



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**SUBDIVISIÓN DE MEDICINA FAMILIAR**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**

**HOSPITAL GENERAL REGIONAL #1 CON MF “LIC. IGNACIO GARCIA  
TÉLLEZ”**

**ALTERACIONES ECOCARDIOGRÁFICAS Y ELECTROCARDIOGRÁFICAS  
EN ADOLESCENTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD DE LA UMF N° 3 DE  
JIUTEPEC, MORELOS.**

**Número de registro SIRELCIS R-2016-1102-10**

**TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN  
MEDICINA FAMILIAR**

**PRESENTA:**

**DRA. MARICELA ORTIZ BENITEZ**

**ASESORES DE TESIS:**

**DR. ADRIÁN ESTRADA NÁJERA**

**DR. MARCO ANTONIO LEÓN MAZÓN**

**CUERNAVACA, MORELOS.**

**2016**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**ALTERACIONES ECOCARDIOGRÁFICAS Y ELECTROCARDIOGRÁFICAS EN  
ADOLESCENTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD DE LA UMF N° 3 DE JIUTEPEC,  
MORELOS.**

TRABAJO PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN MEDICINA FAMILIAR

PRESENTA:

**DRA. MARICELA ORTIZ BENITEZ  
DE MEDICINA FAMILIAR DEL HGR #1C/MF**

**A U T O R I Z A C I O N E S :**

---

**DRA. ANITA ROMERO RAMIREZ  
COORD. DE PLANEACION Y ENLACE INSTITUCIONAL**

---

**DRA. LAURA ÁVILA JIMÉNEZ.  
COORD. AUXILIAR MEDICO DE INVESTIGACIÓN EN SALUD**

---

**DRA. MARIA CRISTINA VAZQUEZ BELLO.**  
**COORD. AUXILIAR MEDICO DE EDUCACIÓN EN SALUD.**

---

**DRA. GLADHIS RUÍZ CATALÁN**  
**COORDINADORA CLÍNICA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD**

---

**DRA. MONICA VIVIANA MARTINEZ MARTINEZ.**  
**PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD DE MEDICINA FAMILIAR**

## **ASESORES DE TESIS**

---

**DR. ADRIÁN ESTRADA NÁJERA**  
**MEDICO CARDIOLOGO, ADSCRITO AL HGR CON MF NO. 1**  
**CUERNAVACA MORELOS**

---

**DR. MARCO ANTONIO LEÓN MAZÓN**  
**MEDICO FAMILIAR, ADSCRITO A LA UMF NO. 3**  
**JIUTEPEC MORELOS**

**ALTERACIONES ECOCARDIOGRÁFICAS Y ELECTROCARDIOGRÁFICAS EN  
ADOLESCENTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD DE LA UMF N° 3 DE JIUTEPEC,  
MORELOS.**

TRABAJO PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN MEDICINA FAMILIAR  
PRESENTA:

**DRA. MARICELA ORTIZ BENITEZ**

A U T O R I Z A C I O N E S

---

**DR. JUAN JOSÉ MAZÓN RAMÍREZ**

JEFE DE LA SUBDIVISIÓN DE MEDICINA FAMILIAR  
DIVISIÒN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA  
U.N.A.M.

---

**DR. ISAÍAS HERNÁNDEZ TORRES**

COORDINADOR DE DOCENCIA  
SUBDIVISIÓN DE MEDICINA FAMILIAR  
DIVISIÒN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA  
U.N.A.M.

**ALTERACIONES ECOCARDIOGRÁFICAS Y ELECTROCARDIOGRÁFICAS EN  
ADOLESCENTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD DE LA UMF N° 3 DE JIUTEPEC,  
MORELOS.**

TRABAJO PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN MEDICINA FAMILIAR

PRESENTA:

**DRA. MARICELA ORTIZ BENITEZ**

---

**PRESIDENTE DEL JURADO**

**DRA. ANITA ROMERO RAMÍREZ  
COORD. DE PLANEACION Y ENLACE INSTITUCIONAL**

---

**SECRETARIO DEL JURADO**

**DRA. ANGÉLICA GARCÍA PÉREZ.  
MEDICO INTERNISTA  
HGR C/MF # 1**

---

**VOCAL 1**

**DR. ADRIÁN ESTRADA NÁJERA  
MEDICO CARDIOLOGO  
HGR C/MF # 1**

---

**VOCAL 2**

**DR. MARCO ANTONIO LEÓN MAZÓN  
MEDICO FAMILIAR  
UMF NO. 3 JIUTEPEC MORELOS**

## AGRADECIMIENTOS

Señor sin ti nada soy, por ti soy lo que soy, gracias por darme fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado. Por ello, con toda la humildad que mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

A mis preciosos hijos **Mary y Alex** porque ellos tuvieron que soportar largas horas sin la compañía de su mamá y quienes con su luz han iluminado mi vida y hacen mi camino más claro, son la razón por la que me levanto cada día, son mi orgullo, fueron mi motivación más grande para concluir con éxito este proyecto.

A mi esposo **Mario**. Aunque te hayas ido para siempre, te convertiste en un ángel que me protege desde el cielo. Te quiero y siempre te voy a tener en mi corazón.

A mis padres **Roberto y Victoria** por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, cada uno de ustedes han aportado grandes cosas a mi vida.

A mis hermanos, **Lety, Balbi, Chelo, Robe, Rosy, Mayito, María, Chuy** y mi prima **Lupita**, quienes siempre han estado presentes en mi vida y no me ha dejado decaer, los amo y no va haber manera de devolverles tanto que me han ofrecido, este logro más sin lugar a duda ha sido en gran parte gracias a ustedes y no sé dónde me encontraría de no ser por su ayuda, su compañía y su amor.

A mis amigos **Julio, Rocío y personas especiales en mi vida**, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas e hicieron de esta experiencia uno de los mejores momentos de mi existencia

A mis **compañeros** aunque en la mayoría de las veces parece que estuviéramos en una batalla, hay momentos en los que la guerra cesa y nos unimos para lograr nuestros objetivos.

Al IMSS mi segunda casa por formarme como Especialista en Medicina Familiar. Al **Dr. Adrián Estrada Nájera**, el **Dr. Marco Antonio León Mazón** y a todos mis maestros que durante estos tres años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.



## ÍNDICE

<b>Parte</b>	<b>Página</b>
Título	1
Agradecimientos	7
Índice General	8
Abreviaturas, siglas y acrónimos	9
Lista de tablas	10
Lista de figuras	11
<b>Resumen</b>	12
Marco Teórico	13
<b>Antecedentes</b>	24
Justificación	28
Planteamiento del problema	30
Objetivos	31
<b>Hipótesis</b>	31
Metodología	32
Análisis Estadístico	38
Consideraciones éticas	38
Resultados	40
Discusión	48
Conclusiones	50
Referencias	51
Anexos	55

## SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

<b>Siglas</b>	<b>Descripción</b>
<b>CC</b>	Circunferencia De Cintura
<b>CDC</b>	Centers for Disease Control
<b>CLIEIS</b>	Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud
<b>DAI</b>	Diámetro de la aurícula izquierda
<b>DIVTD</b>	Diámetro interventricular en telediastole
<b>DIVTS</b>	Diámetro interventricular en telesistole
<b>ENSANUT</b>	Encuesta Nacional de Salud y Nutrición
<b>ECG</b>	Electrocardiográficas
<b>IMC</b>	Índice De Masa Corporal
<b>IMSS</b>	Instituto Mexicano del Seguro Social
<b>IOTF</b>	<i>International Obesity Task Force</i>
<b>OB</b>	Obesos
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>PC</b>	Percentil
<b>PPVITD</b>	Pared posterior del ventrículo izquierdo en telediastole
<b>PPVITS</b>	Pared posterior del ventrículo izquierdo en telesistole
<b>SIVTD</b>	Septum interventricular en telediastole
<b>SIVTS</b>	Septum interventricular en telesistole
<b>SM</b>	Síndrome Metabólico
<b>SPSS</b>	Statistical Package for the Social Sciences
<b>TAS</b>	Presión arterial sistólica
<b>TAD</b>	Presión arterial diastólica
<b>UMF</b>	Unidad Médico Familiar
<b>VI</b>	Ventrículo Izquierdo

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
<b>Tabla 1</b>	Indicadores antropométricos de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes basados en el IMC según la edad y el sexo.	13
<b>Tabla 2</b>	Principales patologías asociadas a la obesidad	16
<b>Tabla 3</b>	Clasificación y definición de las variables del estudio	36
<b>Tabla 4</b>	Característica antropométricas y clínicas de los adolescentes participantes	40
<b>Tabla 5</b>	Parámetros ecocardiográficos de los participantes adolescentes	43
<b>Tabla 6</b>	Comparación de parámetros ecocardiográficos de los participantes	44
<b>Tabla 7</b>	Comparación de parámetros ecocardiográficos en pacientes con sobrepeso y obesidad	45
<b>Tabla 8</b>	Comparación de los parámetros ecocardiográficos de los adolescentes participantes con los parámetros de referencia	46
<b>Tabla 9</b>	Hallazgos electrocardiográficos de los adolescentes participantes	47
<b>Tabla 10</b>	Hallazgos electrocardiográficos según el diagnóstico nutricional	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
<b>Figura 1</b>	<i>Comparativo de la prevalencia nacional de sobrepeso y obesidad en población de 12 a 19 años de edad, de la ENN 99, ENSANUT 2006 y ENSANUT 2012.</i>	14
<b>Figura 2</b>	<i>Panel A. Derivadas precordiales. Panel B. Electrodo de las extremidades.</i>	19
<b>Figura 3</b>	Diagnóstico nutricional de los pacientes.	41
<b>Figura 4</b>	Género de los pacientes.	41
<b>Figura 5</b>	Niveles de presión arterial de los adolescentes	42

## RESUMEN

### ALTERACIONES ECOCARDIOGRÁFICAS Y ELECTROCARDIOGRÁFICAS EN ADOLESCENTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD DE LA UMF N° 3 DE JIUTEPEC, MORELOS

**Introducción:** El sobrepeso y la obesidad son el mayor problema de Salud Pública en México y el mundo. En adolescentes, su prevalencia ha aumentado y contribuye al desarrollo de alteraciones en diversos órganos y aparatos, incluyendo el corazón.

**Objetivo:** Analizar las alteraciones ecocardiográficas y electrocardiográficas presentes en adolescentes con sobrepeso y obesidad de la UMF No. 3 de Jiutepec Morelos.

**Metodología:** Se realizó un estudio observacional, transversal-analítico en 77 adolescentes (10-16 años) de ambos sexos con sobrepeso y obesidad de la UMF. No. 3 de Jiutepec Morelos. Se recabaron de los participantes, las cifras de presión arterial y frecuencia cardíaca. Además, se les realizó ecocardiograma y electrocardiograma, registrándose los hallazgos normales y patológicos. Se solicitó firma de carta de consentimiento informado para participar. Se realizó el análisis de datos en el programa SPSS, con estadística descriptiva e inferencial según correspondió. Se consideró significativa una  $p < 0.05$ .

**Resultados:** La edad promedio fue  $12.1 \pm 1.7$  años y el IMC  $28.3 \pm 3.7$  Kg/m<sup>2</sup>. El 94.8% tenía obesidad y el 4.2% sobrepeso. Se encontraron diferencias marcadas en el PC<sup>50</sup> de los valores de SIVTD, la PPVITD, el SIVTS, la PPVITS y el DAI con respecto a valores de referencia. El SIVTD fue  $12.6 \pm 1.6$  mm *versus*  $10.5 \pm 1.3$  mm en sujetos con obesidad y sobrepeso, respectivamente ( $p=0.012$ ). La frecuencia de hipertrofia ventricular izquierda fue 26.0% en sujetos con obesidad y 25% en sujetos con sobrepeso ( $p=0.964$ ). El eje fue anormal en el 10.4% de los sujetos, mientras que se encontraron alteraciones en la onda P y onda T en el 2.6% de los pacientes.

