

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIO DE POSGRADO

HOSPITAL INFANTIL DEL ESTADO DE SONORA

**FRECUENCIA DE SÍNDROME METABÓLICO EN NIÑOS OBESOS ATENDIDOS EN  
EL HOSPITAL INFANTIL DEL ESTADO DE SONORA**

TESIS

Que para obtener el diploma de la especialidad de

PEDIATRIA

Presenta:

**Dr. Juárez Guardado Edgar Miguel**

Hermosillo, Sonora

Junio del 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIO DE POSGRADO

HOSPITAL INFANTIL DEL ESTADO DE SONORA

**FRECUENCIA DE SÍNDROME METABÓLICO EN NIÑOS OBESOS ATENDIDOS EN  
EL HOSPITAL INFANTIL DEL ESTADO DE SONORA**

TESIS

Que para obtener el diploma de la especialidad de

PEDIATRIA

Presenta:

**Dr. Juárez Guardado Edgar Miguel**

**Dr. Hector Manuel Esparza Ledezma**  
Director General HIES/HIMES

**Dra. Alba Rocío Barraza León**  
Director de Enseñanza, Investigación y Calidad

**Dr. Jaime Gabriel Hurtado Valenzuela**  
Director de Tesis y Profesor Titular de la Especialidad de Pediatría

**Dr. Giuseppe Domenico Perez Moya**  
Asesor de Tesis

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi madre Merab.

Por todo el apoyo y amor incondicional con el que me arroja desde que nací, su ejemplo de perseverancia, constancia y responsabilidad son las bases de mí actuar.

A mi padre Miguel.

Por guiarme en el camino correcto y ayudarme a alcanzar mi más alto potencial en todas mis metas, tus valores y bondad los llevo siempre conmigo.

A mis hermanitas por su apoyo y paciencia todos estos años.

A mis amigas por su consuelo en los momentos más dificultosos.

A mis maestros por todos los conocimientos obsequiados, todo el apoyo brindado, los consejos compartidos, se ganaron mi más sincera admiración y respeto.

A mi equipo que me acompañó durante estos 3 años y ahora puedo decir con facilidad que se han convertido en familia.

Gracias.

## ÍNDICE

<b>I. - ABREVIATURAS USADAS.....</b>	<b>2</b>
<b>II.- RESUMEN .....</b>	<b>4</b>
<b>III.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>IV.-MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
EPIDEMIOLOGIA .....	12
EPIDEMIOLOGIA MÉXICO .....	16
FISIOPATOLOGÍA.....	17
COMPONENTES DEL SINDROME METABÓLICO .....	20
OBESIDAD .....	20
DISLIPEDEMIAS .....	22
HIPERTENSION .....	23
RESISTENCIA A LA INSULINA.....	23
<b>V.-PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>25</b>
<b>VI.-HIPÓTESIS.....</b>	<b>26</b>
<b>VII.-OBJETIVOS .....</b>	<b>27</b>
OBJETIVO GENERAL .....	27
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
<b>VIII.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>28</b>
<b>IX.-JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>29</b>
<b>X.-MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>30</b>
TIPO DE ESTUDIO Y UNIVERSO DE ESTUDIO.....	30
TAMAÑO DE MUESTRA .....	30
CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	30
<b>XI.-CUADRO OPERACIONAL DE VARIABLES .....</b>	<b>31</b>
<b>XII.-ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>33</b>
<b>XIII.-RESULTADOS:.....</b>	<b>34</b>
<b>XIV.-ANÁLISIS: .....</b>	<b>39</b>
<b>XV.-CONCLUSIÓN .....</b>	<b>43</b>
<b>XVI.-BIBLIOGRAFÍA: .....</b>	<b>44</b>
<b>XVII.-CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....</b>	<b>50</b>

## **I. - ABREVIATURAS USADAS**

**HDL:** High density lipoprotein.

**HOMA:** homeostatic model assessment.

**SM:** Síndrome metabólico.

**OMS:** Organización mundial de la salud.

**ATP III:** Adult treatment panel III.

**IDF:** International diabetes federation.

**LDL:** Low density lipoprotein.

**DM2:** Diabetes mellitus 2.

**AACE:** Asociación Americana de Endocrinólogos Clínicos.

**EGIR:** Grupo Europeo de Estudio de la Resistencia a la Insulina.

**IDEFICS:** Identification and prevention of Dietary- and lifestyle-induced health Effects in Children and infants.

**REGODCI:** Research Group on Diabetes and Chronic Illnesses.

**IMC:** Índice de masa corporal.

**TAD:** Tensión arterial diastólica.

**TAS:** Tensión arterial sistólica.

**ENSANUT:** Encuesta nacional de salud y nutrición.

**TNF- $\alpha$ :** Factor de necrosis tumoral alfa.

**IL-6:** Interleucina 6.

**AGL:** Ácidos grasos libres.

**VLDL:** Very low density lipoproteins.

**CONHIES:** Clínica de Obesidad y Nutrición del Estado de Sonora.

**ECLIA:** Inmunoensayo de electro quimioluminiscencia.

**SPPS:** Statistical Package for the Social Sciences.



## **II.- RESUMEN**

**Introducción:** El síndrome metabólico ha tomado importancia en las últimas décadas debido al aumento en la incidencia de sobrepeso y obesidad en la población infantil, a pesar de esto, aún no hay consenso sobre los criterios diagnósticos en población escolar. **Objetivo:** Estimar la prevalencia de síndrome metabólico según criterios de IDEFICS en pacientes atendidos en el Hospital Infantil del Estado de Sonora de entre 6 a 10.9 años. **Materiales y métodos:** Se realizó una serie de casos, retrospectivo en donde se estudiaron escolares de entre 6 y 10.9 años, que acudieron a la consulta de Obesidad y Nutrición del Hospital Infantil del Estado de Sonora durante los años 2007 y 2019, cuyos datos se encontraban en la base de datos de la CONHIES. **Resultados y conclusiones:** De una muestra de 133 pacientes se aplicaron los criterios de síndrome metabólico de IDEFICS, quedando distribuidos de la siguiente manera, normal (15%), vigilancia (15%) e intervención (69.9%). Se encontró una diferencia estadísticamente significativa ( $P=0.002$ ) al comparar los niveles de HOMA-I entre el grupo de pacientes sin síndrome metabólico y los clasificados con síndrome metabólico. Hay solo un estudio en población Latinoamericana en el que se usan los criterios IDEFICS publicados en 2014, razón por la cual su utilidad en nuestra población es la de diagnosticar síndrome metabólico en la edad escolar y poder realizar intervenciones que alteren el progreso de la enfermedad y disminuir complicaciones a largo plazo.

**Palabras clave:** IDEFICS, Obesidad, Síndrome metabólico, dislipidemia, resistencia a la insulina, escolares, HOMA.

## **SUMMARY**

**Introduction:** Metabolic syndrome has gained importance in recent decades due to the increase in the incidence of overweight and obesity in the child population, despite this, there is still no consensus on the diagnostic criteria in the school population. **Objective:** To estimate the prevalence of metabolic syndrome according to IDEFICS criteria in patients attended at the Children's Hospital of the State of Sonora aged 6 to 10.9 years. **Materials and methods:** We conducted a retrospective case series, where we studied schoolchildren between 6 and 10.9 years old, who attended the Obesity and Nutrition consultation of the Children's Hospital of the State of Sonora during the years 2007 and 2019, whose data were in the CONHIES database. **Results and conclusions:** From a sample of 133 patients, the IDEFICS metabolic syndrome criteria were applied, being distributed as follows, normal (15%), surveillance (15%) and intervention (69.9%). A statistically significant difference ( $P=0.002$ ) was found when comparing HOMA-I levels between the group of patients without metabolic syndrome and those classified as having metabolic syndrome. There is only one study in Latin American population using the IDEFICS criteria published in 2014, which is why its usefulness in our population is to diagnose metabolic syndrome at school age and to be able to perform interventions that alter the progression of the disease and reduce long-term complications.

**Key words:** IDEFICS, obesity, metabolic syndrome, dyslipidemia, insulin resistance, school children, HOMA.

### **III.- INTRODUCCIÓN**

Se conoce que la combinación de varias alteraciones metabólicas tales como dislipidemia y regulación anormal de glucosa asociadas con adiposidad central e hipertensión están relacionadas y se ha conocido colectivamente como síndrome metabólico, se observa usualmente en pacientes adultos con obesidad y se encuentra ligado a mayor riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular y diabetes mellitus tipo 2. (1). Con respecto a pacientes pediátricos, aún no hay consenso internacional sobre su definición. Específicamente para este grupo de edad, desde 2003, se han propuesto por múltiples grupos de estudio, diferentes criterios diagnósticos, siendo muchos de estos, una adaptación de criterios de adultos a esta población que, usualmente solo son aplicables a pacientes adolescentes. (2). Fue en 1988 cuando, Reaven observó que algunos factores de riesgo (ya mencionados dislipidemia, hipertensión e hiperglucemia) tenían la tendencia a estar presentes al mismo tiempo, y, denominó a esta asociación, síndrome X. Para este autor, la insulinoresistencia era la pieza clave de su fisiopatología, de ahí derivó que se le llamara también como síndrome de insulinoresistencia (3). El término síndrome metabólico, fue establecido por la Organización Mundial de la Salud hasta 1998. La prevalencia de síndrome metabólico varía entre poblaciones influenciado por, aspectos culturales relacionados a la alimentación, actividad física y claro, contexto socioeconómico, cabe destacar que por ejemplo, en muestras representativas de adolescentes estadounidenses, la prevalencia varía de 2 a 9.8% en todos los adolescentes y de 12.4% a 44.2% en adolescentes obesos, cabe recordar que debido a los múltiples criterios diagnósticos existentes, pueden variar estas incidencias en una misma

población. (4). En contraste, México realizó un estudio donde en una población de niños obesos se revisaron las comorbilidades que presentaban, afectando el síndrome metabólico según criterios de Ferranti o de Cook en 2009, el 39.4% de los pacientes. (5).

