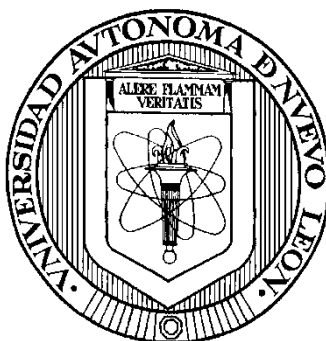


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN SALUD PÚBLICA
PROGRAMA INTERFACULTADES



**CORRELACIÓN ENTRE LA CIRCUNFERENCIA DE LA CINTURA Y LA
GRASA VISCERAL, EFECTO DE LA COMPLEXIÓN ÓSEA Y
EL GÉNERO, EN POBLACIÓN ESCOLAR**

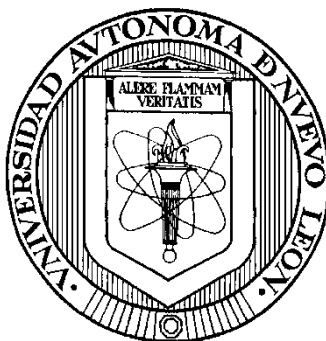
Por

MCP ALEJANDRA EDITH GONZÁLEZ AYALA

**Como requisito para obtener el grado de
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN SALUD PÚBLICA**

Julio, 2015

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN SALUD PÚBLICA
PROGRAMA INTERFACULTADES**



**CORRELACIÓN ENTRE LA CIRCUNFERENCIA DE LA CINTURA Y LA
GRASA VISCERAL, EFECTO DE LA COMPLEJIÓN ÓSEA Y EL
GÉNERO, EN POBLACIÓN ESCOLAR**

Por

MCP ALEJANDRA EDITH GONZÁLEZ AYALA

Director de Tesis

DR. MED FRANCISCO JAVIER GUZMÁN DE LA GARZA

Co- Director de Tesis

DRA. ANA MARÍA SALINAS MARTÍNEZ

**Como requisito para obtener el grado de
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN SALUD PÚBLICA**

Julio, 2015

Agradecimientos

A la CONACYT, por otorgarme la beca para realizar los estudios de Maestría en Ciencias en Salud Pública y lograr mi superación profesional.

A mi esposo José Israel Sandoval Quiroga por el apoyo incondicional estos años.

A mi mamá Alejandra Edith Ayala Ruiz y en especial a mi triple colega mi papá Miguel Ángel González Osuna por la gran guía en esa etapa.

Al Dr. Francisco Javier Guzmán de la Garza, por el apoyo que me brindó durante mi formación, por su tiempo, paciencia, comprensión, compromiso y profesionalismo.

A todos los maestros y compañeros que colocaron su granito de arena para participar en mi formación.

TABLA DE CONTENIDO

| Contenido | Página |
|--|--------|
| 1.- ANTECEDENTES | 1 |
| 1.1.- Introducción | 1 |
| 2.- MARCO TEÓRICO | 2 |
| 2.1.- Patrones de crecimiento durante la infancia y la adolescencia | 2 |
| 2.2.- Las dimensiones de la complexión ósea | 4 |
| 2.3.- Clasificación del estado nutricional en niños y adolescentes | 6 |
| 2.4.- El Índice de Masa Corporal | 8 |
| 2.5.- Distribución de la grasa corporal | 9 |
| 2.5.1.- Patrones de distribución de la grasa corporal durante la infancia y la adolescencia | 10 |
| 2.5.1.1.- Influencia del sexo y el estado de maduración sobre la distribución de la grasa corporal | 11 |
| 2.5.1.2.- Influencia de la etnicidad sobre la cantidad de grasa corporal | 11 |
| 2.6.- Diferencias metabólicas entre adipocitos | 11 |
| 2.6.1.- Fisiopatología del tejido adiposo visceral | 12 |
| 2.7.- Estimación de la cantidad de tejido adiposo | 13 |
| 2.7.1.- Estimación de la grasa subcutánea/visceral en niños. | 16 |
| 2.7.2.- Utilidad del ultrasonido para estimar los compartimentos de grasa corporal en niños y adolescentes | 17 |
| 2.8.- La obesidad y las enfermedades metabólicas | 17 |
| 2.8.1.- Enfermedad de hígado graso no alcohólico | 18 |

| | |
|---|----|
| 2.8.2.- Relación de la grasa visceral con las enfermedades metabólicas en los niños | 20 |
| 2.8.3.- Factores de riesgo para el desarrollo de obesidad, detectados durante la infancia | 20 |
| 2.9. La obesidad como problema de salud pública | 22 |
| 3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 24 |
| 4.- JUSTIFICACIÓN | 24 |
| 5.- HIPÓTESIS | 24 |
| 6.- OBJETIVOS | 25 |
| 6.1.-Objetivo general | 25 |
| 6.2.- Objetivos específicos | 25 |
| 7.- METODOLOGÍA | 25 |
| 7.1.- Diseño del estudio | 25 |
| 7.2.- Universo de estudio | 25 |
| 7.2.1.- Criterios de inclusión | 26 |
| 7.2.2.- Criterios de exclusión | 26 |
| 7.2.3.- Criterios de eliminación | 26 |
| 7.2.4.- Selección de muestra | 26 |
| 7.3.- Técnica muestral | 26 |
| 7.4.- Cálculo del tamaño de la muestra | 26 |
| 7.5.- Variables | 27 |
| 7.6.- Instrumentos de medición y control de calidad | 32 |
| 7.7.- Procedimientos | 32 |
| 7.7.1.- Indicadores antropométricos | 33 |
| 7.7.2.- Mediciones ecográficas | 35 |
| 7.8.- Plan de Análisis | 36 |
| 8.- CONSIDERACIONES ÉTICAS | 37 |
| 9.- RESULTADOS | 38 |
| 10.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS | 42 |
| 11.- CONCLUSIONES | 44 |
| 12.- REFERENCIAS | 45 |

| | |
|---|------|
| ANEXO A: Cuestionario y Formato de recolección de datos | xiii |
| ANEXO B: Carta de Consentimiento Informado | xv |

LISTA DE ACRONIMOS

| | Acrónimo | Significado |
|------|----------|---|
| 1.- | AWFI | Índice Grado de la Pared del Abdomen |
| 2.- | cc | Centímetros cúbicos |
| 3.- | CC | Circunferencia de Cintura |
| 4.- | CDC | Centro para el Control y Prevención de Enfermedades |
| 5.- | Cm | Centímetros |
| 6.- | D.E. | Desviación Estándar |
| 7.- | DXA | Densitometría de Absorción de Rayos X |
| 8.- | EHNA | Esteatohepatitis No Alcohólica |
| 9.- | ES | España |
| 10.- | ETS | Teoría de Sistemas Ecológicos |
| 11.- | FASPYN | Facultad de Salud Pública y Nutrición |
| 12.- | GPC | Guía de Práctica Clínica |
| 13.- | HDL | Lipoproteína de alta densidad |
| 14.- | HGNA | Hígado Graso No Alcohólico |
| 15.- | I.C. | Intervalo de Confianza |
| 16.- | IC | Índice de Conicidad |
| 17.- | ICC | Índice Cintura-Cadera |
| 18.- | ICE | Índice Cintura-Estatura |
| 19.- | IMC | Índice de Masa Corporal |
| 20.- | IOTF | International Obesity Task Force |
| 21.- | LDL | Lipoproteína de baja densidad |
| 22.- | m | Metro |
| 23.- | mm | Milímetros |
| 24.- | NOM | Norma Oficial Mexicana |
| 25.- | OMS | Organización Mundial de la Salud |
| 26.- | RMN | Resonancia Magnética Nuclear |
| 27.- | SAD | Diámetro Sagital del Abdomen |
| 28.- | SAT | Tejido Adiposo Subcutáneo |

| | | |
|------|----------|---------------------------------|
| 29.- | SSA | Secretaría de Salud |
| 30.- | TAC | Tomografía Axial Computada |
| 31.- | TNF-alfa | Factor de Necrosis Tumoral alfa |
| 32.- | US | Estados Unidos de América |
| 33.- | VAT | Tejido Adiposo Visceral |