**Conclusiones:** Las alteraciones electrocardiográficas son frecuentes en adolescentes con sobrepeso y obesidad, como se pudo comprobar en este estudio al reportar que se presentan en el 26% de los adolescentes con sobrepeso y obesidad, así mismo se encontraron alteraciones ecocardiográficas en estos adolescentes, por lo que se requieren intervenciones oportunas para prevenir el sobrepeso y la obesidad y evitar las complicaciones a futuro.

**Palabras claves:** Sobrepeso, Obesidad, adolescentes, alteraciones electrocardiográficas, alteraciones ecocardiograficas.

## MARCO TEÓRICO

El sobrepeso y la obesidad, son un estado donde el peso corporal está por encima del nivel de peso aceptable o deseable. En niños de dos a 19 años, el sobrepeso se diagnostica cuando con un percentil es mayor o igual a 85 y menor de 95 en las curvas de índice de masa corporal (IMC). Se diagnostica obesidad en este grupo de edad cuando el percentil es mayor o igual a 95 en las curvas de IMC. En niños mayores de 5 años, y en adolescentes, por recomendación de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se utiliza el IMC como estándar para clasificar al paciente según el peso. Un IMC de 25.0 a 29.9 kg/m<sup>2</sup> es sobrepeso, y mayor o igual 30.0 Kg/m<sup>2</sup> es obesidad. <sup>1</sup>

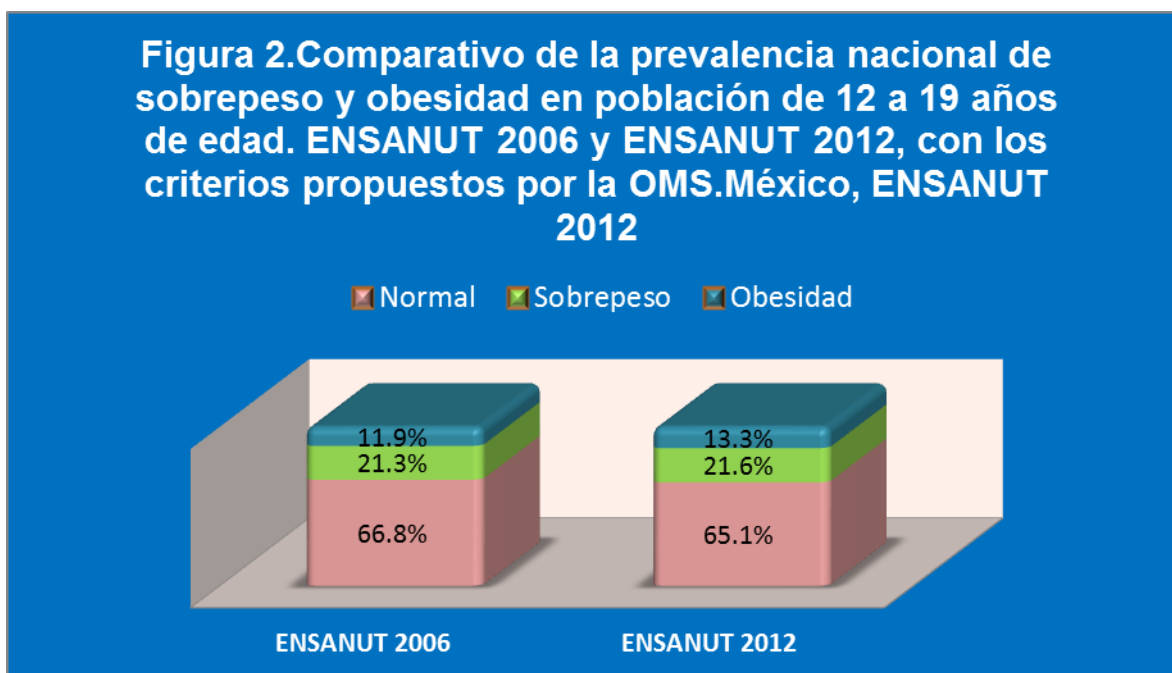
<b>Tabla 1. Indicadores antropométricos de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes basados en el IMC según la edad y el sexo. Estándares propuestos para uso internacional.</b>		
<b>Referencia</b>	<b>Sobrepeso</b>	<b>Obesidad</b>
<b>CDC-2000</b>	En riesgo de sobrepeso (nueva terminología: sobrepeso) $\geq$ percentil 85 y $<$ percentil 95	Sobrepeso (nueva terminología: obesidad) $\geq$ percentil 95
<b>OMS</b>	Sobrepeso $\geq$ percentil 85 y $<$ percentil 97	Obesidad $\geq$ percentil 97
<b>IOTF</b>	Sobrepeso Valor correspondiente a $\geq$ 25 en adultos	Obesidad Valor correspondiente a $\geq$ 30 en adultos
<b>Fuente:KauferHorwitz M, Toussaint G. Indicadores antropométricos para evaluar sobrepeso y obesidad en pediatría. Bol MedHospInfantMex. 2008; 65:502-518.</b>		

La adolescencia es el período de la vida de la persona comprendido entre la aparición de la pubertad, que marca el final de la infancia, y el inicio de la edad adulta, momento en que se ha completado el desarrollo del organismo, va de los 10 a los 19 años de edad. <sup>2</sup>

Durante la adolescencia se pueden presentar cambios cardiovasculares adaptativos y patológicos en quienes presentan sobrepeso y obesidad. Las alteraciones ecocardiográficas son mediciones anómalas encontradas mediante ecocardiografía, las cuales se miden a través de ondas de ultrasonido. Estas pueden ser cambios en el tamaño, movimiento y la composición del corazón y los tejidos circulantes. Mientras que las alteraciones electrocardiográficas son trazos

fuera de lo normal en un electrocardiograma. El electrocardiograma es una grabación de las fuerzas electromotrices del corazón que son proyectadas a la superficie corporal, mediante un trazado en papel gráfico de movimiento lento y permite conocer el ritmo, el eje cardiaco, y las características de la conducción eléctrica a lo largo de las diferentes regiones anatómicas del corazón. <sup>3,4</sup>

La prevalencia de obesidad y sobrepeso en menores de edad ha aumentado a un ritmo alarmante. Se calcula que en 2010 había 42 millones de niños con sobrepeso en todo el mundo, de los cuales cerca de 35 millones viven en países en desarrollo. Uno de cada cuatro escolares en América Latina padece sobrepeso u obesidad. En el curso de un estudio realizado en China con escolares de zonas urbanas, se calculó que la tasa de sobrepeso y obesidad había pasado de cerca de un 8% en 1991 a más de un 12% en 1997. En Brasil, ese índice calculado en niños y adolescentes de 6 a 18 años, se triplicó entre mediados de los setenta (4%) y 1997 (13%). <sup>5</sup>



En Australia las tasas de prevalencia de exceso de peso en niños y adolescentes se ha calculado entre 21 y 25% para sobrepeso y obesidad de manera conjunta, y 6.05% para la obesidad sola. <sup>6</sup>

En México, en el año 2012 la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) encontró una prevalencia nacional combinada de sobrepeso y obesidad en adolescentes de alrededor de 35.8% para el sexo femenino (lo que representa a 3,175,711 adolescentes del sexo femenino en todo el país) y 34.1% en el sexo masculino (representativos de 3 148 146 adolescentes varones) en 2012. La proporción de sobrepeso fue más alta en mujeres (23.7%) que en hombres (19.6%); y para obesidad los datos revelan que el porcentaje de adolescentes de sexo masculino con obesidad fue mayor (14.5%) que en las de sexo femenino (12.1%).<sup>7</sup>

La obesidad y el sobrepeso infantil, en la adolescencia, se asocian con múltiples comorbilidades y complicaciones a largo plazo. Por ejemplo dan lugar a cambios metabólicos que incrementan el riesgo de diabetes mellitus tipo 2 y de enfermedad cardiovascular precoz. Además, la obesidad en la adolescencia se correlaciona significativamente con mayor riesgo de obesidad severa en la edad adulta. La obesidad también puede afectar la salud psicológica, los adolescentes obesos son más propensos a presentar una baja autoestima en comparación con sus pares no obesos.<sup>8</sup>

Tendencias recientes han dado lugar a un gran número de niños obesos que se encuentran en mayor riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo 2 y con varios factores de riesgo para enfermedad coronaria, incluyendo niveles elevados de lípidos, insulina y presión arterial. Además, el sobrepeso grave en la infancia se asocia con las etapas iniciales de la aterosclerosis. También hay varias consecuencias de la obesidad infantil, en la etapa adulta como la enfermedad coronaria, diabetes mellitus tipo 2 y una muerte prematura. Las dificultades para prevenir y revertir la obesidad, junto con la falta de adherencia a los cambios de estilo de vida y tratamientos médicos de los adolescentes, complicarán los esfuerzos de tratamiento y prevención.<sup>9</sup>

En la siguiente tabla se enlistan las principales comorbilidades asociadas a la obesidad en adolescentes. Mismas que aumentan el riesgo cardiovascular.<sup>10</sup>



<b>Tabla 2. Principales patologías asociadas a la obesidad.</b> <sup>10</sup>	
Sistema	Patología
Alteraciones del sueño.	Apnea obstructiva del sueño. Síndrome de hipoventilación del obeso.
Sistema respiratorio.	Asma.
Aparato gastrointestinal.	Esteatosis hepática no alcohólica. Colelitiasis. Reflujo gastroesofágico.
Sistema Endocrinológico.	Diabetes mellitus tipo 2 Ovario poliquístico. Hipotiroidismo. Síndrome de Cushing.
Sistema Nervioso	<i>Pseudotumor cerebro</i>
Cardiovascular	Hipertensión arterial. Hiperlipidemia Obesidad en la edad adulta. Resistencia a la insulina.
Alteraciones psiquiátricas	Depresión. Obesidad. Dismorfofobia.
Problemas ortopédicos	Rodillas en varo. Aumento de fracturas. Deslizamiento de la epífisis capital femoral.
Alteraciones dermatológicas	Acantosis nigricans. Intertrigo.
Síndromes genéticos.	Síndrome de Prader Willi.

Una revisión sistemática por Reilly y cols cuyo objetivo fue hacer un resumen de la evidencia sobre el impacto a largo plazo de la obesidad infantil y del adolescente sobre mortalidad prematura y morbilidad durante la etapa adulta. Se revisaron las publicaciones sobre este tópico entre enero de 2002 y junio de 2010, encontrándose 5 estudios que medían el sobrepeso y la obesidad entre el nacimiento y los 18 años (medida de la exposición) y la mortalidad prematura y morbilidad (resultado) durante la adultez. Se encontró que en 4 de 5 se aumentó significativamente el riesgo de muerte prematura en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad. El sobrepeso y la obesidad se asociaron con un aumento significativo del riesgo de morbilidad cardiometabólica (diabetes, hipertensión, enfermedad isquémica del corazón y enfermedad cerebrovascular) en la vida adulta, con riesgos relativos desde 1.1 hasta 5.1. También los niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad tuvieron un aumento significativo del riesgo de discapacidad, asma y síndrome de ovario poliquístico.<sup>11</sup>

A partir de las Encuestas de Salud de Noruega, otro estudio evaluó la relación del IMC en la adolescencia y la adultez, así como la mortalidad en adultos de acuerdo al IMC. Se incluyeron 128,121 adolescentes los cuales fueron seguidos durante 9.7 años. El odds-ratio para obesidad en la edad adulta fue de 0.2 para un IMC bajo y fue de 16 para un alto IMC. Un IMC alto en la adolescencia se asoció a un aumento de 30-40% en la mortalidad durante la adultez. Por lo que, la obesidad en la adolescencia tiende a persistir hasta la edad adulta y se asocia a un exceso de mortalidad.<sup>12</sup>

La ecocardiografía se basa en la reflexión del ultrasonido sobre las estructuras cardiacas. Sus usos clínicos se dividen según el tipo de estudio:

- Ecocardiografía bidimensional: evalúa las cavidades cardiacas, válvulas, pericardio, tumoraciones, grandes vasos.
- Ecocardiografía transesofágica: obtiene imágenes transtorácicas insuficientes, pero es útil para evaluar enfermedad aortica, prótesis valvular y estructuras durante el intraoperatorio.