Es destacable el papel que juega la obesidad en el desarrollo de síndrome metabólico y como, en el tiempo su prevalencia ha aumentado en pacientes pediátricos. Se sabe que la prevalencia de obesidad en la niñez, de manera alarmante se ha duplicado en más de 70 países desde 1980. Se estima que alrededor de 115.1 millones de niños son obesos, según una prevalencia global de 5% (2).

Entonces ya se conocen los criterios mayores aceptados por la mayoría de las definiciones, donde usualmente varían los puntos de corte (Alteración de las lipoproteínas, la hipertensión arterial, la hiperglucemia y la obesidad abdominal) Pero hay que saber que existen otras manifestaciones clínicas que son consideradas por algunos como componentes menores, esto debido a que son menos frecuentes, o bien por tener menos evidencia con respecto a su relación con el desarrollo de síndrome metabólico (SM). Aquí se incluyen diversos cambios protrombóticos o que inhiben la fibrinólisis, estado de inflamación crónica de bajo grado, esteatosis hepática la cual ha obtenido en los últimos años mucha importancia en el paciente adulto, la hiperuricemia y el hiperandrogenismo (específicamente en las mujeres) (6).

Se han estudiado factores genéticos, socioeconómicos y ambientales al desarrollo de síndrome metabólico, sin embargo, los hábitos dietéticos poco saludables

juegan un rol central al que no se le puede restar importancia. Como efectos de la globalización han aparecido dietas occidentalizadas, que se han caracterizado por alto contenido de grasas saturadas, hiperproteicas, granos refinados, altas cantidades de azúcar añadida y comida salada, y por el contrario, con reducción en el consumo de frutas, verduras y grasas poliinsaturadas, lo cual sabemos es un factor de riesgo ampliamente estudiado para el desarrollo de complicaciones cardio metabólicas y síndrome metabólico (7).

Los menores de 10 años no tienen criterios específicos para diagnóstico de SM, en muchas ocasiones se logra transpolar datos de adultos a la población adolescente, sin embargo, los preescolares y escolares aun no cuentan con percentiles estandarizados de las variables como circunferencia abdominal, triglicéridos, HDL (High density lipoprotein), e incluso el índice de HOMA (homeostatic model assessment), ya sea percentilados para edad o etnicidad, lo que dificulta la creación de criterios en este grupo de edad, que sean ampliamente aceptados.

## **IV.-MARCO TEÓRICO**

### **ANTECEDENTES.**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1998 establece por primera vez el término síndrome metabólico, nace pues de la asociación de una serie de factores (obesidad, hiperglucemia, hiperinsulinemia, hiperlipidemia e hipertensión), que, al estar presentes al mismo tiempo, incrementan el riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular aterosclerótica y diabetes mellitus tipo 2. Se han propuesto varias definiciones a lo largo del tiempo, sin embargo, siempre enfrentándose a diversas cuestiones, entre las cuales destacan: los criterios a incluir, la contribución de cada uno, los métodos usados para definirlo y los puntos de corte para identificar los casos en riesgo. (8).

La obesidad era vista en un contexto positivo en la antigüedad, esto debido a que la disponibilidad de alimentos en aquellas épocas era más errática, siendo la desnutrición una causa común de muerte, por lo que los individuos que lograban acumular la mayor cantidad de calorías por alimento eran los que sobrevivían y a consecuencia, para muchas culturas, el ser obeso era una cualidad que denotaba riqueza, fertilidad y alegría, basta con recordar las famosas venus de Willendorf, que datan del paleolítico tardío. No fue sino hasta los años 20 que la obesidad se consideró un problema de salud, gracias a las compañías de seguro que asociaron mortalidad al peso (Louis I. Dublin). (9)

En los años 60 que se asoció la obesidad con la dislipidemia e hiperglucemia (Albrink y Meighs). En un inicio se nombró esta relación como trisíndrome metabólico (Camus), otros autores como Mehnert y Kuhlmann lo llamaron

Síndrome de afluencia asociando ellos diabetes mellitus y la hipertensión arterial.  
(10)

Como se mencionó previamente en 1988 Raeven propuso síndrome X y Kaplan en la misma década, asoció a la obesidad central, intolerancia a la glucosa, hipertrigliceridemia e hipertensión arterial, denominándolo el cuarteto de la muerte.  
(3,10)

El panel de expertos en la Detección, Evaluación y Tratamiento de Colesterol Elevado en Sangre por el año 2001 propuso una nueva definición de SM diferente a la propuesta por OMS en 1998, esto en el Tercer Reporte del programa Nacional de Educación del Colesterol (ATP III). Por el año 2006 la Federación Internacional de Diabetes (IDF) presenta su propia definición en donde toma importancia central la obesidad central. (8,10).

Se ha intentado y debatido en múltiples ocasiones la importancia individual de estos criterios diagnósticos en relación al síndrome metabólico, incluso las definiciones más aceptadas fueron criticadas por el mismo Raeven quien acuñó el término síndrome X en los 80s, hace alusión a los diferentes enfoques que presentan los criterios diagnósticos, por ejemplo, la OMS relaciona el síndrome metabólico a un mayor riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular y su relación a diabetes mellitus tipo 2, mientras que ATP III (Adult treatment panel III) relaciona este riesgo cardiovascular a los niveles séricos de LDL (Low density lipoprotein), lo que ubica las dislipidemias como una diana importante para evitar este riesgo, por último los criterios de la IDF toman la obesidad central como el factor determinante para el desarrollo de síndrome metabólico (y por consecuencia

el control del peso como la diana terapéutica principal), siendo incluso que si un paciente presenta dislipidemias y datos de resistencia a la insulina no podría considerarse síndrome metabólico si no cuenta con aumento del perímetro abdominal. (11).

En 2014 fueron publicados los criterios IDEFICS por sus siglas en inglés, Identification and prevention of Dietary and lifestyle induced health Effects in Children and infants, una cohorte europea en el cual se incluyeron alrededor de 1628 niños de 2 a 9 años inicialmente y a 2517 niños de 2 a 10.9 años que fueron agregados en una segunda encuesta, los países participantes fueron Suecia, Alemania, Hungría, Italia, Chipre, España, Bélgica y Estonia. (12)

Para definir síndrome metabólico, se utilizaron los criterios propuestos por Cook (una adaptación de los ATP III a población pediátrica que hay que recordar da cierta importancia a dislipidemia), los de la IDF (otorga mayor importancia la obesidad central) y Viner, que a pesar de que se basa en población británica, toman en cuenta la insulina en ayuno lo que se considera un punto clave en las etapas tempranas de este síndrome, luego así, se logran concretar criterios que combinan y dan importancia a diferentes puntos que individualmente guardan importancia en el desarrollo de síndrome metabólico en una población en la que no hay mucho consenso sobre puntos de corte. (12)

En la actualidad en México el diario oficial de la federación en la norma NOM-015-SSA2-2010 menciona el síndrome metabólico y toma como criterios diagnósticos obesidad abdominal, intolerancia a la glucosa o diabetes mellitus tipo 2,



hipertensión arterial y dislipidemia, según los criterios diagnósticos de ATP III e IDF, esto claro orientado al adulto. (13)

Con respecto a la edad pediátrica en México se han usado tanto los criterios de la IDF, ATP III, Cook, OMS, criterios de la Asociación Americana de Endocrinólogos Clínicos (AACE) y los del Grupo Europeo de Estudio de la Resistencia a la Insulina (EGIR) para valorar la prevalencia de síndrome metabólico, cabe destacar que solo uno de estos, incluyó escolares y se usaron criterios diagnósticos no aceptados para ese grupo etario. (14, 15,16)

## **EPIDEMIOLOGIA**

Así como hay múltiples definiciones y cada una con sus propios criterios diagnósticos y puntos de corte para SM, también hay que recordar que se les da un enfoque distinto y una importancia central a diferentes componentes

Las diferencias entre los diferentes criterios diagnósticos se centran en el peso que asume cada componente o factor de riesgo considerado para el diagnóstico de SM, así como en los puntos de corte establecidos en cada una de las definiciones, sin mencionar que la mayoría se centra en la población prepuberal y adolescente; esto ha ocasionado que, a la propia variabilidad de la prevalencia de SM en diferentes grupos poblacionales, se agreguen además, las diferencias derivadas de la aplicación de varios criterios diagnósticos de SM, ocasionado dificultades al comparar diferentes poblaciones. (11,17.)