LISTA DE TABLAS

| Tabla | Página |
|--|--------|
| I.- Clasificación de estado nutricional con base en IMC y su riesgo de desarrollo de problemas de salud | 7 |
| II.- Criterios para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes | 7 |
| III.- Clasificación del estado nutricional en niños y adolescentes, según puntaje Z para el IMC, criterios de la OMS | 8 |
| IV.- Prevalencias de sobrepeso y obesidad en hombres mayores de 20 años de edad | 23 |
| V.- Población según características antropométricas | 38 |
| VI.- Escolares según complexión ósea y sexo | 39 |
| VII.- Correlación de la circunferencia de cintura y grasa visceral, según sexo | 40 |
| VIII.- Correlación de la circunferencia de cintura y grasa visceral, según sexo y complexión ósea | 41 |

LISTA DE FIGURAS

| Figura | Página |
|--|--------|
| 1.- Representación de perfil corporal según distribución de grasa en adultos | 10 |
| 2.- Clasificación de la EHNA según criterios ultrasonográficos. | 19 |
| 3.- Modelo ecológico de predictores de sobrepeso infantil | 21 |
| 4.- Diagrama de dispersión y línea de regresión, Correlación de la Circunferencia de Cintura con la Grasa Visceral general | 40 |

RESUMEN

MCP. Alejandra Edith González Ayala

Fecha de graduación: Julio de 2015

Universidad Autónoma de Nuevo León

Maestría en Ciencias en Salud Pública

Programa Inter-facultades

Título del Estudio: CORRELACIÓN ENTRE LA CIRCUNFERENCIA DE LA CINTURA Y LA GRASA VISCERAL, EFECTO DE LA COMPLEXIÓN ÓSEA Y EL GÉNERO EN POBLACIÓN ESCOLAR

Candidato para obtener el grado de Maestría en Ciencias en Salud Pública

Número de páginas: 53

Propósito y método del Estudio: En este trabajo se pretende determinar cómo se modifica la correlación de la circunferencia de la cintura con la grasa visceral. El tejido graso visceral predispone a factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares y metabólicas, al controlar la influencia de las dimensiones de la estructura ósea, del sexo y la edad, en niños de 7 y 8 años, se optimizará la identificación de los niños con riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y metabólicas.

Es un estudio transversal comparativo, en una población de escolares de 7 y 8 años de edad, dividida en tres grupos según su complexión ósea (chica, mediana y grande), provenientes de escuelas públicas del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León. Se incluyeron niños y niñas que acudieron a clases en el periodo de estudio y devolvieron lleno el formato de recolección de datos, se excluyeron a aquellos cuyos padres no concedieron el consentimiento informado y/o el escolar su asentimiento personal, se eliminaron los escolares con registros incompletos. La técnica muestral fue por selección consecutiva, hasta completar el tamaño de muestra. Las variables de interés son las

medidas antropométricas, complexión ósea, y la cantidad de grasa visceral estimada por ecografía.

Contribuciones y Conclusiones: La correlación de la circunferencia de cintura y grasa visceral es 3 veces mayor en niños con complexión grande que en complexión chica; y es 1.25 veces mayor en niñas con complexión grande que con complexión chica, ambas correlaciones con una p menor a 0.05.

Es decir, la correlación de la circunferencia de cintura y la grasa visceral, es mayor en la compleción grande en ambos sexos.

Es indispensable tomar en cuenta la complexión del infante durante la evaluación nutricional y la estimación de riesgo de patologías asociadas.

FIRMA DEL DIRECTOR DE TESIS _____

CORRELACIÓN ENTRE LA CIRCUNFERENCIA DE LA CINTURA Y LA GRASA VISCERAL, EFECTO DE LA COMPLEXIÓN ÓSEA Y EL GÉNERO, EN POBLACIÓN ESCOLAR

1.- ANTECEDENTES

1.1.- Introducción

La obesidad es un trastorno metabólico, ocasionado por un desequilibrio entre el consumo y el gasto energético, resultando en una acumulación progresiva de tejido adiposo.

En el contexto de la epidemia mundial de obesidad, la prevalencia de obesidad infantil también se ha incrementado durante las últimas décadas. En México se ha convertido en un problema de salud nacional; en nuestro país la prevalencia de sobrepeso y obesidad en 2012 es del 34.4% (19.8 y 14.6% respectivamente) en niños de 5 a 11 años; y en la población de 12 a 19 años es de 35.8% en mujeres y 34.1% en hombres (1).

En este trabajo se pretende determinar cómo se modifica la correlación de la circunferencia de la cintura con la grasa visceral. El tejido graso visceral predispone a factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares y metabólicas, al controlar la influencia de las dimensiones de la estructura ósea, del sexo y la edad, en niños de 7 y 8 años, se optimizará la identificación de los niños con riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y metabólicas.

2.- MARCO TEÓRICO

El cuerpo humano está constituido por cinco compartimientos: tejido adiposo (grasa), músculo esquelético, vísceras, hueso y otros tejidos. El volumen de algunos de estos compartimientos se estima por métodos antropométricos y otros por métodos bioquímicos (2).

En la práctica clínica, se utilizan índices e indicadores antropométricos para estimar la adiposidad o cantidad de grasa corporal. Entre los más comunes se encuentra el Índice de Masa Corporal (IMC).

2.1.- Patrones de crecimiento durante la infancia y la adolescencia.

Frecuentemente durante la práctica de la Pediatría Clínica, se clasifica en “etapas” el tiempo de vida de una persona. La primer etapa es la embrionaria, (de la concepción a la 9º semana de gestación), le sigue la fetal (10º semana al nacimiento); después del nacimiento siguen las etapas de: a) Neonato: del nacimiento a los 28 días de vida, b) Lactante: de los 29 días hasta los dos años de edad, c) Preescolar: de 2 a 5 años, d) Escolar: de los 6 hasta los 10 años de edad y e) Adolescencia que abarca desde los 11 años aproximadamente hasta los 18 a 21 años. Al final de la adolescencia (21 años) inicia la etapa de vida del adulto, es entonces cuando se detiene el crecimiento (3).

