayor. En niños la razón de porcentajes en el grupo perteneciente a familias con menor nivel de estudios con respecto a aquellas con estudios universitarios es 4,66 entre los 5 y 9 años y 2,58 entre los 10 y 15 años, en cambio los valores en niñas fueron 1,68 y 2,13, respectivamente. Las diferencias socioeconómicas en esta prevalencia son de mayor magnitud en niños que en niñas.

Los autores concluyeron que existe una asociación entre la posición socioeconómica del hogar y el consumo de alimentos no saludables en la población infantil y adolescente española, de manera similar en el grupo de 5 a 9 años y en el grupo de 10 a 15 años. Se determinó que los niños y adolescentes pertenecientes a hogares de posición socioeconómica alta y baja muestran inversamente, el menor y mayor porcentaje de un consumo no saludable.

Se realizó un estudio descriptivo, retrospectivo tipo serie de casos denominado “Diabetes tipo 2 en niños. Serie de casos”, donde se evidenciaron 32 niños y adolescentes con diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2. En los resultados obtenidos, el 68% de los casos estaba en estadio Tanner IV y V, lo cual es de gran importancia debido a la disminución fisiológica de la sensibilidad a la insulina que se presenta en la pubertad. Esto junto con otros factores favoreció la aparición de diabetes mellitus tipo 2. En cuanto a antecedentes de diabetes mellitus tipo 2 en el padre, la madre o ambos, el 43% lo tenía y el 85% de los casos presentaban acantosis nigricans. (Manrique Hurtado, Aro Guardia, & Pinto Valdivia, 2015)

Este patrón también se ve reflejado en el estudio realizado por Kao y otros (2016), en el que se menciona que la pubertad disminuye la sensibilidad a la insulina aproximadamente un 30%, por lo que se explica la ocurrencia de diabetes mellitus tipo 2 en la población adolescente en especial en aquellos con mayor susceptibilidad a esta.

Anderson, y otros (2016) concuerdan con los autores anteriores indicando que la pubertad es un factor que predispone a diabetes mellitus tipo 2, esto debido a su papel fisiológico el cual disminuye la sensibilidad a la insulina, lo cual se convierte en una etapa de elevado riesgo para aquellas personas con alta susceptibilidad. (Anderson, y otros, 2016)

Según Bell, y otros (2014) el estudio realizado en Estados Unidos permitió encontrar que el 60-70% de jóvenes afroamericanos entre los 10 y 19 años con diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2 provenían de hogares con muy bajos recursos.

El 60% de un total de 342 pacientes eran provenientes de áreas rurales y presentaban bajo nivel socioeconómico según lo observado por Brownell, y otros (2014). También en este grupo se encontró que el género femenino presentaba una tendencia aumentada, aproximadamente un 62% por encima del género masculino con diabetes tipo 2.

Contrario a lo expuesto por los autores Brownell y otros (2014), en china se demostró que hay un riesgo 1.49 veces mayor de padecer diabetes mellitus tipo 2 en los sujetos del área urbana respecto al área rural. El grupo estaba comprendido por 392 sujetos con edades comprendidas entre los 5 y los 19 años respectivamente, todos con diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2, el estudio realizado por Fei, y otros (2017) tuvo un seguimiento por un periodo comprendido de 7 años.

Lo anterior guarda relación con la mayor tendencia a la obesidad en china, en las personas que habitan en las zonas urbanas, en comparación con los habitantes de zonas rurales demostrado por Sun, Ma, Han, Pan, & Xu (2014). El seguimiento se hizo durante un periodo de 25 años, específicamente entre 1985 y 2010, en niños y adolescentes de escuelas primarias, con edades que iban de los 7 a los 18 años.

Alonso Blanco, y otros (2013), en su artículo denominado: “Influencia étnica en la prevalencia de síndrome metabólico en la población pediátrica obesa”, denotaron el alto riesgo de diabetes mellitus tipo 2 y obesidad. Se valoraron a 616 niños y adolescentes obesos hispanos y caucásicos, de los cuales 142 correspondían a la población hispana y 474 a la población caucásica.

Para el estudio se establecieron los siguientes criterios de inclusión:

- Existencia de obesidad, definida por un índice de masa corporal mayor o igual a dos desviaciones estándar para la edad y sexo según las tablas españolas de Hernández, que no fuese secundaria a patología orgánica conocida.
- Origen hispano o caucásico.
- Ausencia de patología endocrinológica conocida.

**Tabla 4.** Características clínico-analíticas en población pediátrica obesa globales y por grupos étnicos.

	Total n = 616	Caucásicos n = 474	Hispanos n = 142	p
Edad (años)	11,03 ± 2,8	11,2 ± 2,8	10,4 ± 2,8	ns
Sexo (% mujeres)	47,8	52	55	ns
Puberales (%)	50,9	50	54	ns
IMC ± DE	3,85 ± 1,8	3,8 ± 1,8	4,1 ± 1,7	ns
SM (%)	18,9	15,5	30,5	< 0,001
PA (% > p90)	23,3	24,47	19,3	ns
HDL (< 40 mg/dl) (%)	27,4	23	45	0,001
TG (> 110 mg/dl) (%)	19,6	15,1	34,8	
AMH (%)	7,9	8	7,8	ns
AGA/ATG/AIG/DM (%)	4,1/3,4/2,1/0,6	4,6/2,7/2,5/0,6	2,2/5,8/0,7/0,7	ns
HbA <sub>1c</sub>	5,3 ± 2,3%	5,2 ± 0,4%	5,8 ± 0,4%	0,002
Acantosis (%)	33,6	25	62	< 0,001
HOMA-IR	2,7 ± 2,1	2,56 ± 2,1	3,01 ± 2,4	0,003
Insulinorresistencia (acantosis y/o HOMA-IR > p95) (%)	45	42,3	58,6	0,002
GOT (U/l)	22,7 ± 9,7	20,5 ± 9,8	31,21 ± 28,9	< 0,001
GGT (U/l)	22,9 ± 16,8	16,07 ± 5,94	23,22 ± 21,44	< 0,001
Esteatosis hepática (%)	26,4	25,74	30,66	ns
Historia familiar SM (%)	85,4	87	78	
				0,013
Mejoría IMC ≥ 0,5 DE al año (%)	21	22,5	9,2	ns

**Fuente:** Alonso Blanco, y otros (2013)

Como se observa en la tabla 4, la insulino resistencia estuvo presente en el 58,6% de los hispanos y 42,86% de caucásicos, la presencia de síndrome metabólico en el 30,5% de los hispanos y 15,5% de los caucásicos, el HDL menor a 40mg/dl estuvo en el 23% de caucásicos y 45% de hispanos, se presentó hipertrigliceridemia en 15% de caucásicos y 35% de hispanos, la presencia de insulinorresistencia con expresión clínica de Acantosis Nigricans se observó en el

62% de hispanos y 25% de caucásicos, la historia familiar de síndrome metabólico, diabetes mellitus, dislipidemia, hipertensión arterial y enfermedad cardiovascular estuvo en el 87% de caucásicos y 78% de hispanos, que podría explicarse por el menor nivel sanitario en los países hispanos con su consecuente falta de diagnóstico.