A continuación, una comparativa de los diferentes criterios diagnósticos a lo largo de los años, se puede notar que, en algunos criterios a pesar de contar con las

mismas variables, se toman diferentes puntos de corte, además de que la edad de inclusión también es distinta.

**Cuadro 1.-** Variedad de criterios de síndrome metabólico.

CRITERIOS	NCEP- ATP-III 2001	COOK 2003	WEISS 2004	FERRANTI 2004	CRUZ 2004	VINER 2005	IDF 2007 10-16 AÑOS	ZIMMER 2007	IDEFICS 2014
<b>C-HDL</b>	≤ 40 mg/dL	≤ 40 mg/dL	≤ P5	< 50 mg/dL	≤P10	≤ 0.91 mmol/L	≤ 40 mg/dL	≤ 1.03 mmol/L	≤P10
<b>TENSIÓN ARTERIAL</b>	≥P90	≥P90	≥P95	≥P90	≥P90	≥P95	PAS ≥130 mmHg o PAD ≥85 mmHg	PAS ≥130 mmHg o PAD ≥85 mmHg	PAS Y PAD ≥P90
<b>GLUCOSA</b>	≥100 mg/dl	≥100 mg/dl	≥110 mg/dl	≥110 mg/dl	INTOLERANCIA	≥ 5.55 mmol/l	≥100 mg/dl	≥ 5.55 mmol/l	≥P90
<b>CIRC. CINTURA</b>	≥P90	≥P90	NA	≥P75	≥P90		≥P90	≥P90	≥P90
<b>TRIGLICÉRIDOS</b>	≥P110 mg/dl	≥P110 mg/dl	≥P95 mg/dl	≥P100 mg/dl	≥P90	>11.69 mmol/L	≥P150 mg/dl	>1.69 mmol/L	≥P90
<b>IMC Z-SCORE</b>			≥ 2,0			≥ P95			
<b>COLESTEROL TOTAL</b>						≥ P95			
<b>INSULINA</b>						≥ 104.2 pmol/L			
<b>HOMA-IR</b>									≥P90

A pesar de las múltiples definiciones y criterios diagnósticos, la mayoría concuerdan que para referirse a síndrome metabólico como tal debe presentar, hiperinsulinemia, alteración del metabolismo de los carbohidratos o datos de resistencia a la insulina, hipertensión arterial, dislipidemia y obesidad abdominal.

A pesar de todo esto, cada grupo de criterios presentan varias limitaciones individuales, hay parámetros adicionales como esteatosis hepática y elevación de transaminasas no asociada a alcohol o hiperuricemia, los cuales no se han considerado dentro de las definiciones en población pediátrica. Las diferencias entre criterios y puntos de corte ocasionan que se sobre o bien, sub diagnostique síndrome metabólico, la mayoría de estos parámetros son solo validos en pacientes prepuberales, puberales y adolescentes, mientras que los niños prepuberales normalmente no tienen criterios adaptados a su grupo de edad, exceptuando solo a IDEFICS (2014). (2,12)

Es aquí donde los criterios de IDEFICS publicados en 2014 toman relevancia ya que, lograron concretar criterios para los niños de entre 2 a 10.9 años, con puntos de corte según edad y sexo. Hay que recordar que se tomaron como base 3 definiciones (Cook et al., Viner et al. y la propuesta por IDF) (12). Resultando en los siguientes criterios:

Cuadro.-2 Criterios de IDEFICS

Definición	Exceso de adiposidad	TA	Triglicéridos y HDL	Glucosa sérica/insulina
IDEFICS-Nivel de monitorización	Circunferencia de cintura >P90	TAS >P90 TAD>P90	Triglicéridos>P90 o HDL<p10	HOMA >p90 Insulina >p90

HOMA: homeostatic model assesment, TAS: tensión arterial sistémica, TAD: Tensión arterial diastólica.

Se requiere de 3 criterios por arriba de percentil 90 para determinar que el paciente requiere vigilancia cercana y si estos percentiles superan el 95 requiere intervención inmediata. (12)

La intervención se entiende como los puntos que IDEFICS identifica como puntos de intervención principal, lo que se divide en 6 puntos, aumentar la actividad física diaria, menos tiempos viendo televisión, incrementar el consumo de frutas y verduras, aumentar la ingesta de agua, reforzar el lazo padre-hijo, mejorar higiene del sueño. (18)

Se estandarizó un puntaje que toma encuentra perímetro abdominal, las cifras tensionales, dislipidemias y el índice de HOMA. La suma de este puntaje entre más alto se relaciona a peor perfil metabólico, se refieren a él como MetS score. (12)

Se comparó la prevalencia con respecto a los criterios diagnósticos en los que se basaron, usando primero los criterios de IDF como referencia IDEFICS determino que 5.5% entraba dentro del grupo que requiere monitorización vs 0.4% usando IDF, esta fue la comparativa más baja, al comparar los pacientes que se determinaron requerían intervención según criterios IDEFICS fueron 1.8% vs 1.4% con Cook et al. Y 0.9% usando criterios de Viner et al. (12). Estos resultados coinciden con lo visto en un estudio transversal español donde la prevalencia de SM en población prepuberal fue de 8 a 32% dependiendo los criterios diagnósticos usados (19). Si se usa IDEFICS en poblaciones de preescolares llega está a tener una prevalencia de hasta 3.4%, esto es más de lo reportado en ese mismo grupo de edad con otros criterios. (20)

Sabiendo esto, muestra el beneficio de que logra captar una mayor cantidad de pacientes con riesgo metabólico, lo que lo hace una herramienta útil para medidas de prevención en pacientes preescolares, escolares y pre púberes.

## **EPIDEMIOLOGIA MÉXICO**

En México, como ya se comentó, múltiples criterios han sido usados en nuestra población, con objetivo de comparar su sensibilidad. En 2004 se estudió una población de 965 adolescentes del norte de México donde se observó una prevalencia para SM de 6.5% con ATPIII, 7.7% con ACE, 4.5% con OMS, 3.8 con EGIR y 7.8% con REGODCI (Research Group on Diabetes and Chronic Illnesses).(14) En 2007 se realizó otro estudio donde se tomó población de 1366 adolescentes de Toluca y Morelos donde se usaron los criterios ATPIII, se vio una prevalencia de 19.6% para SM, la alteración metabólica más común fue HDL en niveles bajos. (15) Por otro lado hay un estudio de casos y controles que se realizó con 100 niños en Guadalajara en 2016, de entre 10 y 15 años donde, con los criterios de IDF se vio una prevalencia de 73%, cabe destacar que esta población era de pacientes que acudían a la consulta de nutrición. (16)

Se han hecho más comparativas en niños mexicanos (Peña et. al. En 2017 y Crithian et. al. En 2020) en donde se vio que, de las múltiples definiciones la de Ferranti es la que capta el mayor número de niños con alteraciones metabólicas (no incluido en este estudio IDEFICS), sugiriendo que es la más útil para identificar niños con SM, con mayor riesgo de desarrollar DM2 y enfermedad vascular cerebral en la edad adulta. También se comenta sobre como el HOMA puede y/o

IMC eliminan las discrepancias entre criterios diagnósticos, por lo que es conveniente su uso. (19,21.)

Los criterios IDEFICS son basados en población europea, por lo que aún no hay suficiente bibliografía que apoye su uso en poblaciones externas, al momento de escribir este documento, solo hay disponible un estudio de López et. al. Publicado en el año 2021 realizado en Guanajuato México en donde, según criterios de IDEFICS, se evaluaron a 73 niños obesos de entre 3 a 10 años con 11 meses, con la intención de valorar la validez de su uso en población no europea. En este se vio que una prevalencia mayor a la de la cohorte original, 5.5% vs 73%, sin embargo, hay que considerar que en el estudio mexicano se utilizó población obesa exclusivamente. No hay estudios similares en población latinoamericana, se comparó con otro estudio mexicano el cual se utilizaron los criterios Adult Treatment Panel III, en el cual 62% dio positivo, cabe destacar que el grupo de edad usado fue distinto, de 8 a 15 años. (22).

