



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**SUBSISTEMA DE POSGRADO**  
**ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS DE LA SALUD**  
**ESPECIALIZACIÓN EN PEDIATRÍA**

**TEMA:**

Repercusión del Síndrome Metabólico antes y después de la Pandemia por COVID 19 en pacientes de 6 a 15 años atendidos en el servicio de endocrinología del Hospital del Niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante.

**AUTOR**

Bustamante Colombo María Lorena

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de**  
**ESPECIALISTA EN PEDIATRÍA**

**TUTOR:**

Dra. Mosquera Andrade María Belén

**Guayaquil, Ecuador**

**6 de febrero de 2025**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**SUBSISTEMA DE POSGRADO**  
**ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS DE LA SALUD**  
**ESPECIALIZACIÓN EN PEDIATRÍA**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por Bustamante Colombo María Lorena, como requerimiento para la obtención del título de Especialista en Pediatría.

**TUTOR A**

f. \_\_\_\_\_

Dra. María Belén Mosquera Andrade

**COORDINADORA DEL PROGRAMA**

f. \_\_\_\_\_

Dra. Mercedes Margarita Chimbo Jiménez

**DIRECTOR DEL PROGRAMA**

f. \_\_\_\_\_

Dr. Antonio Aguilar Guzmán

**Guayaquil, 06 de febrero de 2025**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**SUBSISTEMA DE POSGRADO**  
**ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS DE LA SALUD**  
**ESPECIALIZACIÓN EN PEDIATRÍA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Bustamante Colombo María Lorena**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación, **Repercusión del Síndrome Metabólico antes y después de la Pandemia por COVID 19 en pacientes de 6 a 15 años atendidos en el servicio de Endocrinología del Hospital del Niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante**, previo a la obtención del título de Especialista en Pediatría, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, 06 de febrero de 2025**

**EL AUTOR (A)**

---

Bustamante Colombo María Lorena



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**SUBSISTEMA DE POSGRADO**  
**ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS DE LA SALUD**  
**ESPECIALIZACIÓN EN PEDIATRÍA**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **BUSTAMANTE COLOMBO MARÍA LORENA**

**DECLARO QUE:**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Repercusión del Síndrome Metabólico antes y después de la Pandemia por COVID 19 en pacientes de 6 a 15 años atendidos en el servicio de Endocrinología del Hospital del Niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante**, previo a la obtención del título de Especialista en Pediatría, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, 06 de febrero de 2025**

**EL AUTOR (A)**

---

Bustamante Colombo María Lorena



# Repercusión del Síndrome Metabólico antes y después de la Pandemia por COVID 19 en pacientes de 6 a 15 años atendidos en el servicio de endocrinología del hospital del niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante.



Nombre del documento: Repercusión del Síndrome Metabólico antes y después de la Pandemia por COVID 19 en pacientes de 6 a 15 años atendidos en el servicio de endocrinología del hospital del niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante..docx  
ID del documento: 9e535abed5eba952c96c30e3fb062ca471238bd  
Tamaño del documento original: 92,08 KB  
Autor: lorena maria bustamante colombo

Depositante: lorena maria bustamante colombo  
Fecha de depósito: 19/2/2025  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 19/2/2025

Número de palabras: 4927  
Número de caracteres: 31.119

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes de similitudes

### Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes
1	<a href="https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight">www.who.int</a> https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight	
2	<a href="http://repositorio.ucsq.edu.ec/bitstream/2017/24158/1/UCSQ-C350-23700.pdf">repositorio.ucsq.edu.ec</a> http://repositorio.ucsq.edu.ec/bitstream/2017/24158/1/UCSQ-C350-23700.pdf	



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**SUBSISTEMA DE POSGRADO**

**ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESPECIALIZACIÓN EN PEDIATRÍA**

### **AGRADECIMIENTO**

A DIOS, por ser ese apoyo espiritual en los momentos de debilidad en el que el claudicar hubiera sido el camino más fácil. Gracias, padre celestial, por ayudarme a cumplir mis objetivos

A MIS PADRES, por inculcarme grandes valores que me han acompañado en todos los aspectos de mi vida, A mi padre que desde el cielo estaría muy orgulloso de este gran logro, gracias por su gran apoyo y sacrificio a ustedes dedico con amor cada éxito.

A MI TUTORA, mi querida doctora María Belén por toda su dedicación y paciencia conmigo y con mi trabajo por ser fuente de sabiduría y consejos en todo momento, por su gran apoyo incondicional por siempre estar dispuesta en este proceso llamado tesis, gracias a mi futura colega por brindarme todos sus conocimientos.

A nuestra Universidad Católica Santiago de Guayaquil y a mi querido hospital del niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante y nuestro director de posgrado Dr. Antonio Aguilar que nos acogió, abriéndonos sus puertas para formarnos profesionalmente y alcanzar mi objetivo de ser Pediatra.

A mí querida Dra. Mercedes Chimbo nuestra Coordinadora de posgrado, por ser fuente de sabiduría y consejos en todo momento, gracias por enseñarnos amar la pediatría a ser más humanos y siempre dar una luz de esperanza a nuestros pequeños pacientes.



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**SUBSISTEMA DE POSGRADO**

**ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESPECIALIZACIÓN EN PEDIATRÍA**

### **DEDICATORIA**

A DIOS, El creador de todas las cosas, el que siempre me dio fuerzas, sabiduría y resiliencia para continuar mostrándome que su tiempo siempre es el más perfecto, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y mi camino en los momentos difíciles para seguir adelante y alcanzar mi meta. Gracias, padre amado.

A MIS HIJOS, No encuentro palabras para expresar mi agradecimiento pues este logro también es de ustedes gracias, hijos míos GABRIEL, SEBASTIAN, EMILIANO por su gran amor por ser mi norte y mi soporte en mis momentos de debilidad, junto a ustedes encontré las fuerzas y determinación para seguir adelante. Son mi mayor inspiración los amo por sobre todas las cosas, a ustedes les dedico con amor cada éxito.

A MI ESPOSO, Mi consejero y pilar principal, por ser los brazos que me brindan seguridad y apoyo incondicional gracias por creer en mí y en este proyecto, gracias por siempre estar presente en mis momentos de tormenta, pero también de felicidad.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO .....	VI
DEDICATORIA .....	VII
RESUMEN .....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I .....	2
1. ANTECEDENTES .....	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	4
1.4. OBJETIVOS .....	5
1.5. HIPÓTESIS.....	5
CAPITULO II.....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. OBESIDAD .....	10
2.2. RESISTENCIA A LA INSULINA (RI) .....	11
2.3. ÍNDICES DE SENSIBILIDAD A LA INSULINA.....	11
2.4. EL ÍNDICE HOMA (HOMEOSTASIS MODEL ASSESSMENT).....	11
2.5. FISIOPATOLOGÍA DE LA OBESIDAD .....	12
2.6. SÍNDROME METABÓLICO .....	13
2.7. COVID 19 .....	17
2.8. OBESIDAD Y COVID .....	19
CAPITULO III.....	23
3. METODOLOGÍA.....	23
3.1.TIPO DE INVESTIGACIÓN: .....	23
3.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN: .....	23
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: .....	23
3.4 POBLACIÓN DE ESTUDIO:.....	23
3.5 CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	23
3.6 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	24
3.7. DESCRIPCIÓN DE LOS PACIENTES INCLUIDOS .....	24
3.8 MÉTODO DE RECOGIDA Y GESTIÓN DE DATOS.....	24
3.9 ESTRATEGIA DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	24
3.10. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	25
CAPITULO IV.....	26
4. RESULTADOS.....	26
5. DISCUSIÓN .....	40
6. CONCLUSIONES .....	44

7. RECOMENDACIONES.....	45
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXOS .....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES. ....	25
TABLA 2. REGISTRO DE LAS MEDIANAS DE GLUCOSA.....	36
TABLA 3. REGISTRO DE RESISTENCIA A LA INSULINA POR HOMA ENTRE PRE Y POS- PANDEMIA POR COVID 19. ....	37
TABLA 4. FRECUENCIA PERCENTUAL DE LOS INDICADORES CLÍNICO-METABÓLICOS ....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PERÍODOS CRÍTICOS EN EL DESARROLLO DE LA OBESIDAD .....	9
FIGURA 2. SM EN NIÑOS Y ADOLESCENTES. ....	15
FIGURA 3: VÍAS DE SEÑALIZACIÓN AFECTADAS EN LA RESISTENCIA A LA INSULINA.....	16
FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN POR SEXO PRE Y POST PANDEMIA. ....	26
FIGURA 5. DISTRIBUCIÓN DEL PERCENTIL DE PESO. ....	27
FIGURA 6. DISTRIBUCIÓN PERCENTIL DE LA TALLA. ....	28
FIGURA 7. DISTRIBUCIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL.....	29
FIGURA 8. REGISTRO DE DISLIPIDEMIA. ....	30
FIGURA 9. REGISTRO DE HIPERURICEMIA. ....	31
FIGURA 10. BOXPLOT DE LA MEDIANA DE GLUCOSA .....	32
FIGURA 11. BOXPLOT DE LA MEDIANA DE LA HEMOGLOBINA GLUCOSILADA.....	33
FIGURA 12. BOXPLOT DE LA MEDIANA DE LA INSULINA. ....	34
FIGURA 13. BOXPLOT DE LA MEDIANA DE HOMA .....	35
FIGURA 14. CORRELACIÓN DE SPEARMAN ENTRE LA EDAD Y LOS NIVELES DE INSULINA EN AYUNO. ....	36
FIGURA 15. PREVALENCIA DE SÍNDROME METABÓLICO.....	38

## RESUMEN

**Introducción:** el síndrome metabólico (SM), que incluye resistencia a la insulina, hipertensión, dislipidemia y diabetes tipo 2, representa un desafío significativo en la atención médica, especialmente durante la pandemia por COVID-19, aumentando el riesgo de complicaciones graves por el virus. En el contexto pediátrico, es crucial investigar cómo la pandemia ha afectado el desarrollo y la gravedad del SM en niños y adolescentes. Este estudio busca evaluar el impacto de la pandemia en la aparición y agravamiento de la resistencia a la insulina, destacando la necesidad de enfoques preventivos y de manejo integral para abordar esta problemática de manera efectiva. **Objetivo:** evaluar la repercusión del Síndrome Metabólico antes y después de la Pandemia por COVID 19 en pacientes de 6 a 15 años. **Material y métodos:** estudio observacional, retrospectivo, transversal, analítico y relacional de cohorte realizado en pacientes de 6 a 15 años con síndrome metabólico atendidos en la consulta de Endocrinología de la institución participante. **Resultados:** se analizaron 585 expedientes de pacientes quienes recibieron atención médica por el servicio de endocrinología pediátrica entre el año 2019 y 2022, de los cuales 150 cumplieron con los criterios de inclusión. Los 69 casos equivalentes al 46% de la población estudiada recibió atención en el periodo prepandemia y 54% en el periodo postpandemia, se clasificó como obesidad en un 90.7% con el IMC por encima del percentil 95 de acuerdo con la clasificación CDC-OMS, El rango de edad osciló entre los 3 y los 15.83 años, se observó a los pacientes que presentaron sobrepeso aumentaron el 100% postpandemia. La dislipidemia criterio del síndrome metabólico aumento del 6.1% en prepandemia al 36% en postpandemia, con una  $P < 0.046$ , con 3 casos de hiperuricemia en postpandemia, La hemoglobina glucosilada alterada como parte de la consecuencia del síndrome metabólico aumento de 4.1% prepandemia a 4.9% postpandemia con presencia de un paciente con diagnóstico de Dm2 con Hba1c de 7.2 %. Además, se descubrió una correlación estadísticamente significativa entre la edad y los niveles de insulina en ayuno, indicando que, a mayor edad, mayor es el nivel de insulina con una  $p < 0.001$ , la presencia de hiperinsulinemia y por ende la resistencia a la Insulina valorada por HOMA IR con una  $p = 0.003$  en el periodo de postpandemia por COVID 19. La adherencia al ejercicio como factor modificable posterior a la pandemia presento una  $P < 0.007$  con significancia estadística. **Conclusiones:** se evaluó la repercusión del síndrome metabólico pre y postpandemia por COVID 19, en pacientes pediátricos, correlacionados por la resistencia a la insulina, la dislipidemia con la edad y el hiperinsulinismo en ayunas subraya la importancia del monitoreo continuo y de intervenciones adaptadas al desarrollo infantil. Además, se resalta la importancia de utilizar criterios diagnósticos precisos que incluyan el perímetro de cintura para una mejor evaluación del riesgo metabólico.

**Palabras clave:** síndrome metabólico, COVID-19, obesidad infantil, endocrinología.

## ABSTRACT

**Introduction:** metabolic syndrome, characterized by insulin resistance, hypertension, dyslipidemia, and type 2 diabetes, poses a significant challenge in medical care, especially during the COVID-19 pandemic. This syndrome notably increases the risk of severe complications from the virus. In the pediatric context, where the full impact of the pandemic on health is still being understood, it is crucial to investigate how this health crisis has affected the development and progression of metabolic syndrome in children and adolescents. This study focuses on evaluating the pandemic's influence on the onset and worsening of the syndrome, highlighting the need for preventive and comprehensive management approaches to effectively address this issue. **Objectives:** to evaluate the impact of Metabolic Syndrome before and after the COVID-19 pandemic on pediatric patients aged 6 to 15 years. **Material and Methods:** an observational, retrospective, cross-sectional, analytical, and relational cohort study conducted on patients aged 6 to 15 years with metabolic syndrome who have been treated in the Endocrinology clinic. **Results:** 585 records of patients who received medical care from pediatric endocrinology department, between 2019 and 2022, which 150 records were selected for inclusion criteria. 69 cases, equivalent to 46% of the studied population, received care in the pre-pandemic period and 54% in the post-pandemic period. 90.7% were classified as obese with a BMI above the 95th percentile according to the CDC-WHO classification. The age range ranged from 3 to 15.83 years old. Patients who were overweight were observed to increase 100% in post-pandemic period. Dyslipidemia, a criterion of metabolic syndrome, increased from 6.1% in pre-pandemic to 36% in post-pandemic period, with a  $P < 0.046$ , with 3 cases of hyperuricemia in post-pandemic. Altered glycated hemoglobin as part of the consequence of metabolic syndrome increased from 4.1% pre-pandemic to 4.9% post-pandemic with a patient diagnosed with DM2 with Hba1c of 7.2. %. In addition, a statistically significant evaluation was discovered between age and fasting insulin levels, indicating that, if is older the age, the insulin level is higher with a  $p < 0.001$ , the presence of hyperinsulinemia and therefore insulin resistance assessed by HOMA IR with a  $p = 0.003$  in the post-pandemic period due to COVID 19. Adherence to exercise as a modifiable factor after the pandemic presented a  $P < 0.007$  with statistical significance. **Conclusions:** the impact of pre- and post-pandemic metabolic syndrome due to COVID 19 was evaluated in pediatric patients, correlated by insulin resistance, dyslipidemia with age and fasting hyperinsulinism, underlining the importance of continuous monitoring and interventions adapted to child development. Furthermore, the importance of using precise diagnostic criteria that include waist circumference for a better evaluation of metabolic risk is highlighted.

**Keywords:** Metabolic syndrome, COVID-19, childhood obesity, endocrinology.

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación tiene como objetivo evaluar el impacto del síndrome metabólico (SM) antes y después de la pandemia por SARS-CoV-2 en pacientes de 6 a 15 años atendidos en el servicio de endocrinología del hospital del niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante. Antes de la pandemia de COVID-19, el SM ya era un desafío significativo en la atención médica pediátrica; sin embargo, la pandemia parece haber exacerbado este problema debido a cambios en el estilo de vida, las alteraciones en el ritmo circadiano, reducción significativa de la actividad física, modificaciones en los patrones alimentarios, estrés psicológico y menor acceso a la atención médica, se reconoce a las pandemias por COVID-19 y a las enfermedades metabólicas que se encuentran entrelazadas, sugiriendo que, las enfermedades crónicas son factores de riesgo conocidos de aumento de la mortalidad tras la infección por SARS-CoV-2 (1).

Estos factores combinados pueden haber contribuido negativamente a la salud de los pacientes pediátricos con SM, evidenciado por el aumento en la prevalencia de Obesidad y dislipidemia en comparación con la evaluación previa a la pandemia.<sup>1,2</sup> Además, se ha demostrado que los pacientes con síndrome metabólico tienen un mayor riesgo de desarrollar complicaciones graves por COVID-19.<sup>3</sup>

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2014 se estimó que más de 1900 millones de adultos en todo el mundo tenían sobrepeso u obesidad, de los cuales 60 millones presentaron obesidad.<sup>5</sup> Los Colaboradores de la Carga Mundial de Enfermedades y Obesidad informaron una prevalencia del 5,0% para la obesidad infantil, con 107,7 millones de niños con obesidad a nivel mundial en 2015, se estimó que 158 millones de niños y adolescentes de 5 a 19 años experimentarían obesidad en 2020, 206 millones en 2025 y 254 millones en 2030.<sup>4</sup> La obesidad, componente clave del SM, es el principal factor de riesgo para el desarrollo de resistencia a la insulina, junto con hipertensión arterial y dislipidemia. Estos factores están asociados con el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2, enfermedades cardiovasculares, ciertos tipos de cáncer y otras condiciones patológicas adversas,<sup>8</sup> con el aumento exponencial de la obesidad en un futuro, actualmente se plantea estrategias necesarias para tratar de evitar las enfermedades cardiometabólicas crónicas que crean un impacto negativo en la salud de la población mundial.