El crecimiento es el aumento progresivo de la masa corporal, debida al incremento tanto del número de células como su tamaño; conlleva aumento de peso y de las dimensiones del organismo y sus partes. El crecimiento es un proceso complejo en el cual intervienen factores endocrinos, genéticos, hormonales, étnicos, metabólicos, exógenos (nutritivos, afectivos, ejercicio) y la receptividad de los tejidos diana (4).

El lactante, crece rápidamente, durante la infancia la velocidad de crecimiento se mantiene relativamente constante alrededor de 5-7 cm por año, en esta etapa los niños experimentan un desarrollo progresivo ligado al establecimiento de hábitos alimentarios. La etapa puberal se caracteriza por el “estirón” puberal alcanzando hasta 8-12 cm al año dependiendo del sexo (4).

El patrón de crecimiento varía individualmente y de acuerdo a la etapa de la vida, por ejemplo: el lactante duplica su peso a los 4 meses y lo triplica al año, mientras que, de los dos años de edad a la pubertad se incrementa en promedio 2 a 3 kg y 5 a 8 cm por año (5).

Las proporciones corporales también se modifican durante el crecimiento, así, en los neonatos, la cabeza ocupa la cuarta parte de la longitud del cuerpo esta proporción se va perdiendo a medida que crece el tronco y las extremidades. Durante el crecimiento la silueta del niño pierde redondez y adquiere una apariencia más delgada y atlética. El abdomen se reduce, al tiempo que el tronco, los brazos y las piernas se alargan (4).

Existen varias medidas y estimaciones útiles para evaluar el crecimiento (4):

- La longitud y la talla (longitud en menores de dos años de edad y talla en mayores) el parámetro de referencia son las tablas de percentiles para edad y sexo.
- La velocidad de crecimiento, útil para evaluar la evolución del crecimiento: $\text{velocidad de crecimiento} = \frac{\text{Talla actual} - \text{Talla anterior}}{\text{Edad actual} - \text{Talla anterior}}$.
- La talla sentado y envergadura, permiten el análisis de los segmentos corporales.
- Peso y cálculo del Índice de Masa Corporal (IMC), constituye el parámetro de referencia para valorar el estado nutricional.

- La maduración ósea (edad ósea), se considera normal o acorde aquella que está en más o menos un año con respecto a la edad cronológica del paciente.
- Evaluación del estado de maduración sexual, se utiliza regularmente con la aparición de la telarquia (aparición del botón mamario) en las mujeres, el incremento del volumen testicular (>4 cc), en los varones; y en general la clasificación propuesta por Tanner, donde el estadio 2 representa el inicio de la pubertad, indican la puesta en marcha del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas.

La estatificación de un niño de acuerdo a la escala de Tanner consiste en comparar el desarrollo de caracteres sexuales secundarios del paciente evaluando con fotografías estandarizadas que van entre el grado 1 que es la ausencia de desarrollo, hasta el grado 5 que es el desarrollo completo. Este método considera sólo la inspección, y no establece necesidad de exploración física; pero obviamente mejora si se agrega palpación del tejido mamario y medición de volumen testicular utilizando un orquidómetro (6).

Tanto la estimación de la edad ósea, que requiere estudios radiográficos, como la determinación del estado puberal que requiere exploración física, se consideran procedimientos invasivos. La concordancia entre la evaluación del desarrollo puberal, efectuada por un médico pediatra con la autoevaluación en escolares sanos no supera el 75% (promedio del 73%) (6).

2.2.- Las dimensiones de la complejión ósea

El término “Complejión Ósea”, se utiliza para describir el tamaño del esqueleto y su robustez, juntos comprenden la estructura de apoyo del cuerpo. La complejión ósea se puede estimar midiendo externamente el diámetro de un hueso o un conjunto de huesos: los hombros, las caderas, muñecas, rodillas y tobillos. Estas mediciones son utilizadas para categorizar a las personas en

compleción pequeña, mediana o grande. Las medidas de la compleción ósea están relacionadas con la masa libre de grasa, masa ósea, grasa corporal y el peso corporal en todas las edades (7).

Para definir las categorías de compleción ósea (pequeña, mediana o grande) se utilizan mediciones de diversos puntos anatómicos, entre ellos la medición de los diámetros: a) biacromial, b) bitrocantérico, c) del húmero, d) de la muñeca, e) bicrestal, f) de la rodilla, g) del tobillo, y también la longitud y la circunferencia de la muñeca (8). Estas mediciones guardan relación con diferentes tejidos corporales, por ejemplo:

- El diámetro biacromial y bicrestal se relacionan con el desarrollo de tejido graso, a mayor anchura relativa de pelvis mayor contenido de tejido graso (9).
- Los diámetros biacromial y el de la rodilla se relacionan con los tejidos magros (7).
- Las mediciones de muñeca y de tobillo, tienen poca asociación directa con la grasa corporal; sin embargo, la medición del ancho de la muñeca es útil para discriminar una asociación entre el tamaño de compleción del cuerpo y la cantidad de grasa y músculo, independiente de la estatura (7).
- El ancho del codo se relaciona más con la estatura, que con la cantidad de tejido magro, grasa o hueso (7).

Los hombros, brazos y rodillas de grandes dimensiones se relacionan entre sí por el hecho de llevar grandes cantidades de músculo. Las asociaciones entre el ancho de los hombros y el de las caderas, y la cantidad de tejido magro y grasa, respectivamente, reflejan las diferencias sexuales básicas en el tamaño corporal y la composición (7).

También se han propuesto modelos matemáticos (modelo "HAT", H por Height/altura y AT por Σ AT, que es la relación bivariada del diámetro biacromial y las dimensiones lineales del cuerpo) para clasificar la complexión ósea. El HAT se basa en la relación entre la talla y la suma del diámetro biacromial y bitrocantérico (10).

La relación entre la complexión ósea y la adiposidad, inicia al término de la niñez y se mantiene hasta la adultez, al menos, en escolares sudafricanos (6-20 años) (11).

La complexión pequeña en adultos, se asocia con mayor cantidad de grasa abdominal, independientemente de las condiciones de vida de las personas y de su parentesco (12). La cantidad de grasa corporal total, también se asocia a la cantidad de músculo, independientemente de la altura de las personas (7).

2.3.- Clasificación del estado nutricional en niños y adolescentes

Para poder diagnosticar un estado nutricional más adecuado se debe de considerar al evaluar la masa libre de grasa, la talla, el tamaño y ancho de los huesos y uniones entre ellos, así como las profundidades corporales (8).

En adultos, se utilizan el IMC para clasificar el estado nutricional, los puntos de corte han sido establecidos por la OMS, (Tabla I) (13). Esta clasificación se fundamenta en una clara relación con el riesgo de comorbilidad y/o de mortalidad; dadas las características étnicas, los puntos de corte para el diagnóstico de obesidad, en mexicanos de baja estatura y en orientales, se tuvieron que reducir (14-15).