## **FISIOPATOLOGÍA**

Hay que tener claro que para considerar SM todas sus variables son de relevancia y, se sabe que individualmente si llegan a presentarse, no aumentan de manera considerable el riesgo cardiovascular, como lo harían asociadas entre sí. (23) Sin embargo, la obesidad central se ha visto tanto como un punto de inicio importante en SM, como para que a partir de su presencia se desarrollen los demás componentes de la definición. (24) El exceso de lípidos postprandiales y glucosa circulan por los vasos sanguíneos hasta llegar al hígado, páncreas y tejido

adiposo, siendo las células de este último, llamadas adipocitos, los responsables de acumular triglicéridos, si hay un exceso, estos aumentan de tamaño a consecuencia (25). La acumulación del tejido adiposo se inicia en tejido subcutáneo, sin embargo, existen otras regiones propensas a la acumulación de lípidos como lo es, la cavidad intraabdominal, específicamente, la grasa visceral, así como músculo e hígado, que son tejidos sensibles a la insulina. (26) Se sabe que en estos casos hay hipertrofia e hiperplasia de adipocitos, estimulados por la insulina circulante y glucocorticoides, se ha relacionado esto como consecuencia de la liberación de factor de necrosis tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ) y factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-1), no olvidar que la estimulación es de tipo paracrina en el tejido adiposo (25). Este patrón de acumulación de tejido graso, predispone a la aparición de resistencia a la insulina, la cual se define como, “Un defecto en la acción de la insulina que provoca aumento de la insulina basal para mantener la glucemia en rango normal.” (27). Entonces, secundario a esta acumulación de tejido adiposo visceral y subcutáneo, hay una liberación aumentada de ácidos grasos libres (AGL) al torrente sanguíneo, gracias a la lipasa que promueve la liberación de triglicéridos (TG) acumulados, otra fuente de AGL son las lipoproteínas las cuales liberan TG gracias a la lipoproteinlipasa (26). Esta movilización de AGL al torrente sanguíneo llegan por medio de la vena porta al hígado, ocasionando que la acción de la insulina disminuya en este tejido, esto se expresa como, liberación hepática de glucosa, liberación de citosinas pro inflamatorias, exceso de triglicéridos, disminución de HDL secretada por el hígado y aumento de LDL. (26). La síntesis de HDL se ve afectada, debido a la respuesta a la hipertrigliceridemia que, consiste en la disminución de las cantidades de

colesterol en HDL, recordando la relación del colesterol con las proteínas, al no tener estas en la misma cantidad, la composición se ve afectada y se torna más fácil el salir del sistema circulatorio, disminuyendo así sus niveles séricos (28). Esta acumulación de AGL termina aumentando la producción de metabolitos tóxicos para el hígado como lo son el diacilglicerol, ceramidas y tioesteres que como consecuencia activan la proteína cinasa C-epsilon y fosforilación de serina/treonina de IRS-1, los cuales, como consecuencia atenúan la respuesta hepática a la insulina. (26,28) En modelos con ratones que son inducidos a obesidad, se han visto que hay alteración en la función de ciertos organelos celulares a consecuencia de estos niveles de AGL elevados, tales como defectos en la mitocondria, a nivel de la fosforilación oxidativa, también el retículo endoplasmático que ocasiona fosforilación de los receptores de insulina y por último, lo más significativo aún es la interferencia en la funcionalidad de proteína cinasas y lipoproteinlipasa, los AGL interfieren en el músculo con el ciclo de Randle ocasionando hiperglucemia y resistencia a la insulina. (25,28). En situaciones normales la insulina aumenta flujo sanguíneo debido a la activación de óxido nítrico, esto para aumentar el flujo sanguíneo y lograr así aumentar también el aporte de glucosa a los tejidos. Entonces su alteración, como en el caso de la resistencia a la insulina, tiene efectos deletéreos sobre el aprovechamiento de la glucosa, la disminución del flujo sanguíneo y del tono vascular. (29)

El SM se relaciona a un estado pro inflamatorio, se incluyen en esto la interleucina 6, resistinas, TNFa y proteína C reactiva.(29) La leptina es parte de las proteínas reguladoras secretadas por el tejido adiposo, está en específico se encarga de



mantener los niveles de adiposidad adecuados para la supervivencia y en caso de requerirlo, acumular más tejido adiposo y tener reservas necesarias, sin embargo en pacientes obesos hay resistencia a su función, por lo que la acumulación de tejido adiposo puede estar desregulada. Por otro lado, la adiponectina, también se produce y secreta exclusivamente en el tejido adiposo, su importancia radica en que tiene capacidad antiinflamatoria y hace más sensible a la insulina. Por otra parte, en tejido muscular, aumenta la oxidación de ácidos grasos y el transporte de insulina, en modelos animales se ha relacionado al desarrollo de síndrome metabólico al disminuir su disponibilidad sérica, incluso su disminución se ha relacionado a infarto agudo al miocardio (28).

Entonces la obesidad y adiposidad son clave en el desarrollo de SM y como vemos hay una relación entre todos los componentes de su definición, la cual tocaremos individualmente.

## **COMPONENTES DEL SINDROME METABÓLICO**

### **OBESIDAD**

Es definido por la OMS como 2 desviaciones estándar del IMC para la edad y sobrepeso +1 desviación estándar para sobrepeso. (21)

La prevalencia global de sobrepeso y obesidad en 2015 fue de hasta 23%, esto corresponde a 603.7 millones de adultos. Esto es más alarmante al conocer que hay aproximadamente 4 millones de muertes a nivel mundial en 2015, donde el 70% se atribuyó a enfermedad cardiovascular. (2). La distribución racial en niños y adolescentes concuerda con la adulta, siendo los México americanos los más

afectados, seguidos por blancos no hispanos y negros no hispanos. Los nativos americanos son el grupo de mayor riesgo (30) ENSANUT 2021 reporta 8% de obesidad y sobrepeso en menores de 5 años. Para mayores de 5 años y menores de 11 la prevalencia de sobrepeso fue de 18.8% y obesidad 18.6%. Comparando prevalencia de obesidad con ENSANUT de 1999 y la actual hay un aumento de 224%. (31). Esto concuerda con lo reportado por la European Childhood Obesity Surveillance Initiative, donde 21% de los masculinos de 5 a 19 años estaban afectados con obesidad y 19% de las niñas (3). Se sabe que hay menos células inflamatorias en tejido adiposo subcutáneo que en la adiposidad visceral, y se relaciona más esta última a resistencia a la insulina, hay pacientes que pueden verse delgados, sin embargo, tener mayor cantidad de adiposidad visceral, por lo que en los últimos años se ha tratado crear una relación entre tejido adiposo subcutáneo y visceral. Ya se comentó como el tejido adiposo desencadena un estado proinflamatorio, se relaciona tejido adiposo visceral con la liberación de TNF- $\alpha$  e IL-6, los cuales se a su vez se relacionan a resistencia a la insulina. (29), Hay que recordar que IDF considera la obesidad central como el criterio de más importancia por su relación con el desarrollo de resistencia a la insulina, sin embargo, se requieren de percentiles para la toma correcta del perímetro abdominal, así como del IMC en este grupo de edad (escolares). IDEFICS utiliza percentiles de IMC ajustados para edad y sexo, diferentes a los de la OMS, esto debido a que no se pueden expresar en percentiles, lo que dificulta el proceso de los datos y segundo, se observó que la media que se encontraba antes de los 5 años era muy baja a comparación de la que los países incluidos presentaba y a

más edad el IMC medio se encontraba por arriba de lo expresado realmente en la población incluida, por lo que se decidió ajustar, se compararon las tablas de IMC de pacientes de entre 2 y 18 años de reino unido, estados unidos, países bajos, Brasil, Singapur y Hong Kong creando nuevos percentiles y permitiendo ajustar de manera correcta el IMC. (33). Dado que la principal causa de aumento en la adiposidad es el desequilibrio entre la ingesta y el gasto calórico, cambios en el estilo de vida tienen impacto importante en el desarrollo de obesidad, así como la reducción de la ingesta calórica, la actividad física funge como prevención y tratamiento, aumenta niveles de HDL, disminuye AGL, disminuye cifras tensionales, mejora niveles de glucosa en ayuno y postprandial y disminuye la liberación de citocinas proinflamatorias (25).

## **DISLIPIDEMIAS**

En general el incremento de triglicéridos se amortigua sintetizando VLDL (very low density lipoproteins) a partir de apo-B y triglicéridos, en situaciones normales, la insulina disminuye la liberación de triglicéridos, sin embargo, en pacientes con resistencia a la insulina no se inhibe la liberación de triglicéridos. Se mencionó previamente que la síntesis de HDL se ve disminuido, debido al descenso en el contenido de colesterol y aumento en el contenido de triglicéridos, lo que hace más densa la partícula y pierda su actividad como HDL. (28) Es por esto que son de importancia en el diagnóstico de SM, están incluidos tanto los niveles de HDL y triglicéridos séricos en criterios de IDEFICS.

## **HIPERTENSION**

La resistencia a la insulina cuenta con estrecha relación con la hipertensión, recordando fisiopatología, la insulina en pacientes metabólicamente sanos produce vasodilatación, esto tiene como efecto secundario alteraciones en la absorción de sodio, está ya estudiado que caucásicos incrementan la reabsorción de sodio, sin embargo, pacientes afrodescendientes y asiáticos con SM no. Esto aunado a que los AGL tienen cierta actividad vasoconstrictora y la insulina incrementa la actividad simpática. (28)

## **RESISTENCIA A LA INSULINA**

Dentro de las clasificaciones y criterios diagnósticos de SM, la resistencia a la insulina es el más constante en todos los criterios diagnósticos. Hay que saber que, los niveles de insulina se elevan como respuesta a hiperglicemia para lograr mantener euglicemia, entonces, antes de que se presente hiperinsulinemia en ayuno, estará ya presente un hiperinsulinismo postprandial.(28) El aumento en niveles séricos de AGL se asocia al desarrollo de resistencia a la insulina, este exceso de adipocitos producen un estado pro inflamatorio, debido a su actividad paracrina y endocrina, (aumento de IL-6 y TNF- $\alpha$ ), a su vez comienza un estado protrombótico, gracias a que se aumenta la producción de fibrinógeno y de inhibidor del activador de plasminógeno 1. (28) El índice de HOMA (homeostasis model assessment) es de utilidad en estos pacientes, es una herramienta que permite calcular un índice de resistencia a la insulina, se obtiene como el producto al dividir la insulina en ayuno ( $\mu$ U/ml) por la glucemia en ayuno (mmol/L) y esto

dividido entre 22.5. No se han establecido puntos de corte en paciente pediátrico, el límite usado por mucho tiempo fue 3.8, resultado de un estudio español donde se calculó HOMA de adultos y el p90 resultó en 3.8, posteriormente, ya en estudios con pacientes pediátricos, se determinó como puntos de corte el p90 en 3 si tiene de 7 a 16 años y 3.43 para adolescentes menores de 18 años. (34)

IDEFICS no utiliza punto de cohorte, si no que divide en pacientes con índice normal, que requiere vigilancia e intervención, lo que es más congruente y “fisiológico” que, determinar cómo sanos o enfermos basándose en un solo punto arbitrario, esto permite que clínicamente sea más dinámico y que se pueda determinar el manejo que se le dará al paciente de manera menos restrictiva. (12)

## **V.-PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Determinar la utilidad los criterios IDEFICS para valorar la prevalencia de síndrome metabólico en la población escolar de Sonora?