## CAPITULO I

### **1. ANTECEDENTES**

El SM se ha consolidado como un importante problema de salud pública a nivel mundial, especialmente en los últimos años.<sup>9</sup> En el 2020 se impuso restricciones ocasionando un confinamiento total para limitar el brote de la pandemia de COVID-19, con prohibiciones de ejercicio físico en lugares públicos, la modalidad de trabajo inteligente a través de pantallas, las cuales fueron eficaces para reducir la propagación viral, con tasas de infección y mortalidad que disminuyeron progresivamente; sin embargo estas medidas influyeron negativamente en personas con enfermedades cardiometabólicas crónicas, y en personas jóvenes sanas, cambiando a rutinas sedentarias y a un estilo de vida no saludable.<sup>1</sup> Este conjunto de factores de riesgo interrelacionados, concluyen que la obesidad abdominal, hipertensión, dislipidemia e hiperglucemia, está estrechamente asociado con un mayor riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo 2, enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer.<sup>8</sup>

Antes de la pandemia por COVID 19 se observó que el 37,8% padecían de obesidad, el 40,5% con hipertensión arterial, el 29.7% intolerancia a la glucosa (IGT) o diabetes mellitus y el 28,4% dislipidemia. Según los criterios de consenso de la Federación Internacional de Diabetes, 11 pacientes presentaron SM, posterior al período de confinamiento el 51,3% eran obesos ( $p < 0,0001$ ), el 41,9% tenían hipertensión arterial y el 32,4% presentó IGT o DM.<sup>1</sup> En la población pediátrica no fue la excepción el consumo de postres y bebidas altas en carbohidratos simples que se correlaciona de manera positiva con la incidencia del sobrepeso y obesidad; el grupo de 1 a 11 años de edad el consumo de alimentos no recomendables, ejemplo las bebidas no lácteas endulzadas, se observó un consumo el 85.5% de la población en este grupo etéreo a pesar de que no se ha documentado una tendencia de aumento como las observadas en el resto de los grupos de edad; sin embargo, la prevalencia actual de obesidad (IMC mayor a dos derivaciones estándar (DE) en ENSANUT 2012 fue de 9.8%.<sup>6</sup>

Los factores de riesgo obesogénicos identificados fueron: la exposición a ftalatos, el bisfenol A o los parabenos, promueven la obesidad con la alteración del desarrollo de los adipocitos a partir de progenitores mesenquimales, la interferencia con los receptores hormonales y la inflamación inducida; otros factores incluida la dieta con alto contenido calórico elevado, sedentarismo, además de la falta de actividad física, entre componentes étnicos, genéticos, ambientales, conductuales y sociales, entre los cuales se destaca el incremento del uso de pantallas, y el consumo de alimentos ultra procesados relacionados con este estilo de vida, la llegada de la pandemia por COVID-19 trajo consigo cambios drásticos en el estilo de vida de las personas, afectando de manera significativa a la población pediátrica.<sup>7,8,10</sup> Entre el 2020 y el 2021, se registraron casi 6 millones de defunciones a causa de la COVID-19 y posterior al mismo entre 15 y 18 millones de muertes en todo el mundo, el aumento del estrés psicológico agrava el panorama del SM en niños y adolescentes.<sup>11</sup> Este contexto ha generado preocupación entre los especialistas en pediatría, ya que los niños con SM no solo enfrentan un mayor riesgo de complicaciones graves si contraen COVID-19,<sup>12</sup> sino que también podrían haber experimentado un empeoramiento en los factores de riesgo relacionados con el SM durante la pandemia.<sup>13</sup>

## **1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La pandemia por COVID-19 ha tenido un impacto profundo en diversos aspectos de la salud pública, y uno de los sectores más afectados ha sido la población pediátrica, particularmente aquellos con condiciones preexistentes como el SM. El confinamiento, las restricciones en la movilidad y el cierre de escuelas han alterado significativamente los patrones de vida saludables en los niños y adolescentes. Estos cambios han propiciado un aumento en el sedentarismo, una dieta menos equilibrada y un incremento en los niveles de estrés, todos factores que pueden exacerbar los componentes del SM. Este escenario plantea una inquietud importante sobre si la pandemia ha provocado un aumento en la incidencia y severidad del SM en la población pediátrica atendida en servicios de endocrinología.

Es crucial entender cómo la pandemia ha afectado a los pacientes de 6 a 15 años con SM, específicamente en el contexto del hospital del niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante. La hipótesis de que el SM pudo haberse exacerbado durante la pandemia se sustenta en la

combinación de varios factores negativos que caracterizaron este periodo, como la disminución de la actividad física y los cambios en la alimentación, el aumento de consumo de alimentos ultra procesados con alto contenido calórico. Además, la reducción en la atención médica preventiva y de seguimiento durante la pandemia puede haber contribuido a un manejo subóptimo de los factores de riesgo del SM, aumentando la posibilidad de complicaciones a largo plazo. La investigación de la repercusión del SM antes y después de la pandemia en este grupo de pacientes es esencial para el desarrollo de estrategias efectivas de manejo y prevención.

Evaluar los cambios en la prevalencia y severidad del SM permitirá no solo comprender el impacto de la pandemia, sino también identificar las áreas donde se necesita reforzar la atención médica y la educación en salud. De esta manera, se podrán implementar intervenciones dirigidas a mitigar los efectos negativos del SM en la población pediátrica y prevenir futuras complicaciones crónicas asociadas con esta condición.

## **1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la repercusión del SM antes y después de la Pandemia por COVID 19 en pacientes de 6 a 15 años atendidos en el servicio de Endocrinología del hospital del niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante?

## **1.3.JUSTIFICACIÓN**

La justificación de esta investigación radica en la necesidad de comprender el efecto de la pandemia que ocasionó en los pacientes que se encontraban con sobrepeso y obesidad y la repercusión del síndrome metabólico en los pacientes pediátricos del hospital del niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante, después de la pandemia por COVID-19.

El síndrome metabólico incrementa dos veces el riesgo a desarrollar enfermedades cerebro vasculares y cinco veces el riesgo de padecer DM 2; en pediatría el SM representa un desafío importante en la atención médica, es crucial evaluar cómo la pandemia ha influido en su prevalencia y en la salud metabólica de los pacientes. Además, comprender los cambios en los estilos de vida, el estrés psicológico y las barreras en la atención médica durante la pandemia,

puede proporcionar información valiosa para desarrollar estrategias de manejo y prevención efectivas que mejoren la atención médica en este contexto, que reduzcan el impacto negativo y como consecuencia disminuir complicaciones.

## **1.4.OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la repercusión del SM antes y después de la Pandemia por COVID 19 en pacientes de 6 a 15 años de edad, atendidos en el servicio de Endocrinología del hospital del niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el diagnóstico del SM en pacientes pediátricos del hospital del niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante después de la pandemia por COVID-19.
- Identificar los factores de riesgo Metabólico (obesidad abdominal, hipertensión arterial, dislipidemia y resistencia a la insulina) en pacientes identificados con SM
- Describir los aspectos relacionados a la terapéutica en pacientes con SM antes y después de la pandemia por COVID 19 en el hospital del niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante.
- Analizar el efecto de la pandemia por COVID 19 en el desarrollo del síndrome metabólico en pacientes con sobrepeso y obesidad.

## **1.5.HIPÓTESIS**

De investigación:

Se ha identificado el aumento de casos de pacientes con diagnóstico de SM posterior a la pandemia por COVID 19, relacionado con la presencia de factores de riesgo metabólico como: obesidad abdominal, hipertensión arterial, dislipidemia y resistencia a la insulina, en pacientes pediátricos atendidos en el servicio de Endocrinología del hospital del niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante.

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

El depósito excesivo de grasa en la obesidad tiene una etiología multifactorial, pero en general se considera el resultado del desequilibrio entre la ingesta y el gasto de energía.<sup>14</sup>

Las encuestas nacionales sobre peso y obesidad en Ecuador realizadas por STEPS Ecuador 2018, vigilancia de las enfermedades no transmisibles y factores de riesgo refiere que el 63.6% de la población adulta tiene sobrepeso y obesidad, la obesidad con mayor prevalencia en mujeres (30,9%) que en hombres (20,3%).<sup>15</sup>

Desde 2000, el IMC medio ha aumentado, en muchos países de altos ingresos, pero ha seguido aumentando en los países de bajos y medianos ingresos; se observó un mayor riesgo de diabetes con un IMC de 23 kg/m<sup>2</sup> o superior, y un aumento del riesgo de diabetes del 43 % para los hombres y del 41 % para las mujeres en comparación con un IMC normal (18,5–22,9 kg/m<sup>2</sup>).<sup>16</sup>

En 2019, la Federación Mundial de Obesidad estimó que en 2025 habría 206 millones de niños y adolescentes de entre 5 y 19 años viviendo con obesidad, y 254 millones en 2030.<sup>17</sup> De los 42 países que se estima que tendrán más de 1 millón de niños con obesidad en 2030, los primeros clasificados son China, seguida de India, Estados Unidos, Indonesia y Brasil, y sólo siete de los 42 primeros países registran altos ingresos; en Ecuador en el 2016 la obesidad en menores de 19 años estaba entre un 7 y un 13%, la predicción para el 2030 la tasa de obesidad en este grupo aumenta de un 14% a un 18.9%.<sup>17</sup>

Como antecedente en el 2022, 37 millones de niños menores de 5 años y 390 millones de personas entre 5 a 19 años tenían sobrepeso, pasando del 8% en 1990 al 20% en 2022, el 2% de los niños y adolescentes de 5 a 19 años eran obesos en 1990 (31 millones), en 2022 el 8% de los niños y adolescentes eran obesos (160 millones).<sup>22</sup>

El principal factor de riesgo es el desequilibrio entre ingesta y gasto energético acompañado de una vida sedentaria (bajo rendimiento físico), que afecta la población mundial y se refleja en un aumento exponencial de obesidad y por ende el desarrollo de SM. Su etiología multifactorial involucra el sistema nervioso central, el metabolismo y la homeostasis del tejido adiposo.<sup>7,18</sup>

Dentro de los factores de riesgo para un ambiente obesogénicos, los lactantes que fueron alimentados con fórmula o sucedáneos de leche materna, además de la exposición a prácticas de alimentación poco saludables, promueven la obesidad pediátrica,<sup>18</sup> el número de embarazos complicados por sobrepeso y obesidad en los países desarrollados es más del 50% y de este porcentaje hasta un tercio se complican por diabetes mellitus gestacional, está asociada con un mayor riesgo de enfermedad cardiometabólica en la descendencia; se observó que en recién nacidos de madres obesas tenían más probabilidades de ser resistentes a la insulina, en comparación con los recién nacidos de madres no obesas, se puede transmitir la obesidad a través de mecanismos genéticos y epigenéticos a través del impacto del genotipo materno al feto y su entorno.

Se demostró en un modelo de ratón que la exposición a la obesidad materna afecta al desarrollo hipotalámico de la descendencia, con menor proliferación de células progenitoras neuronales hipotalámicas en el cerebro de la descendencia y una resistencia temprana a la insulina.<sup>19</sup>

El tabaquismo materno en el embarazo se ha asociado con restricción del crecimiento fetal, tienen un riesgo 1,5 veces mayor de sobrepeso y obesidad, al igual que el aumento rápido de peso antes del año de edad.<sup>21</sup>

Uno de los factores de riesgo modificables incluye los malos hábitos alimentarios, El SM y el desarrollo de DM 2 se han visto agravados por el consumo de alimentos altos en carbohidratos simples y alimentos ultra procesados, se identificó que los hábitos alimentarios más comunes entre los estudiantes universitarios de varios países fueron el bajo consumo de frutas y verduras (71,93%), el alto consumo de dulces (57,89%), el consumo recurrente de comidas rápidas y productos ultra procesados (45,61 %).<sup>20</sup> Es importante mencionar que existen estrategias que incluyen dieta, ejercicio, cambios en el estilo de vida, tratamiento médico, los estudios que

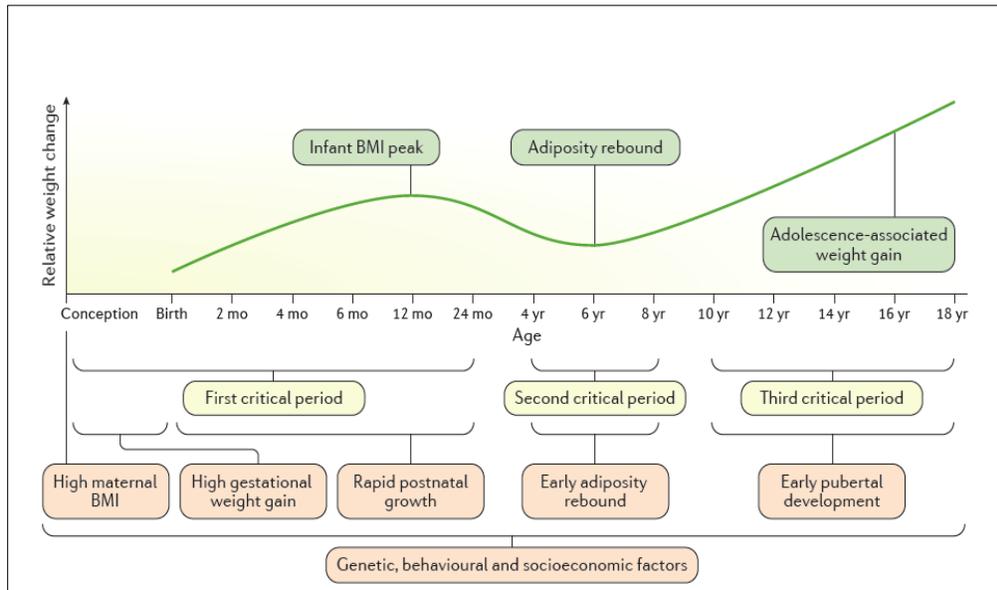
abordaron estrategias de prevención y control del SM en adolescentes, con un enfoque familiar e incorporando factores escolares, presentaron mayores cambios significativos relacionados a los factores de riesgos cardiometabólicos.<sup>42,43</sup>

La utilización de servicios de atención primaria se presenta como una estrategia prometedora para mejorar las prácticas de crianza esenciales para el desarrollo temprano de los niños.<sup>4</sup> Además, la identificación de factores como antecedentes familiares, entorno alimentario, preferencias culturales y actividad física, deben ser considerados en el tratamiento. Por otro lado, comprender, las tecnologías "óhmicas", involucradas en la desregulación epigenética a través de la metilación del ADN de genes involucrados en el crecimiento, inflamación, metabolismo lipídico, glucólisis o adipogénesis, puede explicar las asociaciones con la exposición temprana al estrés, desnutrición o sobrenutrición en la gestación o lactancia, se asocian con sobrepeso o la obesidad en la adultez.<sup>44</sup>

Estos resultados se ven correlacionados con los periodos críticos de la obesidad, se ha observado que dentro de los primeros mil días, desde la concepción hasta el final del segundo año de vida, marcan el primer período crítico, y factores de riesgo como el elevado IMC preconcepcional, excesiva ganancia de peso en el embarazo, DM gestacional, tabaquismo y peso elevado al nacimiento, ganancia excesiva de peso, patrón de sueño, interacción madre-niño, introducción demasiado temprana o tardía de la alimentación complementaria.<sup>22</sup>

El índice de masa corporal (IMC) generalmente aumenta hasta los 7 meses de edad, cuando alcanza un máximo temporal (el llamado pico de IMC infantil). Entre los 5 y los 7 años el IMC alcanza un mínimo en los niños con crecimiento y desarrollo adecuados, tras lo cual vuelve a subir (en niños obesos se da un rebote de adiposidad) durante la adolescencia, los cambios en el IMC están sustancialmente asociados con la pubertad. Durante la infancia, un rebote de adiposidad más temprano se ha asociado con un IMC alto, una cantidad alta de tejido adiposo subcutáneo y una circunferencia de cintura alta en la edad adulta. El peso corporal en estos períodos críticos se asocia con una composición corporal posterior, una pubertad temprana es asociada con un mayor riesgo de presentar obesidad.<sup>23</sup>

**Figura 1.** *Períodos críticos en el desarrollo de la obesidad.*



**Nota:** El peso corporal en estos períodos críticos se asocia con una composición corporal posterior, una pubertad temprana es asociada con un mayor riesgo de presentar obesidad. Tomado de *González-Muniesa, P., Martínez-González, M. A., Hu, F. B., Després, J. P., Matsuzawa, Y., Loos, R., Moreno, L. A., Bray, G. A., & Martínez, J. A. (2017). Obesity. Nature reviews. Disease primers, 3, 17034*<sup>24</sup>

El SM comprende un conjunto de alteraciones metabólicas que están asociados con la resistencia a la insulina y son impulsados por la obesidad visceral, inflamación sistémica y disfunción celular ocasionadas por la presencia de la aterosclerosis temprana y la inflamación endovascular, donde la dislipidemia aterogénica es el vínculo entre el SM, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares; se ha demostrado que la diabetes, la obesidad y la hipertensión están estrechamente relacionadas con un mayor riesgo de gravedad de COVID-19 y mortalidad.<sup>25</sup>

La crisis sanitaria originada por la pandemia de COVID 19 ha provocado cambios en los hábitos de vida, como la reducción de la actividad física y el aumento del sedentarismo. El aislamiento social, el cierre de escuelas y la modificación de los horarios laborales han contribuido a estas transformaciones, afectando principalmente a la salud mental y la prevalencia del síndrome metabólico en los niños. La disponibilidad de alimentos ricos en carbohidratos simples también ha sido un factor relevante.<sup>27</sup>

Por un lado, se ha observado una disminución de la mortalidad gracias a los avances en la vacunación con ARNm (28-29) Para hacer frente a estas consecuencias, se recomienda promover estrategias que ayuden a reducir los riesgos, como fomentar la práctica de ejercicio físico. Se ha evidenciado una disminución del 20% en la actividad física durante la pandemia, pero se sabe que el ejercicio ayuda a disminuir la ansiedad y mejorar los síntomas de depresión.<sup>43</sup> Además, se observó una reducción de 17 minutos en la actividad física diaria de moderada a intensa, debido al distanciamiento social y la limitación de acceso a espacios recreativos.<sup>30</sup>

Según Wu, J et al (2022), realizaron una revisión sistemática donde se incluyeron 105.239 participantes, de los cuales 16.185 casos tenían SM, de esta manera examinar la asociación entre el tiempo de sedentarismo y el riesgo de síndrome metabólico; se demostró una asociación significativa en cuanto al comportamiento a largo plazo de sedentarismo y mayor riesgo de SM según edad y sexo<sup>31</sup>

## 2.1.Obesidad

**Definición de obesidad:** Peso corporal desproporcionado para la altura con una acumulación excesiva de tejido adiposo acompañada de una inflamación sistémica crónica leve.<sup>14,32</sup>

**Medición de Obesidad:** Antropometría, análisis de impedancia bioeléctrica, densitometría y métodos basados en imágenes, el índice de masa corporal (IMC).