Tabla I. Clasificación de estado nutricional con base en IMC, y su riesgo de desarrollo de problemas de salud

| CATEGORÍA | IMC (kg/m ²) | RIESGO DE DESARROLLO DE POBLEMAS DE SALUD |
|-----------|--------------------------|---|
| Bajo peso | < 18.5 | Alto |
| Normal | 18.5 - 24.9 | Bajo |
| Sobrepeso | 25.0 – 29.9 | Incrementado |
| Obesidad | | |
| I | 30.0 – 34.9 | Alto |
| II | 35.0 – 39.9 | Muy alto |
| III | > 40 | Extremadamente alto |

Fuente: (13)

En niños y adolescentes, no existe un consenso único para el diagnóstico de obesidad, se utilizan al menos tres diferentes criterios: a) el puntaje Z del peso/talla, b) el percentil del IMC para la edad y c) el puntaje Z para el IMC para la edad; además, en la literatura se utilizan diferentes puntos de corte para estos criterios (Tabla II), (14-19).

Tabla II. Criterios para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes.

| Criterio | Edad | INDICADOR | VALOR LIMITE | |
|---|-----------|------------------------|--------------|----------|
| | | | Sobrepeso | Obesidad |
| NOM-031-SSA2-1999 ^a | 2-12 años | Peso/Talla (puntaje Z) | +1 a +1.9 DE | ≥+2 DE |
| NOM-008-SSA3-2010 y GPC-SSA-025-08 ^b | 2-19 años | IMC (Percentil) | 85 a 94 | ≥95 |
| OMS-2007 ^c | 2-19 años | IMC (Puntaje Z) | +2 a +2.9 DE | ≥+3 DE |
| OMS-2006 ^d | 2-5 años | Peso/Talla (Puntaje Z) | +2 a +2.9 DE | ≥+3 DE |
| CDC-2000 ^e | 2-20 años | IMC (Percentil) | 85 a 94 | ≥95 |
| IOTF 2006 | 2-18 años | IMC (Percentil) | 25.0 a 29.9 | ≥30.0 |

a. Curvas de crecimiento que provienen de población estadounidense y que fueron avaladas CDC y OMS

b. Curvas de crecimiento de la OMS que provienen de estudio multi-céntrico

c. Curvas de crecimiento provienen de población estadounidense

d. Curvas de crecimiento provienen de estudio multi-céntrico

En México la Norma Oficial para la Atención a la Salud del Niño (NOM -031-SSA2-1999) (14) señala que se utilizarán los criterios y tablas de la OMS.

Las curvas de crecimiento de la OMS (18) representan los percentiles de IMC ajustado para edad y sexo en niños de 2 a 19 años. El estado nutricional se clasifica de acuerdo a la desviación estándar con relación a la mediana (Tabla III):

Tabla III.- Clasificación del estado nutricional en niños y adolescentes, según puntaje Z para el IMC, criterios de la OMS

| CATEGORÍA | D.E. |
|-----------------------|------|
| Desnutrición grave | -3 |
| Desnutrición moderada | -2 |
| Desnutrición leve | -1 |
| Peso normal | -0 |
| Sobrepeso | 1 |
| Obesidad | 2 |

Fuente: (18)

2.4 El Índice de Masa Corporal

El Índice de Masa Corporal (IMC) es un indicador simple de la relación entre el peso y la altura del individuo.

$$IMC = \frac{\text{peso (kg)}}{\text{altura(m)}^2}$$

El IMC a pesar de correlacionarse fuertemente con la grasa corporal, no representa una medición de ésta y es incapaz de reflejar la distribución de la grasa corporal (20), tampoco puede distinguir entre el músculo y la acumulación de grasa (21). Así, su principal limitación es la incapacidad para distinguir entre exceso de adiposidad, el de musculatura o el del tejido esquelético, particularmente cuando alguno de estos compartimentos es mayor de lo normal.

Entonces, un IMC alto, puede indicar obesidad, o bien, una complexión atlética muscular con poca grasa corporal (22).

En los niños y adolescentes se utiliza el IMC ajustado para edad y sexo (IMC/edad), pues refleja mejor los cambios en la relación peso/talla en función de la edad. El IMC/edad puede utilizarse hasta los 20 años de edad para clasificar el estado nutricional de este grupo de edad (23). El IMC también se ve influido por el estado de maduración sexual (24).

El hecho de que el IMC sea una medida relativa del peso, aun cuando se corrige para edad y sexo, lo vuelve inexacto como medida de adiposidad en niños y adolescentes, particularmente en aquellos de talla baja, en los de talla alta suele sobreestimar la cantidad de grasa corporal (24).

Las variaciones que durante el crecimiento se dan en la estatura, influyen también en la estimación del IMC-edad, este efecto se atenúa utilizando tablas ajustadas para la talla esperada para la edad (talla/edad) (24). Estudios recientes proponen utilizar el IMC corregido para la talla (IMC-talla/edad) como un indicador más exacto del estado nutricional en niños (24-25).

2.5.- Distribución de la grasa corporal

La grasa como componente del cuerpo humano se acumula en forma de tejido graso o adiposo; además de ser la reserva de lípidos, el tejido adiposo, es un órgano endocrino, libera hormonas y citoquinas que regulan el metabolismo e influyen en la composición corporal.

La distribución anatómica del tejido adiposo sigue patrones que cambian con la edad y acentúan el dimorfismo sexual. En general, el grosor del tejido adiposo subcutáneo aumenta en el tronco en los varones durante la adolescencia y en la zona glúteo-femoral en las mujeres, lo que conduce a

fenotipos distintivo en la edad adulta que se han descrito como patrón de grasa androide y ginecoide (Figura 1) (26).

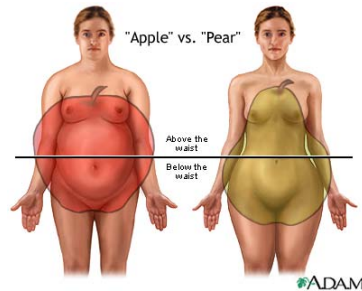


Figura 1. Representación de perfil corporal según distribución de grasa corporal en adultos
Fuente: (27).

2.5.1.- Patrones de distribución de la grasa corporal durante la infancia y la adolescencia.

La edad y el estado de maduración impactan en la distribución de la grasa corporal, la edad cronológica es un indicador del tiempo “sideral” pero el cuerpo tiene su propio “reloj biológico” que varía entre y en los individuos. Al crecer, las proporciones y la composición corporal se modifican (28-29). El depósito de grasa varía en relación directa con la velocidad del crecimiento (grasa medida como pliegues cutáneos) y es más evidente en niños que en niñas (28).

Al madurar, niños y adolescentes tienden a acumular más grasa subcutánea en el tronco que en las extremidades, algunos datos indican la persistencia de esta tendencia durante toda la edad adulta (28-29).

Actualmente existen pocos reportes en niños y adolescentes sobre la cuantificación de depósitos de grasa ectópicas en el hígado (hígado graso no alcohólico) el corazón y otros órganos como el músculo esquelético (28).

2.5.1.1.- Influencia del sexo y el estado de maduración sobre la distribución de la grasa corporal

La relación tejido adiposo visceral/tejido adiposo subcutáneo no difiere entre niños y niñas, tampoco en prepúberes y púberes. En los niños las diferencias en la adiposidad abdominal se relaciona fuertemente con la edad y los cambios relacionados con la distribución de la grasa durante la pubertad (30), esta situación aumenta la necesidad de una medida confiable de la adiposidad en los niños y los adolescentes (24,31).