- Ecocardiografía doppler: permite identificar estenosis valvular, insuficiencias valvulares, flujo volumétrico, llenado diastólico, corto-circuitos.
- Ecocardiografía de esfuerzo: es de utilidad para determinar la presencia de isquemia y valvulopatías. <sup>13,14</sup>

La ecocardiografía transtorácica (la más utilizada) se efectúa colocando un transductor manual directamente sobre la pared torácica, la función doppler se utiliza para medir gradientes o la velocidad de contracción del miocardio y en ocasiones para obtener información adicional se realiza durante el ejercicio o una determinada situación de estrés. <sup>13,14</sup>

En determinados pacientes en los cuales no es posible realizar un estudio transtorácico, se realiza un estudio transesofágico el cual consiste en montar un transductor ecográfico en el extremo de un endoscopio colocado en el esófago y dirigido a las estructuras cardiacas. <sup>13,14</sup>

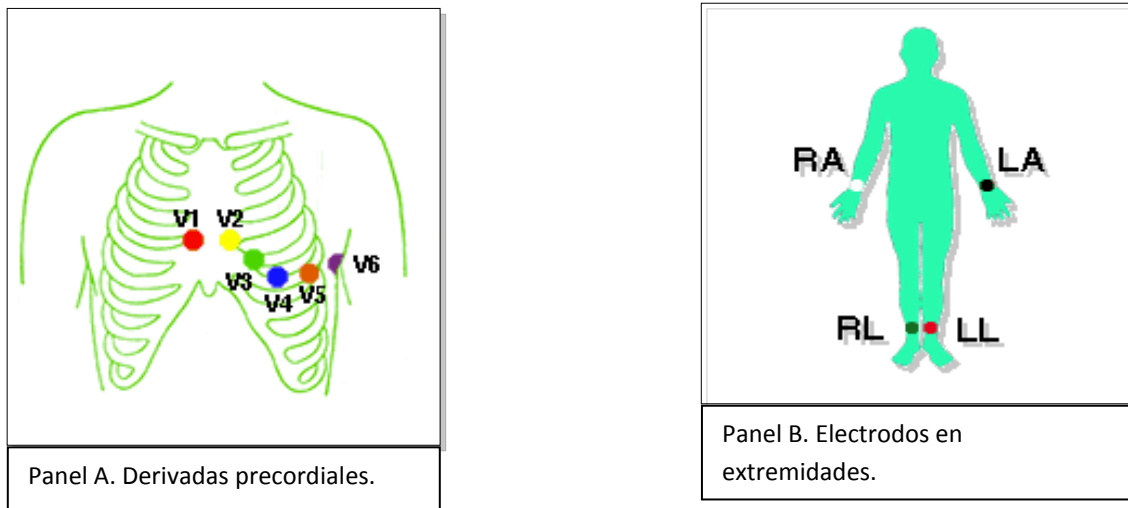
El electrocardiograma es el registro gráfico de los potenciales eléctricos generados por el corazón. Su utilidad clínica se deriva de su disponibilidad inmediata, técnica simple, sin riesgos, económica y sumamente versátil que permite identificar arritmias, alteraciones de la conducción e isquemia miocárdica, así como alteraciones metabólicas como la hiperpotasemia. <sup>15,16</sup>

Las señales eléctricas del corazón se reciben a través de electrodos metálicos que se adhieren a las extremidades y la pared torácica. Se colocan 6 nodos para las derivadas precordiales que valoran el plano horizontal y son unipolares; se colocan de la siguiente manera (Figura 1, panel B):

- V1: 4to espacio intercostal borde externo derecho.
- V2: 4to espacio intercostal borde externo izquierdo.
- V3: Punto equidistante entre V2 y V4.
- V4: 5to espacio intercostal izquierdo línea medio clavicula.

- V5: 5to espacio intercostal izquierdo línea axilar anterior.
- V6: 5to espacio intercostal izquierdo línea axilar media. <sup>15,16</sup>

Se colocan también cuatro electrodos para las extremidades que miden el plano frontal, de las cuales hay 3 derivadas unipolares: I, II, III y tres derivadas bipolares aVR, aVL y aVF (Figura 1, panel B):



**Figura 1.** *Panel A.* Derivadas precordiales. *Panel B.* Electrodo de las extremidades.

El trazo electrocardiográfico normal se presenta en la Figura 2. Las ondas y complejos básicos del electrocardiograma son las siguientes:

- Onda P: despolarización auricular
- Complejo QRS: despolarización ventricular.
- Complejo ST: repolarización ventricular.
- Onda T: repolarización ventricular.
- Onda U: repolarización ventricular.
- Punto J: unión entre el extremo final del complejo QRS y el inicio del segmento ST. <sup>15,16</sup>

El ECG se registra en un papel milimétrico que se divide en cuadros de  $1\text{mm}^2$ , la velocidad de registro sobre el papel suele ser de  $25\text{mm/s}$ , la división horizontal más pequeña corresponde a  $0.04\text{ s}$ , mientras que las más gruesas corresponden a  $0.2\text{ s}$ ; en la división vertical se mide voltaje ( $1\text{mV}=10\text{mm}$ ) (Figura 3).<sup>15,16</sup>

- Intervalo RR: mide la frecuencia cardíaca en latidos por minuto, se calcula midiendo el intervalo y dividiendo las unidades de tiempo mayores ( $0.2\text{s}$ ) comprendidas entre las ondas R entre 300.
- Intervalo PR: dura de  $120$  a  $200\text{ms}$ , indica el tiempo transcurrido entre las despolarizaciones auricular y ventricular.
- Intervalo QRS: dura de  $100$  a  $110\text{ms}$ , refleja la duración de la despolarización ventricular.
- Intervalo QT: comprende tanto a la despolarización como a la repolarización ventriculares y varía inversamente proporcional a la frecuencia cardíaca.<sup>15,16</sup>

Los niños o adolescentes que presentan sobrepeso y obesidad están predispuestos a presentar hipertrofia ventricular izquierda y falla cardíaca.<sup>17</sup>

La obesidad produce un aumento en el volumen de sangre total y el gasto cardíaco debido a la alta actividad metabólica de la grasa excesiva. En casos moderados a severos de obesidad, esto puede llevar a dilatación del ventrículo izquierdo, aumento del estrés de la pared ventricular izquierda, a hipertrofia ventricular izquierda compensatoria (excéntrica) y disfunción diastólica ventricular izquierda. Puede aparecer disfunción sistólica ventricular izquierda si el estrés de la pared sigue siendo alto debido a la respuesta hipertrófica inadecuada. La estructura y función del ventrículo derecho pueden afectarse por igual, debido a las mencionadas alteraciones morfológicas y hemodinámicas, así como por la

hipertensión pulmonar relacionada con el síndrome de hipoventilación y la apnea del sueño asociadas a obesidad. El término miocardiopatía por obesidad se aplica cuando estos cambios estructurales y hemodinámicos cardíacos resultan en insuficiencia cardíaca congestiva. La cardiomiopatía por obesidad ocurre típicamente en personas con obesidad severa y de larga evolución. Las causas predominantes de muerte en pacientes con miocardiopatía por obesidad son la insuficiencia cardíaca congestiva progresiva y muerte súbita cardíaca.<sup>18</sup>

La presencia de hipertensión arterial sistémica en individuos obesos facilita el desarrollo de la dilatación e hipertrofia del ventrículo izquierdo. En tales individuos, puede presentarse insuficiencia cardíaca congestiva como resultado de la disfunción diastólica del VI o disfunción sistólica y diastólica del ventrículo izquierdo combinadas.<sup>19</sup>

El síndrome de hipoventilación de la apnea del sueño asociada a obesidad ocurre en el 5% de los individuos con obesidad mórbida y es potencialmente mortal. La apnea obstructiva del sueño puede provocar hipertrofia ventricular derecha y esta conducir a hipertensión pulmonar.<sup>19</sup>

El tratamiento de la miocardiopatía por obesidad consiste en la pérdida de peso, restricción de sal, y diuréticos. Los digitálicos y vasodilatadores pueden ser útiles en casos seleccionados. La obesidad central es un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedad arterial coronaria. Las alteraciones en los lípidos y metabolismo de la insulina pueden facilitar el desarrollo de la enfermedad coronaria en pacientes obesos.<sup>19</sup>

La obesidad se asocia también con una amplia variedad de alteraciones electrocardiográficas (ECG). La mayoría de estos reflejan alteraciones en la morfología cardíaca. Algunos sirven como marcadores de riesgo de muerte súbita. Alteraciones ECG clave o alteraciones que se producen con frecuencia desproporcionadamente altas en los sujetos obesos incluyen: cambios del eje hacia la izquierda de la onda P, el complejo QRS y la onda T, diversos cambios en la morfología de la onda P, bajo voltaje QRS, varios marcadores de hipertrofia ventricular izquierda (en particular, el voltaje de Cornell), aplanamiento de la onda

T en las derivaciones inferiores y laterales, alargamiento del intervalo QT corregido y duración prolongada del intervalo QT. Las alteraciones de señalización en el electrocardiograma y en la variabilidad del ritmo cardíaco pueden ser arrítmicas. Las arritmias cardíacas se han descrito en los sujetos obesos, pero a menudo están acompañadas por hipertrofia ventricular izquierda o el síndrome de apnea del sueño. Muchas de estas anomalías en el electrocardiograma son reversibles con una pérdida importante de peso. Por lo tanto, la obesidad se asocia con una amplia variedad de alteraciones ECG, muchas de las cuales se corrigen con la pérdida de peso.<sup>20</sup>

Un estudio evaluó las anomalías cardíacas estructurales y funcionales en adolescentes obesos y sus modificaciones tras ser sometidos a cirugía bariátrica. En el post-operatorio se redujeron significativamente la frecuencia cardíaca y la presión arterial sistólica, la velocidad de presión mejoró, lo que demuestra un cambio hacia un estado autonómico más favorable y una reducción del trabajo cardíaco tras la cirugía. Tras la pérdida de peso, también hubo mejoras significativas en el grosor del ventrículo izquierdo y el espesor del septo interventricular. Antes de la cirugía se observó hipertrofia concéntrica del ventrículo izquierdo en el 28% de los pacientes, que se redujo a 3% después de la cirugía. El porcentaje de pacientes con geometría normal del VI mejoró de 36% en el pre-operatorio al 79% en el post-operatorio. No hubo anomalías en la función sistólica antes ni después de la cirugía. Sin embargo, hubo mejoría en los índices Doppler de la función diastólica. Por lo que, en adolescentes mórbidamente obesos el corazón tiene capacidad de plasticidad cuando se logra perder peso, lo que demuestra la importancia de intervenciones tempranas para el tratamiento de obesidad.<sup>21</sup>

Otro estudio evaluó los cambios cardíacos en adolescentes obesos mórbidos sometidos a cirugía bariátrica. Los sujetos obesos (OB) tenían evidencia de hipertrofia ventricular izquierda ( $122 \pm 25$  g) en comparación con sujetos normopesos ( $101 \pm 10$  g). y mayor volumen ventricular izquierdo al final de la diástole ( $156 \pm 25$  ml vs.  $109 \pm 9$  ml) y una menor fracción de eyección. El 60% de los sujetos obesos presentaron isquemia sub-endocárdica inducida por adenosina-

al inicio del estudio. Esta isquemia se revirtió por completo en el 60% y el 40% restantes tuvieron una mejoría parcial. Además, se logró una reducción de la masa del VI después de la intervención quirúrgica. Por lo que, la obesidad mórbida en la adolescencia se asocia con anomalías cardiovasculares significativas que incluyen hipertrofia y dilatación del VI (es decir, aumento de masa ventricular) que pueden ser reversible con una intervención oportuna.<sup>22</sup>

Otro estudio tuvo como finalidad medir y analizar la geometría y función del ventrículo izquierdo (VI) en adolescentes de entre 14 y 20 años con diferente peso. El 24.9% de los participantes eran de peso normal, el 24.6% tenían sobrepeso y el 48.5% tenían obesidad. Los pacientes con sobrepeso y obesidad tuvieron mayor diámetro del VI y mayor masa ventricular izquierda. La hipertrofia ventricular izquierda fue más frecuente en pacientes con obesidad (33.5%) y sobrepeso (12.4%), en comparación con los participantes de peso normal (3.5%). Los sujetos obesos tuvieron cuatro veces más probabilidades de tener hipertrofia del VI y tuvieron una menor fracción de eyección, menor contractilidad miocárdica y una mayor fuerza desarrollada por la aurícula izquierda para completar el llenado del VI.<sup>23</sup>