Con este estudio se deduce que los componentes del síndrome metabólico, los factores de riesgo cardiovascular y el riesgo para desarrollar diabetes mellitus tipo 2 independientemente del grado de obesidad es mayor en la población pediátrica hispana, mostrando a su vez una relación importante de la genética en esta población.

En Arabia Saudita se reclutaron 159 estudiantes conocidos sanos, con edades comprendidas entre los 12 y los 17 años, los cuales provenían de dos escuelas diferentes, 96 miembros de la primera y 63 de la segunda, con la finalidad de comparar a los estudiantes de ambas escuelas, respecto a su exposición a campos de radiación electromagnética en los últimos 2 años, donde en la primera escuela existió una exposición mayor a este tipo radiación (9601 nW/cm<sup>2</sup> contra 1909 nW/cm<sup>2</sup>), y así lograr ver la influencia de esta en el desarrollo de factores de riesgo para la diabetes mellitus tipo 2 en esta población de menores. (AlQasem, y otros, 2015)

Acabado el estudio, se demostró la existencia de niveles alterados de hemoglobina glicosilada ( $\geq 5.6\%$ ) en 30 estudiantes miembros de la escuela expuesta a mayores niveles de radiación, contra 17 de la otra escuela, y además se mantenía un promedio de hemoglobina glicosilada más alta en comparación con la escuela expuesta a menores niveles de radiación (5.4% vs 5.3%).

Durante el 2013 se publicó un artículo el cual se basaba en niños y jóvenes de 10-19 años de edad, indicando que en Estados Unidos la diabetes mellitus tipo 2 varía en dependencia de la etnicidad, donde hay un riesgo mayor en la población nativa americana (76%), afroamericanos

(33%), isleños americanos (40%) e hispanoamericanos (22%), en comparación con otras poblaciones. Se menciona que las mujeres son de 1.3 a 1.7 más propensas a desarrollar diabetes mellitus tipo 2 durante la niñez, en comparación con los varones. (Ramkumar & Tandon, 2013)

Igualmente se indica que el riesgo de padecer diabetes mellitus tipo 2 es de un 40% si está presente en un padre del niño, y aumenta a un 60% si está presente en ambos padres del niño, si es el caso de gemelos si uno es afectado, hay un 90% de posibilidades de que el otro también padezca diabetes mellitus tipo 2.

Según Montgomery, Johnson, & Ewell (2015) el 60% del total de los niños evaluados, tenían 2 o más factores de riesgo para desarrollar la enfermedad. Los factores de riesgo evaluados incluían antecedentes étnicos, antecedentes familiares, índice de masa corporal, presión arterial, colesterol, nivel de glucosa y presencia de acantosis nigricans. El seguimiento se mantuvo por 6 años, se tomaron en cuenta 1019 niños de entre 4 y 5 años de edad provenientes de una escuela pública; del total de niños, un 84.5% eran afroamericanos.

El factor que más se presentó fue la etnicidad en un 87.4%, esto quizá debido a la gran presencia de afroamericanos, los cuales son considerados de riesgo para desarrollar diabetes mellitus tipo 2. Otros factores de suma importancia fue el antecedente familiar de diabetes mellitus tipo 2 el cual se presentó en un 31.4% de los estudiados, y sobrepeso/obesidad los cuales estuvieron en el 31.1% de la población analizada. Cabe destacar que 3 niños tenían valores de glicemia superiores a 200mg/dl en una glicemia al azar.

En México durante el año 2014 se analizaron 264 jóvenes de entre 12 y 18 años de edad, donde se les evaluaron ciertos factores como el índice de masa corporal, antecedentes familiares de diabetes mellitus tipo 2, antecedente materno de diabetes gestacional, bajo peso al nacimiento,

acantosis nigricans e hipertensión arterial. (Cárdenas Villarreal, Miranda Félix, Flores Peña, & Cerda Flores, 2014)

Finalizado el análisis se reportó que cerca de casi un 24% de los jóvenes estudiados presentaban 2 factores de riesgo, y 45.1% de total tuvieron por lo menos un factor de riesgo para la enfermedad, donde el antecedente familiar de diabetes mellitus tipo 2 fue el factor más importante, estuvo presente en casi el 76% de los estudiados, seguidos de otros factores como sobrepeso/obesidad en el 26.5%, y acantosis nigricans presente en el 27% también relevantes en el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 en esta población.

Arslanian, y otros (2016) realizaron un estudio que tardó alrededor de 5 años, con la idea de encontrar la relación de estos jóvenes con diabetes mellitus tipo 2, con factores de riesgo como los antecedentes paternos de diabetes, y antecedente materno de diabetes tanto durante como después del embarazo. Fue realizado a 632 niños y adolescentes, con edad comprendidas entre los 10 y los 17 años, con diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2.

Se llegó a demostrar que los jóvenes con el antecedente materno de diabetes durante el embarazo, presentaron o tuvieron diagnósticos más tempranos de diabetes mellitus tipo 2 (aproximadamente 0.6 años antes en promedio), en comparación con los que no poseen ese antecedente materno de diabetes durante el embarazo. Así mismo presentaban niveles más elevados de hemoglobina glicosilada (0.3% más alta en promedio) y una función mucho más disminuida de las células beta, en comparación con los que no tenían ese antecedente durante el embarazo de diabetes.

## **Factores Ambientales**

Según Aro et al (2015) la media del índice de masa corporal estuvo en 32, evidenciando que la diabetes se desarrolló mayoritariamente en la población que presentaba sobrepeso u obesidad, específicamente la obesidad con una frecuencia del 46,9% y el sobrepeso del 31,3%; la obesidad es claramente un factor que contribuyo significativamente al desarrollo de la resistencia a la insulina.

Resultados similares encontraron Bach Oester, Tonsgaard Kloppenborg, Olsen, & Johannesen (2015) al encontrar que de los 7 pacientes menores de 16 años con diagnóstico de diabetes tipo 2, seis presentaban obesidad y uno sobrepeso.

Los autores mencionan en su estudio que en Dinamarca se han hecho estudios en población adolescente entre los 14-16 años, de 1947 al 2003, donde se nota un aumento en lo que respecta a sobrepeso y obesidad. Del grupo de sobrepeso el 11% eran mujeres y el 13% varones. En cuanto al grupo de obesos el 3% eran mujeres y el 2% varones.