El Índice de masa corporal (IMC) identifica el sobrepeso y la obesidad basándose en el peso del individuo expresado en kilogramos (kg) y dividido por el cuadrado de la altura en metros (m<sup>2</sup>)<sup>14</sup>

**Clasificación:** La clasificación de la OMS que utiliza el IMC define desnutrición como <18,5 kg / m<sup>2</sup>, peso normal como 18,5-24,9 kg / m<sup>2</sup>, sobrepeso como 25-29,9 kg / m<sup>2</sup>, obesidad como ≥30 kg / m<sup>2</sup> y ≥40 kg / m<sup>2</sup> se considera obesidad extrema, sin embargo, en pacientes pediátricos se requiere percentil del IMC, por encima de P 85 se considera sobrepeso y por encima de P 99 obesidad; sin embargo, en México y EE. UU. por encima de P 85 ya se considera obesidad.<sup>33</sup>

## **2.2. Resistencia a la Insulina (RI)**

La resistencia a la insulina es una respuesta biológica atenuada a la acción de insulina que conduce a un estado de hiperinsulinismo para compensar la elevación progresiva de los niveles de glucosa circulante.<sup>35</sup> Los defectos en la expresión y función del transportador de glucosa dependiente de insulina 4 causada por alteraciones de la señalización de la insulina, definida como un defecto en el control de la glucosa por los músculos, grasa e hígado.<sup>34</sup>

El rasgo más característico de la RI es el incremento en la concentración de insulina, ya sea en condiciones de ayuno o en respuesta a un reto. La resistencia a la insulina causada por una combinación de factores genéticos y ambientales es una entidad que agrava al síndrome metabólico. La insulina capta la glucosa desde la sangre hacia los tejidos, facilitando la obtención de energía celular, estimula la conversión de glucosa en glucógeno y triglicéridos, el estado proinflamatorio, conduce a la disfunción y muerte de las células  $\beta$ , existen muchos métodos e índices disponibles para la estimación de la resistencia a la insulina.<sup>36</sup>

Puede ser identificada con métodos indirectos son: Insulina plasmático en ayuno, índice de HOMA, índice de QUICKI, Índice de Marsuda. DeFronzo.<sup>37</sup>

## **2.3. Índices de Sensibilidad a la Insulina**

La pinza hiperinsulinémica-euglucémica es el estándar de oro para evaluar la resistencia a la insulina, pero su aplicación por su alto costo y complejidad. El modelo homeostático de evaluación de la resistencia a la insulina (HOMA-IR) es un modelo matemático simple que proporciona una medición indirecta de la RI, requiriendo solo un valor de medición de glucosa e insulina en ayunas. El índice HOMA-IR representa la relación entre la secreción de insulina pancreática y la capacidad de mantener niveles glucémicos adecuados.<sup>38</sup>

## **2.4. El índice HOMA (Homeostasis Model Assessment).**

El modelo homeostático de evaluación de la resistencia a la insulina (HOMA-IR) proporciona una medición indirecta de la RI, requiriendo solo un valor de medición de glucosa e insulina en ayunas, utilizado para diagnosticar resistencia a la insulina en la población, cuantifica la resistencia a la

insulina y la función de las células beta a partir de las concentraciones de glucosa e insulina basales. Los niveles de insulina dependen de la respuesta de las células  $\beta$  pancreáticas a las concentraciones de glucosa, mientras que las concentraciones de glucosa están reguladas por la producción de glucosa mediada por insulina a través del hígado.<sup>39</sup>

El clamp e glucémico y la curva de tolerancia oral a la glucosa, miden de manera directa la resistencia a la Insulina y los defectos de la función de las células beta, que son los primeros desordenes de la diabetes tipo 2; la función deficiente de las células  $\beta$  se refleja en una respuesta disminuida de las células  $\beta$  a la secreción de insulina estimulada por la glucosa.<sup>39</sup>

HOMA-IR= [insulina plasmática en ayuno ( $\mu$ U/ml) \*glucosa plasmática en ayuno (mmol/L)]/22.5  
40

## **2.5.Fisiopatología de la obesidad**

La obesidad que afecta al metabolismo contribuye a generar un estado de inflamación crónica o inflamación metabólica, condicionada por la ingesta y el gasto energético, que involucran a la insulina y leptina que al pasar la barrera hematoencefálica estas hormonas son inhibidores de las neuronas AgRP oxigénicas y activadores de las neuronas POMC anoxigénicas que conducen al centro de apetito y saciedad estimuladas por péptidos intestinales como GLP 1, la detección de insulina en astrocitos corregula la glucosa del SNC, la detección de leptina se asocia a la remodelación sináptica hipotalámica que controla la ingesta de alimentos, la microglía durante la inflamación, libera moléculas proinflamatorias como citocinas y quimiocinas. En roedores, el número de neuronas POMC se reduce con la alimentación crónica con grasas saturadas y exceso de carbohidratos,<sup>41</sup>

La leptina actúa controlando el apetito y la cantidad de tejido adiposo corporal, el tejido adiposo visceral promueve la inflamación crónica con liberación de citocinas proinflamatorias como el factor de necrosis tumoral (TNF- $\alpha$ ), interleucinas (IL-6 - IL-1 $\beta$ ) y una reducción de citoquinas antiinflamatorias como la adiponectina. Los niveles elevados de glucosa, ácidos grasos o leptina pueden estimular la liberación de IL-1 $\beta$  en los islotes pancreáticos, conlleva a la disfunción y muerte de las células Beta.<sup>42</sup>

La resistencia a la insulina activa vías metabólicas relacionadas con las proteínas quinasas y un desequilibrio en el metabolismo de lípidos, lo que contribuye al desarrollo de hiperinsulinemia e hiperamilinemia, provocando toxicidad por proteínas con depósitos de proteína amiloide en los islotes pancreáticos.<sup>42</sup>

## 2.6. Síndrome metabólico

El SM, se debe a un metabolismo celular desregulado ocasionando resistencia a la insulina. Los adipocitos viscerales liberan quimioatrayentes, contribuyendo a la infiltración por macrófagos y liberación de citocinas aumentando la inflamación sistémica. Y la producción reducida de adiponectina con una liberación de ácidos grasos libres que alteran la función mitocondrial aumentando el estrés oxidativo dando como consecuencia reducción de la capacidad de la insulina para estimular los transportadores de glucosa a la superficie celular.

La resistencia a la insulina crea un hiperinsulinismo compensatorio, y los niveles de glucosa aumentan a medida que la resistencia excede la capacidad de las células beta pancreáticas para liberar cantidades adecuadas de insulina, que contribuye al riesgo de diabetes tipo 2. La reducción de colesterol HDL, produce un riesgo adicional de enfermedad cardiovascular.<sup>43</sup>

El SM conduce a la resistencia a la insulina, incluida la disfunción celular en adipocitos, miocitos y hepatocitos; estrés oxidativo e inflamación celular secundario a la elevación del suero de unión a la proteína 4 del retinol (RBP4) que es un marcador biológico para el síndrome metabólico; por lo tanto, la **reducción** de RBP4 comprime la resistencia a la insulina y previene la diabetes tipo 2.<sup>44</sup>

Además, el SM está relacionado con otros procesos patológicos como la enfermedad del hígado graso no alcohólico (NAFLD), considerada la manifestación hepática del síndrome metabólico. El factor de transcripción proteína de unión al elemento de respuesta a esteroides 1 (SREBP-1), está sobre expresado en pacientes con NAFLD. La inclusión de NAFLD dentro de los criterios de SM identifica a más población con riesgo de desarrollar eventos cardiovasculares, permitiendo una intervención temprana.<sup>48</sup>

El SM es un estado proinflamatorio se constata que el aumento del estrés oxidativo conduce a disfunción endotelial y estado de hipercoagulabilidad, susceptible a cambios microvasculares, asociado con el desarrollo prematuro, la aceleración y la progresión de la enfermedad renal crónica. se ha observado con mayor frecuencia la formación de cálculos renales en pacientes con síndrome metabólico,<sup>43</sup> sobre todo a la presencia de cálculos de ácido úrico. Se sabe que existe una relación inversa entre el aumento del índice de masa corporal, la resistencia a la insulina, la diabetes y el pH urinario. El pH urinario disminuye con la aparición de rasgos de síndrome metabólico, un hallazgo que se ha demostrado en numerosos estudios.<sup>38</sup>

Una disfunción adicional de los adipocitos incluye una disminución de adiponectina (vía causante de la resistencia a la insulina) y mayor liberación de ácidos grasos libres. En los tejidos periféricos, estos niveles elevados alteran la función mitocondrial y aumentan el grado de estrés oxidativo, (43). En los pacientes obesos el tejido adiposo libera gran cantidad de TNF-alfa, IL-6, y la presencia de una respuesta inflamatoria exacerbada y sostenida disminuyendo la expresión génica de GLUT-4 receptor de glucosa del tejido muscular y adiposo,<sup>65</sup> y por lo tanto se concluye que la obesidad reduce la capacidad de la insulina para estimular los transportadores de glucosa a la superficie celular.<sup>43</sup> El grado de resistencia a la insulina da como resultado una mayor necesidad de producción de insulina y los niveles de glucosa aumentan a medida que la resistencia excede la capacidad de las células beta pancreáticas para liberar cantidades adecuadas de insulina, lo que en última instancia contribuye a diabetes tipo 2.<sup>43</sup>

El síndrome metabólico, se define como la presencia de 3 de los 5 factores de riesgo,<sup>43</sup> los criterios de Weiss et al y Viner et al son los que toman en cuenta en IMC como parte del factor de riesgo de obesidad, la IDF (Federación Internacional de Diabetes) toma en cuenta la circunferencia de cintura. (Figura 2)

Los criterios unificados para el diagnóstico de síndrome metabólico en Latinoamérica requiere que la circunferencia de cintura en personas adultas sea más de 90 en el hombre y 80 en la mujer es decir que la circunferencia de cintura elevada (según las definiciones específicas de la población), Triglicéridos elevados (> 150 mg/dl o terapia farmacológica para triglicéridos elevados), Colesterol de lipoproteína de alta densidad (HDL) reducido (< 40 mg/dl o terapia farmacológica

para colesterol HDL reducido), Presión arterial elevada (sistólica > 130mmHg y/o diastólica > 85 mmHg, o terapia antihipertensiva), Glucemia en ayunas elevada (> 100 mg/dl o terapia farmacológica para glucosa elevada) (45)

Una publicación del Grupo Latinoamericano para el Estudio del SM y La Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD), determinó que el perímetro abdominal que contenía exceso de grasa visceral estaba dado por 94 cm para hombres y 88 cm para mujeres.(43)

La mayoría de las evaluaciones se han basado en adaptaciones basadas en criterios de adultos, con valores de corte para los componentes individuales que se modificaron para reflejar los valores más moderados de estos factores de riesgo entre los adolescentes.<sup>45</sup>

**Figura 2.** SM en niños y adolescentes.

	<i>Chen et al.</i> <sup>20</sup>	<i>Cook et al.</i> <sup>21</sup>	<i>Cruz et al.</i> <sup>22</sup>	<i>Weiss et al.</i> <sup>23</sup>	<i>de Ferranti et al.</i> <sup>24</sup>	<i>Viner et al.</i> <sup>25</sup>	<i>Zimmer et al. (IDF)</i> <sup>27</sup>	<i>Ahrens et al.</i> <sup>26</sup>
Criteria needed	4 criteria >75th pct.	≥3 criteria	≥3 criteria	≥3 criteria	≥3 criteria	≥3 criteria (obesity required)	Obesity and ≥2 of other 4 criteria	≥3 criteria monitoring level (action level)
Obesity	BMI	WC ≥90th pct.	WC >90th pct.	BMI z-score ≥2.0	WC >75th pct.	BMI ≥95th pct.	WC >90th pct.	WC >90th pct. (>95th pct.)
Glucose disorders	Fasting insulin	IFG (≥110 mg/dL)	IGT (>140 mg/dL at 2 hr on OGTT)	IGT (>140 mg/dL at 2 hr on OGTT)	IFG (>110 mg/dL)	IFG (>110 mg/dL) or IGT (>140 mg/dL at 2 hr on OGTT)	IFG (≥100 mg/dL)	HOMA-IR or fasting glucose >90th pct. (>95th pct.)
Dyslipidemia: triglycerides	Ratio TG/HDL	TG ≥110 mg/dL	TG ≥90th pct.	TG >95th pct.	TG ≥100 mg/dL	TG ≥155 mg/dL	TG ≥155 mg/dL	TG >90th pct. (>95th pct.)
Dyslipidemia: HDL-C		HDL-C ≤40 mg/dL	HDL ≤10th pct.	HDL <5th pct.	HDL ≤50 mg/dL	HDL ≤35 mg/dL	HDL ≤40 mg/dL	HDL-C ≤10th pct. (≤5th pct.)
Hypertension	Mid BP	SBP or DBP ≥90th pct.	BP ≥90th pct.	BP >95th pct.	BP ≥90th pct.	SBP ≥95th pct.	SBP ≥130 mmHg or DBP ≥85 mmHg	SBP/DBP >90th pct. (>95th pct.)

DBP, diastolic blood pressure; BMI, body mass index; BP, blood pressure; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; IDF, International Diabetes Federation; IFG, impaired fasting glucose; IGT, impaired glucose tolerance; HOMA-IR, homeostasis model assessment-insulin resistance; OGTT, oral glucose tolerance test; pct., percentile; SBP, systolic blood pressure; TG, triglycerides; WC, waist circumference.

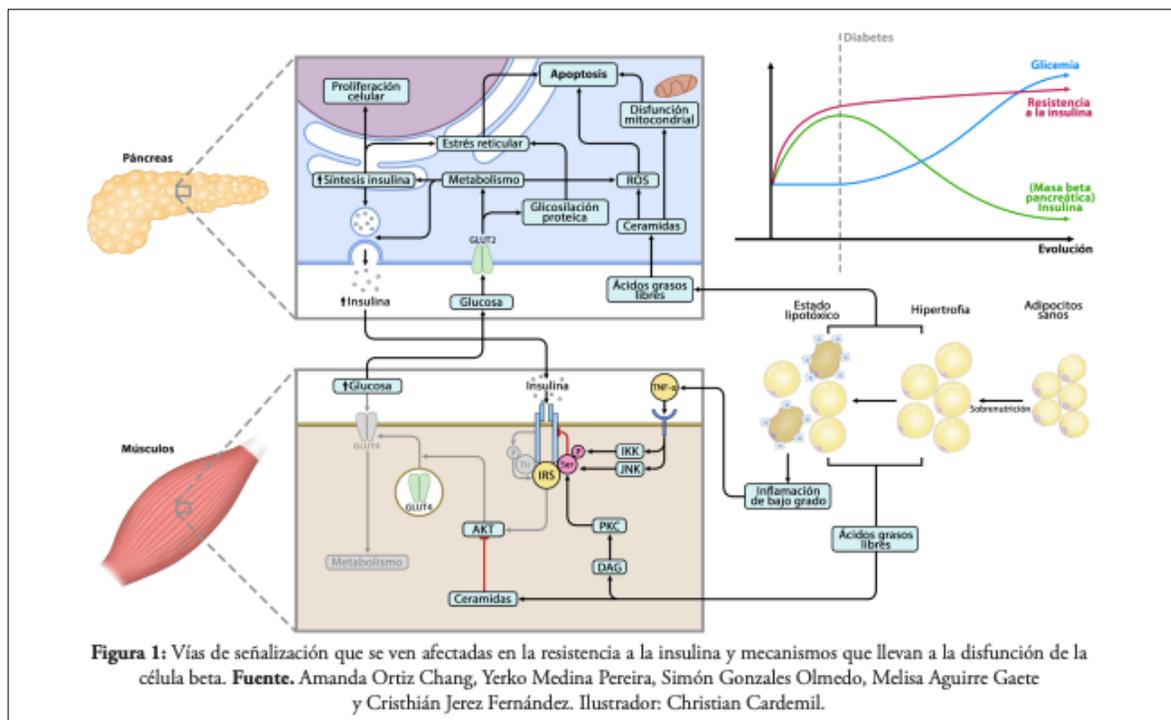
**Fuente:** Serbis, Anastasios et al. “Metabolic Syndrome in Children and Adolescents: ¿Is There a Universally Accepted Definition? Does it Matter?” *Metabolic syndrome and related disorders* vol. 18,10 (2020): 462-470. <sup>64</sup>

Zong propone una definición simplificada para evaluar el riesgo de SM en pacientes de 6 a 17 años útil para que pediatría identifique el riesgo de SM y la agrupación de factores de riesgo cardiometabólicas, El WHtR (relación cintura – altura) es mejor que el IMC y la relación cintura -cadera está fuertemente correlacionado con los niveles de insulina y LDL que el IMC, por lo que esta definición simplificada de SM se desarrolló con base en dos definiciones ampliamente

utilizadas de la Federación Internacional de Diabetes y NCEP (Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol), de la siguiente manera:<sup>45</sup>

La obesidad central se definió como la relación cintura-altura (WHtR) para predecir el síndrome metabólico pediátrico  $\geq 0,50$  para jóvenes de Europa y EE. UU. y  $\geq 0,46$  para aquellos de Asia, África y Sudamérica; la presión arterial alta se definió como PAS/DBP  $\geq 130/80$  mm Hg para adolescentes de 13 a 17 años y  $\geq 120/80$  mm Hg para niños de 6 a 12 años; Los triglicéridos altos se definieron como TG  $\geq 130$  mg/dl a la edad de 10 a 17 años o  $\geq 100$  mg/dl a la edad de 6 a 9 años, o HDL-C bajo como HDL-C  $< 40$  mg/dl ; y la Glucemia alta se definió como glucemia en ayunas  $\geq 100$  mg/dl.<sup>45</sup>

**Figura 3:** Vías de señalización afectadas en la resistencia a la insulina y mecanismos que llevan a la disfunción de la célula beta



**Fuente:** Jerez Fernández, C. I., Medina Pereira, Y. A., Ortiz Chang, A. S., González Olmedo, S. I., & Aguirre Gaete, M. C. . (2022). Fisiopatología y alteraciones clínicas de la diabetes mellitus tipo 2: revisión de literatura. Revista Nova publicación científica En Ciencias biomédicas, 65-103.<sup>65</sup>

## 2.7.COVID 19

El COVID-19 es una enfermedad respiratoria causada por el virus SARS-CoV-2, un coronavirus altamente contagioso. Los síntomas del COVID-19 van desde leves, como fiebre, tos y fatiga, hasta graves, como dificultad para respirar, neumonía y fallo multiorgánico. Las personas con condiciones subyacentes, como el síndrome metabólico, son más propensas a desarrollar formas severas de la enfermedad, el tejido adiposo expresa ECA-2 (sitio para la entrada viral), liberan citocinas proinflamatorias y activan los macrófagos (tormenta de citocinas causante del síndrome de respuesta inflamatoria sistémica, el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) y la disfunción multiorgánica), la presencia de hiperglucemia aumenta la disfunción endotelial, la generación de especies reactivas de oxígeno y el estado protrombótico como resultado hipoperfusión tisular.<sup>46</sup>

Por lo que la pandemia de COVID-19 ha resaltado la vulnerabilidad de individuos con SM, que aumentan el riesgo de enfermedades cardiovasculares y diabetes resalta en que el confinamiento empeoró metabólicamente una cuarta parte de los pacientes con diabetes tipo 2 previamente bien controlados en un periodo corto de tiempo reflejada en glucosa en ayunas y HbA1c, los triglicéridos previos al confinamiento son el único parámetro capaz de predecir dicho empeoramiento ya que reflejan lipotoxicidad.<sup>47</sup> La enfermedad hepática estatórica asociada a disfunción metabólica como el sedentarismo de al menos 5 horas/día además se asoció positivamente a la preferencia nutricional por la comida rápida ( $p=0,047$ ) con significancia estadística.<sup>48</sup> Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el COVID-19, causado por el virus SARS-CoV-2, ha afectado a más de 260 millones de personas en todo el mundo hasta junio de 2024, con una tasa de mortalidad global que oscila entre el 1% y el 2%, variando según factores como la edad y las comorbilidades como obesidad abdominal, hipertensión, hiperglucemia y dislipidemia,<sup>49</sup> se estima que para el 2030 la enfermedad hepática estatórica sea la primera causa de trasplante hepático en Estados Unidos.<sup>48,50</sup>

Por otro lado, en Ecuador, el COVID-19 ha tenido un impacto significativo, con más de 750,000 casos confirmados y aproximadamente 35,000 muertes reportadas hasta junio de 2024. La prevalencia del síndrome metabólico en Ecuador es alarmante, afectando a alrededor del 30% de la población adulta, según estudios recientes. Este alto índice de SM ha contribuido a que muchas

personas en Ecuador experimenten complicaciones graves cuando se infectan con el virus SARS-CoV-2.<sup>51</sup>

En un estudio de Lancet, Barber et al (2022), menciona que existe un enfoque novedoso para estimar las infecciones diarias y acumuladas por SARS-CoV-2, utilizando datos de casos notificados, muertes, hospitalizaciones y encuestas de seroprevalencia. Estas estimaciones pueden ayudar a identificar estrategias eficaces de prevención y a priorizar intervenciones como la vacunación, y permiten actualizaciones rápidas y precisas para la investigación y la respuesta política a la COVID-19