## ANTECEDENTES

Kamal y cols., realizaron un estudio clínico en adolescentes de Egipto con la finalidad de detectar cambios estructurales y funcionales en los ventrículos izquierdo y derecho. Para ello se determinaron parámetros antropométricos y ecocardiográficos, incluyendo monitoreo con modo doppler, en 70 adolescentes obesos con índice de masa corporal promedio de  $34 \pm 3.8$  y se compararon con 50 controles por edad y sexo, con un índice de masa corporal de  $21.6 \pm 1.9$ . Se evaluaron las dimensiones cardíacas, el volumen de eyección, la función diastólica y sistólica del ventrículo izquierdo, y del ventrículo derecho. Los pacientes con obesidad tuvieron septo interventricular mayor, mayor espesor de la pared y mayor índice de masa ventricular izquierda que los del grupo control. El índice de masa corporal, los valores de circunferencia de cadera y del brazo mostraron correlaciones significativas con las variables ecocardiográficas. La función sistólica y diastólica del ventrículo izquierdo fue normal en ambos grupos, aunque el volumen de eyección fue más elevado en el grupo de obesos. Los parámetros de Doppler del ventrículo derecho fueron similares en ambos grupos. Sin embargo, la onda S septal/anillo de la válvula tricúspide lateral se redujo en el grupo de obesos, pero no hasta el nivel de disfunción sistólica. Este parámetro se correlacionó inversamente con la circunferencia de cintura, cadera, y circunferencia media de brazo. El análisis de regresión múltiple por pasos mostró que la circunferencia media de brazo y la cadera, así como el índice de masa corporal son predictores significativos de anomalías cardíacas tempranas en pacientes adolescentes con obesidad. Por lo que, la hipertrofia ventricular izquierda está presente en los niños obesos, aunque las funciones sistólica y diastólica son normales; el doppler demostró una reducción leve pero significativa de la función sistólica del ventrículo derecho.<sup>24</sup>

Otro estudio realizado por Chinali y cols., en Nueva York tuvo como finalidad evaluar la relación entre obesidad y alteraciones cardíacas. Específicamente, la geometría y función ventrículo izquierdo (VI) en un grupo de adolescentes con

diferentes grados de peso. Para ello, se midieron parámetros antropométricos, de laboratorio y de doppler ecocardiográfico para evaluar la geometría y la función cardíaca, en 460 participantes adolescentes (de 14 a 20 años, 245 mujeres, 27 hipertensos, 10 con diabetes) del *Strong Heart Study*. Se clasificó a los pacientes en base a los percentiles 85 y 95 de las tablas de IMC para la edad. El rango de IMC fue de 16.3 a 56.5 kg/m<sup>2</sup>; 114 participantes (24.9%) estaban por debajo del percentil 85 del IMC (peso normal), 113 (24.6%) entre el percentil 85 y 95 (sobrepeso) y 223 (48.5%) por encima de la percentil 95 (obesos). Los participantes obesos tenían mayor edad que los sujetos con sobrepeso y peso normal ( $p < 0.01$ ), pero no hubo diferencias en la frecuencia cardíaca. Tanto los obesos como aquellos con sobrepeso tuvieron mayor diámetro del ventrículo izquierdo que los pacientes con peso saludable (todos  $p < 0.05$ ). La hipertrofia ventricular izquierda fue más frecuente en el obeso (33.5%) y con sobrepeso (12.4%), en comparación con los participantes de peso normal (3.5%;  $p < 0.001$ ), compensando en gran medida el aumento de la carga de trabajo cardíaco. Sin embargo, los sujetos obesos tenían cuatro veces más probabilidades de tener una masa del ventrículo izquierdo superior a los valores de compensación por trabajo cardíaco ( $p < 0.001$ ), una característica asociada con menor fracción de eyección, menor contractilidad miocárdica, y una mayor fuerza requerida a la aurícula izquierda para completar el llenado del ventrículo ( $p < 0.05$ ). Por lo que, los autores concluyeron que, mientras en los adolescentes con sobrepeso los niveles aumentados de masa del VI son apropiados para compensar su mayor carga hemodinámica, el aumento de la masa del VI en los pacientes con obesidad supera esta necesidad y se asocia con una ligera disminución de rendimiento miocárdico y a un aumento de la fuerza de la aurícula izquierda requerida para lograr llenado ventricular.<sup>25</sup>

En Irán, Chinali y cols., realizaron en el 2014 un estudio en adolescentes para conocer, definir el espesor del tejido adiposo epicárdico y sus factores asociados en niños obesos. Incluyeron un total de 94 pacientes fueron divididos en tres grupos: obesidad + síndrome metabólico (SM) ( $n = 30$ ), obesidad sin SM ( $n = 33$ ) y controles ( $n = 31$ ). Determinaron los valores niveles de glucemia en ayunas,

insulina en ayunas, ALT, lípidos séricos y de proteína C reactiva de alta sensibilidad (hsCRP). El espesor del tejido adiposo epicárdico, el grosor del septum interventricular y de la masa del ventrículo izquierdo se midió mediante ecocardiografía. Encontraron que los valores de peso, índice de masa corporal, circunferencia de cintura, insulina, AST y hsCRP fueron marcadamente mayores en el grupo de obesidad en comparación con los controles ( $p < 0.001$ ). El espesor del tejido adiposo epicárdico fue  $0.64 \pm 0.23$  cm en el grupo obesidad + SM; de  $0.60 \pm 0.20$  cm en el grupo de obesidad sin SM; y de  $0.27 \pm 0.12$  cm en el grupo control ( $p < 0.001$ ). Los valores del espesor del septum interventricular y del ventrículo izquierdo fueron marcadamente altos en los pacientes con obesidad sin SM ( $p < 0.001$  y  $p = 0.002$ ).<sup>26</sup>

En el Hospital Infantil de Ohio, Ippisch y cols., realizaron un estudio clínico para evaluar los cambios en la geometría cardíaca, la función sistólica y diastólica antes y después de la pérdida de peso en adolescentes con obesidad mórbida. Se evaluaron 38 adolescentes (13 a 19 años; 29 mujeres, 9 hombres, 33 caucásicos, 5 afroamericanos) antes y después de la cirugía bariátrica. La masa ventricular izquierda, la geometría del ventrículo izquierdo, la función sistólica y diastólica fueron evaluados mediante ecocardiografía. El seguimiento medio fue de 10 +/- 3 meses. Se encontró que, el peso y el IMC disminuyeron después de la operación en  $59 \pm 15$  kg y  $20 \text{ Kg/m}^2$  de IMC, respectivamente ( $p < 0.0001$ ). El cambio en el índice de masa ventricular izquierda ( $54 \pm 13 \text{ g/m}^2$  a  $42 \pm 10 \text{ g/m}^2$ ,  $p < 0.0001$ ) se correlacionó con la pérdida de peso ( $r = 0.41$ ,  $p = 0.01$ ). La prevalencia de hipertrofia concéntrica del ventrículo izquierdo se redujo, de 28% en el pre-operatorio a 3% a los 10 meses de seguimiento ( $p = 0.007$ ). La geometría normal del ventrículo izquierdo mejoró de 36% a 79% durante el seguimiento ( $p = 0.009$ ). La función diastólica también mejoró en el post-operatorio,  $p = 0.003$ . Además, el producto frecuencia-presión mejoró sugiriendo disminución de la carga de trabajo cardíaco ( $p < 0.001$ ). Por lo que, el Índice de masa ventricular elevado, la hipertrofia ventricular concéntrica, la función diastólica alterada, y la carga de trabajo cardíaco mejoran significativamente después de la pérdida de peso inducida quirúrgicamente en adolescentes con obesidad mórbida.<sup>27</sup>

Un estudio realizado por Sun y cols., en China tuvo como objetivo explorar la asociación entre obesidad y los ejes e intervalos del electrocardiograma en niños y adolescentes. Incluyeron a 5,556 estudiantes de entre 5 y 18 años. Se obtuvieron datos antropométricos, presión arterial y electrocardiograma de 12 derivaciones estándar de cada participante. Se midieron las variables del electrocardiograma de forma manual, en base en la alineación temporal de 12 derivaciones simultáneas utilizando un equipo CV200 ECG. Los grupos con sobrepeso y obesidad demostraron significativamente intervalos PR más largos, QRS anchos y cambios de los ejes hacia la izquierda de la onda P, el complejo QRS y la onda T. Los individuos del grupo con obesidad tuvieron mayor frecuencia cardiaca, en comparación con los grupos de peso normal normotensos o hipertensos ( $p < 0.05$ ). La obesidad abdominal se asoció también con intervalos PR largos, mayor duración del QRS y un desplazamiento hacia la izquierda de los ejes del ECG, en comparación con los sujetos con circunferencia de cintura (CC) normal, normotensos o hipertensos ( $p < 0.05$ ). El intervalo PR, la duración del complejo QRS y los ejes de la onda P, QRS y la onda T se correlacionaron significativamente con el índice de masa corporal y el índice cintura-estatura, ajustados por edad, género, etnia y presión sanguínea. Sin embargo, no hubo asociación significativa entre la obesidad y el intervalo QT corregido ( $p > 0.05$ ). Por lo que, los resultados del presente estudio indican que en los niños y adolescentes, la obesidad general y abdominal se asocia con largos intervalos PR, mayor duración del QRS y un desplazamiento hacia la izquierda del eje, QRS y ondas T anchas, independientemente de la edad, el género, la etnia y la presión arterial.<sup>28</sup>

## JUSTIFICACIÓN

**Magnitud e Impacto:** La obesidad en la adolescencia es una causa importante de morbilidad en México y el mundo. En Estados Unidos de Norteamérica la prevalencia de sobrepeso y obesidad en adolescentes ha pasado de 10% y 5.3%, respectivamente en la década de los 70 a 14.9 y 16.9%, respectivamente en los años 2011 a 2012. En México, de acuerdo a datos de la ENSANUT la prevalencia nacional combinada de sobrepeso y obesidad en adolescentes (entre 12 y 19 años) fue de 35.8% para el sexo femenino y 34.1% en el sexo masculino. La obesidad durante la adolescencia produce alteraciones cardíacas compensatorias y/o patológicas en el 30-60% de los pacientes y disminuye la calidad y expectativa de vida.<sup>7,17-20, 29</sup>

**Trascendencia:** El presente estudio permitió identificar el tipo y la frecuencia de alteraciones ecocardiográficas y electrocardiográficas en adolescentes, comparo el tipo frecuencia de estas alteraciones en aquellos con obesidad y sobrepeso y entre géneros para saber si existen diferencias estadísticamente significativas. En consecuencia, los resultados podrían servir de base para el diseño e implementación de estrategias de diagnóstico y manejo oportunos de alteraciones cardíacas en adolescentes con sobrepeso y obesidad. Así como para evaluar a futuro, si tales alteraciones aumentan o disminuyen en frecuencia y severidad. Desde el punto de vista académico, los resultados podrían servir para capacitación y actualización del personal médico que atiende a los adolescentes con la finalidad de que realicen una búsqueda intencionada de alteraciones electro y ecocardiográficas, y un manejo dirigido al tratamiento de la obesidad con la finalidad de prevenir o revertir las anormalidades cardíacas de la obesidad. Ya que se ha demostrado que tales anormalidades cardíacas son reversibles con el manejo de la obesidad.

**Factibilidad:** El presente estudio fue factible porque se contó con el suficiente volumen de pacientes, la infraestructura y la capacidad técnica para llevarlo a

cabo. Además, no se requirió recursos adicionales por parte de la institución y el equipo de cómputo, software y papelería fueron proporcionados por los investigadores.

**Vulnerabilidad:** El presente estudio tuvo las desventajas de un estudio de tipo transversal, como el hecho de no poder demostrar una relación causa-efecto. Incluyo solo una muestra de los adolescentes con sobrepeso y obesidad de la UMF. No. 3 de Jiutepec Morelos y fue un estudio unicéntrico, lo que podría dificultar la generalización de los hallazgos a todo el universo de adolescentes.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sobrepeso y la obesidad es grave y altamente frecuente problema de salud a nivel nacional y mundial, que afectan la tercera parte de los adolescentes en México.