Fazeli Farsani, Van der Aa, Knibbe, De Boer, & Van der Vorst, 2015 analizaron a 86 pacientes con insulino resistencia cuantificada con la evaluación del modelo de homeostasis de resistencia a la insulina  $\geq 3.4$  puntos, con el fin de analizar a niños con diagnóstico de sobrepeso y obesidad y ver su evolución desde que fueron diagnosticados y se ingresaron a un programa de intervención de estilo de vida. Este programa se componía de entrenamiento físico semanal supervisado, terapia conductual, y varias sesiones con un dietista durante un período de 18 semanas. Aunque todos los niños son referidos al programa de intervención de estilo de vida, no había información exacta sobre la participación o la finalización del programa.

El seguimiento se dio por 3 años en algunos niños y en otros el seguimiento fue menor a este. Como resultados se observó que pese a que ningún niño desarrolló diabetes en ese tiempo, se seguía notando después del tiempo un aumento en el índice de masa corporal, lo cual aumentaba las probabilidades de que en algún momento estos niños desarrollaran diabetes tipo 2.

En el hospital de Holanda se estudiaron a 311 niños con obesidad durante el periodo de tiempo comprendido entre el 2006-2009. Los niños seleccionados para su inclusión, tenían datos disponibles en mediciones antropométricas (altura y peso), y una prueba de tolerancia oral a la glucosa incluyendo valores de glucosa plasmática en ayunas y de insulina. (De Boer, y otros, 2014)

La prueba de tolerancia oral a la glucosa se realizó al menos 8 horas antes de la prueba con 1,75 g de glucosa por kilogramo de peso corporal (máximo 75 g de glucosa en 300 ml de agua). Se extrajo una muestra de sangre de referencia para valores de glucosa e insulina en ayunas. Una segunda muestra de sangre para la glucosa en plasma se elaboró 120 minutos después de la ingesta de glucosa. Se detectaron 5 casos de diabetes mellitus tipo 2, 16 casos de intolerancia a la glucosa, y 93 casos de insulino resistencia.

Un estudio hecho en Canadá por Barnett, y otros (2016) demostró la importancia de la actividad física para reducir el desarrollo de obesidad y así mismo el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 por acción del sedentarismo, el cual puede actuar de manera negativa en la secreción y sensibilidad de la insulina. Se les hizo cambios en el estilo de vida diario a un grupo de 564 niños con historia familiar de obesidad y se les dio seguimiento durante 2 años. Se logró determinar al finalizar los 2 años, que más de la mitad lograron mantener un peso normal, mientras que un 20% desarrollaron sobrepeso y otro 20% obesidad.

Según Brownell et al (2014) en su estudio los pacientes con diabetes tipo 2 al momento del diagnóstico, mostraron una característica importante como lo es la presencia de un índice de masa corporal elevado, siendo la obesidad el factor más prevalente en ese grupo de pacientes. A su vez menciona que hubo un 16% de los pacientes estudiados cuya madre presentó diabetes gestacional.

Ekwaru, y otros (2016) realizaron un estudio con el fin de analizar los hábitos dietéticos y la actividad física en estudiantes de una escuela secundaria durante 2 años, donde participaron 448 alumnos con una edad promedio de 12.5 años.

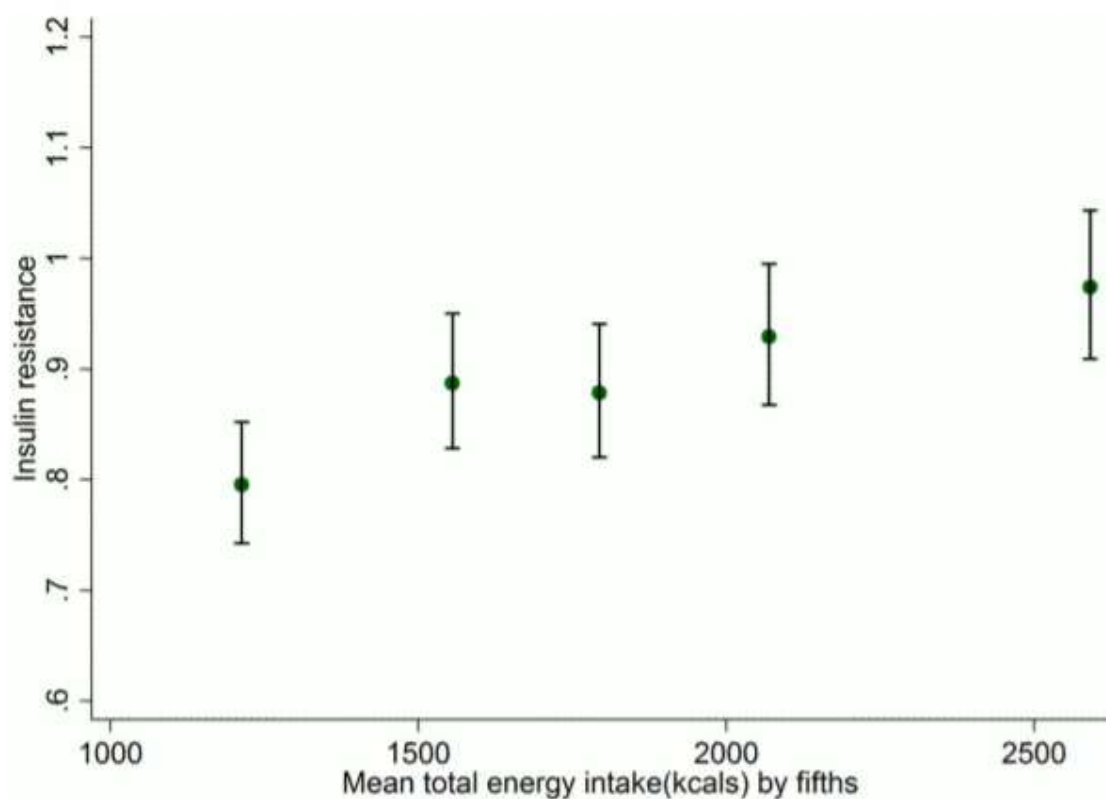
Según el análisis en este grupo de estudiantes, el consumo de frutas y vegetales fue en promedio muy disminuido, así mismo el consumo de grasas fue muy por arriba del límite recomendado por día y apenas un 40% de la población en estudio, cumplió la recomendación que se estableció de 60 minutos al día de actividad física.