El sedentarismo antes del COVID 19 ya era un factor de riesgo modificable para el desarrollo del SM, se encontró una asociación significativa entre el tiempo frente a la pantalla y el riesgo de síndrome metabólico con una duración media: 2,22 h/día con  $P > 0.001$ , y una duración media: 3,40 h/día; con  $P < 0.001$  con significancia demostrando que el comportamiento sedentario a largo plazo se asocia con un mayor riesgo de síndrome metabólico independientemente de la actividad física.<sup>31</sup>

Por ende, la pandemia por COVID 19 incrementó tanto la prevalencia como la gravedad del SM considerado “mayor riesgo” de enfermedad cardiovascular (ECV), ha tenido un impacto significativo en la salud de los niños y jóvenes, se observó un cambio clínicamente importante en los niveles de HbA1c definido como una variabilidad de  $\pm 0,3\%$ .<sup>34</sup>

Según Biancalana et al (2021),<sup>47</sup> un estudio observacional, prospectivo y de un solo centro evaluó el impacto del confinamiento por COVID-19 en el control metabólico de pacientes con diabetes tipo 2 en Italia. Ciento catorce pacientes con control metabólico adecuado fueron evaluados una semana después del confinamiento, comparando sus perfiles metabólicos con valores previos a la pandemia (de 6 meses a 2 años antes). Tras ocho semanas de confinamiento, el 26% de los participantes mostró un aumento de HbA1c  $> 0.3\%$  (media  $+0.7\%$ ), junto con un incremento persistente de triglicéridos en suero, lo cual predijo el empeoramiento del control glucémico.<sup>34</sup> El confinamiento resultó en un deterioro metabólico significativo a corto plazo en aproximadamente una cuarta parte de los pacientes bien controlados antes del confinamiento, con los triglicéridos pre-confinamiento como único parámetro predictivo de este deterioro.<sup>47</sup>

Por lo que la convergencia de las dos pandemias: SM y COVID-19 en los últimos dos años ha planteado desafíos sin precedentes para las personas y los sistemas de atención médica. Los datos epidemiológicos sugieren una estrecha asociación entre el SM y COVID-19, mientras que se han propuesto diversas conexiones patogénicas posibles.<sup>33</sup>

## **2.8.Obesidad y COVID**

La prevalencia de obesidad grave en la población pediátrica ha aumentado en muchos países de altos ingresos.<sup>7</sup> En los países de ingresos bajos y medios, los niños de un nivel socioeconómico más alto corren un mayor riesgo de verse afectados por el sobrepeso o la obesidad que los niños de un nivel socioeconómico más bajo, mientras que, en los países de ingresos altos, son los niños que viven en desventaja socioeconómica los que corren el riesgo de padecer sobrepeso u obesidad en mayor riesgo.<sup>4</sup>

Se han registrado informes en China, Europa y Estados Unidos que muestran un aumento en el peso de los niños y adolescentes durante la pandemia de COVID-19 en comparación con la tasa anterior a la pandemia, lo que sugiere que la disminución de la actividad física fue el resultado aumento del tiempo frente a la pantalla, cambios en la dieta, inseguridad alimentaria y mayor estrés personal y familiar.<sup>52</sup>

Las personas con diabetes no controlada tienen un alto riesgo de desarrollar complicaciones relacionadas con COVID-19, como el síndrome de dificultad respiratoria aguda que aumenta la mortalidad, Los cambios negativos en el estilo de vida que se producen como resultado del confinamiento; también podrían conducir a una aceleración de la progresión de la prediabetes a la diabetes en muchas personas.<sup>53</sup>

Los cambios negativos en el estilo de vida causados por el confinamiento también podrían acelerar la progresión de la prediabetes a la diabetes en muchas personas. Las alteraciones inmediatas y sostenidas en los niveles de hormonas que impulsan el apetito y la saciedad, las percepciones de la palatabilidad de los alimentos y el gasto energético en reposo después de los intentos de perder peso.<sup>49</sup> Otros factores bioconductuales como la mala calidad del sueño, la adversidad, el estrés y

los medicamentos (que causan pérdida de peso iatrogénica) ganancia) también puede servir para exacerbar la disfunción del sistema regulador de energía que favorece el aumento de peso.<sup>49</sup>

Por otro lado, hay ciertos estudios donde se reporta la obesidad y diabetes mellitus (DM) como enfermedades conformacionales de proteínas (PCD) en niños, típicamente diagnosticadas tarde, cuando el daño a las células  $\beta$  es evidente.<sup>54</sup> Se investigaron los agregados oligoméricos naturales del polipéptido amiloide de los islotes humanos (hIAPP), llamados RIAO, en sueros de pacientes pediátricos con obesidad y diabetes.

Según Altamirano-Bustamante NF et al (2020), un estudio multicéntrico, colaborativo, transversal y ciego con 146 pacientes pediátricos con obesidad o DM y 16 niños sanos. Los resultados mostraron que los RIAO circulan en la sangre, pueden ser medidos por ELISA, están elevados en sueros de niños con obesidad y diabetes, son neurotóxicos y funcionan como biomarcadores de daño temprano a las células  $\beta$ . Se demostró que los niveles de RIAO permiten clasificar y estratificar a los pacientes con obesidad y alto riesgo cardiometabólico. Los niveles de RIAO  $> 3.35 \mu\text{g/ml}$  predicen cambios en los indicadores de daño a las células  $\beta$ , sugiriendo que las enfermedades conformacionales afectan no solamente a adultos, sino también a los niños, reduciendo la brecha entre la investigación biomédica básica, la práctica clínica y la toma de decisiones en salud.<sup>54</sup>

### **Causas ambientales y psicosociales**

En las últimas décadas, el aumento de la prevalencia de la obesidad se ha visto profundamente influido por cambios en los entornos obesogénicos más amplios. Estos cambios operan a nivel familiar (p. ej., modelos familiares de actividad física, hábitos alimentarios, sueño, uso de pantallas), la comunidad local (p. ej., guarderías y escuelas, parques, espacios verdes, transporte público y establecimientos de comida), o el entorno sociopolítico más amplio (p. ej., políticas gubernamentales, industria alimentaria, comercialización de alimentos, sistemas de transporte, políticas y subsidios agrícolas). Se ha descrito que tales influencias tienen la capacidad de explotar las vulnerabilidades biológicas, psicológicas, sociales y económicas de las personas.<sup>8</sup>

Los factores dietéticos que contribuyen al riesgo de obesidad en niños y adolescentes incluyen el consumo excesivo de alimentos ricos en energía y pobres en micronutrientes; un elevado consumo de bebidas azucaradas y de las comidas rápidas.<sup>27</sup> El efecto relativo de otros factores, como los patrones alimentarios específicos (p. ej., refrigerios frecuentes, saltarse el desayuno, no comer juntos en familia, el intervalo de tiempo entre la primera y la última comida diaria), el tamaño de las porciones, la velocidad de la comida, la ingesta de macronutrientes y la carga glucémica en el desarrollo de la obesidad.<sup>55</sup>

El vínculo entre el tiempo frente a una pantalla y la obesidad en la infancia y la adolescencia se documentó inicialmente a través de estudios transversales y longitudinales sobre el consumo de televisión. En las últimas dos décadas se ha observado un aumento de los dispositivos móviles y de juegos. La exposición a las pantallas influye en el riesgo de obesidad en niños y adolescentes a través de una mayor exposición al marketing de alimentos, un mayor consumo de alimentos sin sentido mientras miran pantallas, un desplazamiento del tiempo dedicado a más actividades físicas, un refuerzo de las conductas sedentarias y una reducción del tiempo de sueño.<sup>56</sup>

Los niveles de actividad física de los niños disminuyen alrededor de los 6 años y nuevamente a los 13 años, y las niñas suelen presentar disminuciones más marcadas que los niños. En general, los niños con obesidad tienden a realizar niveles más bajos de actividad moderada-vigorosa que sus pares más delgados. El tiempo de sedentarismo aumenta a partir de los 6 años en general, aunque los estudios de acelerómetro no reportan diferencias entre los niños con obesidad en comparación con los más delgados.<sup>57</sup>

Los niveles más bajos de actividad física y el aumento de conductas sedentarias durante la infancia en todos los niños contribuyen al desarrollo de la obesidad. En la mayoría de los países, los niños y adolescentes no son lo suficientemente activos debido a la pérdida de espacios públicos de recreación, el aumento del transporte motorizado y la disminución en el transporte activo (p. ej., bicicleta, caminar, transporte público), las percepciones de falta de seguridad en los vecindarios locales conducen a un comportamiento menos activo, así como a un aumento del entretenimiento pasivo.<sup>57</sup>

Es importante relacionar los efectos socioeconómicos de la obesidad infantil, según el estudio de Saliba, K. y Cuschieri, S. (2021), a nivel mundial, se ha informado que los niños de 5-9 años tenían una prevalencia de obesidad más alta en comparación con las niñas, en países privilegiados, como Suiza y Noruega, entre otros.<sup>58</sup> Es decir, factores geográficos, culturales y sociales influyen en las tendencias de obesidad infantil. Además, en China, el estatus social asignado a la persona, como el "hukou" agrícola, afecta la prevalencia de obesidad, con personas en áreas rurales teniendo un riesgo menor de obesidad debido a un estilo de vida,<sup>58</sup> “la dirección causal de la relación entre el estatus socioeconómico (SES) y la obesidad es compleja”.<sup>59</sup>

## **CAPITULO III**

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo de investigación:**

- a) Basado en la intervención del investigador: estudio observacional.
- b) Basado en la toma de datos: estudio retrospectivo.
- c) Basado en el número de ocasiones que se mide la variable de estudio: estudio transversal.
- d) Basado en el número de variables analíticas: estudio analítico.

#### **3.2 Nivel de investigación:**

Relacional

#### **3.3 Diseño de la investigación:**

Estudio de cohorte

#### **3.4 Población de estudio:**

La población de estudio estuvo compuesta por todos los pacientes de 6 a 15 años que hayan sido atendidos en la consulta de endocrinología del hospital del niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante, periodo 2017 - 2023.

La muestra se obtuvo mediante un muestreo aleatorio simple estratificado por edad (6-9 años, 10-12 años y 13-15 años). Se usó un muestreo consecutivo, en el cual se tomó a las pacientes durante un período determinado.

#### **3.5 Criterios de Inclusión**

- a) Pacientes de 6 a 15 años con IMC por encima del percentil 85.
- b) Pacientes con resistencia a la insulina.
- c) Pacientes que se hayan realizado exámenes de laboratorio donde se haya reportado glucosa sérica, insulina sérica, ALT, AST, HDL, LDL, colesterol total, triglicéridos, ácido úrico, hemoglobina glucosilada.
- d) Pacientes que en el examen físico presenten presencia de acantosis nigricans.

### **3.6 Criterios de Exclusión**

- a) Pacientes con datos incompletos en el expediente.
- b) Pacientes que tomen tratamientos con fármacos anticonvulsivantes, quimioterápicos, antidepresivos, glucoesteroides o anticuerpos monoclonales.
- c) Pacientes que presenten antecedentes de abuso de alcohol o drogas estimulantes.
- d) Pacientes en estado de gestación.
- e) Pacientes con síndromes que cursen con obesidad como Prader Willi.

### **3.7. Descripción de los pacientes incluidos**

Se recolectaron datos de pacientes de 6 a 15 años con IMC por encima del percentil 85, pacientes con exámenes de laboratorio reportados como glucosa sérica, insulina sérica, ALT, AST, HDL, LDL, colesterol total, triglicéridos, ácido úrico, hemoglobina glucosilada en el expediente, además, que en el examen físico demuestren acantosis nigricans atendidos en el servicio de endocrinología del hospital del niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante.

### **3.8 Método de recogida y gestión de datos**

La información requerida se obtuvo mediante del Departamento de Archivo Clínico y Estadística del hospital del niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante, que proporcionó el número de historia clínica de todos los pacientes que ingresaron con diagnóstico de obesidad o sobrepeso según el percentil de IMC, relevantes para la investigación por repercusión del SM antes y después de la pandemia por COVID 19 en pacientes de 6 a 15 años de edad.

### **3.9 Estrategia de Análisis Estadístico**

Los datos se analizaron mediante el paquete estadístico SPSS versión 27.0. Se utilizaron pruebas estadísticas descriptivas (medias, desviaciones estándar, porcentajes, etc.) y pruebas estadísticas inferenciales (t de Student, ANOVA, etc.) para comparar las variables entre los grupos.

### 3.10. Operacionalización de variables

**Tabla 1.** Operacionalización de las variables.

<b>Variable dependiente, de respuesta o de supervisión*</b>			
<b>HOMA</b>	Normal para la edad y Tanner (1)	Cualitativa	Ordinal
<b>Variables independientes, predictivas o asociadas*</b>			
<b>Sexo</b>	Masculino (1) Femenino (2)	Cualitativa	Nominal dicotómica
<b>Edad</b>	6 – 8 años (1) 8 - 11 años (2) 12 - 13 años (3) 13 – 15 años (4)	Cuantitativa	Continua
<b>Peso</b>	Bajo (1) Adecuado (2) Elevado (3)	Cualitativa	Ordinal
<b>Talla</b>	Bajo (1) Adecuado (2) Elevado (3)	Cualitativa	Ordinal
<b>IMC</b>	Bajo (1) Adecuado (2) Elevado (3)	Cualitativa	Ordinal
<b>Hipertensión arterial</b>	Si (1) No (2)	Cualitativa	Nominal Dicotómica
<b>HbA1c</b>	Menor de 6.4% (1) Mayor de 6.4% (2)	Cuantitativa	Numérica, Continua
<b>Glucemia en ayunas</b>	Menor de 100 mg/dl (1) Entre 101 mg/dl – 125 mg/dl (2) Mayor de 126 mg/dl (3)	Cuantitativa	Numérica, Continua
<b>Diabetes mellitus tipo 2</b>	Si (1) No (2)	Cualitativa	Nominal Dicotómica
<b>Síndrome metabólico</b>	Si (1) No (2)	Cualitativa	Nominal Dicotómica
<b>Sobrepeso</b>	Si (1) No (2)	Cualitativa	Nominal Dicotómica
<b>Obesidad</b>	Si (1) No (2)	Cualitativa	Nominal Dicotómica
<b>Dislipidemia</b>	Si (1) No (2)	Cualitativa	Nominal Dicotómica
<b>Hiperuricemia</b>	Si (1) No (2)	Cualitativa	Nominal Dicotómica
<b>Adherencia al tratamiento y ejercicio</b>	Si (1) No (2)	Cualitativa	Nominal Dicotómica
<b>Adherencia al tratamiento con metformina</b>	Si (1) No (2)	Cualitativa	Nominal Dicotómica

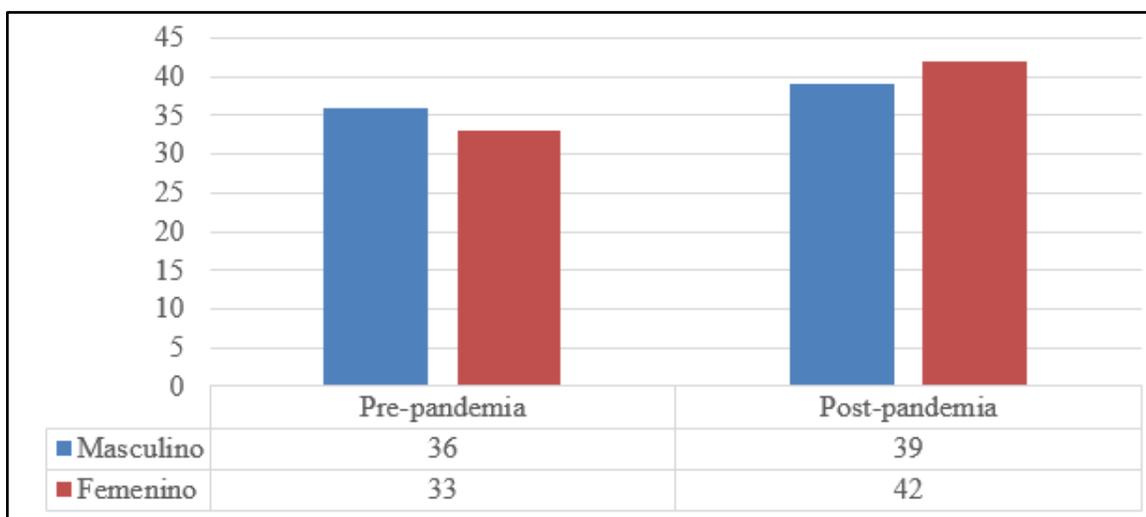
## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS

En el presente estudio se revisó un total de 585 expedientes de pacientes atendidos por el servicio de endocrinología pediátrica, periodos 2017 - 2023; 150 expedientes cumplieron con los criterios de inclusión mismos fueron analizados.

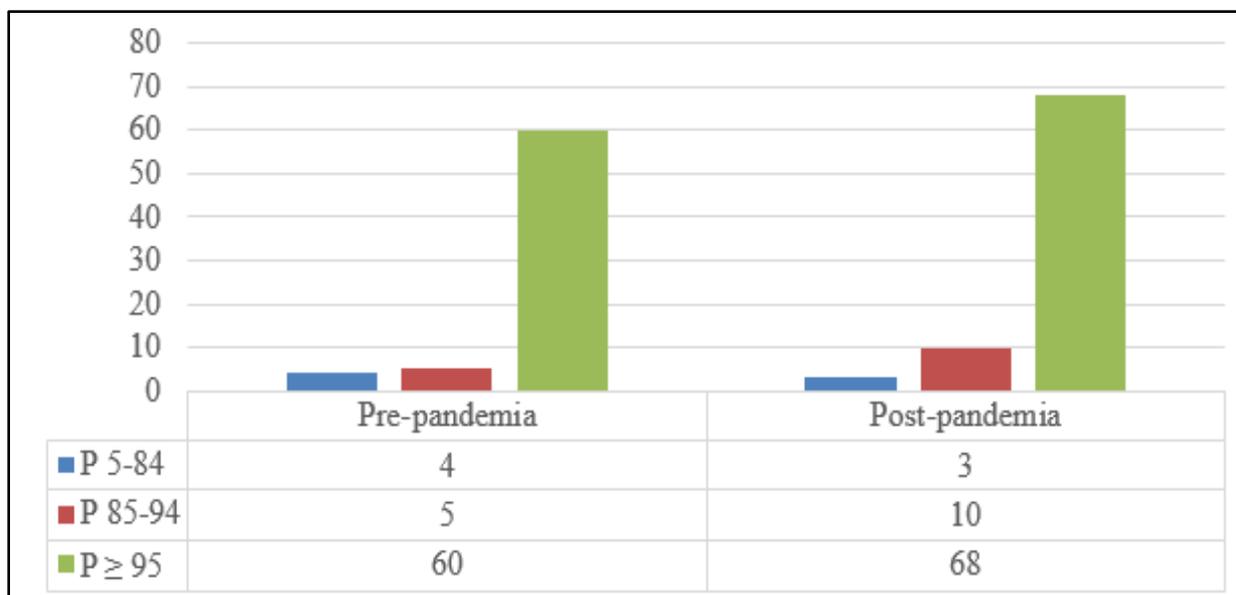
La edad promedio de los pacientes fue de  $10.47 \pm 2.5$  años, con un rango que osciló entre los 3 y los 15.83 años.