Además de los problemas metabólicos que causan, el sobrepeso y la obesidad inducen cambios cardíacos para aumentar la fracción de eyección y lograr la entrega suficiente de sangre al exceso de masa corporal. Sin embargo, tales cambios resultan ser patológicos, en particular cuando el exceso de grasa persiste. En este sentido, estudios previos han encontrado diversas alteraciones ecocardiográficas como: hipertrofia ventricular izquierda, reducción de la fracción de eyección, aumento del grosor del septum interventricular y del tejido adiposo epicárdico, entre otras. También se han encontrado alteraciones electrocardiográficas como: desviación del eje hacia la izquierda, ensanchamiento del complejo QRS, aplanamiento de la onda T, cambios en el segmento ST, prolongación del intervalo QT y arritmias, entre otras.

Sin embargo, no se realizan de manera rutinaria mediciones electrocardiográficas ni ecocardiográficas en adolescentes con sobrepeso y obesidad, por lo que, el tipo y la frecuencia de alteraciones electrocardiográficas y ecocardiográficas se desconocen en la UMF. No. 3 de Jiutepec Morelos. Con base en lo anterior y dado que se atiende un alto volumen de adolescentes en la UMF N° 3 el presente estudio pretende analizar:

¿Cuáles son las alteraciones ecocardiográficas y electrocardiográficas presentes en adolescentes con sobrepeso y obesidad de la UMF. No. 3 de Jiutepec, Morelos?

## **OBJETIVOS**

### **General**

Analizar las alteraciones ecocardiográficas y electrocardiográficas presentes en adolescentes con sobrepeso y obesidad de la UMF No. 3 de Jiutepec Morelos.

### **Específicos**

1. Determinar los parámetros antropométricos (IMC) y clínicos (frecuencia cardiaca, presión arterial) de los participantes.
2. Identificar el tipo y frecuencia de las anomalías ecocardiográficas y electrocardiográficas de los pacientes.
3. Comparar las alteraciones ecocardiográficas y electrocardiográficas entre pacientes con obesidad y sobrepeso.

## **HIPÓTESIS**

Las alteraciones ecocardiográficas y electrocardiográficas en los adolescentes con sobrepeso y obesidad serán igual a lo reportado en la literatura presentando hipertrofia de ventrículo izquierdo, disminución de la fracción de eyección, desviación del eje a la izquierda, ensanchamiento del intervalo P-R y del complejo QRS.



# METODOLOGÍA

## **Sede de estudio**

Unidad de Medicina Familiar No. 3, del IMSS en Jiutepec, Morelos.

## **Periodo de estudio**

15 de Diciembre de 2015 al 31 de Marzo de 2016.

## **Tipo de estudio**

Observacional, transversal-analítico.

## **Universo del estudio**

Los sujetos que se utilizaron para este estudio fueron los adolescentes que cumplieron con la evaluación preparticipativa para un ensayo clínico aleatorizado, en donde el objetivo principal de este fue evaluar el efecto de una intervención basada en actividad física vigorosa sobre parámetros clínicos y marcadores bioquímicos en adolescentes con obesidad derechohabientes del IMSS Morelos.

## **Descripción del ensayo clínico.**

Población de estudio: Adolescentes de 10 a 16 años de edad con obesidad derechohabientes de la Unidad de Medicina Familiar número 3 en el IMSS Morelos.

Estrategias de reclutamiento: Esta intervención se propuso para ser implementada en las instalaciones del centro de seguridad social número 3 del IMSS Morelos, anexo a la unidad sede del estudio.

Se reclutaron adolescentes con obesidad, de entre 10 y 16 años de edad, a través de la invitación directa en la consulta externa de Medicina Familiar a derechohabientes que refieran tener familiares adolescentes con obesidad, así como por medio de colocación de trípticos y carteles en la sala de espera.

Fueron excluidos participantes con IMC menor al que defina condición de obesidad según la clasificación propuesta por la OMS, que ya se encontraran realizando actividad física, con enfermedades endocrinas (enfermedad de la tiroides, diabetes mellitus), cardíacas o patologías osteoarticulares, así como los que en una evaluación cardiológica inicial se identifique alguna alteración que contraindique actividad física, o bien refieran imposibilidad de cumplir con el protocolo.

Se realizó una reunión informativa inicial con los sujetos seleccionados, así como con sus padres o tutores con el objetivo de discutir los procedimientos y requisitos del protocolo. Los padres o tutores se sometieron a un proceso de consentimiento informado para autorizar la participación del adolescente. En los participantes, el proceso a seguir fue el de asentimiento informado.

Evaluación pre-participativa: Esta evaluación comprende preguntas específicas de enfermedad cardiovascular, un ecocardiograma y un electrocardiograma (ECG). Al utilizar como un tamizaje la anamnesis y el examen físico, se identificó a los adolescentes que requirieron una evaluación complementaria, siempre supeditada a la clínica.

### **Tamaño de muestra.**

Para el cálculo del tamaño muestra se utilizó una fórmula para la estimación de diferencia de medias. Se definió un valor de  $Z_{\alpha}=1.645$ , correspondiente a un  $\alpha=0.05$ , con un  $Z_{\beta}=1.282$ , correspondiente a una potencia de 90%. Y se realizó el tamaño de muestra con base a lo reportado en la literatura en la diferencias de medias de IMC, colesterol, índice HOMA, dando un total de 39 sujetos por grupo, por lo que se tuvo que reclutar 78 participantes para ambos grupos (intervención y control).

$$n = \frac{2(Z\alpha + Z\beta)^2 s^2}{d^2}$$

### IMC

n= 39 Número de sujetos necesarios

Z $\alpha$  1.645

Z $\beta$  1.282

s<sup>2</sup> 20.25 Varianza de la distribución de la variable cuantitativa que se supone existe en el grupo de referencia

d<sup>2</sup> 3 Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar

### COLESTEROL TOTAL

n= 39 Número de sujetos necesarios

Z $\alpha$  1.645

Z $\beta$  1.282

s<sup>2</sup> 900 Varianza de la distribución de la variable cuantitativa que se supone existe en el grupo de referencia

d<sup>2</sup> 20 Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar

### Índice HOMA-RI

n= 39 Número de sujetos necesarios

Z $\alpha$  1.645

Z $\beta$  1.282

s<sup>2</sup> 9 Varianza de la distribución de la variable cuantitativa que se supone existe en el grupo de referencia

d<sup>2</sup> 2 Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar

## Criterios de selección

### *Criterios de Inclusión*

- Pacientes de 10-16 años (adolescentes) con sobrepeso u obesidad.
- De cualquier sexo.
- Que aceptaron (o sus familiares estuvieron de acuerdo en) participar en el estudio.

### *Criterios de no inclusión*

- Pacientes que no aceptaron participar en el estudio.
- Pacientes con malformaciones congénitas múltiples, con síndrome de Down u otras cromosopatías o enfermedades congénitas que cursen con cardiopatía.

### *Criterios de exclusión*

- Pacientes que retiraron consentimiento.

## Operacionalización y clasificación de las variables

Se presentan a continuación la definición, clasificación y operacionalización de las variables de estudio.

<b>Tabla 3. Clasificación y definición de las variables del estudio</b>				
<i>Nombre</i>	<i>Categoría</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Definición operacional</i>	<i>Unidad de medición</i>
<b><i>Independiente</i></b>				
Sobrepeso U Obesidad	Cualitativa nominal	Clasificación del paciente de acuerdo al IMC	Sobrepeso: IMC 25-29.9 Kg/m <sup>2</sup> Obesidad: IMC >/= 30 Kg/m <sup>2</sup>	%

<b>Dependientes</b>				
Anormalidades electrocardiográficas	Cualitativa nominal	Características electrocardiográficas anormales en morfología, magnitud, ritmo, etc.	Anormalidades electrocardiográficas encontradas en las primeras 8 horas de ingreso a urgencias, de acuerdo a los criterios de Minnesota modificados. Ver anexo 1. <sup>24</sup>	%
Características ecocardiográficas	Cuantitativas continuas	Parámetros cardiacos medidos por ecocardiografía	Mediciones de parámetros ecocardiográficos. Ver anexo 2.	Ver anexo
<b>De caracterización</b>				
Edad	Cuantitativa discreta	Tiempo que ha vivido una persona al momento de la evaluación clínica	Tiempo de vida de los pacientes al momento de la evaluación clínica	Años
Sexo	Cualitativa nominal	Condición orgánica, masculina o femenina, de los animales y las plantas	Sexo de los pacientes: masculino o femenino	%
IMC	Cuantitativa continua	Indicador de la densidad corporal, determinada por la relación entre el peso corporal y la talla	Índice resultante de dividir peso (Kg)/talla (m) <sup>2</sup>	Kg/m <sup>2</sup>
Frecuencia cardiaca	Cuantitativa discreta	Número de veces que los ventrículos se contraen por unidad de tiempo, usualmente por minuto	Número de latidos cardiacos por minuto	Latidos por minuto
Presión arterial	Cuantitativa discreta	Presión que ejerce la sangre sobre la pared arterial	Presión que la sangre ejerce sobre la arterial radial medida en el brazo izquierdo o derecho	mmHg

## **Descripción general del estudio**

Se invitó a participar a todos los adolescentes (10-16 años) que acudieron a consulta de Medicina Familiar y que cumplieron los criterios de selección. Se pidió consentimiento del adulto acompañante ya que los pacientes son menores de 18 años. Se realizó un examen ecocardiográfico y electrocardiográfico y se obtuvo la siguiente información de los pacientes:

1. Características como (edad, sexo).
2. Parámetros antropométricos (peso, talla, IMC) y clínicos (frecuencia cardíaca, presión arterial).
3. Resultados de examen ecocardiográfico y electrocardiográfico.

Posteriormente se realizará el análisis de datos y se presentarán los resultados.

## **Mediciones ecocardiográficas y electrocardiográficas**

Las mediciones ecocardiográficas se realizarán con un ecocardiógrafo General Electric Medical Systems, EE.UU., utilizando un transductor de 4 Mhz, con el paciente en posición lateral izquierda. El electrocardiograma se realizará de manera simultáneamente al ecocardiograma, con un equipo de 12 derivaciones marca Phillips, modelo PageWriter Trim I.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se capturaron los datos en Excel y el análisis estadístico y los gráficos se realizarán en SPSS. Se realizó un análisis descriptivo (frecuencias, media, desviación estándar, mínimo, máximo) e inferencial (ji-cuadrada para variables cualitativas; y t de Student para variables cuantitativas). Se comparó el tipo y la frecuencia de alteraciones ecocardiográficas y electrocardiográficas entre pacientes con sobrepeso y obesidad y entre géneros.

Se consideró significativa una  $p < 0.05$ .

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente estudio se apegó a los principios éticos de la Asamblea Médica Mundial establecidos en la Declaración de Helsinki, Finlandia en 1964 y a las modificaciones hechas por la misma asamblea en Tokio, Japón en 1975 en donde se incluyó la investigación médica (Investigación clínica). También el presente estudio se apegó al reglamento del Instituto Mexicano del Seguro Social y al reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud, la cual en su Título segundo de los aspectos éticos de la investigación en los seres humanos, capítulo I, establece en su artículo 17, que de acuerdo a la naturaleza del estudio es clasificado como riesgo mínimo ya que se realizó procedimientos comunes como son la somasometría, la realización de ecocardiograma, electrocardiograma y la presión arterial, así como la aplicación de un cuestionario para variables sociodemográficas

Se solicitó autorización al Comité Local de Investigación y Ética en investigación en Salud (CLIEIS) No. 1102 con número de registro 13 CI 12 001 180 ante COFEPRIS DEL HGR N° 1 de Guerrero, para llevar a cabo el proyecto. Quien otorgo N° de folio F-2015-1102-24 y autorización con el número de registro institucional **R-2016-1102-10**.

## **RECURSOS HUMANOS Y FISICOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD:**

### *Recursos Materiales*

- Equipo de cómputo equipado con Office y conexión a internet.
- Programa SPSS para el análisis estadístico.
- Multifuncional con impresora, escáner y fax.