En el sexo femenino, el IMC aumenta proporcionalmente con la edad hasta los 10 años, desciende a los 11 años, para posteriormente tener un ascenso progresivo de los 12 años en adelante; por su parte, en los varones el IMC tiene un patrón ascendente a partir de los 11 años hasta los 12, para tener luego un franco detenimiento a los 13 años, a partir de este punto seguirá aumentado hasta los 14 años, momento a partir del cual comenzaría su descenso hasta los 16 años en adelante (32).

2.5.1.2.- Influencia de la etnicidad sobre la cantidad de grasa corporal

En afroamericanos e hispanos, el riesgo de presentar obesidad durante la edad adulta es mayor que en otras poblaciones. El polimorfismo genético PNPLA3, frecuente en hispanos, explica en parte esta diferencia. El PNPLA3 predispone al incremento del depósito de grasa en el hígado (29,33).

2.6.- Diferencias metabólicas entre adipocitos

Las células adiposas tienen diferencias metabólicas regionales, por ejemplo: los adipocitos subcutáneos expresan receptores alfa-2-adrenérgicos, tienen gran actividad lipogénica y poca lipolítica. Mientras los adipocitos viscerales (intra-abdominales) tienen una alta actividad lipolítica y favorecen la

movilización de ácidos grasos hacia la circulación portal y finalmente al hígado, ocasionando aumento de síntesis de triglicéridos y lipoproteínas de muy baja densidad (34). Se definen así dos compartimentos del tejido adiposo: a) el Tejido Adiposo Visceral (VAT) y el Tejido Adiposo Subcutáneo (SAT).

Se han descrito menor cantidad de VAT en afroamericanos e hispanos, durante las etapas tempranas de la vida (28). Algunos reportes indican que los niños hispanos tienen mayor VAT que los niños caucásicos (30).

2.6.1.- Fisiopatología del tejido adiposo visceral.

El aumento del VAT se asocia a factores de riesgo de enfermedad cardiovascular y a variables de comorbilidad asociadas a la obesidad:

- a) Hipertrigliceridemia y aumento de apolipoproteína B,
- b) Aumento de LDL,
- c) Incremento en la relación colesterol total/HDL colesterol,
- d) Disminución del colesterol-HDL,
- e) Resistencia a la insulina e hiperinsulinemia,
- f) Aumento de la concentración sérica de leptina, TNF-alfa, y distintas hormonas sexuales.

Los desórdenes en la distribución de grasa, especialmente la acumulación de grasa visceral en la parte superior del tronco y las complicaciones metabólicas asociadas, han hecho que algunos autores denominen al Síndrome Metabólico como “síndrome de grasa visceral” que correspondería a la suma de la intolerancia a la glucosa, hiperlipidemia, hipertensión y la acumulación de grasa visceral (26).

2.7.- Estimación de la cantidad de tejido adiposo

El estándar de referencia para cuantificar la cantidad del VAT es la medición del compartimento mediante imágenes de Resonancia Magnética Nuclear (RMN) y/o de Tomografía Axial Computada (TAC) (35). Ante la imposibilidad de utilizar estas tecnologías en la práctica clínica de rutina, se estima la cantidad de grasa, la grasa visceral y adiposidad en general, mediante mediciones antropométricas como (28):

- a) Medición de los pliegues cutáneos: frecuentemente se utiliza el tricípital, y el subescapular, localizados en la parte posterior del brazo y en la región subescapular de la espalda respectivamente. La medición es influida por la pericia del examinador (36).
- b) El Índice de Masa Corporal: El cálculo del IMC es sumamente accesible y permite al clínico de clasificar el estado nutricional y utilizarlo como diagnóstico (37); como se ha mencionado, puede subestimar o sobreestimar la obesidad en los niños (22-23,38) y se ve influido por la edad, el sexo y la maduración sexual (25).
- c) La Circunferencia de Cintura (CC): Se considera un indicador de obesidad central y un excelente predictor de factores de riesgo cardiovascular (39-40), también predice el desarrollo de resistencia a la insulina, hipertensión arterial, diabetes mellitus 2, apneas del sueño, hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, así como de esteatosis hepática (41-42). Se ha sugerido como índice de adiposidad en niños y adolescentes, sin discriminar el sexo y la edad (18). La medición puede realizarse a diferentes niveles, ya que no existe un punto exacto estándar para su obtención. Sin embargo el nivel situado en la circunferencia mínima del torso, y el punto medio de las costillas y la cresta iliaca,

demuestran una estrecha relación con el riesgo de síndrome metabólico en niños y niñas con sobrepeso (43).

d) La Circunferencia de la Cadera: es un indicador antropométrico que determina el lugar donde se acumula la mayor cantidad de grasa, se relaciona más con la distribución de grasa en mujeres. Es la circunferencia sobre la zona más sobresaliente en el área de los glúteos (44). Individualmente, no es de gran valor, sin embargo en conjunto con la CC, se crea el Índice Cintura-Cadera que valora la distribución de la grasa central (45). El IMC y la CC se han utilizado de forma conjunta, para predecir factores de riesgo en niños y adolescentes (46).

e) Diámetro Sagital del Abdomen (SAD): Es la distancia entre la parte posterior de la espalda y la superficie anterior del abdomen, estima la cantidad de grasa visceral. Es una medida antropométrica predictora del riesgo de morbilidad y mortalidad cardiovascular (47). Algunos reportes en adultos, identifican mayor riesgo de Síndrome Metabólico cuando el SAD es mayor de 25 cm, otros si es mayor a 23.5 cm, en algunos grupos específicos como los pacientes con vasculopatía, el riesgo de Síndrome Metabólico se incrementa cuando el SAD es mayor de 22.7 cm. En población brasileña se han sugerido valores de referencia de 20.5 y 19.3 cm en varones y mujeres, respectivamente. Cabe mencionar que existe una correlación positiva entre el SAD y la CC (48).

También se utilizan algunos índices derivados de las mediciones antropométricas como:

a) Índice Cintura-Cadera (ICC): valora la distribución de la grasa central, sin ser influenciada por la estatura, útil para identificar a jóvenes con riesgo de desarrollar enfermedades cardiometabólicas, derivadas de la deposición de grasa a nivel abdominal y visceral, en relación con el

sobrepeso y obesidad (47). Resulta de la división de la Circunferencia de Cintura (cm) entre la Circunferencia de Cadera (cm).

- b) Índice Cintura-Estatura (ICE): Fue diseñado por investigadores japoneses en el 2003. Se utiliza como predictor de obesidad abdominal y riesgo de ocurrencia de Síndrome Metabólico; en asiáticos se ha sugerido un punto de corte en 0.50 en ambos sexos (49).
- c) Índice de Conicidad (IC) evalúa la circunferencia de cintura en base a la estatura y el peso (50). Es un indicador preciso de la grasa central (grasa localizada en la región central del tronco). Se basa en la tendencia a acumular grasa en la región central del tronco razón a semejanza con una forma de doble cono, es decir, dos conos con una base común en la cintura, mientras que aquellos con menos cantidad de grasa en esta región tienen una forma de cuerpo más cilíndrico (51). El IC, que se utiliza para evaluar la obesidad y la distribución de la grasa corporal; se determina por el peso, la altura y la circunferencia de la cintura:

$$IC = \frac{\text{Circunferencia de cintura (m)}}{(0.109) \left(\sqrt{\frac{\text{peso (kg)}}{\text{estatura (m)}}} \right)}$$

Donde la constante 0,109 resultó de la raíz de la relación entre 4π y la densidad media del cuerpo humano (1050 kg/m^3).