En términos de medidas antropométricas, el peso presentó una mediana de 56.05 kg, con un rango de 22.1 a 107.8 kg, mientras que la talla tuvo una mediana de 145.2 cm, con valores que variaron entre 101.5 y 172 cm, la mediana del índice de masa corporal (IMC) fue de  $27.1 \text{ kg/m}^2$ , con un mínimo de  $19.2 \text{ kg/m}^2$  y un máximo de  $39 \text{ kg/m}^2$ .



**Figura 4.** Distribución por sexo Pre y Post pandemia. Nota: valores tomados del registro de la tabla 4, para determinar la interacción entre las variables de estudio.

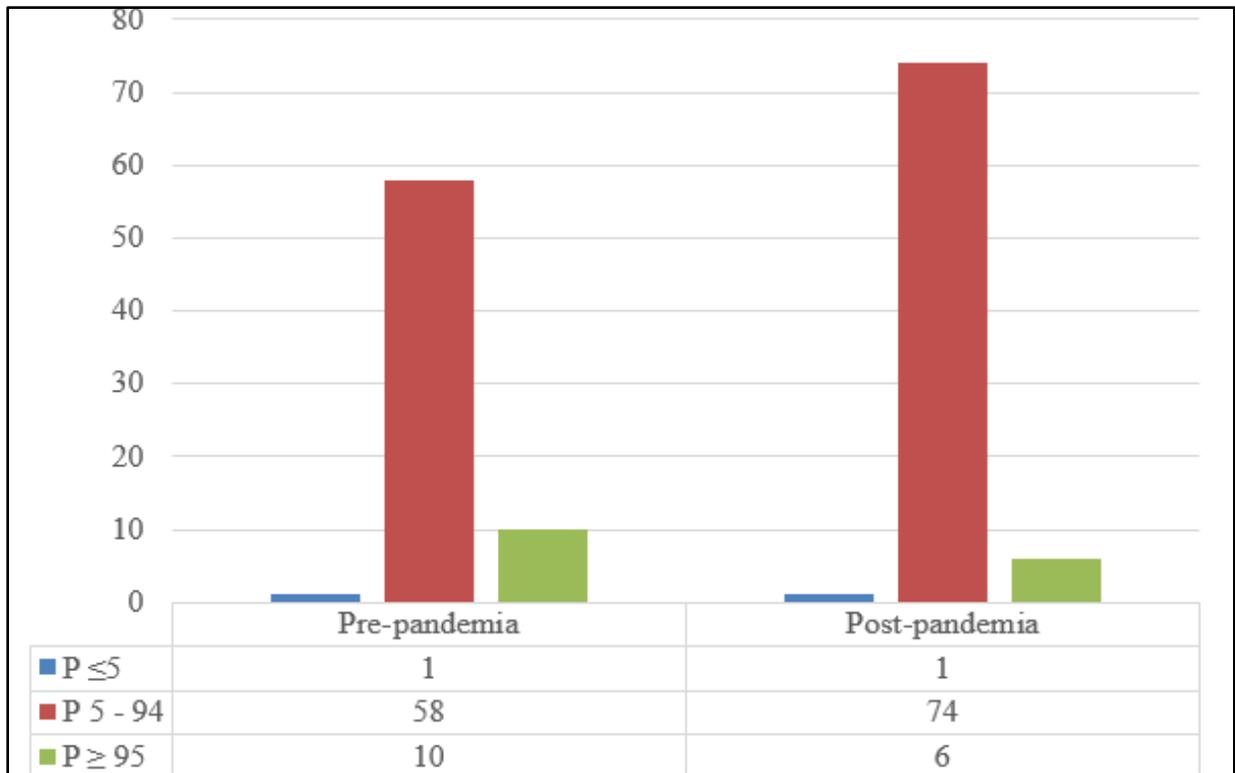
**Figura 4.** Del total de la muestra (150 expedientes); 69 pacientes recibieron atención en el periodo prepandemia 46%, mientras que 81 pacientes lo hicieron en el periodo postpandemia 54%. De los cuales, 75 pacientes fueron de género masculino y 75 de género femenino.



**Figura 5.** Distribución del percentil de peso. Nota: valores tomados del registro de la tabla 4, para determinar la interacción entre las variables de estudio.

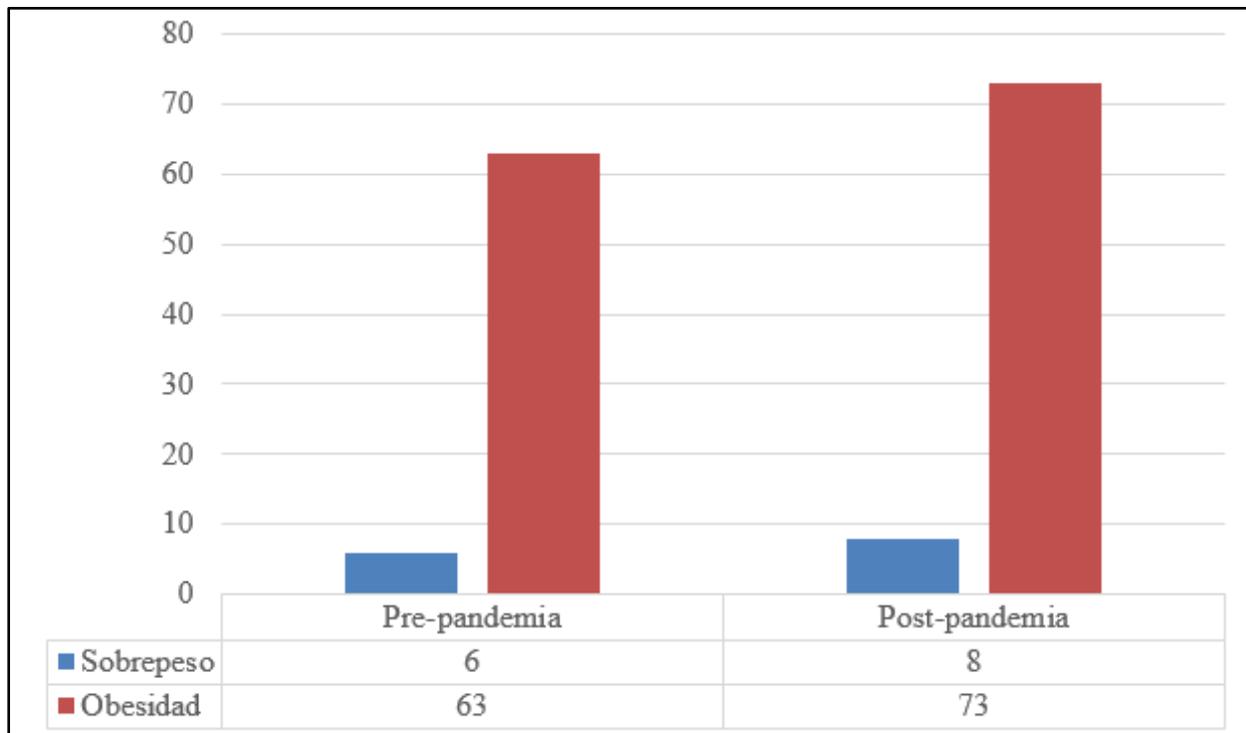
**Figura 5.** Según la clasificación CDC-OMS, el 4.7% de los pacientes se encontraba en un rango de peso normal para su edad, el 10% en el rango de peso entre el percentil 85-94, y el 85.3% en el percentil 95 o superior.

Se puede observar que los pacientes con sobrepeso aumentaron el 100% postpandemia; sin embargo, los pacientes obesos se mantienen en prepandemia y postpandemia.



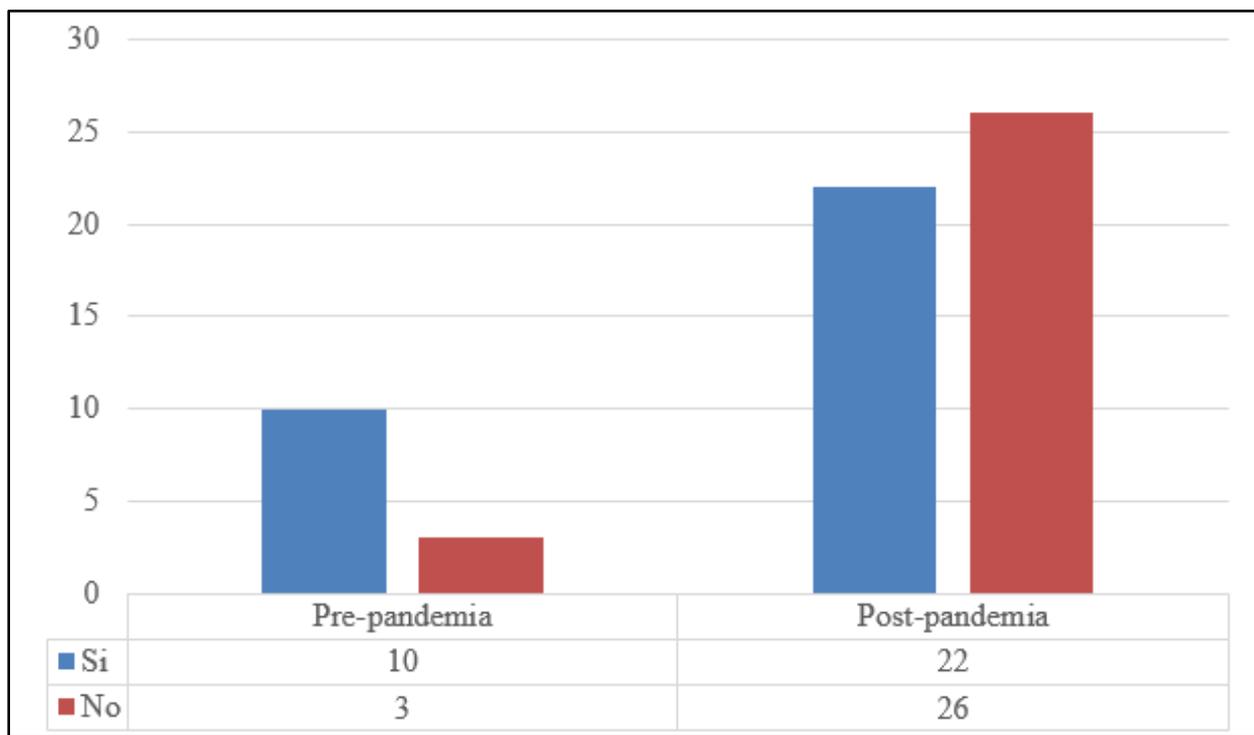
**Figura 6.** Distribución percentil de la talla. Nota: valores tomados del registro de la tabla 4, para determinar la interacción entre las variables de estudio

**Figura 6.** En cuanto a la talla, el 1.3% de los pacientes presentaba talla baja, el 88% talla normal, y el 10.7% talla alta en relación con los parámetros poblacionales establecidos por la CDC-OMS.



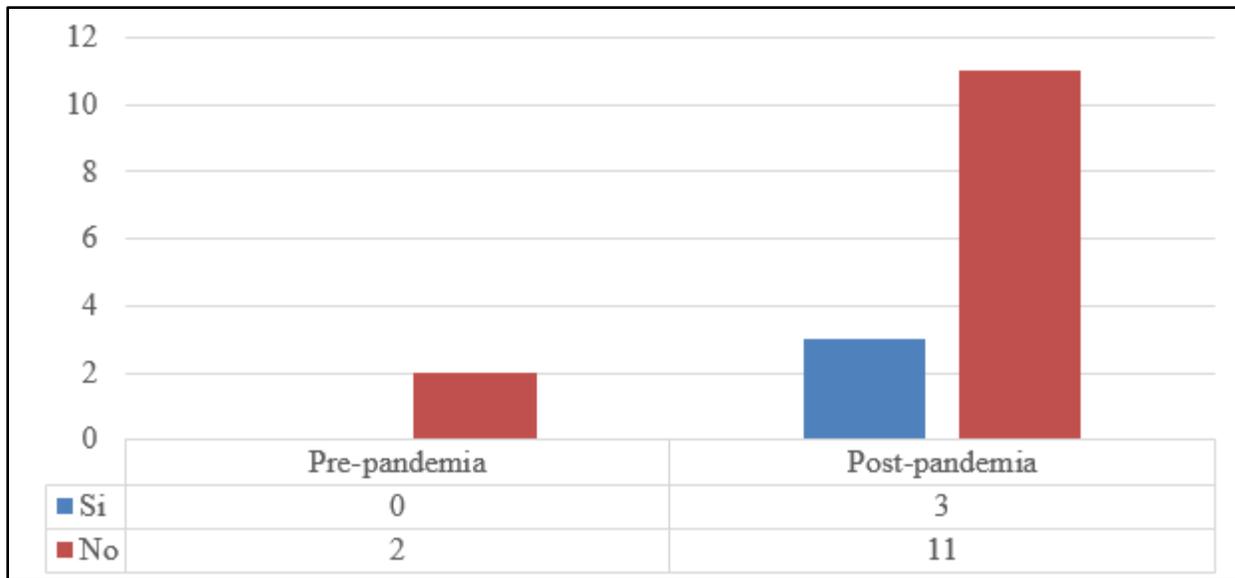
**Figura 7.** Distribución del estado nutricional. Nota: valores tomados del registro de la tabla 4, para determinar la interacción entre las variables de estudio.

**Figura 7.** El IMC se clasificó en el rango de sobrepeso (percentil 85-94) en el 9.3% de los pacientes, mientras que el 90.7% presentó obesidad (percentil  $\geq 95$ ). De los cuales; no se observaron diferencias estadísticamente significativas en los percentiles de peso, talla o IMC entre los periodos de estudio de pre y post pandemia.



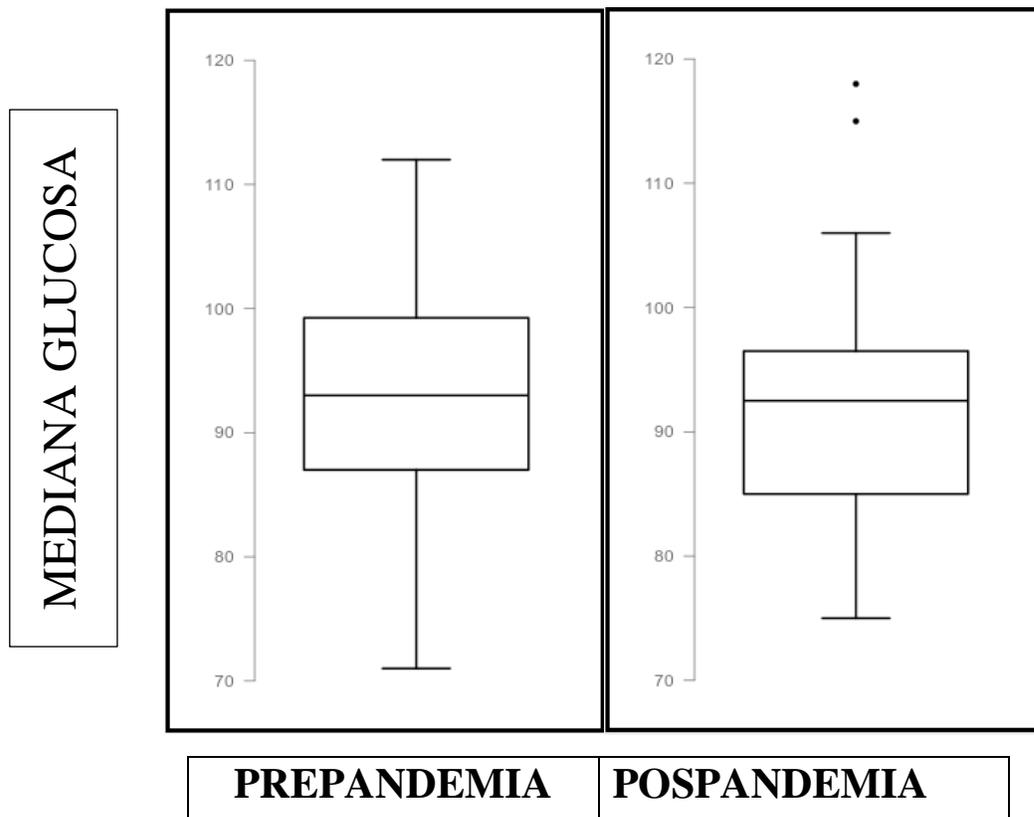
**Figura 8.** Registro de Dislipidemia. Nota: valores tomados del registro de la tabla 4, para determinar la interacción entre las variables de estudio

**Figura 8.** De los 61 pacientes que se obtuvo datos del perfil lipídico registrado en los expedientes. Se observó 10 de 13 casos reportados con dislipidemia en el periodo prepandemia es decir el 6.1% presentó alteraciones en el perfil lipídico y 22 de 48 casos con dislipidemia es decir el 36% en el periodo de postpandemia, lo cual presentó una significancia estadística con una  $P < 0.046$ .



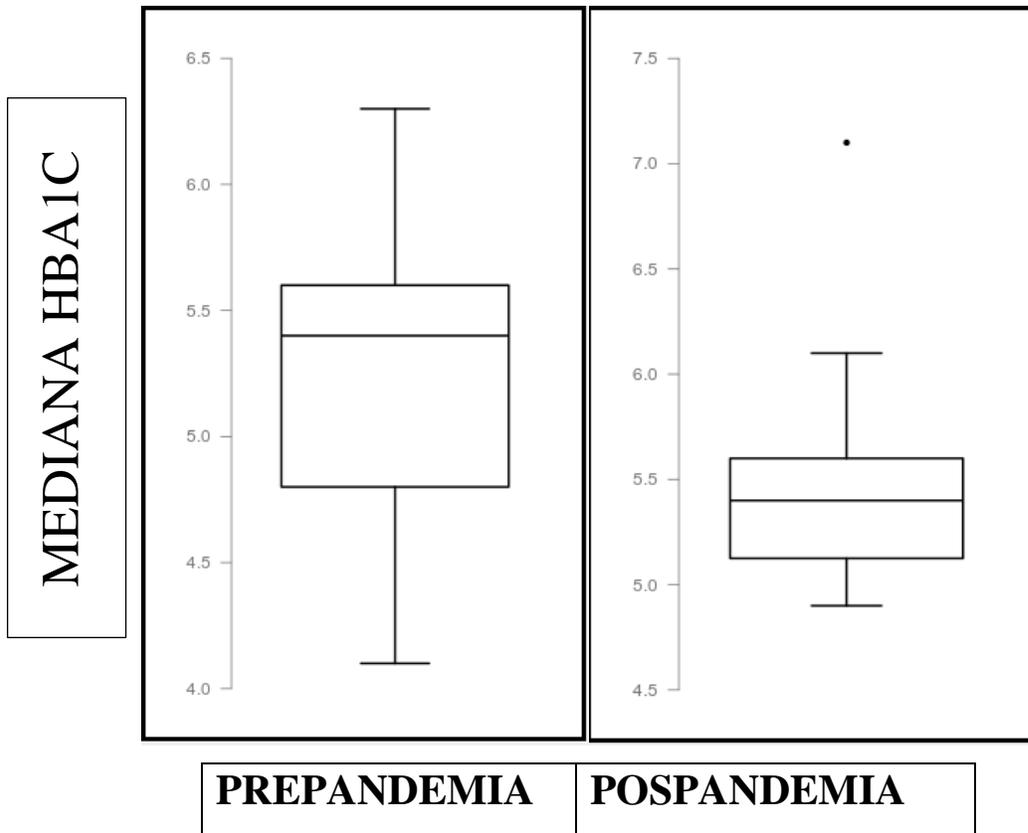
**Figura 9.** Registro de Hiperuricemia. Nota: valores tomados del registro de la tabla 4, para determinar la interacción entre las variables de estudio

**Figura 9.** El registro de la muestra seleccionada en el parámetro de (Hiperuricemia: aumento de ácido úrico en la sangre) como parte de la manifestación renal la cual aumenta en el síndrome metabólico no se reportaron casos en prepandemia y si se observó 3 casos de hiperuricemia en el periodo de postpandemia.