### *Recursos Humanos*

- Investigador principal, investigador asociado, médico radiólogo y técnico radiólogo, asesores.

### *Recursos financieros*

No se requirió recursos adicionales a los ya disponibles para la atención cotidiana de estos pacientes.

### *Factibilidad*

El presente estudio fue factible porque se contó con el suficiente volumen de pacientes, así como con los recursos humanos, equipo e infraestructura para llevarlo a cabo.



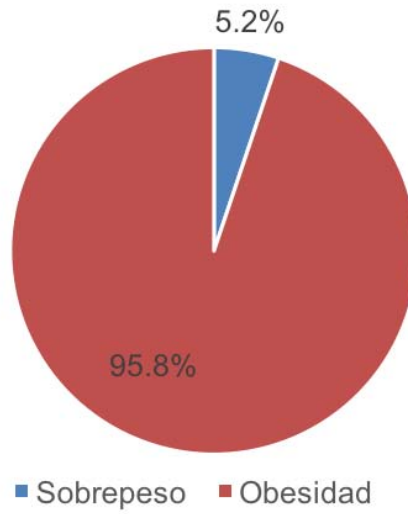
## RESULTADOS

### *Parámetros antropométricos y clínicos de los participantes*

En el presente estudio se incluyeron un total de 77 adolescentes con sobrepeso y obesidad con una edad de promedio de  $12.1 \pm 1.7$  años (rango 10-16 años). El promedio del peso fue  $66.9 \pm 12.3$  Kg, el IMC  $28.3 \pm 3.7$  Kg/m<sup>2</sup>, la frecuencia cardiaca promedio fue  $79.7 \pm 11.7$  lpm, la TAS  $101.0 \pm 10.8$  mmHg y la TAD  $62.3 \pm 8.2$  mmHg. (Tabla 4).

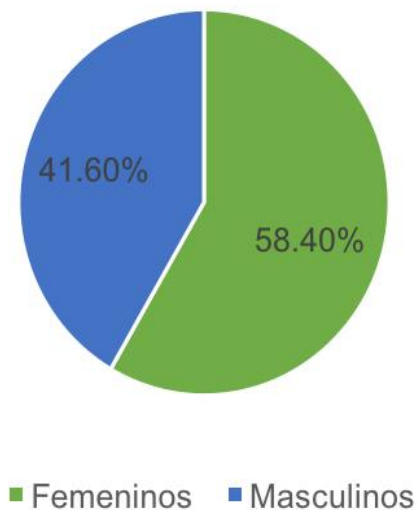
<b>Tabla 4.</b> Características antropométricas y clínicas de los adolescentes de la Unidad de Medicina Familiar No. 3, Jiutepec Morelos.			
<i>Característica</i>	<i>Media <math>\pm</math> DS</i>	<i>Valor Mínimo</i>	<i>Valor Máximo</i>
Peso (Kg)	$66.9 \pm 12.3$	45.2	100.0
Talla (m)	$1.53 \pm 0.1$	1.36	1.77
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	$28.3 \pm 3.7$	21.9	39.0
Frecuencia cardiaca (lpm)	$79.7 \pm 11.7$	53.0	101.0
TAS (mmHg)	$101.0 \pm 10.8$	80.0	130.0
TAD (mmHg)	$62.3 \pm 8.2$	50.0	90.0

El 94.8% de los participantes tenía obesidad y el 5.2% sobrepeso (Figura 3).



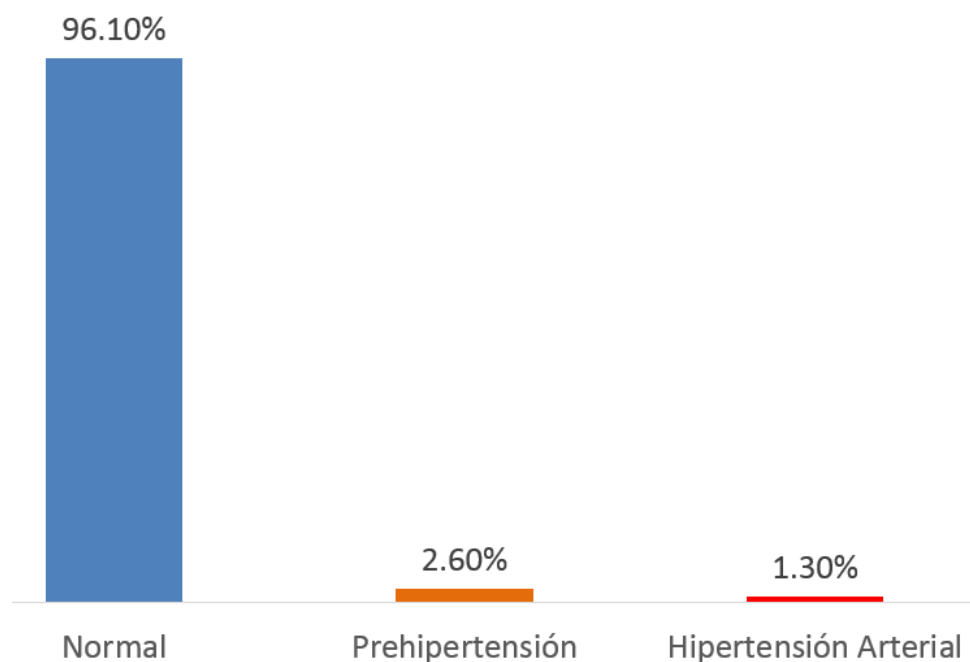
**Figura 3.** Diagnóstico nutricional de los adolescentes de la Unidad de Medicina Familiar No. 3 Jiutepec, Morelos.

Con respecto al sexo el 58.40% fue del sexo femenino y el 41.60% fue del sexo masculino. (Figura.4)



**Figura 4.** Sexo de los adolescentes de la Unidad de Medicina Familiar No. 3, Jiutepec Morelos.

Al clasificar la presión arterial de los adolescentes de acuerdo al Cuarto Reporte para el Diagnóstico, Evaluación y Tratamiento de la Hipertensión Arterial en Niños y Adolescentes, se encontró que 74 adolescentes (96.10%) tuvieron presión arterial normal, 2 adolescentes (2.6%) prehipertensión y 1 adolescente (1.3%) hipertensión arterial, como se muestra en la (Figura 5).



**Figura 5.** Niveles de presión arterial de los adolescentes de la Unidad de Medicina Familiar No. 3, Jiutepec, Morelos.

*Parámetros ecocardiográficos de los participantes y su comparación con parámetros de referencia*

Los parámetros ecocardiográficos de los participantes se presentan en la Tabla 5. Se presentan los valores mínimos, máximos, media y desviación estándar. Por otro lado, con base en las mediciones ecocardiográficos, se determinó que el 100% de los adolescentes tuvieron un llenado ventricular normal.

	<i>Valor Mínimo</i>	<i>Valor Máximo</i>	Media	DS
Septum interventricular en telediástole	9	17	12.5	1.7
Diámetro de ventrículo izquierdo en telediástole	28	47	38.2	4.1
Pared posterior del VI en telediástole	10	20	14.2	2.1
Septum interventricular en telesístole	10	23	15.6	2.4
Diámetro ventricular izquierdo en telesístole	11	31	22.5	3.9
Pared posterior del ventrículo izquierdo en telesístole	13	27	19.5	2.7
Diámetro de raíz de la aorta	20	30	24.1	2.2
Diámetro transverso de aurícula izquierda	25	49	35.5	3.9
Fracción de eyección del ventrículo izquierdo	56	87	71.4	7.8

DS= Desviación estándar

Se compararon las medianas de los parámetros de los participantes (Grupo P) del presente estudio con parámetros de referencia (Grupo R) de un grupo de niños y adolescentes de Europa Central de 0-18 años de edad, según el área de superficie corporal (Tabla 6).

**Tabla 6.** Comparación de parámetros ecocardiográficos de los participantes (P), con los parámetros de referencia (R) según el área de superficie corporal.

Área de superficie corporal	Grupo	SIVTD (mm)	DIVTD (mm)	PPVITD (mm)	SIVTS (mm)	DVITS (mm)	PPVIT S (mm)	RAIZ AOR (mm)	DAI (mm)
1.20	P	13.5	41.5	14.0	15.5	24.0	22.5	24.0	36.0
	R	6.5	41.7	6.6	9.0	27.1	10.7	21.0	26.0
1.30	P	13.0	40.0	14.0	16.0	23.0	19.0	24.0	36.0
	R	6.6	42.4	6.9	9.0	27.1	11.0	21.7	27.3
1.40	P	12.0	38.0	16.0	15.0	22.0	22.0	24.0	37.0
	R	6.7	43.3	6.9	9.2	27.6	11.5	22.7	28.2
1.50	P	12.0	37.0	14.0	15.0	22.0	19.0	23.0	36.0
	R	7.4	45.4	7.7	9.5	28.6	12.0	23.6	29.9
1.75	P	12.0	39.5	13.5	15.5	24.5	18.0	24.0	36.5
	R	8.0	46.8	8.1	9.8	29.8	12.8	24.4	30.4
2.00	P	13.0	38.0	14.0	16.0	20.0	20.	24.0	34.0
	R	9.1	53.4	8.1	10.3	34.4	14.8	27.4	32.5

SIVTD= Septum interventricular en telediástole, DIVTD=Diámetro de ventrículo izquierdo en telediástole, PPVITD= Pared posterior del VI en telediástole. SIVTS=Septum interventricular en telesístole; DVITS=Diámetro ventricular izquierdo en telesístole, PPVITS= Pared posterior del ventrículo izquierdo en telesístole, RAIZAOR= Diámetro de raíz aórtica; DAI=Diámetro transversal de aurícula izquierda.

Posteriormente, se compararon los parámetros ecocardiográficos según el diagnóstico nutricional de los participantes: sobrepeso versus obesidad. Los adolescentes con obesidad tuvieron significativamente mayor SIVTD que los pacientes con sobrepeso  $12.6 \pm 1.6$  mm *versus*  $10.5 \pm 1.3$  mm, respectivamente ( $p=0.012$ ); también tuvieron un mayor DAI  $35.8 \pm 3.6$  versus  $31.8 \pm 6.8$  mm, respectivamente ( $p=0.043$ ). No se encontraron diferencias significativas en otros parámetros ecocardiográficos (Tabla 7).

<b>Tabla 7. Comparación de parámetros ecocardiográficos en pacientes con sobrepeso y obesidad de la Unidad de Medicina Familiar No. 3, Jiutepec Morelos.</b>					
Dx nutricional		n	Media	DS	Valor de p*
Septum interventricular en telediástole	Sobrepeso	4	10.5	1.3	<b>0.012</b>
	Obesidad	73	12.6	1.6	
Diámetro de ventrículo izquierdo en telediástole	Sobrepeso	4	37.8	2.8	0.835
	Obesidad	73	38.2	4.2	
Pared posterior del VI en telediástole	Sobrepeso	4	14.5	1.9	0.775
	Obesidad	73	14.2	2.1	
Septum interventricular en telesístole	Sobrepeso	4	13.5	2.6	0.073
	Obesidad	73	15.8	2.4	
Diámetro ventricular izquierdo en telesístole	Sobrepeso	4	23.8	4.9	0.504
	Obesidad	73	22.4	3.8	
Pared posterior del ventrículo izquierdo en telesístole	Sobrepeso	4	17.8	1.7	0.184
	Obesidad	73	19.6	2.7	
Fracción de eyección del ventrículo izquierdo	Sobrepeso	4	71	6.1	0.922
	Obesidad	73	71.4	7.9	
Diámetro de raíz aórtica	Sobrepeso	4	23	2.8	0.298
	Obesidad	73	24.2	2.2	
Diámetro transversal de aurícula izquierda	Sobrepeso	4	31.8	6.8	<b>0.043</b>
	Obesidad	73	35.8	3.6	

\* Prueba t de muestras independientes

Se compararon la media de los parámetros ecocardiográficos de los adolescentes participantes del presente estudio con parámetros de referencia. Encontrando El SIVTD, PPVITD y SIVTS, PPVITS, DAI en comparación con los parámetros de referencia(Tabla 8.)