## **VI.-HIPÓTESIS**

Los criterios IDEFICS son válidos para diagnosticar síndrome metabólico en escolares de Sonora.

## **VII.-OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Estimar la frecuencia de síndrome metabólico según criterios de IDEFICS en pacientes atendidos en el Hospital Infantil del Estado de Sonora de entre 6 a 10.9 años.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar el número de pacientes que requieren de vigilancia o intervención en la edad escolar según los criterios de IDEFICS.
- Analizar las características clínicas de los pacientes que cumplen criterios para síndrome metabólico según IDEFICS.
- Relacionar índice HOMA con el desarrollo de síndrome metabólico en mayores de 6 años y menores de 10.9 años.



## **VIII.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La falta de consenso sobre los criterios de SM validos en menores de 10 años, o bien las múltiples definiciones no permite una vigilancia adecuada de la prevalencia de SM en edades pediátricas y deja desprotegidos a pacientes con riesgo metabólico, perdiendo la oportunidad de intervenir y disminuir el riesgo de desarrollar complicaciones en la edad adulta.

Los criterios de IDEFICS permite tamizar a pacientes escolares y preescolares, para objetivos de este estudio, nos enfocamos en escolares, logrando determinar que pacientes requieren vigilancia estrecha o bien realizar intervenciones puntuales, sin embargo los cambios en el estilo de vida pueden tener gran impacto y disminuir la prevalencia de pacientes que requieran intervención, estos criterios tienen como ventaja principal el uso de percentiles por edad y sexo, que, a pesar de basarse en una población distinta a la mexicana, ya se ha usado para determinar prevalencia de SM en Guanajuato. (22)

La importancia de tener criterios establecidos permitirá tener herramientas para poder discriminar de manera más eficiente, que paciente requieren seguimiento, así como el desarrollo de protocolos en el manejo de estos pacientes y estandarizar su manejo clínico.

## **IX.-JUSTIFICACIÓN**

Podemos entonces entender que tanto la definición de obesidad y su impacto social y clínica han cambiado con el tiempo, también la del síndrome metabólico, a pesar de haberse descrito ya su asociación a múltiples padecimientos y factores de riesgo, aún, continuamos en búsqueda de una definición que ayude a determinar en qué pacientes podemos intervenir de manera temprana y lograr prevenir el desarrollo de padecimientos crónicos en la edad adulta. El alza en el porcentaje de población con obesidad en los últimos años, en específico, en los grupos de edad preescolar y escolares, nos obligan a buscar medidas seguras, costo efectivas, que permitan lograr cambios en el estilo de vida y si es necesario, manejo medico integral, que logre disminuir a largo plazo el desarrollo de enfermedades como diabetes mellitus tipo 2, hipertensión arterial y enfermedades cardiovasculares y poder ofrecer una mejoría en la calidad de vida a largo plazo.

## **X.-MARCO METODOLÓGICO**

### **TIPO DE ESTUDIO Y UNIVERSO DE ESTUDIO**

Realizamos una serie de casos, retrospectivo analítico en donde se estudiaron escolares de entre 6 y 10.9 años, que acudieron a la consulta de Obesidad y Nutrición del Hospital Infantil del Estado de Sonora durante los años 2007 y 2019, cuyos datos se encontraban en la base de datos de la CONHIES.

### **TAMAÑO DE MUESTRA**

Cálculo no probabilístico por conveniencia.

### **CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN**

Criterios de inclusión:

- Pacientes entre 6 y 10.9 años que haya acudido a la CONHIES.
- Paciente que contara con expediente clínico completo.

Criterios de exclusión:

- Paciente con síndrome asociado a obesidad.

### XI.-CUADRO OPERACIONAL DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA
Edad	Años cumplidos al momento de toma de datos.	Cuantitativa discreta	Número de años cumplidos
Sexo	Femenino: portador de genitales externos e internos femeninos.  Masculino: portador de genitales masculinos externos e internos.	Cualitativa	Femenino o masculino.
Presión arterial	Se utilizó un esfigmomanómetro de mercurio adaptándosele dos manguitos de diferente anchura, la toma se realizó según recomendaciones habituales.	Cuantitativa	Milímetros de mercurio
Circunferencia de cintura	Medida con cinta métrica, tomando como referencia el punto más alto de la cresta ilíaca, tomándose la medida, al final de una espiración normal. Usando como referencia para este parámetros establecidos por Ahrens Et. Al. 2014.	Cuantitativa continua	Centímetros
Peso	A la medida de la masa corporal. Usando como referencia para este parámetros establecidos por Ahrens Et. Al. 2014.	Cuantitativa continua	Kilogramos
Talla	Estatura de paciente. Usando como referencia para este parámetros establecidos por Ahrens Et. Al. 2014.	Cuantitativa continua	Centímetros
Lactancia materna	Antecedente de recibir lactancia materna los primeros 6 meses de vida.	Cualitativa	Si o no recibieron lactancia
Glucosa	Principal fuente de energía, se mide en mg/dL sérica. Usando como referencia para este parámetros establecidos por Ahrens Et. Al. 2014.	Cuantitativa continua	mg/dL
Insulina	Hormona producida en páncreas encargada de la regulación de glucosa sérica. Usando como	Cuantitativa continua	μU/mL

	referencia para este parámetros establecidos por Ahrens Et. Al. 2014.		
HDL	Lipoproteínas de alta densidad, molécula transportadora de ácidos grasos. Usando como referencia para este parámetros establecidos por Ahrens Et. Al. 2014.	Cuantitativa continua	mg/dL
Triglicéridos	Compuesto químico obtenido al formarse esteres de los tres grupos alcohol de la glicerina con ácidos, generalmente orgánicos. Usando como referencia para este parámetros establecidos por Ahrens Et. Al. 2014.	Cuantitativa continua	mg/dL
HOMA	Insulina en ayuno ( $\mu\text{U/ml}$ ) $\times$ Glucosa en ayuno (mg dl)/405. Usando como referencia para este parámetros establecidos por Ahrens Et. Al. 2014.	Cuantitativa discreta	
SM por IDEFICS	Exceso de adiposidad: Cintura >P90, TAS >P90, TAD >P90, Triglicéridos >P90 o HDL <P10, HOMA >P90, INSULINA >P90	Cualitativa	Normal, monitorización e intervención.

Perfil bioquímico. En ayuno de 8 horas se tomaron muestras sanguíneas por venopunción. Se cuantificó glucosa, HDL, triglicéridos, colesterol mediante un test enzimático in vitro para la determinación cuantitativa directa en suero y plasma con analizadores ROCHE de química clínica. La insulinemia se determinó por test inmunológico in vitro para valorar insulina y plasma séricos, mediante ECLIA (inmunoensayo de electro quimioluminiscencia).

## **XII.-ANALISIS ESTADISTICO**

Se realizó una base de datos con los datos de expedientes, los cuales fueron analizados en paquete estadístico SPSS versión 2022 para computadora de escritorio. Se utilizaron los criterios de IDEFICS para conocer la prevalencia de SM, se reportó el porcentaje de esto. Estimamos frecuencia y porcentaje para las variables cualitativas, por otro lado, en las cuantitativas se estimó media y desviación estándar. Se evaluó con Ji-Cuadrada la distribución de la frecuencia, P de 0.05 o menor fueron clasificadas como estadísticamente significativas.

### **XIII.-RESULTADOS:**

Se incluyeron a 133 pacientes, de los cuales 72(54.1%) son del sexo femenino y 61 (45.9%) sexo masculino.

La distribución de la edad consistía mayormente en niños de 9 a 10 años (72%), siendo la menos frecuente los menores de 7 años (14%), la media de edad fue de 9.38 con una desviación estándar de 1.52 años.

La somatometría registrada en nuestra población contaba con las siguientes características, el peso mínimo fue de 31.3 kg y máximo de 101.5 kg con una media de 55.98 y una desviación estándar de 14.47 kg, la talla mínima fue de 1.16 mts y máximo de 1.6 mts, con una media de 1.41 mts y 0.13 mts de desviación estándar, el perímetro de cintura mínimo fue de 70 cm y máximo de 131cm con una media de 92.21 cm y una desviación estándar de 11.18 cm, el IMC mínimo fue de 18.71, máximo de 43.36 con media de 27.5 y desviación estándar de 4.17.