**Figura 10.** Boxplot de la mediana de glucosa Nota: Resultados obtenidos del análisis de datos en SPSS V28.0.

**Figura 10.** Se analizó a la variable glucosa con el gráfico de cajas y bigotes en donde, la mediana de glucosa fue de 93 mg/dl en antes de la pandemia por COVID 19, con un rango mínimo de 71 y máximo de 112 mg/dl, en postpandemia se evidencio un rango mínimo de 75 y máximo de 118 mg/dl.

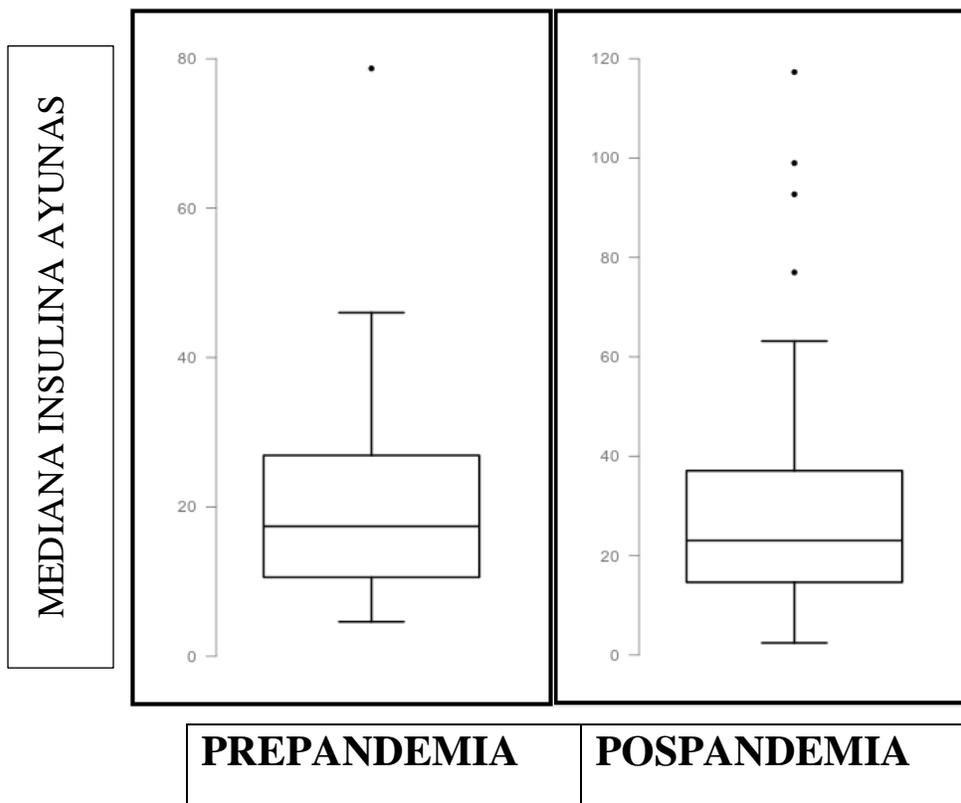


**Figura 11.** Boxplot de la mediana de la hemoglobina glucosilada. Nota: Resultados obtenidos del análisis de datos en SPSS V28.0.

**Figura 11.** La mediana fue de 5.4% de hemoglobina glucosilada presentó valores que oscilaron entre un mínimo de 4.1%, un único valor de 7.2% postpandemia.

Se observa en el gráfico de cajas y bigotes que en prepandemia el valor mínimo de hemoglobina glucosilada es de 4.1% y postpandemia el valor mínimo de hemoglobina glucosilada es de 4.9%.

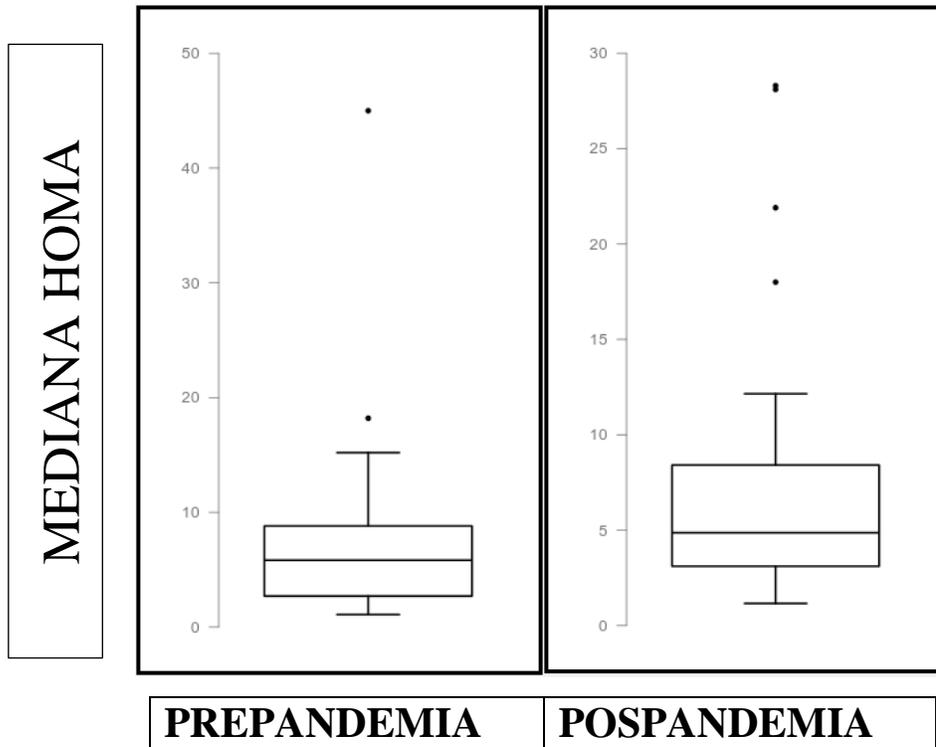
Con un valor fuera de rango en postpandemia de 7.2 %.



**Figura 12.** Boxplot de la mediana de la Insulina. Nota: Resultados obtenidos del análisis de datos en SPSS V28.0.

**Figura 12.** Los niveles de insulina en ayuno prepandemia variaron de 2.44  $\mu\text{U/ml}$  a 78.7  $\mu\text{U/ml}$ , con una mediana de 18.9  $\mu\text{U/ml}$ . Con valores fuera de rango elevado de 78.7.  $\mu\text{U/ml}$ .

Los niveles de insulina en ayuno postpandemia variaron de 2.44  $\mu\text{U/ml}$  a 117.30  $\mu\text{U/ml}$ , con una mediana de 23.05  $\mu\text{U/ml}$ . Con valores fuera de rango elevado de 117.30  $\mu\text{U/ml}$ , 99.00  $\mu\text{U/ml}$ , 92.70  $\mu\text{U/ml}$ , 77.00  $\mu\text{U/ml}$



**Figura 13.** Boxplot de la mediana de HOMA. Nota: Resultados obtenidos del análisis de datos en SPSS V28.0.

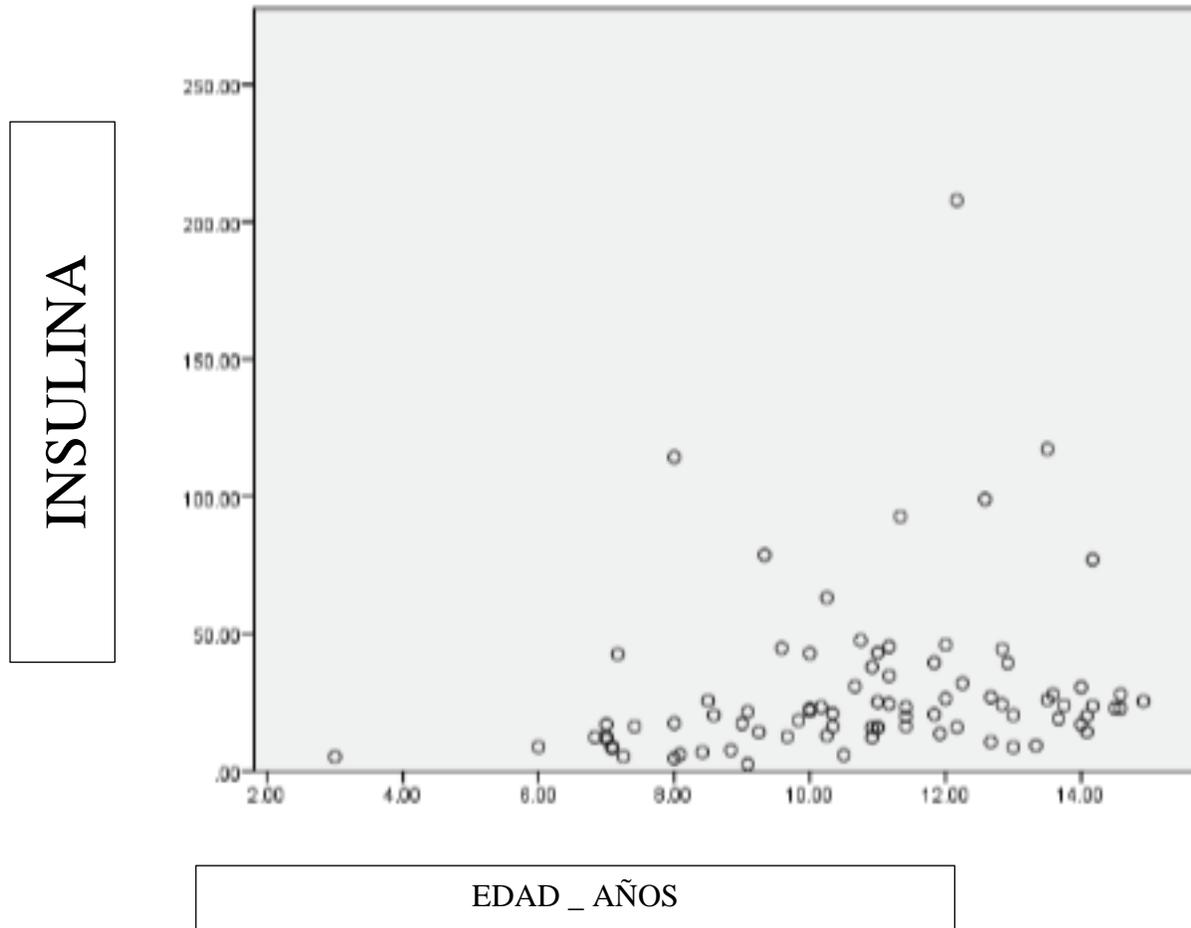
**Figura 13.** El índice HOMA-IR prepandemia mostró una mediana de 5.83, con un rango de 1.09 a 18.20, con un valor fuera de rango de 45

El índice HOMA-IR postpandemia mostró una mediana de 4.87, con un rango de 1.16 a 28.30, con valores fuera de rango de 28.30 28.10 21.90 18.00

**Tabla 2.** Registro de las medianas de Glucosa. *HbA1c* %, análisis con *Chi cuadrada*

	Periodo Pandemia		p
	Prepandemia	Post pandemia	
	Mediana	Mediana	
Glucosa mg/dl	93	93	0.319
HbA1c %	5.40%	5.40%	0.291

**Tabla 2.** No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de glucosa, HbA1c en el periodo pre y post pandemia.



**Figura 14.** Correlación de Spearman entre la edad y los niveles de insulina en ayuno. Nota: Resultados obtenidos del análisis de datos en SPSS V28.0.

**Figura 14.** De forma global se descubrió una correlación estadísticamente significativa entre la edad y los niveles de insulina en ayuno, indicando que, a mayor edad, mayor es el nivel de insulina (correlación de Spearman,  $p < 0.001$ )

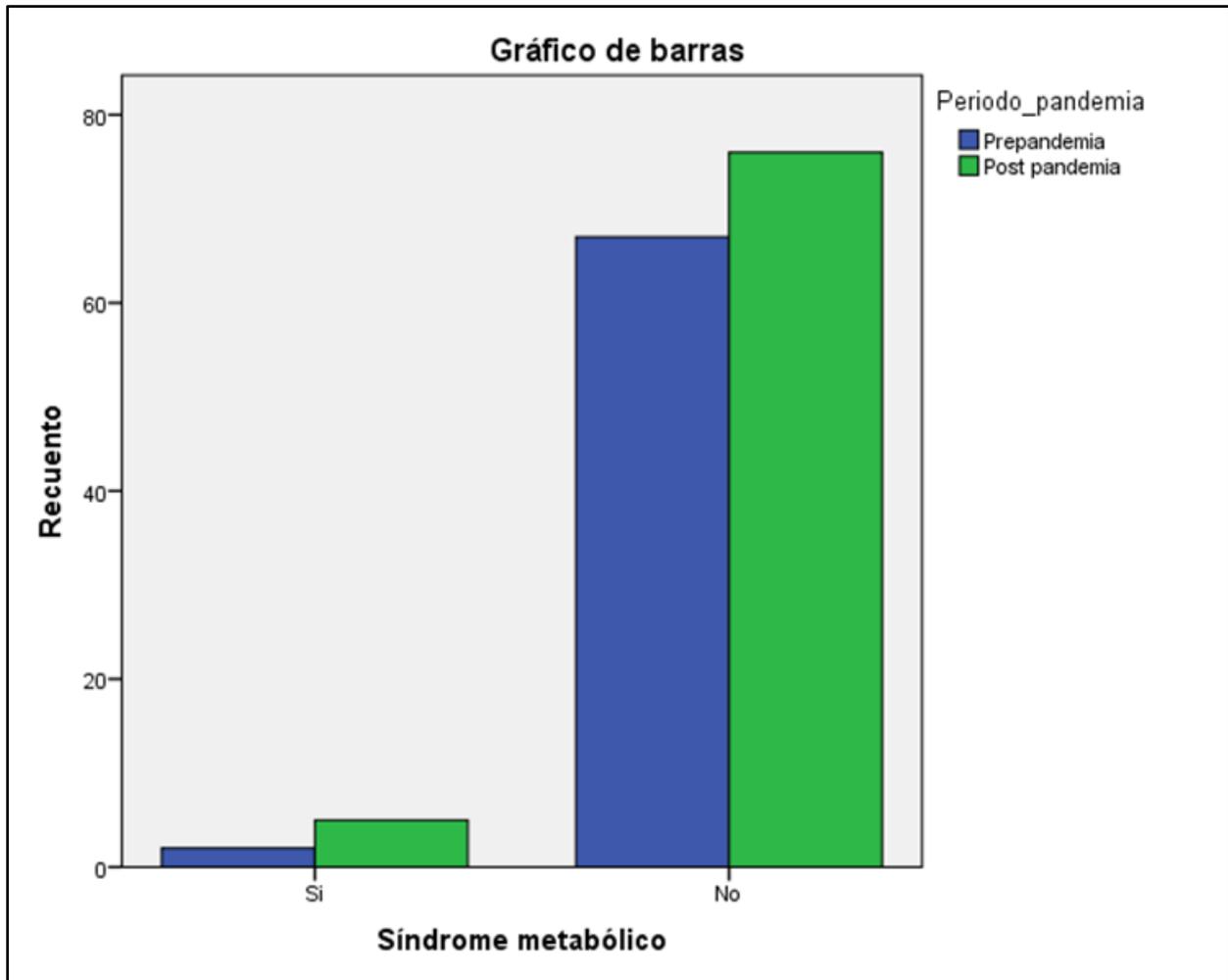
**Tabla 3.** Registro de resistencia a la Insulina por HOMA entre pre y pos-pandemia por COVID 19.

	Periodo pandemia		Total	P
	Prepandemia	Post pandemia		
Pacientes con Resistencia a la Insulina	26	44	70	0.003
Pacientes sin resistencia a la Insulina	43	37	80	
Total	69	81	150	

**Nota:** se expresa la forma gráfica de tabla 1, en la figura 12 para la exploración del objeto de estudio.

**Tabla 3.**

El concepto de SM se enmarca en la asociación de determinados factores de riesgo que propician al desarrollo de complicaciones cardiovasculares y que reconocen como nexos patogénicos la presencia de hiperinsulinemia y por ende la resistencia a la Insulina, todos los pacientes incluidos en el estudio presentaron IMC elevado, con correlación estadísticamente significativa Chi cuadrado,  $p = 0.003$ , que se correlaciona con un aumento de 18 pacientes con resistencia a la Insulina posterior a la pandemia por COVID 19.



**Figura 15.** Prevalencia de síndrome metabólico. Nota: Resultados obtenidos del análisis de datos en SPSS V28.0.

**Figura 15.** Aunque se documentó una mayor prevalencia de síndrome metabólico en el periodo postpandemia, esta diferencia no alcanzó significancia estadística (Chi cuadrado,  $p=0.343$ )

**Tabla 4.** Frecuencia porcentual de los indicadores clínico-metabólicos

Síndrome metabólico					
		Prepandemia N=69 (%)	Postpandemia N=81 (%)	Total N=150	p
Género	Masculino	36 (52.2%)	39 (48.1%)	75 (50%)	0.623
	Femenino	33 (47.8%)	42 (51.9%)	75 (50%)	
Percentil de peso	P 5-84	4 (5.8%)	3 (3.7%)	7 (4.7%)	0.507
	P 85-94	5 (7.2%)	10 (12.3%)	15 (10%)	
	≥P 95	60 (87%)	68 (84%)	128 (85.3%)	
Percentil de talla	<P 5	1 (1.4%)	1 (1.2%)	2 (1.3%)	0.369
	P 5-94	58 (84.1%)	74 (91.4%)	132 (88%)	
	≥P 95	10 (14.5%)	6 (7.4%)	16 (10.7%)	
Estado nutricional	Sobrepeso	6 (8.7%)	8 (9.9%)	14 (9.3%)	0.804
	Obesidad	63 (91.3%)	73 (90.1%)	136 (90.7%)	
Glucosa en ayuno	Normal	50 (79.4%)	61 (80.3%)	111 (79.9%)	0.895
	Glucosa alterada en ayuno	13 (20.6%)	15 (19.7%)	28 (20.1%)	
Dislipidemia	Si	10 (76.9%)	22 (45.8%)	32 (52.5%)	0.046*
	No	3 (23.1%)	26 (54.2%)	29 (47.5%)	
HOMA	Si	26 (38%)	44 (55%)	70 (47%)	0.003*
	No	43 (62%)	37 (45%)	80 (53%)	
Hiperuricemia	Si	0 (0%)	3 (21.4%)	3 (20%)	0.605
	No	2 (100%)	11 (78.6%)	12 (80%)	
Adherencia a ejercicio	Si	4 (17.4%)	16 (53.3%)	20 (37.7%)	0.007*
	No	19 (82.6%)	14 (46.7%)	33 (62.3%)	
Tratamiento con metformina	Si	19 (35.8%)	29 (40.3%)	48 (38.4%)	0.615
	No	34 (64.2%)	43 (59.7%)	77 (61.6%)	
Adherencia a metformina	Si	6 (85.7%)	2 (60%)	9 (75%)	0.310
	No	1 (14.3%)	2 (40%)	3 (25%)	

**Tabla 4.** Se observó la frecuencia porcentual de los indicadores clínico-metabólicos en donde la dislipidemia como factor de riesgo cardiometabólico (Chi cuadrada) p de 0.046 estadísticamente significativa y la adherencia al ejercicio con factor modificable presente (Chi cuadrada) P estadísticamente significativa  $P < 0.007$ .