Tras 2 años de seguimiento se logra concluir que estos descontrolados en la dieta como el elevado consumo de grasas o reducido consumo de frutas y vegetales, así como la reducida actividad física, son factores que llevan a cambios desfavorables como lo son el aumento en la circunferencia abdominal y disminución de la sensibilidad a la insulina. Todos estos cambios mencionados contribuyen altamente a un desarrollo de diabetes tipo 2 en esta población estudiantil analizada, sino se llega a imponer cambios en el estilo de vida.

Según Ambrosini, y otros (2014) existe una fuerte asociación entre la alta ingesta diaria y el grado de resistencia a la insulina y aumento en el índice de masa corporal. Este comportamiento de los niños de aumentar la ingesta de calorías, puede explicar la emergente diabetes mellitus tipo 2 en este grupo de la población.

En total participaron 2017 niños entre los 9 y 10 años de edad respectivamente. Se utilizó la toma de medidas antropométricas, glucosa en ayunas, hemoglobina glicosilada, la determinación de resistencia a la insulina y un recordatorio de 24 horas el cual consiste es una descripción detallada de todas las bebidas y alimentos de la dieta 24 horas antes de la consulta.

**Figura 1.** HOMA resistencia a la insulina por quintas partes de la energía total media en todos los participantes (2017 niños)



**Fuente:** (Ambrosini, y otros, 2014)

Como se observa en la figura 1, los niveles de resistencia a la insulina van aumentando según la ingesta calórica que se reciba; es decir que mientras más cantidad de energía ingieran los niños, mayor será el grado de resistencia a la insulina y mayor su probabilidad de desarrollar diabetes mellitus tipo 2.

El contenido del desayuno tiene un papel en el desarrollo de los factores de riesgo, según Cook, y otros (2014) los desayunos con alto contenido de fibra muestran menores niveles de resistencia a la insulina comparado con desayunos bajos en fibra o basados en pan, galletas y otros. El hecho de no desayunar diariamente favorece el desarrollo de niveles mayores de resistencia a la insulina posiblemente por que en el transcurso del día obtienen energía de otros alimentos con mucho mayor contenido en grasas y por ende aumentan su susceptibilidad de padecer diabetes mellitus tipo 2.

Es importante saber cuál es el nivel de riesgo que tienen los niños y adolescentes de desarrollar la enfermedad, tal y como lo plantean Basha, y otros (2016) en un estudio realizado en estados unidos donde se examinaron a un grupo de 149 niños, ninguno con el diagnostico de diabetes mellitus tipo 2, para enumerar los factores de riesgo conocidos por su papel importante con el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2, tales como el índice de masa corporal por arriba del percentil 85, presión arterial elevada, acantosis nigricans, historia familiar de diabetes tipo2 y etnias conocidas por su mayor riesgo a la enfermedad.

Los niños fueron agrupados en alto y bajo riesgo de desarrollar la enfermedad, de acuerdo al número de factores que estos tuvieron presentes. Más de 3 factores de riesgo determinaban en riesgo elevado y menos de 3 factores el riesgo disminuido.

Resultado del estudio se encontró que del total de niños un 60% se encontró en el grupo de alto riesgo para desarrollar la enfermedad, donde un índice de masa corporal elevado, la etnicidad y la historia familiar de diabetes fueron los factores más predominantes en este grupo de niños. La mayoría de estos niños eran pertenecientes a un nivel o estado socioeconómico bajo. Además 16 niños del total tenían niveles de glicemia en valores de prediabetes.

En los últimos años se ha estudiado la relación de la diabetes mellitus tipo 2 con los medicamentos antipsicóticos en especial los atípicos, donde en la población adulta se ha llegado a comprobar que estos son un factor que incrementa el riesgo de padecer la enfermedad en estos pacientes, debido a los efectos metabólicos que estos fármacos posee. (Bobo, y otros, 2013)

Se realizó un estudio tipo cohorte en Tennessee con datos obtenidos de un hospital estatal. Se incluyeron a niños y jóvenes que iniciaban recientemente la terapia antipsicótica. Se realizó el seguimiento en los años de 1996 al 2007. Entre los diagnósticos más comunes por el cual se daba uso de antipsicóticos estaban los trastornos del ánimo, seguido por el trastorno por déficit de atención e hiperactividad, siendo los fármacos mayormente usados, los del tipo atípicos, en mayoría de casos la risperidona.

Efectivamente se demostró que hay un riesgo aumentado en este grupo de pacientes al uso de estos fármacos antipsicóticos con el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 y este riesgo era alrededor de 3 veces superior para diabetes tipo 2, siendo su pico máximo durante el primer año de uso de antipsicóticos. Este riesgo puede aumentar si las dosis acumuladas del fármaco son incrementadas, resaltando además que el riesgo persistía aun por más de un año de suspenderse la terapia antipsicótica.

Blumenschein, Sohn, Moga, & Talbert (2015) elaboraron una investigación similar donde se incluyeron 403 345 niños y adolescentes de 4 a 18 años de los cuales 6510 eran usuarios de antipsicóticos atípicos, principalmente la risperidona y se les dio un seguimiento de alrededor de 3 años para evaluar los cambios que se presentáran en ellos.

Se compararon dos grupos, uno contaba con aquellos pacientes que usaban antipsicóticos atípicos y otro quienes no eran usuarios de este tipo de fármaco, para así comparar el impacto de la diabetes tipo 2 en estas poblaciones dentro de los 6 meses siguientes al inicio de la

medicación. El ingreso familiar por año, tenía cierto impacto, ya que el número de usuarios de antipsicóticos aumentaba en los niños o adolescentes pertenecientes a familias con ingresos anuales bajos.

De los dos grupos 64 personas desarrollaron diabetes tipo 2 donde 27 eran usuarios de antipsicóticos atípicos y 37 no usaban el fármaco. Hay que rescatar que debido a que el porcentaje de personas usuarias de antipsicóticos era relativamente menor al que no usaba el fármaco, es notorio que el porcentaje de impacto es mayor en la población usuaria del fármaco. También se observó que los usuarios de antipsicóticos atípicos tenían una tendencia mayor a ser obesos y cardiópatas.