2.7.1.- Estimación de la grasa subcutánea/visceral en niños

La TAC y la RMN, también son el parámetro de referencia para estimar el volumen de la grasa visceral en los niños, sin embargo, la primera requiere de la exposición a radiaciones y la RMN tiene un costo elevado aunado a los frecuentes artefactos derivados de los movimientos del infante durante los prolongados tiempos de registro. Por eso, en los niños, ambas técnicas tienen una limitada utilidad (52).

Para diagnosticar obesidad infantil, regularmente se usan índices e indicadores antropométricos. El IMC es el índice más frecuentemente utilizado, categorizando a los niños en aquellos de peso normal, sobrepeso u obesos (Tabla III). El IMC se relaciona con la cantidad de grasa total medida por Densitometría de Absorción de Rayos X (DXA), tanto el IMC como la CC se pueden utilizar como índices de sobrepeso en los niños, tienen la ventaja de ser fácilmente medibles. La medición de los pliegues cutáneos, se utiliza para excluir a los pacientes con un diagnóstico falso positivo/negativo de obesidad (28).

En la literatura se encuentran reportadas asociaciones significativas entre la CC y el ICE con el VAT. Sin embargo, la CC, la ICC y la medición de los pliegues cutáneos, no cuantifican directamente los compartimentos de grasa y muchas veces pueden no relacionarse con la cantidad de VAT en niños (53-54).

El papel del tejido adiposo acumulado en forma ectópica, parece ser más importante que el VAT para explicar la resistencia a la insulina y las alteraciones metabólicas asociadas a la obesidad. De los depósitos grasos ectópicos, el más importante en términos de impacto clínico y metabólico es el Hígado Graso No Alcohólico (HGNA). Algunos reportes recientes sugieren que el ICE es un útil predictor de HGNA sobre todo cuando se agregan algunas variables bioquímicas a la ecuación (28).

2.7.2- Utilidad del ultrasonido para estimar los compartimentos de grasa corporal en niños y adolescentes

El ultrasonido facilita estimar la distribución de grasa corporal, en adultos, al medir en la parte superior del abdomen el espesor de la grasa preperitoneal y el espesor de la grasa subcutánea se puede calcular el Índice de Grasa de la Pared Abdominal, éste se relaciona fuertemente con las mediciones hechas con la TAC. En 1993 se describía que la medición con ecografía de la grasa corporal está limitada a niños mayores (55). Sin embargo reportes más recientes señalan su utilidad incluso en lactantes; la utilidad de la ecografía para evaluar la profundidad abdominal, grasa intraabdominal y subcutánea es equiparable con la resonancia magnética nuclear (56).

Las mediciones por ultrasonido de la grasa abdominal tienen la ventaja de ser reproducibles y no invasivas, lo que favorece su uso en la investigación epidemiológica y clínica (52).

2.8.- La obesidad y las enfermedades metabólicas

En los adultos, la obesidad es un factor de riesgo para enfermedades metabólicas como la diabetes mellitus tipo 2 y la resistencia a la insulina, enfermedades cardiovasculares, osteoartritis, problemas psicológicos, cáncer e incluso la muerte; ocasiona gran morbilidad y se asocia a años de vida perdidos (24,57). En los niños, la obesidad se asocia con el incremento de resistencia a la insulina y del riesgo cardiovascular en etapas posteriores de la vida (24,31).

Algunos estudios identifican que el incremento de VAT se asocia al aumento del riesgo de desarrollar patologías relacionadas con la obesidad. Al parecer, la grasa intraabdominal participa en el desarrollo de enfermedades metabólicas y cardiovasculares (52).

Los niños obesos, tienen mayor riesgo de ser adultos obesos (58). Los adultos obesos que fueron obesos de niños y/o adolescentes, tienen mayor número de adipocitos; estos adipocitos son de mayor tamaño y exhiben mayor capacidad para almacenar energía (triglicéridos) (59).

2.8.1.- Enfermedad de hígado graso no alcohólico

El Hígado Graso No Alcohólico (HGNA) descrito también como Esteatosis Hepática, se define como una acumulación excesiva de grasa en forma de triglicéridos en el hígado (histológicamente >5% de los hepatocitos). El exceso de grasa, ocasiona daño e inflamación a los hepatocitos. A corto plazo, la esteatosis que se observa en el HGNA no entraña un aumento de la morbilidad o mortalidad, sin embargo la progresión a esteatohepatitis no alcohólica (EHNA) aumenta drásticamente el riesgo de cirrosis, falla hepática y carcinoma hepatocelular (60).

El HGNA es una de las complicaciones asociadas a la obesidad y al síndrome de resistencia a la insulina, tiene un amplio espectro y puede progresar al paso de los años desde una simple esteatosis a EHNA, fibrosis, cirrosis y falla hepática.

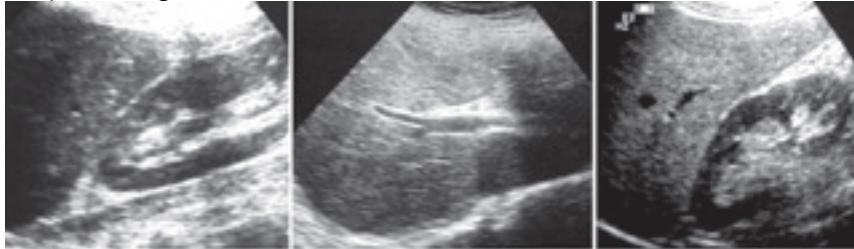
El IMC, distribución de la grasa, dislipidemia, intolerancia a la glucosa, hiperinsulinemia y aumento de la presión arterial se relacionan con un incremento de la prevalencia y la gravedad. Los niños obesos son más propensos que los niños de peso normal a padecer HGNA (61).

Para el diagnóstico por ultrasonido se compara la ecogenicidad del hígado con la del riñón: la ecogenicidad hepática normal es igual o mínimamente superior a la de la corteza renal o bazo. Los vasos intrahepáticos están bien delimitados y se respetan las relaciones anatómicas de la parte posterior del

hígado. El hígado graso se diagnostica cuando la ecogenicidad hepática supera a la de la corteza renal y bazo, la atenuación de la onda ecográfica ocasiona que se pierda la definición del diafragma y la arquitectura intrahepática se delimite pobremente (62).