## 5. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio, de carácter retrospectivo que relaciona la repercusión del SM, antes y después de la pandemia por COVID 19 en pacientes de 6 a 15 años en hospital del niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante, periodo 2019 y 2022; revelan una interesante y compleja interacción entre el SM y los cambios en la salud.

El sedentarismo por el confinamiento, y el aumento del consumo de carbohidratos simples han alterado significativamente los patrones de vida saludables en los niños y adolescentes por ende el aumento del SM.

En este estudio se consideró el uso de los criterios de SM diagnósticos de Weiss et al<sup>60</sup> como diagnóstico que a diferencia de otros criterios incluyen el índice de masa corporal (IMC) en lugar de perímetro de cintura. Esto podría haber influido en la estimación de la prevalencia de SM en la población estudiada, especialmente considerando que el IMC puede ser un indicador menos específico de adiposidad central, componente más relacionado con el riesgo cardiovascular y metabólico; sin embargo esta elección metodológica se ajusta a las variables estudiadas manifestado por IMC en el percentil 95 o superior es decir en obesidad, se observó que el 100% de los pacientes con sobrepeso aumentaron a obesidad en postpandemia, se recoge el antecedente en la población adulta, que la presencia de mayor riesgo de diabetes fue pacientes con un IMC de 23 kg/m<sup>2</sup> o superior (obesidad), en comparación con un IMC normal (18,5–22,9) con 48.2% de obesidad (percentil  $\geq 95$ ), se logró definir la asociación y aumentar la literatura entre el IMC y el alto riesgo metabólico.<sup>16</sup>

A pesar de este aumento, la diferencia no fue estadísticamente significativa, ya que no se contó con otros componentes clave como el registro de presión arterial, es fundamental considerar las limitaciones inherentes a los datos disponibles, especialmente la falta de registros completos de esta variable clave, lo que puede haber afectado la capacidad para detectar diferencias significativas. Es importante considerar que el aumento del IMC por encima de P 95 fue causada por las medidas de restricción por COVID-19 como el sedentarismo, aumentando el estado de obesidad en la población pediátrica, lo que podría contribuir aún más a las alteraciones del metabolismo de la glucosa-insulina relacionadas con el SM.<sup>2</sup> En esta misma línea de conocimiento,

Alamdari et al<sup>3</sup> y Zhu et al,<sup>53</sup> concuerdan que el SM es una de las causas más comunes de morbilidad y mortalidad en las comunidades, Wang et al,<sup>49</sup> sostiene que en su investigación el 19,3% tenían enfermedades preexistentes (EM), las cuales tuvieron mayor probabilidad de desarrollar complicaciones graves por COVID 19. Asimismo, hace referencia a que el factor obesidad del SM; es el principal determinante en las afecciones a la salud, dado que podría afectar el metabolismo energético, la función neuroendocrina y el sistema inmunológico, debido a un metabolismo celular desregulado ocasionando resistencia a la insulina, como consecuencia la reducción de la capacidad de la insulina para estimular los transportadores de glucosa a la superficie celular ocasionando un hiperinsulinismo compensatorio,<sup>43</sup> este estudio correlaciona positivamente entre la edad y los niveles de insulina en ayuno, indicando que, a mayor edad, mayor es el riesgo de hiperinsulinemia en los pacientes con SM con una  $P > 0.01$ , resultados comparados al estudio de Fahed et al.<sup>2</sup> observó la presencia de glucemia en ayunas, glucosa y excursiones de insulina (hiperinsulinismo) fueron significativamente más altas en comparación con los niños prepandemia (todos  $P < 0,01$ ).<sup>2</sup> La presencia de hiperinsulinismo en ayunas conlleva ya a una disfunción de la célula beta pancreática, asociado con mayor resistencia a la insulina posterior a la pandemia por COVID 19.

La resistencia a la insulina evaluada por HOMA IR que es la dificultad de la captación de glucosa por la pérdida de la acción periférica de la Insulina en los tejidos, la disglucemia impulsa la presencia del síndrome metabólico que no es más que un grupo de factores de riesgo que ocasionan aterosclerosis y enfermedad cardiovascular<sup>46</sup> se observó un aumento estadísticamente significativo postpandemia con una  $P$  en 0.003, con un aumento del 38% prepandemia al 55% postpandemia, además reflejada en el índice HOMA-IR postpandemia con 4 valores fuera de rango lo cual se corrobora que el aumento de la Obesidad en los pacientes con sobrepeso aumenta la inflamación crónica y por ende un aumento de los factores de riesgo cardiovasculares.<sup>49</sup>

Otro de los componentes del SM es la presencia de dislipidemia en el periodo prepandemia fue de 6.1% y en el periodo de postpandemia el 36%, lo cual presentó una significancia estadística con una  $P > 0.046$ ; se ha observado que la dislipidemia, la obesidad, la hiperglucemia, entre otros están asociados con un aumento de la morbi-mortalidad por enfermedad cardiovascular aterosclerótica, advierte que este trastorno prevenible, tratable y controlable al ser un componente clave del SM y contribuir al desarrollo y progresión de la aterosclerosis, puede aumentar el riesgo de eventos

cardiovasculares por lo que se recomienda para su mitigación es adoptar patrones dietéticos saludables y el incremento en la actividad física, lo que ayudará a mejorar la salud cardiovascular y reducir el riesgo asociado con la dislipidemia, manteniendo los niveles de lípidos dentro de un rango saludable.<sup>26</sup>

Como parte de la manifestación renal, la presencia de hiperuricemia, aunque no tuvo significancia estadística se sabe que aumenta en el síndrome metabólico, llama la atención que no se reportaron casos en prepandemia, pero si se observó 3 casos de hiperuricemia en el periodo postpandemia, los cálculos de ácido úrico se desarrollan con mayor frecuencia en pacientes con síndrome metabólico, además la obesidad es causa de hipertensión arterial y por ende daño renal.<sup>38</sup>

En este estudio, la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre los periodos prepandemia y pospandemia en los niveles de glucosa, HbA1c, a pesar de lo cual se observa que la presencia de glucemia en ayunas el rango máximo en prepandemia fue de 112 mg/dl y postpandemia de 118 mg/dl, en cuanto a la HbA1c en prepandemia el valor mínimo de hemoglobina glucosilada es de 4.1% y postpandemia el valor mínimo de hemoglobina glucosilada es de 4.9%. Se observó un valor fuera de rango de HbA1c en postpandemia de 7.2 %, es decir en postpandemia ya se diagnosticó a un paciente pediátrico con diagnóstico de DM2.

La prevalencia de DM 2 en niños y adolescentes obesos es del 0,18 al 7,9 %, es cinco veces mayor que en sujetos de peso normal.<sup>63,66</sup> En el estudio TODAY, muestra que en los jóvenes con presencia de DM2 existe un deterioro rápido en la función de las células beta, con un promedio de entre 20% y 35% por año.<sup>61</sup> Estos datos contrastan con el promedio aproximado del 7% y 11 % anual de reducción de la función de las células beta reportado en adultos con DM2. Por lo que se concluye que la DM2 en personas más jóvenes es una enfermedad más grave y de evolución más rápida que en los adultos. (61) Miller et al. Refiere que el riesgo de un nuevo diagnóstico de DM 2 aumentó significativamente desde el día de la infección hasta 1, 3 y 6 meses después del diagnóstico de COVID-19, se encontró un riesgo general 66% mayor de diabetes de nueva aparición, después la infección por SARS-CoV-2 (62). En concordancia Abiri et al,<sup>67</sup> quien manifiesta que la diabetes tipo 2 y el SM están intrínsecamente relacionados a través de mecanismos fisiopatológicos comunes, especialmente la resistencia a la insulina y que su identificación temprana es

fundamental para implementar estrategias preventivas y terapéuticas que reduzcan el riesgo cardiovascular y mejoren la calidad de vida.

La combinación de varios factores negativos que caracterizaron este periodo aumentó la prevalencia y severidad del síndrome metabólico, sin embargo, posterior a la pandemia se recoge un mayor número de pacientes que realizan ejercicio, considerando uno de los factores de riesgo modificables se ha visto que las personas con diabetes y sobrepeso u obesidad pueden beneficiarse de cualquier magnitud de pérdida de peso. Una pérdida de peso del 3 al 7 % del peso inicial mejora la glucemia y otros factores de riesgo cardiovascular intermedios. Una pérdida sostenida de >10 % del peso corporal generalmente confiere mayores beneficios, incluidos efectos modificadores de la enfermedad y puede mejorar los resultados cardiovasculares y la mortalidad a largo plazo,<sup>33</sup> por lo que es importante señalar en este estudio que la adherencia al ejercicio pospandemia presentó una  $P > 0.07$  estadísticamente significativa a pesar de que la muestra fue pequeña.

La actividad física definida como el movimiento corporal realizado por los músculos esqueléticos y que requiere gasto de energía, se observa una marcada reducción del riesgo con intensidad de alrededor de 13-14 h de caminata por semana, con una reducción del riesgo de aproximadamente el 30% de enfermedades cardiovasculares.<sup>26</sup> La actividad física aeróbica la cual juega un papel crucial en la prevención de la enfermedad cardiovascular aterosclerótica (ASCVD), al reducir la actividad del sistema nervioso simpático y promover la modulación vagal. Esto se traduce en una mejor función cardíaca, como una menor frecuencia cardíaca en reposo y durante el ejercicio, mejor función diastólica, mayor volumen sistólico y menor consumo de oxígeno miocárdico.

En esa misma línea de conocimiento, Takahara et al,<sup>25</sup> sostiene que realizar actividad física reduce los niveles de glucemia y ayuda en el control del peso, lo que promueve una mejora en la salud y la reducción de los factores relacionados con el SM.

Finalmente, las **limitaciones del estudio** deben ser reconocidas, incluyendo las propias de su diseño retrospectivo, que conllevan un riesgo inherente de sesgo de información. La falta de registros completos, como la talla blanco familiar o datos detallados de tensión arterial y perímetro de cintura, limita la capacidad de generalizar los hallazgos y podría haber conducido a subestimaciones o sobreestimaciones en la prevalencia de SM. Sin embargo a pesar de la falta de información, la recolectada tuvo un impacto significativo en la modificación de hábitos dietéticos

y el fortalecimiento a la realización de ejercicio físico, esencial para el desarrollo de estrategias efectivas de manejo y prevención, se identifica las áreas donde se necesita reforzar la atención médica y la educación en salud para prevenir futuras complicaciones crónicas asociadas con esta condición; se resalta además la necesidad de un abordaje más exhaustivo en la recopilación de datos clínicos para futuras investigaciones.

## 6. CONCLUSIONES

El SM antes y después de la Pandemia por COVID 19 en pacientes de 6 a 15 años atendidos en endocrinología del hospital del niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante, tuvo una repercusión elevada, evaluado con los criterios de Weiss en los cuales integra al IMC como parte de la evaluación de obesidad; se observa un aumento de pacientes con sobrepeso a obesidad posterior a la pandemia además de la presencia de hiperinsulinismo y por ende resistencia a la insulina, la presencia de dislipidemia con significancia estadística, por ende un aumento de los factores de riesgo cardiovasculares, subrayan la necesidad de una evaluación y estrategias de manejo más rigurosa y detallada del SM en poblaciones pediátricas, especialmente en el contexto de eventos globales disruptivos como la pandemia de COVID-19.

Este estudio destaca la necesidad de mejorar la recolección de datos clínicos en estudios futuros, asegurando que se aborden todas las variables relevantes para el diagnóstico preciso del SM en niños y adolescentes, particularmente en situaciones poscrisis como la pandemia de COVID-19.

Además, la inclusión de variables diagnósticas importantes como la tensión arterial y el perímetro de cintura en la evaluación del SM en la población pediátrica para poder ser analizados con los criterios modificados de Zong que propone una definición simplificada para evaluar el riesgo de SM en pacientes de 6 a 17 años útil para que pediatría identifique el riesgo de SM y la agrupación de factores de riesgo cardio metabólico.<sup>45</sup>

La correlación significativa entre la edad y los niveles de insulina en ayuno destaca la importancia de monitorear de cerca los cambios metabólicos a medida que los niños y adolescentes envejecen; es decir, al analizar el efecto de la pandemia por COVID 19 en el desarrollo del SM en obesidad

y sobrepeso, se requiere desarrollar estrategias de manejo a nivel primario, secundario y terciario, particularmente en aquellos con factores de riesgo preexistentes para SM.

Dentro de los aspectos relacionados con la terapéutica, la realización de ejercicio es clave para el tratamiento del SM es un factor importante a tomar en cuenta para la disminución del riesgo cardíaco metabólico en la población pediátrica y por ende disminución de factores preexistentes como el sobrepeso y la obesidad que se observó, que es una de las estrategias de intervención temprana que se adaptaron a las necesidades específicas de las diferentes etapas del desarrollo infantil y adolescente.

La identificación precoz y el manejo efectivo de los factores de riesgo asociados con el SM podrían ayudar a prevenir complicaciones metabólicas más graves a medida que estos pacientes envejecen. Este estudio aporta evidencia valiosa sobre la evolución del SM en una población pediátrica en el contexto de la pandemia de COVID-19.

Sin embargo, también destaca las limitaciones inherentes a los estudios retrospectivos y la necesidad de mejorar la recolección y estandarización de datos clínicos para futuras investigaciones. Abordar estas limitaciones permitirá a los profesionales de la salud diseñar intervenciones más efectivas y mejorar los resultados a largo plazo en la salud metabólica de los niños y adolescentes.

## **7. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda establecer protocolos estandarizados de evaluación que incluyan la medición sistemática de todos los componentes clave del síndrome metabólico, como el perímetro de cintura, tensión arterial, perfil lipídico completo, glucemia en ayunas, HbA1c. Esto permitirá una identificación más precisa y oportuna del síndrome metabólico en niños y adolescentes, facilitando intervenciones preventivas tempranas.
- Dado que la edad se correlaciona significativamente con niveles elevados de insulina en ayuno, por ende, la resistencia a la insulina se sugiere el monitoreo continuo y regular de los parámetros metabólicos en niños y adolescentes, especialmente en aquellos con factores

de riesgo preexistentes, para prevenir la progresión a diabetes tipo 2 y otras complicaciones metabólicas.

- Se debe promover el desarrollo de programas de intervención que aborden los efectos postpandemia en la salud metabólica, integrando enfoques multidisciplinarios que incluyan nutrición, actividad física, y apoyo psicológico, adaptados a las necesidades específicas de niños y adolescentes en riesgo de desarrollar síndrome metabólico.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- 1.- Auriemma RS, Pirchio R, Liccardi A, Sciarati R, Del Vecchio G, Pivonello R, et al. Metabolic syndrome in the era of COVID-19 outbreak: impact of lockdown on cardiometabolic health. *J Endocrinol Invest.* 2021;44(12):2845-7.
- 2.- Giannini C, Polidori N, Chiarelli F, Mohn A. The bad rainbow of COVID-19 time: effects on glucose metabolism in children and adolescents with obesity and overweight. *Int J Obes* 2005. septiembre de 2022;46(9):1694-702.
- 3.- Alamdari NM, Rahimi FS, Afaghi S, Zarghi A, Qaderi S, Tarki FE, et al. The impact of metabolic syndrome on morbidity and mortality among intensive care unit admitted COVID-19 patients. *Diabetes Metab Syndr.* 2020;14(6):1979-86.
- 4.- Zhang X, Liu J, Ni Y, Yi C, Fang Y, Ning Q, et al. Global Prevalence of Overweight and Obesity in Children and Adolescents. *JAMA Pediatr.* agosto de 2024;178(8):800-13.
- 5.- Liang X, Or B, Tsoi MF, Cheung CL, Cheung BMY. Prevalence of metabolic syndrome in the United States National Health and Nutrition Examination Survey 2011–18. *Postgrad Med J.* 1 de septiembre de 2023;99(1175):985-92.
- 6.- Secretaría de Salud, Instituto Nacional de Salud Pública, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2018. INEGI. 2018;
- 7.- Núñez-Sánchez MÁ, Jiménez-Méndez A, Suárez-Cortés M, Martínez-Sánchez MA, Sánchez-Solís M, Blanco-Carnero JE, et al. Inherited Epigenetic Hallmarks of Childhood Obesity Derived from Prenatal Exposure to Obesogens. *Int J Environ Res Public Health.* 7 de marzo de 2023;20(6):4711.
- 8.- Hampl SE, Hassink SG, Skinner AC, Armstrong SC, Barlow SE, Bolling CF, et al. Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Treatment of Children and Adolescents With Obesity. *Pediatrics.* 1 de febrero de 2023;151(2):e2022060640.
- 9.- Nicolaidis S. Environment and obesity. *Metabolism.* noviembre de 2019;100S:153942.
- 10.- Anderson LN, Yoshida-Montezuma Y, Dewart N, Jalil E, Khattar J, De Rubeis V, et al. Obesity and weight change during the COVID-19 pandemic in children and adults: A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2023;24(5):e13550.
- 11.- Lange SJ, Kompanyets L, Freedman DS, Kraus EM, Porter R, Blanck HM, et al. Longitudinal Trends in Body Mass Index Before and During the COVID-19 Pandemic Among Persons Aged

- 2–19 Years — United States, 2018–2020. *Morb Mortal Wkly Rep.* 17 de septiembre de 2021;70(37):1278-83.
- 12.- Valenzuela G, Alarcón-Andrade G, Schulze-Schiapacasse C, Rodríguez R, García-Salum T, Pardo-Roa C, et al. Short-term complications and post-acute sequelae in hospitalized paediatric patients with COVID-19 and obesity: A multicenter cohort study. *Pediatr Obes.* febrero de 2023;18(2):e12980.
- 13.- Nogueira-de-Almeida CA, Del Ciampo LA, Ferraz IS, Del Ciampo IRL, Contini AA, Ued F da V. COVID-19 and obesity in childhood and adolescence: a clinical review. *J Pediatr (Rio J).* 4 de agosto de 2020;96(5):546-58.
- 14.- Mallik R, Carpenter J, Zalin A. Assessment of obesity. *Clin Med.* julio de 2023;23(4):299-303.
- 15.- Ministerio de Salud Pública, Instituto Nacional de Estadística y Censos, Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud. Encuesta STEPS Ecuador. MSP [Internet]. 2018; Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/10/INFORME-STEPS.pdf>
- 16.- Teufel F, Seiglie JA, Geldsetzer P, Theilmann M, Marcus ME, Ebert C, et al. Body mass index and diabetes risk in fifty-seven low- and middle-income countries: a cross-sectional study of nationally representative individual-level data. *Lancet Lond Engl.* 17 de julio de 2021;398(10296):238-48.
- 17.- World Obesity Federation. World Obesity Federation. [citado 21 de septiembre de 2024]. Global Atlas on Childhood Obesity. Disponible en: <https://www.worldobesity.org/membersarea/global-atlas-on-childhood-obesity>
- 18.- Kong KL, Burgess B, Morris KS, Re T, Hull HR, Sullivan DK, et al. Association Between Added Sugars from Infant Formulas and Rapid Weight Gain in US Infants and Toddlers. *J Nutr.* 20 de abril de 2021;151(6):1572-80.
- 19.- Dearden L, Ozanne SE. Early life impacts of maternal obesity: a window of opportunity to improve the health of two generations. *Philos Trans R Soc B Biol Sci.* 378(1885):20220222.
- 20.- Avila FJM, Caneda-Bermejo MC, Vivas-Castillo AC. Hábitos alimenticios y sus efectos en la salud de los estudiantes universitarios. Una revisión sistemática de la literatura: Dietary habits and health effects among university students. A systematic review. *Psicogente.* 2 de mayo de 2022;25(47):1-31.