Apoyando esta teoría, en Dinamarca en el año 2014 se hizo el mismo análisis con un grupo 48 299 niños y adolescentes, cada uno con diferentes diagnósticos psiquiátricos. Del total de niños y adolescentes 7253 usaban antipsicóticos atípicos, de estos 52 sujetos desarrollaron diabetes tipo 2, para dar un riesgo absoluto del 0,72%. Mientras que los que no usaban antipsicóticos eran un total de 41 046 pacientes, de los cuales 11 desarrollaron diabetes tipo 2 para un riesgo absoluto del 0,27%, argumentando así que existe un riesgo mucho mayor para padecer diabetes mellitus tipo 2 en aquellos pacientes que usaban medicamentos antipsicóticos en comparación con los que no los usaban. (Bisgaard, y otros, 2014)

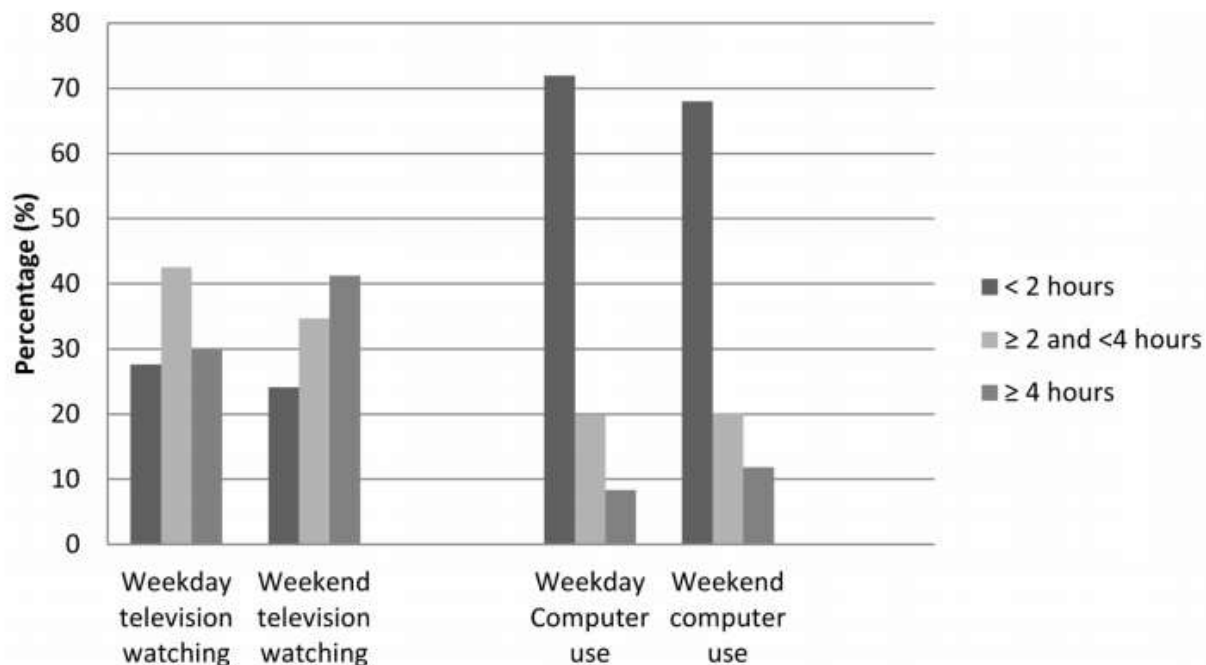
Coelho Damasceno, y otros (2014) con la finalidad de ver cuáles son los factores de riesgo predominantes para el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2, efectuaron una investigación donde se analizaron en total 702 estudiantes colegiales, en un periodo comprendido de 2010 a 2011.

Del grupo en estudio, 237 sujetos eran menores de 19 años, en los que se estudiaron diversos factores de riesgo para diabetes mellitus tipo 2, donde se determinó que el factor de

riesgo de mayor prevalencia en este grupo era el sedentarismo (70.6%), este seguido del sobrepeso y obesidad (22.8%) conocidos por su papel importante en el desarrollo de la enfermedad. Además se llegó a encontrar como dato importante, el 13.8% del total de jóvenes menores de 19 años, presentaron en una toma en ayunas, niveles de glucosa por encima de 100mg/dl.

En Estados Unidos durante el 2015, se procedió a hacer un estudio con el objetivo de analizar el efecto que presenta el tiempo destinado a ver televisión sobre los valores de hemoglobina glicosilada, esto en un grupo de jóvenes con una edad media de 15 años. En total se analizaron 228 jóvenes, de los cuales 139 eran mujeres y 89 eran hombres, todos con un diagnóstico clínico de diabetes mellitus tipo 2, a quienes mediante un cuestionario se les indagaba sobre su tiempo durante la semana dedicado a ver televisión, dándoles seguimiento durante 5 años. (Beech, y otros, 2015)

**Gráfico 1.** Frecuencia de ver la televisión y el uso del ordenador entre los jóvenes con diabetes tipo 2 en la visita inicial: la búsqueda de la diabetes en la juventud 2002-2005.



**Fuente:** Beech, y otros (2015)

Como se demuestra en el gráfico 1, durante los fines de semana un 42% los jóvenes ven televisión más de 4 horas al día, mientras que el ordenador fue bajo, es utilizado menos de 2 horas entre el 68 y 72% de los jóvenes, independientemente si es fin de semana o no.

Al cabo de los 5 años del estudio, se observó que los jóvenes que pasaron más tiempo viendo televisión presentaron mayores aumentos en la hemoglobina glicosilada (un aumento en promedio de 2.16%) respecto aquellos jóvenes que pasaban menos tiempo viendo televisión o bien disminuyeron su tiempo destinado al televisor ( un aumento en promedio de 1.06%), lo cual deja en evidencia el grado importante de afectación de este factor sobre los niveles de hemoglobina glicosilada.

Según Tieh & Dreimane (2014) los niños y adolescentes con más riesgo de padecer la enfermedad son aquellos con sobrepeso u obesidad, además de los que poseen antecedentes familiares de diabetes mellitus tipo 2. (Tieh & Dreimane, 2014)

Fufaa, y otros (2016) estudiaron a un grupo de personas entre 5 y 19 años, no diabéticos, en una comunidad de indios en Arizona, con la finalidad de encontrar aquellos factores de riesgo que llevan a esta población al desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 durante un análisis el cual se llevó a cabo de 1965 a 2007.

De 5532 indios Pima analizados, 1281 niños y adolescentes desarrollaron diabetes mellitus tipo 2, donde se llegó a determinar que la enfermedad era más predominante en aquellos miembros de ese grupo estudiado, los cuales eran obesos en comparación con los que no tenían obesidad.

La obesidad es el factor más importante, y el que más está presente en la población juvenil que recibe el diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2. Se encuentra entre un 80-92% de los casos, además un 84% de los jóvenes con la enfermedad tienen antecedentes familiares de diabetes mellitus tipo 2. En cuanto a etnicidad se reporta un riesgo más elevado de diabetes mellitus tipo 2 durante la niñez o adolescencia en aquellos de origen japonés, afroamericanos, hispanos, y nativos americanos. ( Idris y colaboradores, 2014)

Un analisis análogo ejecutado por Temneanu, Trandafir, & Purcarea (2016) en rumania, determina que la obesidad es el factor de riesgo más importante para la enfermedad, y el cual puede incrementarse aún más si se poseen factores de riesgo como la historia familiar de diabetes mellitus tipo 2. Otro dato importante es que la enfermedad es más comúnmente diagnosticada entre los 13-14 años de edad, con un inicio más temprano en las mujeres, esto explicado por la pubertad, y su consecuente disminución de la sensibilidad a la insulina.