De los Criterios diagnósticos de síndrome metabólico encontramos que la presión sistólica mínima fue de 80 mmHg, máxima de 140 mmHg, media fue de 110.47 mmHg con una desviación estándar de 11.59 mmHg, mientras que la diastólica mínima fue de 50 mmHg y máxima de 90 mmHg con una media de 72.27 mmHg y desviación estándar de 8.3 mmHg. Los triglicéridos mínimos fueron de 43 mg/dL, máximos de 537 mg/dL, con media de 137.8 mg/dL y desviación estándar de 74.24 mg/dL. Colesterol mínimo de 22 mg/dL, máximo de 69 mg/dL, con media de 40.65 mg/dL y desviación estándar de 9.18 mg/dL. La glicemia mínima registrada fue de 61 mg/dL, máxima de 249 mg/dL, con media de 95.5 mg/dL y desviación estándar de 16.47 mg/dL, la insulina por su parte con niveles mínimos de

3.7 $\mu$ U/mL, máximos de 148  $\mu$ U/mL con media en 24.5  $\mu$ U/mL y desviación estándar en 18.76 mmHg, por último, el índice de HOMA con mínimo de 0,80 y máximo de 38.7, tiene media de 6.12, desviación estándar de 5.31.

**Cuadro 3. Características clínicas de pacientes escolares de la CONHIES**

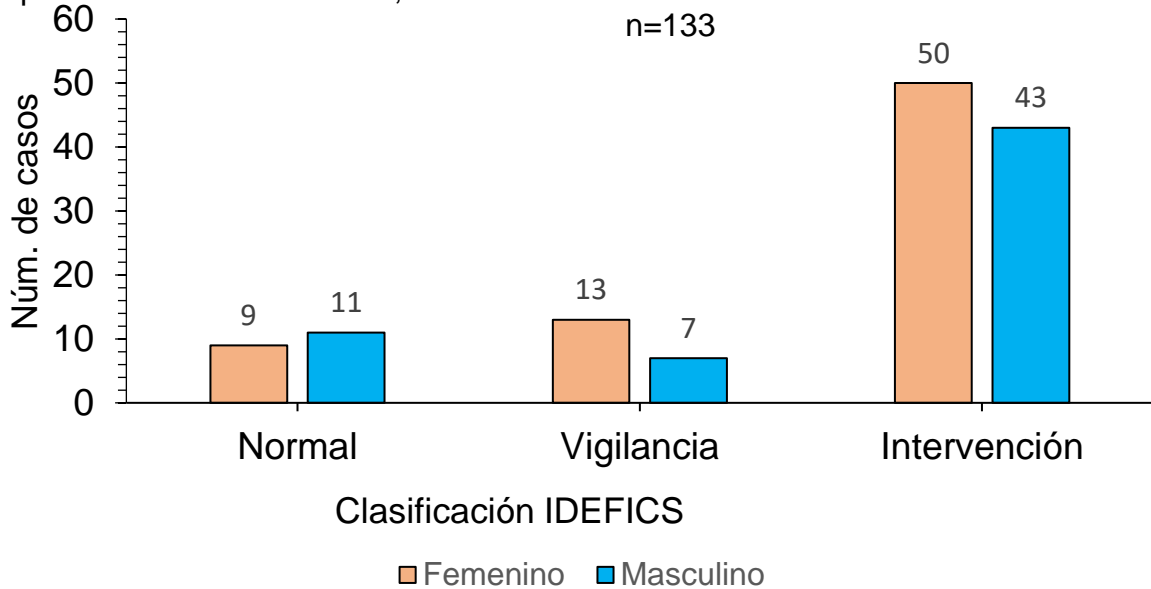
Variable	Media	D.E.	Mínimo	Máximo
<i>Edad (años)</i>	9.38	1.52	6.10	10.90
<i>Peso (kg)</i>	55.98	14.47	31.30	101.50
<i>Talla (mts)</i>	1.41	0.13	1.164	1.60
<i>Perímetro cintura (cm)</i>	92.21	11.18	70.00	131.00
<i>IMC (mts<sup>2</sup>/kg)</i>	27.5440	4.17100	18.71	43.36
<i>Presión sistólica mmHg</i>	110.4737	11.59256	80.00	140.00
<i>Presión diastólica mmHg</i>	72.2782	8.30695	50.00	90.00
Triglicéridos (mg/dL)	137.8045	74.24432	43.00	537.00
Colesterol HDL (mg/dL)	40.6534	9.18053	22.00	69.00
Glucosa (mg/dL)	95.5338	16.47475	62.00	249.00
Insulina (uU/mL)	24.550	18.76611	3.70	148.00
<i>Índice HOMA</i>	6.1274	5.31430	0.80	38.70

HDL: High density lipoprotein. HOMA: homeostatic model assessment. LDL: Low density lipoprotein. IMC: Índice de masa corporal.

Con respecto a distribución de síndrome metabólico por sexo, un total de 63 mujeres (47.3%) quedo clasificada en vigilancia (9.7%) o intervención (37.5%), en contraste los hombres fueron 50 positivos (37.5%) a síndrome metabólico ya sea en vigilancia (5.2%) o intervención (32.3%). En los grupos catalogados como intervención los hombres representaron el 35% y las mujeres el 65% de un total de 30 niños, en el grupo de intervención los hombres fueron un 46.2%, las mujeres un 53.7% de un total de 93 niños, siendo un total de afectados 123 niños.



Figura 1. Distribución de la frecuencia de la clasificación por IDEFICS por género en pacientes en edad escolar, CONHIES



Los pacientes se encontraban en tres grupos de acuerdo a su clasificación por IDEFICS en normal (15%), vigilancia (15%) e intervención (69.9%).

La distribución de los criterios diagnósticos fueron los siguientes, cifras tensionales para la edad que de acuerdo a IDEFICS requerían intervención (36.8%), vigilancia (10.5%) y normales (14.3%), perfil lipídico que requería intervención (63.2%), vigilancia (22.6%) y normal (14.3%), HOMA-I que indicaba intervención (85.3%), vigilancia (5.3%) y normal (11.3%), por otro lado la alimentación con seno materno estaba presente 45.9% y sin lactancia materna representaba el 54.1%.

Con respecto a los criterios individuales de síndrome metabólico presentaron alteración en cifras de tensión arterial un 47%, dislipidemias un 85.8% y el más frecuente índice de HOMA se vio alterado en un 89%.

Cuadro 4.- Datos generales de los escolares atendidos en Hospital Infantil del Estado de Sonora.

VARIABLES	TOTALES	PORCENTAJE
Sexo	N=133	%
Mujeres	72	54.1
Hombres	61	45.9
<i>Edad</i>		
6	11	8.3
7	8	6.0
8	18	13.5
9	46	34.6
10	50	37.6
<i>Alimentación seno materno</i>		
Si	61	45.9
No	72	54.1
<i>IDEFICS</i>		
Normal	20	15.0
Vigilancia	20	15.0
Intervención	93	69.9
<i>Tensión arterial</i>		
Normal	70	52.6
Vigilancia	14	10.5
Intervención	49	36.8
<i>Lípidos</i>		
Normal	19	14.3
Vigilancia	30	22.6
Intervención	84	63.2
<i>Índice glucosa/insulina</i>		
Normal	15	11.3
Vigilancia	7	5.3
Intervención	111	83.5

Se realizó con prueba de Ji<sup>2</sup>, una comparativa del índice de HOMA entre pacientes clasificados, según escala de IDEFICS, como normales contra los clasificados que requieren vigilancia e intervención, resultando en una diferencia significativa (P=0.002), la comparativa entre vigilancia e intervención no mostro diferencia significativa (P=0.008).

Cuadro 5. Valores del índice de HOMA por clasificación de IDEFICS en niños escolares de la CONHIES

IDEFICS	n	Media	Desv. Estándar
Normal	20	2.779	1.858
Vigilancia	20	4.46	2.36
Intervención	93	7.216	5.87

Evaluados con la prueba de Ji<sup>2</sup>; Normal contra vigilancia P=.002; Normal contra intervención P=.002; Vigilancia contra intervención P=.088

#### **XIV.-DISCUSIÓN:**

Es conocido ya que los niños latinos tienen mayor riesgo de obesidad desde edad tan temprana como la preescolar, al ser comparados con otros grupos poblacionales en el mismo contexto sociocultural, además de expresar peores perfiles de biomarcadores de riesgo cardiovascular a diferencia de otras etnicidades estudiadas en EUA (35), aun así, continua la falta consenso sobre los criterios de obesidad en menores de 10 años y se presta poca atención a la detección temprana. (34).