- 21.- Drozd D, Alvarez-Pitti J, Wójcik M, Borghi C, Gabbianelli R, Mazur A, et al. Obesity and Cardiometabolic Risk Factors: From Childhood to Adulthood. *Nutrients*. noviembre de 2021;13(11):4176.
- 22.- Moreno-Villares JM, Collado MC, Larqué E, Leis-Trabazo MR, Sáenz-de-Pipaon M, Moreno-Aznar LA, et al. Los primeros 1000 días: una oportunidad para reducir la carga de las enfermedades no transmisibles. *Nutr Hosp*. febrero de 2019;36(1):218-32.
- 23.- Kaufer-Horwitz M, Pérez Hernández JF, Kaufer-Horwitz M, Pérez Hernández JF. La obesidad: aspectos fisiopatológicos y clínicos. *Inter Discip*. abril de 2022;10(26):147-75.
- 24.- González-Muniesa P, Martínez-González MA, Hu FB, Després JP, Matsuzawa Y, Loos RJF, et al. Obesity. *Nat Rev Dis Primer*. 15 de junio de 2017;3(1):1-18.
- 25.- Takahara M, Watanabe H, Shiraiwa T, Maeno Y, Yamamoto K, Shiraiwa Y, et al. Lifestyle changes and their impact on glycemic control and weight control in patients with diabetes during the coronavirus disease 2019 pandemic in Japan. *J Diabetes Investig*. 2022;13(2):375-85.
- 26.- Schmidt-Trucksäss A, Lichtenstein AH, Känel R von. Lifestyle factors as determinants of atherosclerotic cardiovascular health. *Atherosclerosis* [Internet]. 1 de agosto de 2024 [citado 21 de septiembre de 2024];395. Disponible en: [https://www.atherosclerosis-journal.com/article/S0021-9150\(24\)00137-0/fulltext](https://www.atherosclerosis-journal.com/article/S0021-9150(24)00137-0/fulltext)
- 27.- Woolf EK, Cabre HE, Niclou AN, Redman LM. Body Weight Regulation. En: Feingold KR, Anawalt B, Blackman MR, Boyce A, Chrousos G, Corpas E, et al., editores. *Endotext* [Internet]. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.; 2000 [citado 21 de septiembre de 2024]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK278932/>
- 28.- Baker TB, Bolt DM, Smith SS, Piasecki TM, Conner KL, Bernstein SL, et al. The Relationship of COVID-19 Vaccination with Mortality Among 86,732 Hospitalized Patients: Subpopulations, Patient Factors, and Changes over Time. *J Gen Intern Med*. abril de 2023;38(5):1248-55.
- 29.- Lopez-Doriga Ruiz P, Gunnes N, Michael Gran J, Karlstad Ø, Selmer R, Dahl J, et al. Short-term safety of COVID-19 mRNA vaccines with respect to all-cause mortality in the older population in Norway. *Vaccine*. 9 de enero de 2023;41(2):323-32.
- 30.- Arabia JJM. Inactividad física, ejercicio y pandemia COVID-19. *VIREF Rev Educ Física*. 26 de mayo de 2020;9(2):43-56.

- 31.- Wu J, Zhang H, Yang L, Shao J, Chen D, Cui N, et al. Sedentary time and the risk of metabolic syndrome: A systematic review and dose–response meta-analysis. *Obes Rev.* 2022;23(12):e13510.
- 32.- Sørensen TIA, Martínez AR, Jørgensen TSH. Epidemiology of Obesity. En: Eckel J, Clément K, editores. *From Obesity to Diabetes* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2022 [citado 21 de septiembre de 2024]. p. 3-27. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/164\\_2022\\_581](https://doi.org/10.1007/164_2022_581)
- 33.- American Diabetes Association Professional Practice Committee. 8. Obesity and Weight Management for the Prevention and Treatment of Type 2 Diabetes: Standards of Care in Diabetes–2024. *Diabetes Care.* 11 de diciembre de 2023;47(Supplement\_1):S145-57.
- 34.- Norton L, Shannon C, Gastaldelli A, DeFronzo RA. Insulin: The master regulator of glucose metabolism. *Metab - Clin Exp* [Internet]. 1 de abril de 2022 [citado 21 de septiembre de 2024];129. Disponible en: [https://www.metabolismjournal.com/article/S0026-0495\(22\)00020-8/abstract](https://www.metabolismjournal.com/article/S0026-0495(22)00020-8/abstract)
- 35.- James DE, Stöckli J, Birnbaum MJ. The etiology and molecular landscape of insulin resistance. *Nat Rev Mol Cell Biol.* noviembre de 2021;22(11):751-71.
- 36.- Sacks DB, Arnold M, Bakris GL, Bruns DE, Horvath AR, Lernmark Å, et al. Guidelines and Recommendations for Laboratory Analysis in the Diagnosis and Management of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care.* 20 de julio de 2023;46(10):e151-99.
- 37.- García-Mendoza MV, Paredes EG, Moya SMP, Mendoza JPP, Pincay MSM. Resistencia a la insulina: sustrato fisiopatológico del síndrome metabólico. *Anatomía Digit.* 15 de septiembre de 2023;6(3.3):6-25.
- 38.- Chissini R de BC, Kuschnir MC, de Oliveira CL, Giannini DT, Santos B. Cutoff values for HOMA-IR associated with metabolic syndrome in the Study of Cardiovascular Risk in Adolescents (ERICA Study). *Nutrition.* 1 de marzo de 2020;71:110608.
- 39.- Valverde Pulla J, Prieto Fuentemayor C, Valverde Pulla J, Prieto Fuentemayor C. Índice HOMA-IR como indicador de riesgo de enfermedades endocrino-metabólicas en niños y adolescentes con obesidad. *Vive Rev Salud.* agosto de 2021;4(11):60-79.
- 40.- Rojas-Jiménez JA, Mota-Sanhua V, Martínez-Castañeda D, Covarrubias-Cortés A, Flores-García G, López-Ríos S, et al. Confiabilidad del análisis Quantosemr-RI para el diagnóstico de prediabetes en pacientes en el primer nivel de atención. *An Méd Asoc Médica Cent Méd ABC.* 14 de octubre de 2022;67(3):177-83.
- 41.- Sonnefeld L, Rohmann N, Geisler C, Laudes M. Is human obesity an inflammatory disease of the hypothalamus? *Eur J Endocrinol.* 2 de marzo de 2023;188(3):R37-45.

- 42.- Barakat B, Almeida MEF. Biochemical and immunological changes in obesity. *Arch Biochem Biophys.* 15 de septiembre de 2021;708:108951.
- 43.- Fahed G, Aoun L, Bou Zerdan M, Allam S, Bou Zerdan M, Bouferraa Y, et al. Metabolic Syndrome: Updates on Pathophysiology and Management in 2021. *Int J Mol Sci.* 12 de enero de 2022;23(2):786.
- 44.- Silveira Rossi JL, Barbalho SM, Reverete de Araujo R, Bechara MD, Sloan KP, Sloan LA. Metabolic syndrome and cardiovascular diseases: Going beyond traditional risk factors. *Diabetes Metab Res Rev.* 2022;38(3):e3502.
- 45.- Zong X, Kelishadi R, Kim HS, Schwandt P, Matsha TE, Mill JG, et al. A proposed simplified definition of metabolic syndrome in children and adolescents: a global perspective. *BMC Med.* 7 de mayo de 2024;22:190.
- 46.- Dissanayake H. COVID-19 and metabolic syndrome. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* julio de 2023;37(4):101753.
- 47.- Biancalana E, Parolini F, Mengozzi A, Solini A. Short-term impact of COVID-19 lockdown on metabolic control of patients with well-controlled type 2 diabetes: a single-centre observational study. *Acta Diabetol.* abril de 2021;58(4):431-6.
- 48.- Villamil-Morales IM. Efecto del confinamiento por COVID-19 en la prevalencia de la enfermedad hepática esteatósica asociada a disfunción metabólica. *Hepatología.* 2 de enero de 2024;5(1):62-74.
- 49.- Wang J, Zhu L, Liu L, Yan X, Xue L, Huang S, et al. Clinical features and prognosis of COVID-19 patients with metabolic syndrome: A multicenter, retrospective study. *Med Clin (Barc).* 27 de mayo de 2022;158(10):458-65.
- 50.- Scurt FG, Ganz MJ, Herzog C, Bose K, Mertens PR, Chatzikyrkou C. Association of metabolic syndrome and chronic kidney disease. *Obes Rev Off J Int Assoc Study Obes.* enero de 2024;25(1):e13649.
- 51.- Barber RM, Sorensen RJD, Pigott DM, Bisignano C, Carter A, Amlag JO, et al. Estimating global, regional, and national daily and cumulative infections with SARS-CoV-2 through Nov 14, 2021: a statistical analysis. *The Lancet.* 25 de junio de 2022;399(10344):2351-80.
- 52.- Ge W, Hu J, Xiao Y, Liang F, Yi L, Zhu R, et al. COVID-19–Related Childhood BMI Increases in China: A Health Surveillance–Based Ambispective Cohort Analysis. *Am J Prev Med.* octubre de 2022;63(4):647-55.

- 53.- Zhu L, She ZG, Cheng X, Qin JJ, Zhang XJ, Cai J, et al. Association of Blood Glucose Control and Outcomes in Patients with COVID-19 and Pre-existing Type 2 Diabetes. *Cell Metab.* 2 de junio de 2020;31(6):1068-1077.e3.
- 54.- Altamirano-Bustamante NF, Garrido-Magaña E, Morán E, Calderón A, Pasten-Hidalgo K, Castillo-Rodríguez RA, et al. Protein-conformational diseases in childhood: Naturally-occurring hIAPP amyloid-oligomers and early  $\beta$ -cell damage in obesity and diabetes. *PLOS ONE.* 24 de agosto de 2020;15(8):e0237667.
- 55.- Wicherski J, Schlesinger S, Fischer F. Association between Breakfast Skipping and Body Weight—A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Longitudinal Studies. *Nutrients.* 19 de enero de 2021;13(1):272.
- 56.- Bakour C, Mansuri F, Johns-Rejano C, Crozier M, Wilson R, Sappenfield W. Association between screen time and obesity in US adolescents: A cross-sectional analysis using National Survey of Children’s Health 2016–2017. *PLOS ONE.* 1 de diciembre de 2022;17(12):e0278490.
- 57.- Xu F, Jin L, Qin Z, Chen X, Xu Z, He J, et al. Access to public transport and childhood obesity: A systematic review. *Obes Rev.* febrero de 2021;22(Suppl 1):e12987.
- 58.- Saliba K, Cuschieri S. Amidst the COVID-19 pandemic childhood obesity is still an epidemic-spotlight on obesity’s multifactorial determinants. *Health Sci Rev Oxf Engl.* 2021; 1:100006.
- 59.- Lin X, Li H. Obesity: Epidemiology, Pathophysiology, and Therapeutics. *Front Endocrinol.* 6 de septiembre de 2021; 12:706978.
- 60.- Weiss R, Dziura J, Burgert TS, Tamborlane WV, Taksali SE, Yeckel CW, et al. Obesity and the Metabolic Syndrome in Children and Adolescents. *N Engl J Med.* 3 de junio de 2004;350(23):2362-74.
- 61.- Shah, Amy S et al. “ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2022: Type 2 diabetes in children and adolescents.” *Pediatric diabetes* vol. 23,7 (2022): 872-902. doi:10.1111/pedi.13409
- 62.- Miller MG, Terebuh P, Kaelber DC, Xu R, Davis PB. SARS-CoV-2 Infection and New-Onset Type 2 Diabetes Among Pediatric Patients, 2020 to 2022. *JAMA Netw Open.* 2024;7(10):e2439444.
- 63.- Qing-Xia He, Li Zhao, Ji-Shuang Tong, Xiao-Yue Liang, Ri-Na Li, Ping Zhang, Xiao-Hua Liang, The impact of obesity epidemic on type 2 diabetes in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis, *Primary Care Diabetes*, 2022;16(6):e736744.

- 64.- Serbis, Anastasios et al. "Metabolic Syndrome in Children and Adolescents: Is There a Universally Accepted Definition? Does it Matter?" *Metabolic syndrome and related disorders* vol. 18,10 (2020):462-470
- 65.- Jerez Fernández, C. I. , Medina Pereira, Y. A. , Ortiz Chang, A. S. , González Olmedo, S. I. , & Aguirre Gaete, M. C. Fisiopatología y alteraciones clínicas de la diabetes mellitus tipo 2: revisión de literatura. *Revista Nova publicación científica En Ciencias biomédicas*, . (2022). 20(38), 65-103.
- 66.- Rodríguez-Rada Cristina, Celada-Rodríguez Ángel, Celada-Roldán Carmen, Tárraga-Marcos M<sup>a</sup> Loreto, Romero-de Ávila Mario, Tárraga-López Pedro J. Análisis de la relación entre diabetes mellitus tipo 2 y la obesidad con los factores de riesgo cardiovascular. *JONNPR [Internet].*; 6(2): 411-433.
- 67.- Abiri B, Ahmadi AR, Hejazi M, Amini S. Obesity, Diabetes Mellitus, and Metabolic Syndrome: Review in the Era of COVID-19. *Clin Nutr Res*. 2022 oct 24;11(4):331-346. doi: 10.7762/cnr.2022.11.4.331

## **ANEXOS**

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Bustamante Colombo María Lorena** con C.C: #0924165210 autora del trabajo de titulación: **Repercusión del Síndrome Metabólico antes y después de la Pandemia por COVID 19 en pacientes de 6 a 15 años atendidos en el servicio de Endocrinología del Hospital del Niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante** previo a la obtención del título de **Especialista en Pediatría** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 6 de febrero de 2025

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **Bustamante Colombo María Lorena**

C.C: **0924165210**

## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Repercusión del Síndrome Metabólico antes y después de la Pandemia por COVID 19 en pacientes de 6 a 15 años atendidos en el servicio de Endocrinología del Hospital del Niño Dr. Francisco De Icaza Bustamante.		
AUTOR(ES)	Dra. María Lorena Bustamante Colombo		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Dra. María Belén Mosquera Andrade		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Escuela de Graduados en Ciencia de la Salud/Sistema de Posgrado		
CARRERA:	Especialización en Pediatría		
TÍTULO OBTENIDO:	Especialista en Pediatría		
FECHA DE PUBLICACIÓN:6	6 de febrero de 2025	No. DE PÁGINAS:	54
ÁREAS TEMÁTICAS:	Síndrome Metabólico		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Síndrome metabólico, COVID-19, obesidad infantil, endocrinología.		

#### RESUMEN/ABSTRACT

**Introducción:** El síndrome metabólico (SM), que incluye resistencia a la insulina, hipertensión, dislipidemia y diabetes tipo 2, representa un desafío significativo en la atención médica, especialmente durante la pandemia por COVID-19. Aumentando el riesgo de complicaciones graves por el virus. En el contexto pediátrico, es crucial investigar cómo la pandemia ha afectado el desarrollo y la gravedad del SM en niños y adolescentes. Este estudio busca evaluar el impacto de la pandemia en la aparición y agravamiento de la resistencia a la insulina, destacando la necesidad de enfoques preventivos y de manejo integral para abordar esta problemática de manera efectiva.

**Objetivo:** Evaluar la repercusión del Síndrome Metabólico antes y después de la Pandemia por COVID 19 en pacientes de 6 a 15 años.

**Material y métodos:** Estudio observacional, retrospectivo, transversal, analítico y relacional de cohorte realizado en pacientes de 6 a 15 años con síndrome metabólico atendidos en la consulta de Endocrinología de la institución participante.

**Resultados:** Se analizaron 585 expedientes de pacientes quienes recibieron atención médica por el servicio de endocrinología pediátrica entre el año 2019 y 2022, de los cuales 150 cumplieron con los criterios de inclusión. Los 69 casos equivalentes al 46% de la población estudiada recibió atención en el periodo prepandemia y 54% en el periodo postpandemia, se clasificó como obesidad en un 90.7% con el IMC por encima del percentil 95 de acuerdo con la clasificación CDC-OMS, El rango de edad osciló entre los 3 y los 15.83 años, se observó a los pacientes que presentaron sobrepeso aumentaron el 100% postpandemia. La dislipidemia criterio del síndrome metabólico aumento del 6.1% en prepandemia al 36% en postpandemia, con una  $P < 0.046$ , con 3 casos de hiperuricemia en postpandemia, La hemoglobina glucosilada alterada como parte de la consecuencia del síndrome metabólico aumento de 4.1% prepandemia a 4.9% postpandemia con presencia de un paciente con diagnóstico de Dm2 con Hb1c de 7.2 %. Además, se descubrió una correlación estadísticamente significativa entre la edad y los niveles de insulina en ayuno,

indicando que, a mayor edad, mayor es el nivel de insulina con una  $p < 0.001$ , la presencia de hiperinsulinemia y por ende la resistencia a la Insulina valorada por HOMA IR con una  $p = 0.003$  en el periodo de postpandemia por COVID 19. La adherencia al ejercicio como factor modificable posterior a la pandemia presento una  $P < 0.007$  con significancia estadística.

**Conclusiones:** Se evaluó la repercusión del síndrome metabólico pre y postpandemia por COVID 19, en pacientes pediátricos, correlacionados por la resistencia a la insulina, la dislipidemia con la edad y el hiperinsulinismo en ayunas subraya la importancia del monitoreo continuo y de intervenciones adaptadas al desarrollo infantil. Además, se resalta la importancia de utilizar criterios diagnósticos precisos que incluyan el perímetro de cintura para una mejor evaluación del riesgo metabólico.

<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	Teléfono: +593997444200 +593995838457	E-mail: lorebu3012@gmail.com dramariabelenmosquera@gmail.com
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	<b>Nombre:</b> Chimbo Jiménez Mercedes Margarita	
	<b>Teléfono:</b> +593985817497	
	<b>E-mail:</b> mercedes.chimbo@cu.ucsg.edu.ec	
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>		
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>		
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>		
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		