Mediante ecografía se clasifica la esteatosis hepática en 3 grados (Figura 2) (63):

1. Leve: cuando se observa un aumento de la ecogenicidad y hepatomegalia.



2. Moderada: se agrega atenuación del sonido.



3. Severa: cuando no se visualizan la pared de los vasos portales y diafragma.

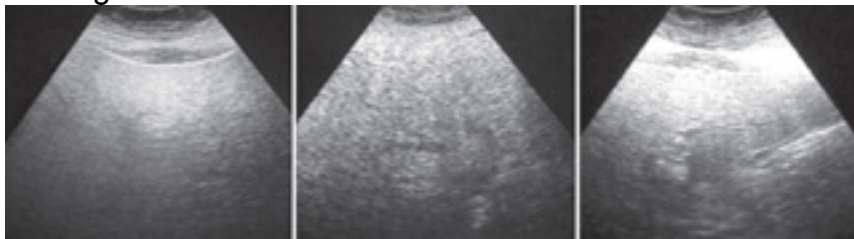


Figura 2.- Clasificación de la EHNA según criterios ultrasonográficos (63).

2.8.2.- Relación de la grasa visceral con las enfermedades metabólicas en los niños

La obesidad infantil ha sido asociada con procesos mórbidos como: diabetes mellitus 2, hipertensión arterial, apnea del sueño y depresión (64), además de dislipidemia aterogénica, arterosclerosis, Síndrome Metabólico, cambios estructurales y funcionales del corazón. Los mecanismos probables de hipertensión arterial relacionados con la obesidad incluyen la resistencia a la insulina, la retención de sodio, el aumento de la actividad del sistema nervioso simpático, la activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona y la función vascular alterada. Una variedad de mediadores proinflamatorios están asociados con la disfunción cardiometabólica, también son conocidos por ser influenciados por la obesidad. La obesidad en la vida temprana promueve la enfermedad aterosclerótica en las estructuras vasculares, como la aorta y las arterias coronarias, así como en la estructura y función del ventrículo izquierdo (65).

2.8.3.- Factores de riesgo para el desarrollo de obesidad, detectados durante la infancia.

El modo de alimentación, las preferencias y el rechazo hacia determinados alimentos están fuertemente condicionados con el entorno familiar. Durante la infancia se incorporan la mayoría de los hábitos y prácticas alimentarias. Los modelos de alimentación de los niños, se ven influenciados por la disponibilidad de alimentos en el hogar, las tradiciones familiares, el acceso a medios de comunicación y la interacción con otros niños durante la comida. La exposición repetida a estos estímulos favorece la asociación de determinados alimentos con eventos específicos, ejerciendo un efecto modular sobre su comportamiento alimentario (66).

El niño se localiza en un “nicho” o “contexto” formado por la familia, la escuela e incluso la sociedad (Teoría de Sistemas Ecológicos -ETS-) Figura 3. Los múltiples factores derivados del contexto posicionan al niño en riesgo de desarrollar sobrepeso y/u obesidad (64).

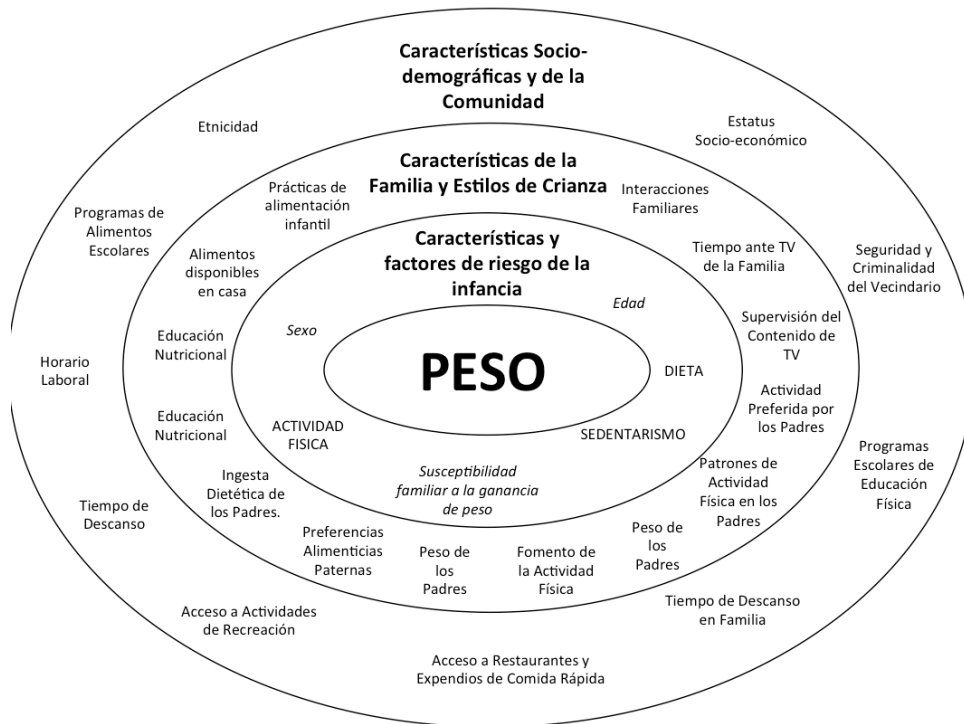


Figura 3.-Modelo ecológico de predictores de sobrepeso infantil.

Modelo ecológico de predictores de sobrepeso infantil. En mayúsculas: Factores de Riesgo = conductas infantiles asociadas con el desarrollo de sobrepeso. En letra cursiva: Características que interactúan con los factores de riesgo. En letra normal: Factores contextuales que influyen en el desarrollo de sobrepeso (64).

De acuerdo al modelo de Teoría de Sistemas Ecológicos, los factores ambientales como la ingesta dietética, la actividad física y el sedentarismo (como el ver televisión) colocan al niño en riesgo de desarrollar sobrepeso, estos factores pudieran agruparse bajo el título de: “factores de riesgo de la infancia”. El impacto de estos factores es modificado por las características del niño que incluyen edad, género y la susceptibilidad a la ganancia de peso. El

desarrollo de los factores de riesgo de la infancia, es influido por el estilo de crianza y algunas características de la familia como: los hábitos de alimentación y de actividad física, las prácticas de alimentación durante la infancia, la educación nutricional y la interacción con familiares. También influyen en el peso del niño y los estilos de crianza: las características y horarios escolares, la cantidad de tiempo libre de los padres, la accesibilidad a momentos de recreación (64).

La literatura indica que el peso a los 5 años de edad es un buen indicador de la futura salud del niño (66). Los niños con mayor riesgo de desarrollar obesidad durante la infancia tienen en común una rápida ganancia de peso durante los primeros años, un peso alto al nacer, madres con sobrepeso y/o madres fumadoras; aparentemente existe un moderado efecto protector si son alimentados a seno materno durante la lactancia; también existe alguna evidencia que sugiere que la temprana (4 meses) introducción de comida sólida se asocia con sobrepeso infantil. Aun no se identifica un riesgo potencial para el desarrollo de obesidad de los siguientes factores: duración de la lactancia, estado marital de la madre, paridad, estado socioeconómico, edad materna, educación materna, depresión materna, etnia, tipo de nacimiento, pérdida de peso materno postparto, ganancia de peso durante la gestación y el temperamento del infante (68).

2.9.- La obesidad como problema de salud pública

El incremento de la prevalencia de obesidad en mexicanos se encuentra entre los más rápidos documentados en el plano mundial. Desde 1988 a 2012, el sobrepeso en mujeres de 20 a 49 años de edad se incrementó de 25 a 35.5% y la obesidad de 9.5 a 35.2% (1) Tabla IV.