En un análisis de fuentes bibliográficas, realizado en Bolivia, se llegó a la conclusión de que para la diabetes mellitus tipo 2 hay ciertos factores que juegan un papel preponderante para su desarrollo en niños y adolescentes, en donde se establece el sobrepeso (IMC entre los percentiles 85-95 para edad y sexo) y la obesidad (IMC por encima del percentil 95 para edad y sexo), añadido a estos también se encuentran los antecedentes familiares de diabetes mellitus tipo 2, como factores de suma importancia en el desarrollo de la enfermedad. (Hayes Dorado, 2014)

De manera similar Kao et al (2016), llegan a la conclusión de que el creciente aumento en el número de casos de diabetes mellitus tipo 2 en niños y adolescentes, está íntimamente relacionado con el incremento que ha tenido la obesidad en este grupo de la población.

## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### Conclusiones

- ☉ Indagar sobre los factores sociodemográficos relacionados con la aparición de diabetes mellitus tipo 2

La pubertad constituye un riesgo a tomar en cuenta, debido a que presenta un proceso fisiológico donde la sensibilidad a la insulina esta disminuida lo que se traduce en resistencia a la insulina. El género femenino mostro dominancia sobre el género masculino en el diagnóstico de diabetes tipo 2

El bajo ingreso familiar anual tuvo impacto en los pacientes diabéticos tipo 2, se observó que niños y adolescentes de bajos recursos mostraban un aumento en el uso de antidepresivos, a su vez muchos de estos pacientes provenían de las áreas rurales.

El área urbana mostro una mayor prevalencia para el desarrollo de obesidad y consecuentemente en el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 en niños y adolescentes en comparación con las zonas rurales.

- ☉ Recopilar datos actuales sobre los factores genéticos relacionados con la aparición de diabetes tipo 2.

Los patrones genéticos, sin duda alguna son un factor predisponente de gran importancia, la mayoría de los pacientes diagnosticados tenían antecedentes en su familia, y es de suma importancia recalcar que si no existe un control, un cuida en los estilos de vida, este factor de

riesgo añadido a otro como la obesidad, llevan a un riesgo altamente significativo de diabetes mellitus tipo 2

Ciertas razas muestran mayor susceptibilidad hacia la enfermedad. Por ejemplo la población pediátrica hispana obesa muestra una tendencia sumamente mayor frente a la población pediátrica caucásica con el mismo grado de obesidad de presentar la enfermedad, mostrando un mayor riesgo. También ciertas razas tienen más susceptibilidad de contraer la enfermedad como los indios de Pima, o los afroamericanos.

- ⊙ Sintetizar información de artículos originales sobre la influencia de los factores ambientales relacionados con la aparición de diabetes tipo 2.

Existe una interacción de múltiples factores que potencian los malos hábitos en el estilo de vida y que se hacen cada vez más común encontrarlos en los hogares. Entre los factores encontrados se encuentran el índice de masa corporal elevado, la obesidad y el sobrepeso, la reducida actividad física, la resistencia a la insulina, el uso de medicamentos antipsicóticos atípicos que cada vez se aumenta más su uso por el diagnóstico frecuente en trastornos psiquiátricos, antecedentes de diabetes gestacional en la madre, bajo consumo de frutas y vegetales, disminución en la ingesta de fibra en la dieta y el consumo de grasas que superan el límite recomendado diario.

En torno al sobrepeso y a la obesidad, a nivel mundial es un problema que ha ido incrementando progresivamente, y que lamentablemente son pocas las acciones realizadas, los malos hábitos y estilos de vida han llevado a la población mundial en este caso niños y adolescentes a renunciar a la actividad física y a mantener dietas inadecuadas, lo que como resultado ha traído ese aumento de pacientes con sobrepeso y obesidad, lo cual como consecuencia lleva al desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 a edades muy tempranas.

La frecuencia de ver la televisión más de cuatro horas al día, acompañado de mala alimentación, mostró un impacto negativo importante en los valores de hemoglobina glicosilada, donde se observó un aumento de sus valores de 2.16% en estos adolescentes.

En esta revisión se observó que la interacción de los factores sociodemográficos y genéticos con los factores ambientales, son efectivamente potenciales para el desarrollo de la diabetes mellitus tipo 2, pero afortunadamente si se logran detectar y se intervienen a tiempo muchos de estos niños no avanzan al diagnóstico de diabetes.

## **Recomendaciones**

- Mejorar las estrategias para la prevención de la enfermedad por parte de todo el personal de salud y en las comunidades en general.
- Educar a los padres sobre la importancia de incluir una buena alimentación y ejercicio físico a los niños desde pequeños.
- Incorporar los exámenes de laboratorio en los niños y adolescentes de alto riesgo para evitar la evolución de la enfermedad o para detectar tempranamente la diabetes tipo 2 e intervenir adecuadamente.
- Implementar medidas más saludables en todos los comedores escolares del país.

## Referencias Bibliográficas

- Alberti, G., Zimmet, P., Shaw, J., Bloomgarden, Z., Kaufman, F., & Silink, M. (2004). Type 2 diabetes in the young: the evolving epidemic. *Diabetes Care*.
- Alonso Blanco, M., Enes Romero, P., Cano Gutierrez, B., Alvarez Gil, N., Martín Frías, M., & Barrio Castellanos, R. (2013). Influencia étnica en la prevalencia de síndrome metabólico en la población pediátrica obesa. *Anales de Pediatría*, 75-80.
- AlQasem, Y., Meo, S. A., Alsubaie, Y., Almubarak, Z., Almutawa, H., & Hasanato, R. M. (2015). Association of Exposure to Radio-Frequency Electromagnetic Field Radiation (RF-EMFR) Generated by Mobile Phone Base Stations with Glycated Hemoglobin (HbA1c) and Risk of Type 2 Diabetes Mellitus. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14519-14528.
- Ambrosini, G., Donin, A., Nightingale, C., Owen, C., Rudnicka, A., Jebb, S., . . . Whincup, P. (2014). Dietary energy intake is associated with type 2 diabetes risk markers in children. *Diabetes Care*, 116-123.
- American Diabetes Association. (2012). Diagnóstico y Clasificación de la Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*, 1-35.
- Anderson, b., Nadeau, K., Berg, E., Chiang, J., Chou, H., Copeland, K., . . . Zeitler, P. (2016). Youth-Onset Type 2 Diabetes Consensus Report: Current Status, Challenges, and Priorities. *Diabetes Care*, 1635–1642.
- Arguedas, C., & Hasbum-Fernández, B. (2009). Diabetes tipo 2 en menores de 20 años en Costa Rica. *ALAD*.