<b>Tabla 8.</b> Comparación de los parámetros ecocardiográficos de los adolescentes participantes con los parámetros de referencia.			
<b>Parámetro</b>		<b>Media</b>	<b>Valor de p</b>
Septum interventricular en telediástole	Referencia	7.38	0.000
	Sobrepeso/Obesidad	<b>12.5</b>	
Diámetro de ventrículo izquierdo en telediástole	Referencia	45.5	0.000
	Sobrepeso/Obesidad	<b>38.2</b>	
Pared posterior del VI en telediástole	Referencia	7.38	0.000
	Sobrepeso/Obesidad	<b>14.2</b>	
Septum interventricular en telesístole	Referencia	9.46	0.000
	Sobrepeso/Obesidad	<b>15.6</b>	
Diámetro ventricular izquierdo en telesístole	Referencia	29.1	0.000
	Sobrepeso/Obesidad	<b>22.5</b>	
Pared posterior del ventrículo izquierdo en telesístole	Referencia	12.13	0.000
	Sobrepeso/Obesidad	<b>19.5</b>	
Fracción de eyección del ventrículo izquierdo	Referencia	89	0.000
	Sobrepeso/Obesidad	<b>71.4</b>	
Diámetro de raíz de la aorta	Referencia	23.46	0.009
	Sobrepeso/Obesidad	24.1	
Diámetro transversal de aurícula izquierda	Referencia	29.05	0.000
	Sobrepeso/Obesidad	<b>35.5</b>	

### *Hallazgos electrocardiográficos de los participantes*

Se encontró hipertrofia del ventrículo izquierdo en 26% de los adolescentes, eje anormal en 10.4%, onda P anormal en 2.6% y onda T anormal en 2.6%. No se encontraron supra ni infradesniveles del segmento ST, ni alteraciones en el intervalo PR ni el complejo QRS (Tabla 9).

<i>Hallazgo</i>	<i>Anormal (%)</i>
Eje eléctrico	10.4
Onda P	2.6
Onda T normal	2.6
Hipertrofia de ventrículo izquierdo	26.0

Posteriormente, se comparó la frecuencia de los hallazgos electrocardiográficos según el estado nutricional, encontrándose una diferencia de proporciones de onda T anormal mayor en los adolescentes con sobrepeso ( $p=0.004$ ), pero no hubo diferencias en la frecuencia de otras alteraciones electrocardiográficas según el diagnóstico nutricional (Tabla 10).

<i>Hallazgo (%)</i>	<i>Obesidad (n=73)</i>	<i>Sobrepeso (n=4)</i>	<i>Valor de p*</i>
Eje anormal	11.0	--	0.484
Onda P anormal	2.7	--	0.737
Onda T anormal	1.4	25.0	0.004
Hipertrofia de ventrículo izquierdo	26.0	25.0	0.964

\* Ji-cuadrada ( $X^2$ ).



## DISCUSIÓN

En el presente estudio, los adolescentes con sobrepeso u obesidad no presentaron alteraciones del llenado ventricular de acuerdo a los hallazgos del ecocardiograma. Sin embargo, se encontraron diversas anomalías en el electrocardiograma como son, de mayor a menor frecuencia, hipertrofia del ventrículo izquierdo, eje anormal, onda P anormal y onda T anormal. No se encontraron alteraciones del intervalo QT, del complejo QRS ni supra ó infradesniveles del segmento ST.

Estas alteraciones electrocardiográficas se han descrito previamente en sujetos obesos, incluyendo hipertrofia ventricular izquierda, desviación del eje a la izquierda y cambios en las ondas P y T.<sup>20</sup>

Cabe mencionar, que la frecuencia de hipertrofia ventricular izquierda encontrada en el presente estudio (26%) es similar a la reportada por Ippisch y colaboradores (28%) en un grupo de pacientes con obesidad mórbida, e inferior a la reportada por Chinali y colaboradores., (33.5%).<sup>21,25</sup>

Aunque, Chinali y colaboradores, encontraron que los pacientes con sobrepeso y obesidad tuvieron mayor diámetro del VI, mayor masa ventricular izquierda y menor fracción de eyección que sujetos sin obesidad, en el presente estudio no se incluyeron sujetos sin obesidad.<sup>23</sup>

Los hallazgos encontrados en los pacientes con obesidad tuvieron un septum interventricular mayor que aquellos con sobrepeso, es similar a lo reportado por Kamal y colaboradores, quienes hallaron que los pacientes con obesidad tuvieron significativamente un mayor septum interventricular que los no obesos.<sup>24</sup>

Aunque, parece ser que en los adolescentes con sobrepeso y obesidad el incremento de la masa ventricular izquierda (incluido el septum interventricular) es un mecanismo para compensar su mayor carga hemodinámica, el aumento de la masa del ventrículo parece superar esta necesidad y podría asociarse con una

ligera disminución de rendimiento miocárdico y un aumento de la fuerza de la aurícula izquierda requerida para lograr llenado ventricular.<sup>25</sup>

No obstante, en el actual estudio los sujetos obesos tuvieron un mayor diámetro de la aurícula izquierda que los adolescentes con sobrepeso, lo cual es paradójico y contrario a lo previamente reportado.<sup>25</sup> Aunque podría atribuirse al pequeño tamaño de muestra de los pacientes con sobrepeso (n=4).

Por otro lado, las otras alteraciones electrocardiográficas encontradas en los adolescentes (cambios en el eje, onda P y onda T anormales) han sido reportadas previamente por Sun y colaboradores, y parecen ser independientes de la edad, el género, la etnia y la presión arterial.<sup>28</sup>

Uno de los hallazgos destacables en el presente estudio es el hecho de que al comparar los valores ecocardiográficos con valores de referencia de un grupo de adolescentes de Europa Central, se encontraron notables diferencias en los valores de SIVTD, la PPVITD, el SIVTS, la PPVIT y el DAI, que valdría la pena evaluar con mayor detalle y con un grupo de comparación (adolescentes con peso normal), en un futuro estudio para determinar si estas diferencias se deben a la técnica o parámetros de medición, o a que existen diferencias geométricas cardíacas importantes entre razas o grupos poblacionales. También, valdría la pena en estudios posteriores se realizara un cálculo de tamaño de muestra para poblaciones finitas lo que nos daría un tamaño de muestra adecuado para que tenga validez interna.<sup>31,32</sup>

## CONCLUSIONES

Los adolescentes con sobrepeso y obesidad presentaron las siguientes alteraciones electrocardiográficas: eje anormal, onda P anormal y onda T anormal, lo que nos habla de la hipertrofia ventricular izquierda, y se pudo corroborar con los datos que se obtuvieron a nivel ecocardiográfico como son: el aumento de la pared posterior del ventrículo izquierdo y del septum interventricular, con la consecuente disminución del diámetro ventricular izquierdo y de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

Valdría la pena la realización de estudios prospectivos para determinar la evolución natural y/o consecuencias de las alteraciones cardiacas de los adolescentes durante la adultez. Así como, el evaluar en los adolescentes otros posibles factores asociados a una HVI, como podrían ser actividad física, la dieta, el tabaquismo, la ingesta de alcohol, etc. Y así controlar por posibles confusores. Lo anterior para poder implementar estrategias enfocadas en reducir el sobrepeso y la obesidad, debido a que en estudios se ha demostrado que si se interviene en la infancia o adolescencia se puede llegar a revertir las alteraciones cardiológicas ocasionadas por el sobrepeso y la obesidad, esto debido a la plastia que se conserva hasta la adolescencia.

Se recomienda establecer valores de referencia de parámetros ecocardiográficos y estandarizar las técnicas de medición. También se recomienda realizar programas en prevención primaria para evitar el sobrepeso y la obesidad en la adolescencia, llevando un control adecuado del crecimiento desde la infancia en el primer nivel de atención, así como realizar intervención en el segundo nivel de atención en los adolescentes que ya presentan sobrepeso y obesidad, para evitar o revertir alteraciones ecocardiográficas y electrocardiográficas y prevenir posibles complicaciones a futuro y de esa forma reducir la incidencia de las enfermedades cronicodegenerativas en la edad adulta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. de Onisa M, Onyango AW, Borghia E, Siyama A, Nishida C, Siekmanna J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*. 2007; 85:660–667.
2. Organización Mundial de la Salud (Internet). Ginebra: World Health Organization; c2015 (Citado el 30 de Agosto de 2015). *Temas de Salud*. Disponible en: [http://www.who.int/topics/adolescent\\_health/es/](http://www.who.int/topics/adolescent_health/es/).
3. US–National Library of Medicine (Internet). Bethesda: National Center for Biotechnology Information; c2015 (Citado el 20 de Mayo de 2015). Disponible en: <https://www.nlm.nih.gov/mesh/>.
4. Vitarelli A, Martino F, Capotosto L, Martino E, Colantoni C, Ashurov R, et al. Early myocardial deformation changes in hypercholesterolemic and obese children and adolescents: a 2D and 3D speckle tracking echocardiography study. *Medicine (Baltimore)*. 2014; 93(12):71.
5. World Health Organization (WHO). *Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health, Resolution of the Fifty-seventh World Health Assembly*. Geneva: World Health Organization, 2004.
6. Olds T, Tomkinson G, Ferrar K, Maher C. Trends in the prevalence of childhood overweight and obesity in Australia between 1985 and 2008. *Int J Obes* 2009; 34(1):57-66.
7. Gutiérrez J, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A, Cuevas-Nasu L, et al. *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales*. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2012.
8. Al-Hazzaa HM, Abahussain NA, Al-Sobayel HI, Qahwaji DM, Alsulaiman NA, Musaiger AO. Prevalence of Overweight, Obesity, and Abdominal Obesity

among Urban Saudi Adolescents: Gender and Regional Variations. *J Health Popul Nutr.* 2014; 32(4): 634-645.

9. Freedman DS. Clustering of coronary heart disease risk factors among obese children. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2002; 15(8): 1099-1108.

10. Barlow SE. Expert Committee. Expert committee recommendations regarding the prevention, assessment, and treatment of child and adolescent overweight and obesity: summary report. *Pediatrics.* 2007; 120 (4):S164–192.

11. Reilly JJ, Kelly J. Long-term impact of overweight and obesity in childhood and adolescence on morbidity and premature mortality in adulthood: systematic review. *Int J Obes (Lond).* 2011; 35(7):891-908.

12. Engeland A, Bjørge T, Tverdal A, Sjøgaard AJ. Obesity in adolescence and adulthood and the risk of adult mortality. *Epidemiology.* 2004; 15(1):79-85.

13. Nishimura RA, Gibbons RJ, Glockner JF. Técnicas incruentas de imagen cardiaca: ecocardiografía, cardiología nuclear, tomografía y resonancia magnética. En: Fauci AS, Kasper DL, Braunwald et al., editores. *Harrison Principios de Medicina Interna.* Vol 2. 17a ed. México: McGraw Hill; 2008. pp.1397-1400.

14. DeMaria AN, Blanchard DG. Chapter 18. Echocardiography. En: Fuster V, Walsh RA, Harrington RA. eds. *Hurst's The Heart,* New York, NY: McGraw-Hill; 2011; 13: 234-267.

15. Goldberger AL. Fauci AS, Kasper DL, et al., *Electrocardiografía.* *Harrison Principios de Medicina Interna.* México: McGraw Hill; 2008: 17(2) 1382-1383.

16. Meckler GD. Chapter 143D. Pediatric Procedures: Electrocardiogram Interpretation. En: Tintinalli JE, Stapczynski J, Ma O, Cline DM, Cydulka RK, Meckler GD (eds). *Tintinalli's Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide,* New York, NY: McGraw-Hill; 2011; 7: 1227-1239.