Comparado con el estudio IDEFICS nuestra frecuencia de pacientes con síndrome metabólico fue mayor (5% vs 85%) (12), sin embargo, nuestra población estudiada fueron únicamente pacientes atendidos en clínica de obesidad a diferencia de la usada en IDEFICS que evaluó niños de población general, la muestra más parecida a la usada en nuestro estudio es la de López, et. Al. Del 2021 donde se estudió la frecuencia de síndrome metabólico según criterios IDEFICS en niños obesos atendidos en el servicio de pediatría del Hospital General de León Guanajuato, se obtuvo una frecuencia de 73%, sin embargo, se trataba de una población más pequeña, aun así, tiene concordancia con nuestros resultados (22). Pocos estudios incluyen población menor de 10 años, por ejemplo, en Turquía se valoró niños de 2 a 18 años con los criterios de NCEP y OMS resultando en una incidencia de 24% y 38.8% respectivamente, en población de Estados Unidos con criterios ATP III modificados encontraron que de 3 a 8 años el 45.1% padecía de síndrome metabólico, a los 9 a 11 años 48.8% y en pacientes de 12 a 19 años un 42.4% (36) si bien continúan siendo porcentajes menores a los encontrados en

población mexicana. También se usaron criterios diagnósticos no adaptados para la edad. La prevalencia de síndrome metabólico, en otros lados del mundo también es altamente variable a pesar de usar mismos criterios diagnósticos, por ejemplo en otro estudio usando criterios ATPIII, en Almería los adolescentes tienen una prevalencia de 4%, en Baleares 5.8%, Grecia 8%, Estados Unidos con 6.4%, China con 3.7%, India con 5.8%, Corea 2.3%, Irán 10.1%, hay que aclarar que se trataba de población adolescente (34). De esto podemos inferir que, a pesar de utilizar mismo grupo de edad y mismos puntos de corte, diferentes poblaciones y características de las mismas van a modificar en gran medida la incidencia, sin embargo, si se usan los mismos criterios y poblaciones usualmente los resultados son más homogéneos, lo que incita a estudiar poblaciones específicas para determinar puntos de corte de normalidad que se adapten a las diferentes etnicidades.

Obtuvimos en nuestra población un porcentaje de 15% de pacientes sin síndrome metabólico, otro 15% en nivel de vigilancia y un 70% en nivel intervención, datos muy similares al estudio de López, et. al. Del 2021, donde reportan 14.6% sin síndrome metabólico, 19% en nivel monitorización y 53.4% en nivel intervención.

(22) No encontramos hasta el momento otros estudios que utilice criterios IDEFICS para otras poblaciones latinas.

Con respecto a las características de nuestra población comparado con las de López, et. al. Nuestros índices de HOMA resultaron más elevados, incluso en los que no cumplían criterios diagnósticos de síndrome metabólico siendo la media de ellos en pacientes sanos de 1.5 con mínima de 1.2 y máxima de 2.1, los de nivel

monitorización con media de 2.8 con mínima de 2.1 y máxima de 3.6 y los clasificados en intervención con media de 3.3 con mínima de 2.8 y máxima de 6.7, mientras que nosotros obtuvimos en los sanos una media de 2.7 con una desviación estándar de 1.85, los de nivel monitorización con media de 4.46 con desviación estándar de 2.36, los nivel intervención con media de 7.21 con desviación estándar de 5.87 (22). Hay que considerar que según guía ENSANUT 2021 el área pacifico norte que incluye a Sonora se encuentra con un 8% de su población de estudio, con obesidad o sobrepeso, mientras que centro norte donde Guanajuato se encuentra incluido, población evaluada en el estudio de López et. al presenta 7.1% de su población con sobrepeso y obesidad, sin embargo, el área pacifico norte incluye Baja California, Baja California Sur Nayarit, Sinaloa y Sonora representando un 9% del universo estudiado, mientras que el área centro norte abarca Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas, con un 13% del total de pacientes evaluados (30).

En relación con la distribución por sexo ENSANUT 2021 muestra un mayor porcentaje de hombres presenta obesidad y o sobrepeso, mientras que nuestra población con síndrome metabólico es menor en hombres con 37.5%, y las mujeres representaron el 34.3% de sobrepeso y obesidad, en nuestro estudio son el 47.3% del total de pacientes que presentan síndrome metabólico. A considerar que ENSANUT es del año 2021 mientras que nuestra población es de pacientes de antes del 2019 y las edades que abarcaron fue de 5 a 11 años mientras que nosotros de 6 a 10 (30). Con respecto a el estudio de Ahrens et. al. De 2014 comparo los diferentes criterios diagnósticos donde también su población

femenina represento un mayor porcentaje 24% vs 22%, no significativo (12). En la tesis de Soria et. al. De 2016 comparo diferentes criterios diagnósticos en población adolescente, la muestra tenía un 64.1% de mujeres y 35.9% de hombres (37), la gran mayoría de estudios utiliza población adolescente lo que explica la diferencia en prevalencias asociadas al sexo, a comparación de estudios que utilizan escolares, recordando que en la pubertad hay una reducción de hasta el 30% de la sensibilidad insulínica, siendo el pico máximo en Tanner III y recuperación en estadio V, todos estos cambios asociados a hormona del crecimiento (34).

Se observó que hay diferencia significativa entre pacientes sin síndrome metabólico y los englobados en vigilancia e intervención en relación a índice de HOMA ( $Ji2=P: 0.002$ ). Soria et. al en 2016 obtuvo que usando los criterios de Cook se obtenía en promedio un HOMA de 6.14 en pacientes sin SM y 9.04 en los pacientes positivos, con los criterios de Ferranti los negativos a SM tuvieron 5.21 de I-HOMA y los positivos 8.58, IDF por otro lado tenía como promedio en pacientes sanos un I-HOMA de 6.03 y 10.08 positivos. (37) Esto es relevante ya que se podrían utilizar como puntos de corte de índice de HOMA en nuestra población, lo que se podría correlacionar con grupo de vigilancia e intervención, según corresponda.

## **XV.-CONCLUSIÓN**

Lo anterior nos muestra que los criterios diagnósticos de Ahrens et. al. Publicados en 2014 para la población europea, IDEFICS, pueden ser utilizados en nuestra población pediátrica escolar mexicana menor de 10 años y mayores de 6 años con seguridad, tiene congruencia con el estudio de López. et. al. El único también realizado en población mexicana escolar y se correlaciona de manera relevante con el I-HOMA, lo que nos otorga una herramienta útil que permite clasificar y dar un manejo enfocado a las necesidades del paciente, logrando detectar de manera temprana a pacientes con riesgo de desarrollar enfermedades metabólicas en la edad adolescente o adultez y lograr prevenir complicaciones asociadas a estas patologías. Incluso si no se cuenta con todo el abanico de laboratorios necesarios para diagnosticar síndrome metabólico, el I-HOMA se correlaciona con los niveles de manejo propuestos por IDEFICS, lo que nos podría orientar en caso de no poder realizar un diagnóstico certero. Los beneficios de poder intervenir de manera temprana en la vida de niños susceptibles a enfermedades metabólicas son invaluable a largo plazo, más tomando en cuenta como el sobrepeso y la obesidad han tomado en las últimas décadas tal relevancia que se le considera como la pandemia del siglo XXI y viviendo en una región donde la prevalencia de obesidad ha aumentado de manera drástica.



## **XVI.-BIBLIOGRAFÍA:**

- 1.-Chrystal Wittcopp, Rushika Conroy. Metabolic Syndrome in Children and Adolescents. Pediatrics in review. 2016. Vol. 37 No. 5. Pág. 193-201.
- 2.- Paul Weihe, Susann Weihrauch-Blüher. Metabolic Syndrome in Children and Adolescents: Diagnostic Criteria, Therapeutic Options and Perspectives. Curr Obes Rep. 2019.
- 3.-Tapia Ceballas, Lopez Sigüero y Jurado Ortiz. Prevalencia del síndrome metabólico y sus componentes en niños y adolescentes con obesidad. An Pediatr (Barc). 2007. Vol 67. No 4: Pag 352-361.
- 4.-Edwards Nehus, Mark Mitsnefes. Childhood Obesity and the Metabolic Syndrome. Pediatr Clin N Am. 2019. Vol. 66. Pág. 31-43.
- 5.- Perea-Martínez, Bárcena –Sobrino, Rodríguez-Herrera, Greenawalt-Rodríguez, Carbajal-Rodríguez y Zarco-Román. Obesidad y comorbilidades en niños y adolescentes asistidos en el Instituto Nacional de Pediatría. Acta Pediatr Mex. 2009. Vol. 30. No 3: Pag 167-74.
- 6.-Ruy D., Rita A. y Carlos A. Controversias en el diagnóstico del síndrome metabólico en poblaciones pediátricas. Bol Med Hosp Infant Mex. 2008. Vol 65. Pag: 488-500.

- 7.-Matilde A., Giulio I., Giulia V., Giuseppe B. y Elvira. Epigenetic Effects of n-3 LCPUFAs: A role in pediatric metabolic síndrome. *Int. J. Mol. Sci.* 2019. Vol. 20. No 2118.
8. Burguete-García, Valdés Villalpando y Miguel Cruz. Definiciones para el diagnóstico de síndrome metabólico en población infantil. *Gaceta Médica de México.* 2014. Vol. 150. Suppl 1, Pag 79:97.
- 9.-Garabed Eknoyan. A history of Obesity, or How What Was Good Became Ugly and Then Bad. 2006. *Advances in Chronic Kidney Disease.* Vol 13. No 4 pp 421-427.
- 10.-Cordova-Pluma VH, Castro-Martinez, Rubio Guerra A, Hegewisch ME. Breve crónica de la definición del síndrome metabólico. *Med Int Méx* 2014. 30: 312-328.
- 11.-Reaven GM. The metabolic syndrome: is this diagnosis necessary? *Am J Clin Nutr* 2006; 83:1237-1247.
- 12.-W Ahrens, LA Moreno, S Marild, D Molnar, A Siani, S De Henauw, J Bohmann, K Gunther, C Hadjigeorgiou, L Lacoviello, L Lissner, T Veidebaum, H Pohlabein, y Pigeot. Metabolic syndrome in young children: definitions and results of the IDEFICS study. 2014. *International Journal of Obesity.*S4-S14.
- 13.-NORMA Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-2010, Para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus.