Arnold Rodríguez, M., Arnold Domínguez, Y., Alfonso Hernández, Y., Villar Guerra, C., & González Calero, T. M. (2012). Pesquisaje y prevención de la diabetes mellitus tipo 2 en población de riesgo. *Revista Cubana de la higiene y epidemiología*, 380-391.

Arslanian, S., Bacha , F., Saad , R., & Gungor , N. (2005). Does adiponectin explain the lower insulin sensitivity and hyperinsulinemia of african-american children? *Pediatric Diabetes*.

Arslanian, S., Bacha, F., Saad , R., & Gungor, N. (2004). *Diabetes Care*.

Arslanian, S., Chernausek, S., Caprio, S., Copeland, K., El ghormli, L., Kelsey, M., . . . Wilfley, D. (2016). Relationship Between Parental Diabetes and Presentation of Metabolic and Glycemic Function in Youth With Type 2 Diabetes: Baseline Findings From the TODAY Trial. *Diabetes Care*, 110–117.

Arslanian, S., Danadian , K., Balasekaren, G., Lewy, V., Mesa, M., & Robertson, R. (1999). Insulin sensitivity in african-american children with and without family history of type 2 diabetes. *Diabetes Care*.

Arslanian, S., Danadian, K., Lewy, V., & Witchel , S. (1999). Early metabolic abnormalities in adolescents with polycystic ovarian syndrome (PCOS). *Pediatric research*.

Arslanian, S., Saad, R., Lewy, V., Danadian, K., & Janosky, J. (2002). Hyperinsulinemia in african american children: decrease insulin clearance and increased insulin secretion and its relationship to insulin sensitivity. *Diabetes Care*.

Bach Oester, I. M., Tonsgaard Kloppenborg, J., Olsen, B. S., & Johannesen, J. (2015). Type 2 diabetes mellitus in danish children and adolescents in 2014. *Pediatric Diabetes*, 1-6.

- Barnett, T., Henderson, M., Benedetti, A., Mathieu, M. E., Deladoey, J., & Gray-Donald, K. (2016). Influence of adiposity, physical activity, fitness and screen time on insulin dynamics over 2 years in children. *JAMA Pediatrics*, 227-235.
- Barrio, R., & Purificación, R. (2013). Diabetes tipo 2 en población pediátrica española: cifras, pronóstico y posibilidades terapéuticas. *Elsevier Doyma*, 27-35.
- Barrio, R., López-Capapé, M., Colina, E., Mustreles, C., & Alonso, M. (2005). Obesidad y síndrome metabólico en la infancia. *Endocrinología y nutrición*, 65-74.
- Basha, R., Habiba, N., Fulda, K., Shah, D., Nguyen, B., Fernando, S., . . . Bowman, P. (2016). Correlation of lipid profile and risk of developing type 2 diabetes mellitus in 10-14 year old children. *Cellular Physiology and Biochemistry*, 1695-1704.
- Beech, B., Li, C., Crume, T., D'Agostino, R., Dabelea, D., Kaar, J. L., . . . Merchant, A. T. (2015). Longitudinal association between television watching and computer use and risk markers in diabetes in the SEARCH for Diabetes in Youth Study. *Pediatric Diabetes*, 382-391.
- Bell, R., Hamman, R., Dabelea, D., D'Agostino Jr, R., Dolan, L., Imperatore, G., . . . Saydah, S. (2014). The SEARCH for Diabetes in Youth Study: Rationale, Findings, and future directions. *Diabetes care*, 3336-3344.
- Bisgaard, C., Ernst Nielsen, R., Frahm Laursen, M., Ditte Lammers, V., Jakobsen, H., Steinhausen, H.-C., & Correll, C. (2014). Risk of diabetes in children and adolescents exposed to antipsychotics. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 1-2.
- Blumenschein, K., Sohn, M., Moga, D. C., & Talbert, J. (2015). Atypical antipsychotic initiation and the risk of type II diabetes in children and adolescents. *Pharmacoepidemiology and drug safety*, 583-591.

- Bobo, W., Cooper, W., Stein, M., Olfson, M., Graham, D., Daugherty, J., . . . Ray, W. (2013). Antipsychotics and the risk of type 2 diabetes mellitus in children and youth. *JAMA Psychiatry*, E1-E9.
- Broo, K., Hidmarsh, P., Di Silvio, L., Pringle, P., & Kurtz, A. (1988). Changes in serum insulin concentration during puberty and their relationship to growth hormone. *Clinical Endocrinology*.
- Brownell, M. D., Dart, A. B., Martens, P. J., Rigatto, C., Dean, H., & Sellers, E. (2014). Earlier Onset of Complications in Youth with type 2 Diabetes. *Diabetes care*, 436-443.
- Burrows A, R., Gattas Z, V., Leiva B, L., Barrera A, G., & Burgueño A, M. (2001). Características biológicas, familiares y metabólicas de la obesidad infantil y juvenil. *Revista médica de Chile*, 1155-1162.
- Calzada, L., Esquivel, V., Suárez de Ronderos, P., Sandí, L., & Ureña, J. (2002). Factores de Riesgo Cardiovascular en un grupo de niños escolares obesos Costarricenses. *Acta pediátrica costarricense*, vol.16 n.1.
- Cárdenas Villarreal, V. M., Miranda Félix, P. E., Flores Peña, Y., & Cerda Flores, R. (2014). Factores de riesgo en adolescentes para el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2. *Revista De Enfermería Del Instituto Mexicano Del Seguro Social*, 73-79.
- Coelho Damasceno, M. M., Soares Lima, A. C., Moura Araújo, M. F., Freire de Freitas, R. W., Zanetti, M. L., & De Almeida, P. C. (2014). Risk factors for Type 2 Diabetes Mellitus in college students: association with sociodemographic variables. *Revista Latinoamericana De Enfermagem*, 484-490.
- Conget, I. (2002). Diagnóstico, clasificación y patogenia de la diabetes mellitus. *Revista Española de Cardiología*, 528-535.