17. Kinik ST, Varan B, Yildirim SV, The effect of obesity on echocardiographic and metabolic parameters in childhood. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2006; 19(8):1007-1014.
18. Alpert MA. Obesity cardiomyopathy: pathophysiology and evolution of the clinical syndrome. *Am J Med Sci.* 2001; 321(4):225-236.
19. Alpert MA, Hashimi MW. Obesity and the heart. *Am J Med Sci.* 1993; 306(2):117-123.
20. Fraley MA, Birchem JA, Senkottaiyan N, Obesity and the electrocardiogram. *Obes Rev.* 2005;6(4):275-281.
21. Ippisch HM, Inge TH, Daniels SR, et al. Reversibility of cardiac abnormalities in morbidly obese adolescents. *J Am Coll Cardiol.* 2008; 51(14):1342-1348.
22. Michalskya MP, Ramanb SV, Teicha S, Cardiovascular recovery following bariatric surgery in extremely obese adolescents: preliminary results using Cardiac Magnetic Resonance (CMR) Imaging. *J Pediat Surgery.* 2013; 48(1): 170–177.
23. Chinali M, de Simone G, Roman MJ, et al. Impact of obesity on cardiac geometry and function in a population of adolescents: the Strong Heart Study. *J Am Coll Cardiol.* 2006; 47(11):2267-2273.
24. Kamal HM, Atwa HA, Saleh OM. Echocardiographic evaluation of cardiac structure and function in obese Egyptian adolescents. *Cardiol Young.* 2012; 22 (4):410-416.
25. Chinali M, de Simone G, Roman MJ, et al. Impact of obesity on cardiac geometry and function in a population of adolescents: the Strong Heart Study. *J Am Coll Cardiol.* 2006 6; 47(11): 2267-2273.
26. Eren E, Koca B, Ture M, Guzel B. Epicardial Adiposity in Children with Obesity and Metabolic Syndrome. *Iran J Pediatr.* 2014; 24(4):411-417.

27. Ippisch HM, Inge TH, Daniels SR, et al. Reversibility of cardiac abnormalities in morbidly obese adolescents. *J Am Coll Cardiol*. 2008 8; 51(14):1342-1348.
28. Sun GZ, Li Y, Zhou XH, Guo XF, Zhang XG, Zheng LQ, et al. Association between obesity and ECG variables in children and adolescents: A cross-sectional study. *Exp Ther Med*. 2013; 6(6):1455-1462.
29. Fryar CD, Carroll M, Ogden CL. Prevalence of Overweight and Obesity Among Children and Adolescents: United States, 1963–1965 Through 2011–2012. CDC. Atlanta: 2014;1-6.
30. Hjalmarsson C, Bergfeldt L, Bokemark L, Electrocardiographic abnormalities and elevated cTNT at admission for intracerebral hemorrhage: predictors for survival? *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2013; 18(5):441-449.
31. Kishi S, Reis JP, Venkatesh BA, Gidding SS, Armstrong AC, Jacobs DR Jr et al. Race-ethnic and sex differences in left ventricular structure and function: the Coronary Artery Risk Development in Young Adults (CARDIA) Study. *J Am Heart Assoc*. 2015; 4(3):e001264.
32. Gardin JM, Wagenknecht LE, Anton-Culver H, Flack J, Gidding S, Kurosaki T, Wong ND, Manolio TA. Relationship of cardiovascular risk factors to echocardiographic left ventricular mass in healthy young black and white adult men and women. The CARDIA study. *Coronary Artery Risk Development in Young Adults*. *Circulation*. 1995; 92(3):380-7.

## ANEXOS

### **Anexo 1. Criterios de Minnesota modificados para hallazgos electrocardiográficos anormales.**

Criterios de Minnesota modificados para hallazgos electrocardiográficos anormales. <sup>30</sup>	
Frecuencia cardíaca (taquicardia sinusal)	> 100
Fibrilación auricular	Presente o ausente
Conducción A-V (bloqueo AV 1º, 2º y 3º grado)	PR $\geq$ 0.21 s (I, II, III)
Onda Q (anormal)	Q/R $\geq$ 1/5, duración de Q $\geq$ 0.03 s
Conducción ventricular (bloqueo)	QRS $\geq$ 0.12 s
Hipertrofia ventricular izquierda	Índice de Sokolow-Lyon $\geq$ 38 mm y/o producto de Cornell $\geq$ 2440
Intervalo QTc (prolongado)	Más de 0.44 s
Segmento ST (depresión)	Depresión del ST $\geq$ 1mm (V1-V6, I, II, aVL, aVF) cuando R $\geq$ 5 mm (aVL)
Onda T (anormal)	Onda T $\geq$ - 5mm (V2-V6) cuando R $\geq$ 5mm (aVL) cuando QRS positivo (aVF)
Otros	Flúter auricular, bradicardia (<60/min); QRS prolongado >0.12 s;



## Anexo 2. Criterios para medición de parámetros ecocardiográficos.<sup>25,26</sup>

Espesor del tejido adiposo epicárdico	Con ecocardio 2D, como un espacio sin eco sobre las capas del pericardio; en la pared libre del ventrículo derecho, perpendicular a la pared, a lo largo del eje paraesternal al final de la diástole durante tres ciclos cardíacos. Medición en cm.
Espesor del septum interventricular	Grosor del septum interventricular se medirá con ecocardio 2D-modo M a nivel del eje largo paraesternal. Medición en cm.
Masa ventricular izquierda	$LVM = [0.8 \times \{1.04x (IVSd + LVEDD + LVPWd) 3-LVEDd3\}] + 0.6$
Fracción de eyección del VI	Utilizando el modo Doppler, de acuerdo a la función con que cuenta el software del ecocardiógrafo
Diámetro anteroposterior de aurícula izquierda	Medido a nivel del eje largo paraesternal al final de la sístole (cm).
Diámetro de la raíz aórtica	Medido a nivel del seno de Valsalva al final de la diástole (cm).
Concentricidad de la geometría del ventrículo izquierdo (VI)	Se dividirá el espesor miocárdico (pared + septum) entre el eje menor (diámetro) del VI para generar un un grosor parietal relativo (GPR). Debido a que el GPR aumenta con la edad, su valor bruto se normalizará (ajustó) de acuerdo a la edad con la siguiente ecuación: $GPRa = GPR - 0.005 * (edad - 10)$



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**  
**DELEGACIÓN ESTATAL MORELOS**  
**HGZ-MF. NO. 1 CUERNAVACA**

**Anexo 2. Hoja de recolección de datos**

<b>Nombre:</b>	<b>Edad:</b>	<b>No. consec:</b>
<b>Género</b> Femenino ( ) Masculino ( )	<b>Frecuencia cardiaca</b> _____ lpm  <b>Presión arterial</b> _____ mmHg	<b>Peso</b> _____ Kg  <b>Talla</b> _____ cm  <b>IMC</b> _____ Kg/m2
<b>Mediciones ecocardiográficas</b>  Espesor del tejido adiposo epicárdico _____ cm  Espesor del septum interventricular _____ cm  Masa ventricular izquierda  Fracción de eyección del VI _____ mL/min  Diámetro anteroposterior de aurícula izquierda _____ cm  Diámetro de la raíz aórtica _____ cm  Concentricidad de la geometría del ventrículo izquierdo (VI) Si ___ No ___	<b>Cambios electro-cardiográficos</b>  Taquicardia sinusal ( ) Fibrilación auricular ( ) Bloqueo AV 1º, 2º y 3º grado ( ) Onda Q anormal ( ) Bloqueo ventricular ( ) Hipertrofia ventricular izquierda ( ) Intervalo QTc prolongado ( ) Segmento ST deprimido ( ) Segmento ST elevado ( ) Onda T anormal ( ) Flúter auricular ( ) Bradicardia sinual ( ) QRS prolongado ( )	

**CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Jiutepec, Morelos a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2016.

Por medio de la presente acepto que mi hijo(a) participe en el protocolo de investigación titulado:

**“ALTERACIONES ECOCARDIOGRÁFICAS Y ELECTROCARDIOGRÁFICAS  
EN ADOLESCENTES CON SOBREPESO Y OBESIDAD DE LA UMF N° 3 DE  
JIUTEPEC, MORELOS”**

Registrado ante el Comité Local de Investigación con el número: **SIRELCIS R-2016-1102-10**

Estimado señor (a):

**Objetivo:** Analizar las alteraciones ecocardiográficas y electrocardiográficas presentes en adolescentes con sobrepeso y obesidad de la UMF No. 3 de Jiutepec Morelos.

**Procedimiento:** Para participar en este estudio sólo se seleccionarán adolescentes de 10 a 15 años de edad, quienes presenten obesidad, de acuerdo a su peso y talla.

Como padre o tutor responsable, reconozco que la participación de mi hijo(a) o tutorado(a) en caso de aceptar que participe en el estudio consistirá en:

1. Realizar medidas como peso y talla, para el cálculo del Índice de Masa Corporal.
2. Se realizará un electrocardiograma por personal capacitado y el ecocardiograma por medico Cardiólogo.

**Riesgos Potenciales:** La participación en la aplicación de los cuestionarios de características sociodemográficas no implica ningún riesgo para su hijo(a). Sin embargo, si no quisiera contestar alguna de las preguntas, su hijo(a) tiene el derecho de negarse a contestar aquellas que le incomoden. El realizar el ecocardiograma y electrocardiograma no implica riesgo para su hijo.

No existe ningún riesgo para la salud de su hijo(a) por su participación en el estudio; Sin embargo, en el remoto caso de que ocurriera algún daño como resultado de la investigación, se les proporcionará atención médica en su clínica de adscripción y de ser necesario se solicitará valoración por la especialidad correspondiente. Usted **NO RECIBIRÁ NINGÚN PAGO** en efectivo o en especie

por participar en el estudio, y tampoco tendrá algún costo para usted la realización de los estudios, así como valoraciones médicas.

**Los beneficios que su hijo(a) recibirá serán;** conocer su estado de salud. Los resultados de todas las mediciones realizadas les serán entregadas, señalando si existe alguna anormalidad. En este último caso, se le explicará que el adolescente deberá acudir a recibir atención médica en su consultorio de adscripción de la consulta externa de Medicina Familiar. En caso de identificar una alteración que requiera atención por un especialista diferente a su médico familiar, el adolescente será enviado al servicio correspondiente.

Toda la información que usted nos proporcione a lo largo de este estudio será de carácter estrictamente confidencial, será utilizada únicamente por los investigadores del proyecto y no estará disponible para ningún otro propósito. Usted y su hijo(a) quedarán identificados con un número y no con su nombre. Los resultados de este estudio serán publicados con fines científicos, pero se presentarán de tal manera que ni Usted, ni su hijo(a) podrán ser identificados.

La participación en este estudio es absolutamente voluntaria. Tanto usted como su hijo(a) están en plena libertad para negarse a participar o retirar su participación del mismo en cualquier momento. Su decisión de participar o de no participar no afectará de ninguna manera la forma en cómo lo tratan en los servicios de esta clínica.

Si tiene usted alguna pregunta, comentario o preocupación con respecto al proyecto, por favor comuníquese de 14:00 a 20:00 horas con Dr. Adrián Estrada Nájera investigador responsable del proyecto al siguiente número de teléfono 777 3284310, o si lo prefieren puede escribir al correo electrónico [adrianestradan@hotmail.com](mailto:adrianestradan@hotmail.com).

Si usted acepta que su hijo participe, le entregaremos una copia de esa carta documento que le pedimos sea tan amable de firmar.

Su firma indica su aceptación a que su hijo (a) participe voluntariamente en el presente estudio.

---

M.E. Adrián Estrada Nájera

---

---

Nombre y Firma de ambos padres o tutores o representante legal

---

Nombre y Firma del Investigador Responsable

---

---

Nombre y Firma Testigo

---

Nombre y Firma Testigo

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b>										
<b>ACTIVIDADES</b>	Juiol-Sep 2014	Oct-Dic 2014	Ene-Mar 2015	Abr-Jun 2015	Jul-Sep 2015	Oct-Dic 2015	Ene-Mar 2016	Abr-Jun 2016	Jul-Sept 2016	Ene 2017
Delimitación de tema a estudiar.	R	R								
Recuperación, revisión y selección de la bibliografía.		R	R	R	R					
Elaboración del protocolo.		R	R	R	R					
Aprobación por el comité de investigación						R				
Recolección de la información.						R	R			
Análisis de los resultados.							R			
Escritura de tesis e informes.							R	R		
Presentación en la modalidad de cartel.								R		
Elaboración de la tesis.								R	R	
Defensa de tesis										R

**R= Realizado; P= Pendiente**