- 14.- Rodriguez-Moran M., Salazar-Vaquez B., Violante R. Y Guerrero-Romero. Metabolic Syndrome Among Children and Adolescents Aged 10-18 Years.2004. Diabetes Care. Vol. 27. Number 10. pp: 2516-2517
- 15.- Halley Castillo E., Guilherme Borges, Talavera J., Orozco R., Vargas-Alemán C., Huitrón-Bravo G., Diaz-Montiel J., Castañón S. y Salmerón J. Body Mass Index and the Prevalence of Metabolic Syndrome among Children and Adolescents in Two Mexican Populations. 2007. Journal of Adolescent Health.40. pp 521-526.
- 16.- Velázquez-Bautista M, et al. Asociación del síndrome metabólico con bajo peso al nacimiento, consumo de dietas hipercalóricas y acantosis nigricans en escolares y adolescentes con sobrepeso y obesidad. 2017.Endocrinol Diabetes Nutr.
- 17- Valdés Villalpando, Yesika Campuzano, Sánchez Zamorano, Bermudez Morales, Peralta Zaragoza, Díaz Benítez, Cinthya Cruz, Burguete García, Ana I. Estudio de validación de cuatro diferentes criterios para el diagnóstico de síndrome metabólico en población infantil. 2018. Revista de la Universidad Industrial de Santander. Vol. 50 Núm. 2. Pág.: 2145-8464.
- 18-Wolfgang Ahrens, Iris Pigeot. Factores de riesgo de la obesidad infantil: Conclusiones del estudio europeo IDEFICS (Identificación y prevención de los efectos sobre la salud inducidos por la dieta y el estilo de vida en niños).2018. European Childhood Obesity Group.

- 19.-Christian Flemming, Sarah Bussler, Antje Korner y Wieland Kiess. Definition and early diagnosis of metabolic síndrome in children. 2020. J Pediatr Endocrinol Metab. Vol. 33, Núm: 7. Pág.: 821-833.
- 20.-Olza, J., Gil-Campos, M., Leis, R., Bueno, G., Aguilera, C. M., Valle, M. Gil, A. Presence of the Metabolic Syndrome in Obese Children at Prepubertal Age. 2011. Annals of Nutrition and Metabolism, 58(4), 343–350.
- 21.-Peña Espinoza, Granados Silvestre, Sánchez Pozos, Ortiz López y Marta Menjivar. Síndrome metabólico en niños mexicanos: poca efectividad de las definiciones diagnósticas. 2017. Endocrinol Diabetes Nutr.
- 22.- Mauricio Lòpez-Acevedo y Maria de la Cruz Ruiz Jaramillo. Frecuencia de síndrome metabólico en niños con obesidad diagnosticado con criterios de IDEFICS. 2021.Rev mex pediatr; 88(5): 184-188.
- 23- Huang, P. L. A comprehensive definition for metabolic syndrome. Disease Models & Mechanisms. 2009. 2(5-6), 231–237.
- 24.- Leone A., Vizzuso S., Brambilla P., Mameli C., Ravella S., De Amicis, Battezzati A., Zuccotti y Elvira Verduci. Evaluation of different adiposity Indices and Association with Metabolic syndrome risk in obese children: Is There a Winner.2020. Int. J. Mol. Sci. 21, 4083.
- 25.-Ferranti S. y Mozaffarian D. The perfect storm: Obesity, adipocyte dysfunction and metabolic consequences. (2008) Clinical Chemistry. 54:6.

- 26.-Weiss, R., Bremer, A. A., & Lustig, R. H. What is metabolic syndrome, and why are children getting it? (2013). *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1281(1), 123–140.
- 27.- Laclaustra G., Bergua C., Pascual I. y Casasnovas J. Síndrome metabólico. Concepto y fisiopatología. 2005. *Rev Esp Cardiol Supl*; 5:3D-10D.
- 28.- Eckel, R. H., Grundy, S. M., & Zimmet, P. Z. (2005). The metabolic syndrome. *The Lancet*, 365(9468), 1415–1428.
- 29.-Huang, P. L. A comprehensive definition for metabolic syndrome. 2009. *Disease Models & Mechanisms*, 2(5-6), 231–237. doi:10.1242/dmm.001180
- 30.- Christian Flemming, Sarah Bussler, Antje Korner y Wieland Kiess. Definition and early diagnosis of metabolic síndrome in children. 2020. *J Pediatr Endocrinol Metab*. Vol. 33, Núm: 7. Pag: 821-833.
- 30.- Shamah-Levy T, Romero-Martínez M, Barrientos-Gutiérrez T, Cuevas-Nasu L, Bautista-Arredondo S, Colchero MA, Gaona-Pineda EB, Lazcano-Ponce E, Martínez-Barnetche J, Alpuche-Arana C, Rivera-Dommarco J. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2021 sobre Covid-19. Resultados nacionales. (2022) Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública,
- 32.- Leone A., Vizzuso S., Brambilla P., Mamei C., Ravella S., Amicis R., Battezzati A., Zucotti G., Bertoli S., Verduci E. Evaluation of different adiposity indices and association with metabolic syndrome risk in obese children: is there a winner?. 2020. *Int. J. Mol. Sci.* 21.4083;

33.- Cole T.J., Lobstein T. Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. 2012. Pediatric obesity. International Association for the study of obesity.

34.- García García E. Obesidad y síndrome metabólico en pediatría. En AEPap ed. Curso de Actualización Pediatría 2015. Madrid: Lúa Ediciones 3.0; p. 71-84.

35.- Ester Cerin, Tom Baranowki, Anthony Barnett, Nancy Butte, Sheryl Hughes, Rebecca E. Lee, Jason A. Mendoza, Debbe Thompson y Teresia Margareta O'Connor. Places where preschoolers are (in)active: an observational study on latino preschoolers and their parents using objective measures. 2016 Bio Med Central. 13:29.

36.-Judith Cornejo Barrera y José Daniel Llanas Rodríguez. Epidemiología del síndrome metabólico. 2013. Evid Me invest Salud. 6(3): 89-94.

37.- Jose Luis Soria Pérez. "Prevalencia de síndrome metabólico en adolescentes con obesidad, de la consulta de obesidad y nutrición HIES (CONHIES) y su relación con la resistencia a la insulina". 2016. Uni Nac Aut Mex.

## XVII.-CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

<b>MES</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PRODUCTO</b>
<b>Mayo 2021</b>	<b>Búsqueda de temas de investigación.</b>	<b>Banco de bibliografías Ideas a desarrollar</b>
<b>Agosto 2021</b>	<b>Síntesis y unificación de ideas principales Formación del propósito Establecimiento del modelo de investigación. Identificación de la muestra Revisión por enseñanza médica</b>	<b>Título de protocolo Planteamiento Justificación Material y métodos Revisión de protocolo por parte del comité de enseñanza del HIES</b>
<b>Mayo 2022</b>	<b>Segunda revisión por enseñanza</b>	<b>Corrección de protocolo</b>
<b>Junio 2022</b>	<b>Expansión de bibliografía Extracción de dato de base de datos</b>	<b>Obtención de datos de población a estudiar</b>
<b>Febrero 2023</b>	<b>Tercera revisión por enseñanza</b>	<b>Revisión de protocolo por parte de comité de enseñanza HIES</b>
<b>Marzo 2023</b>	<b>Análisis estadístico de variables</b>	<b>Resultados finales</b>
<b>Junio 2023</b>	<b>Entrega de borrador final</b>	<b>Borrador final aprobado</b>

<b>1.-Datos del alumno</b>	
<b>Autor</b>	<b>Dr. Juárez Guardado Edgar Miguel</b>
<b>Teléfono</b>	<b>6641982472</b>
<b>Universidad</b>	<b>Universidad Nacional Autónoma de México</b>
<b>Escuela</b>	<b>Facultad de medicina</b>
<b>Número de cuenta</b>	<b>521232951</b>
<b>2. Datos del director de tesis</b>	<b>Dr. Jaime Gabriel Hurtado Valenzuela</b>
<b>3. Datos del asesor de tesis</b>	<b>Dr. Giuseppe Domenico Pérez Moya</b>
<b>4.-Datos de la tesis</b>	
<b>Título</b>	<b>FRECUENCIA DE SÍNDROME METABÓLICO EN NIÑOS OBESOS ATENDIDOS EN EL HOSPITAL INFANTIL DEL ESTADO DE SONORA</b>
<b>Palabras Clave</b>	<b>IDFICS, Obesidad, Síndrome metabólico, Dislipidemia, Resistencia a la insulina, escolares, HOMA.</b>
<b>Número de paginas</b>	<b>50</b>