- Cook, D., Donin, A., Nightingale, C., Owen, C., Rudnicka, A., Perkin, M., . . . Whincup, P. (2014). Regular breakfast consumption and type 2 diabetes risk markers in 9-to 10-year-old children in the child heart and health study in England (CHASE): A cross-sectional analysis. *PLOS Medicine*, 1-12.
- Cooper, C. (1994). Reflexión sobre obesidad. *Pediatría* .
- Crespo, I., Belzusarri, O., & Stucchi, A. (2006). Síndrome metabólico. Primera Parte. *Revista Horizonte Médico* .
- dabelea, D., Pettitt, D., Jones, K., & Arslanian, S. (1999). Type 2 diabetes mellitus in minority children and adolescents. An emerging problem. *Endocrinology Metabolism Clinics of North America*.
- De Boer, A., Van der Aa, M., Fazeli Farsani, S., Kromwijk, L., Knibbe, C., & Van der Vorst, M. (2014). How to screen obese children at risk for type 2 diabetes mellitus? *Clinical Pediatrics*, 337-342.
- Duelos, M., Escribano, C., & Muñoz, V. (2009). Obesidad. *Revista pediátrica de atención primaria*, vol.II.
- Ekwaru, J. P., Setayeshgar, S., Maximova, K., Majumdar, S., Storey, K., McGavock, J., & Veugelers, P. (2016). Dietary intake and prospective changes in cardiometabolic risk factors in children and youth. *Applied physiology, nutrition and metabolism*, 1-9.
- Fazeli Farsani, S., Van der Aa, M., Knibbe, C., De Boer, A., & Van der Vorst, M. (2015). A follow-up study on BMI-SDS and insulin resistance in overweight and obese children at risk for type 2 diabetes mellitus. *Global Pediatric Health*, 1-6.

- Fei, F., Wu, H., Zhong, J., Yu, M., Wang, H., Gong, W., . . . Hu, R. (2017). Incidence and time trends of type 2 diabetes mellitus in youth aged 5–19 years: a population-based registry in Zhejiang, China, 2007 to 2013. *BioMed Central*, 1-7.
- Frenk Baron, P., & Márquez, E. (2010). Diabetes mellitus tipo 2 en niños y adolescentes. *Med Inter Mex*, 36-47.
- Fufaa, G., Wheelock, K., Sinha, M., Knowler, W., Nelson, R., & Hanson, R. (2016). Metabolic Risk Factors and Type 2 Diabetes Incidence in American Indian Children. *The Journal Of Clinical Endocrinology And Metabolism*, 1437–1444.
- Hayes Dorado, J. P. (2014). Diabetes mellitus en pediatría. *Revista De La Sociedad Boliviana De Pediatría*, 54-59.
- Hirschler, V., Preiti, M., Caamaño, A., & Jadszinsky, M. (2000). Diabetes tipo 2 en la infancia y adolescencia. *Archivos argentinos de pediatría*, 382-387.
- Kao, K.-T., & Sabin, M. A. (2016). Type 2 diabetes mellitus in children and adolescents. *Australian family Physician*, 401-406.
- Lakhtakia, R. (2013). The History of Diabetes Mellitus. *Sultan Qaboos University Med Journal*, 368-370.
- Licea Puig, M. E., Bustamante Tejjido, M., & Lemane Pérez, M. (2008). Diabetes tipo 2 en niños y adolescentes: aspectos clínico-epidemiológicos, patogénicos y terapéuticos. *Revista Cubana de Endocrinología*, 1-21.
- Longo, D. L., Fauci, A. S., Hauser, S. L., Hauser, S. L., Jameson, J., & Loscalzo, J. (2012). *Harrison. Principios de medicina interna*. México, D.F.: Mc Graw Hill.

Longo, D. L., Fauci, A. S., Hauser, S. L., Hauser, S. L., Jameson, J., & Loscalzo, J. (2012). *Harrison. Principios de medicina interna*. México, D.F.: Mc Graw Hill.

Ludwig, D., & Ebbeling, C. (2001). Type 2 diabetes mellitus in children. *JAMA*.

Manrique Hurtado, H., Aro Guardia, P., & Pinto Valdivia, M. (2015). Diabetes tipo 2 en niños. Serie de casos. *Revista Médica Herediana*, 5-9.

Miqueleiz , E., Lostao, L., Ortega , P., Santo, J., Astosio, P., & Regidor, E. (2014). Patrón socioeconómico en la alimentación no saludable en niños y adolescentes en España. *Atención Primaria*, 433-439.

Montgomery, M., Johnson, P., & Ewell, P. (2015). The Presence of Risk Factors for Type 2 Diabetes Mellitus in Underserved Preschool Children. *Nursing Clinics Of North America*, 1-10.

Organización Mundial de la Salud. (2016). Diabetes. *Nota descriptiva*, Párr 1.

Patricia Recio. (2015, Julio 24). 300 niños y jóvenes ticos lidian a diario con su diabetes. *La nación*.

Ramkumar, S., & Tandon, N. (2013). Type 2 Diabetes Mellitus in Children and Youth. *Indian Journal Of Pediatrics*, S87–S94.

Reinehr, T. (2013). Type 2 diabetes mellitus in children and adolescents. *World Journal Of Diabetes*, 270-281.

Rivas Alpizar, E., Zerquera Trujillo, G., Hernández Gutiérrez, C., & Sánchez B, V. (2011). Manejo práctico del paciente con diabetes mellitus en la Atención Primaria de salud. *Revista Finlay*, 229-250.

- Rivas, e. a. (2011). Manejo práctico del paciente con diabetes mellitus en la Atención Primaria de salud. *Revista Finlay*, 22.
- Rojas de P, E., Molina, R., & Rodriguez cruz. (2012). Definición, clasificación y diagnóstico de la diabetes mellitus. *Revista Venezolana de Endocrinología y metabolismo*, 7-12.
- Sohn, M., Talbert, J., Blumenschein, K., & Moga, D. C. (2015). The risk of developing type II diabetes in children and adolescents using atypical antipsychotics. *Pharmacoepidemiology and Drug Safety*, 583-591.
- Sun, H., Ma, Y., Han, D., Pan, C.-W., & Xu, Y. (2014). Prevalence and Trends in Obesity among China's Children and Adolescents, 1985–2010. *PLOS ONE*, 1-8.
- Tapia Ceballos, L. (2007). Síndrome metabólico en la infancia. *Anales de pediatría*, 159-166.
- Temneanu, O., Trandafir, L., & Purcarea, M. (2016). Type 2 diabetes mellitus in children and adolescents: a relatively new clinical problem within pediatric practice. *Journal of Medicine and Life*, 235-239.
- Tieh, P., & Dreimane, D. (2014). Type 2 Diabetes Mellitus in Children and Adolescents. *Indian Journal Of Pediatrics*, 165–169.
- Vidal, J. (2005). Prevención de la diabetes mellitus tipo 2. *Endocrinología y nutrición*, 75-81.
- Wilmot, E., & Idris, I. (2014). Early onset type 2 diabetes: risk factors, clinical impact and management. *Therapeutic Advances in Chronic Disease*, 234-244.
- Young, K., Dean , H., Flett, B., & Wood, P. (2000). Childhood obesity in a population at high risk for type 2 diabetes. *The Journal of Pediatrics*.