Tabla IV.- Prevalencias de sobrepeso y
obesidad en hombres mayores de 20 años de
edad

| AÑO | SOBREPESO | OBESIDAD |
|------|-----------|----------|
| 2000 | 41.3 % | 19.4 % |
| 2006 | 42.5 % | 24.2% |
| 2012 | 42.6 % | 26.3 % |

Fuente: (1)

En el contexto de la epidemia mundial de obesidad, la prevalencia de obesidad infantil también se ha incrementado durante las últimas décadas. En México la obesidad infantil se ha convertido en un problema de salud nacional; la prevalencia de sobrepeso y obesidad en 2012 fue del 34.4% (19.8 y 14.6% respectivamente) en niños de 5 a 11 años; y en la población de 12 a 19 años alcanzó el 35.8% en mujeres y el 34.1% en hombres (1).

3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En México el diagnóstico de la obesidad infantil se basa únicamente en el IMC (criterios OMS); sin embargo el IMC falla en la predicción de la adiposidad en niños grandes o pequeños para su edad. La circunferencia de la cintura se ha utilizado para definir el patrón de obesidad “central”; la falta de información sobre su sensibilidad para estimar la cantidad de grasa visceral en niños con diferente complexión ósea, limita su utilidad para clasificar la obesidad infantil. Identificando la correlación entre circunferencia de cintura y grasa visceral, se podrá complementar el diagnóstico de obesidad infantil. La detección eficaz del niño con obesidad es fundamental para el inicio de un programa preventivo-terapéutico.

4.- JUSTIFICACIÓN

Se desconoce la correlación de la circunferencia abdominal relacionada con la relación de la grasa visceral y abdominal, en escolares de ambos géneros según complexión ósea: Al tener esta información y poder optimizar la clasificación de la obesidad infantil, con ello podremos identificar a aquellos con mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas, y así podremos prevenir este tipo de enfermedades en población infantil y juvenil.

5.- HIPÓTESIS

La correlación de la circunferencia de la cintura con la grasa visceral varía desde 0.6 en niños con complexión ósea grande hasta 0.8 en aquellos con complexión pequeña. Fórmula estadística basada en la prueba piloto.

6.- OBJETIVOS

6.1.- Objetivo general

Determinar y comparar la correlación de la circunferencia de la cintura con la grasa visceral, según las dimensiones de la complexión ósea y el sexo en escolares.

6.2.- Objetivos específicos.

1. Determinar la complexión ósea de la población de estudio.
2. Determinar la correlación de la circunferencia de la cintura con la grasa visceral en la población de estudio.
3. Comparar la variación de la correlación de la circunferencia de la cintura con la grasa visceral según la complexión ósea.

7.- METODOLOGÍA

7.1.- Diseño del estudio

Estudio transversal comparativo entre tres grupos de escolares de diferente complexión ósea (chica, mediana y grande).

7.2.- Universo de estudio

Escolares de 7 y 8 años, estudiantes de escuelas públicas del área metropolitana de Monterrey, seleccionadas por conveniencia.

7.2.1.- Criterios de inclusión

Escolares que acudan a clases durante el periodo de estudio y recolección de datos.

7.2.2.- Criterios de exclusión

Ausencia de consentimiento informado de los padres, o del asentimiento personal para las mediciones.

7.2.3.- Criterios de eliminación

Registros incompletos,

7.2.4.- Selección de muestra

Se llevó a cabo un muestreo no probabilístico, posteriormente por estratos, cada estrato estará determinado por el tipo de complexión ósea (68).

7.3.- Técnica muestral

Selección consecutiva de población de estudio con criterios de selección, hasta completar el tamaño de muestra.

7.4.- Cálculo del tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se determinó utilizando la fórmula para calcular el tamaño de la muestra para comparar dos correlaciones (69):

$$n = 3 + K / (C1-C2)^2$$

En donde:

$$K = (Z_{\alpha} + Z_{\beta})$$

$$\alpha = 0.05 \rightarrow (1.96)$$

$$\beta = 0.20 \rightarrow (0.84)$$

r_1 = coeficiente de correlación esperado en el primer grupo. (0.6)

r_2 = coeficiente de correlación esperado en el segundo grupo. (0.8)

$$C_1 = 0.5 \times \ln \left[\frac{(1+r_1)}{(1-r_1)} \right]$$

$$C_2 = 0.5 \times \ln \left[\frac{(1+r_2)}{(1-r_2)} \right]$$

n = Número total de participantes necesarios por grupo

Asumiendo un K de 6.2 para una cola, con significancia de $\alpha = 0.05$ y un poder del 80%, una correlación en el primer grupo de 0.6 y en el segundo de 0.8; y sustituyendo:

$$n = 3 + (6,2 / (0.69315-1.0986)^2)$$

$$n = 3 + (6,2 / -0,4055^2)$$

$$n = 3 + (6.2 / 0,1644)$$

$$n = 41 \text{ sujetos en cada grupo}$$

El tamaño de la muestra sería de 120 escolares.

7.5.- Variables

En la Figura 4 se muestra el mapa conceptual de las variables del proyecto. A continuación se describe la definición conceptual y operacional de cada una de ellas, así como su escala y fuente de información.

Definición conceptual y operacional de variables

Nombre de la variable: Circunferencia de la Cintura

Tipo de variable: Independiente

Definición conceptual: Circunferencia de la cintura.

Definición operacional: Circunferencia de la cintura en cm medida de pie en el punto medio entre la última costilla y el borde superior de la cresta iliaca-

Escala: Continua

Fuente de información: Hoja de datos.

Nombre de la variable: Grasa Visceral

Tipo de variable: Dependiente

Definición conceptual: Grasa preperitoneal.

Definición operacional: Medida como el grosor máximo de la capa de grasa preperitoneal, medida con ecografía en la línea alba hasta el ombligo (55).

Escala: Continua

Fuente de información: Hoja de datos, Ecografía.

Nombre de la variable: Complexión ósea

Tipo de variable: Control

Definición conceptual: Estimación del tamaño de la estructura ósea con base en el diámetro biacromial.

Definición operacional: Resultado de la medición del diámetro biacromial.

Escala: Numérica

Fuente de información: Hoja de datos.

Nombre de la variable: Complexión ósea

Tipo de variable: Control

Definición conceptual: Estimación del tamaño de la estructura ósea con base en el diámetro biacromial.

Definición operacional: La población se dividirá en terciles, con base en su diámetro de biacromial.

Se categoriza como:

- Grande: 3º tercil
- Mediana: 2º tercil
- Chica: 1º tercil

Escala: Categórica

Fuente de información: Calculado, Antropómetro grande, Hoja de datos.

Nombre de la variable: Edad

Tipo de variable: Control

Definición conceptual: Edad cumplida

Definición operacional: Fecha de la entrevista menos fecha de nacimiento, reportada en años

Escala: Continua

Fuente de información: Hoja de datos.

Nombre de la variable: Sexo

Tipo de variable: Control

Definición conceptual: Sexo

Definición operacional: Masculino, Femenino.

Escala: Categórica/Dicotómica

Fuente de información: Hoja de datos.

Nombre de la variable: Peso

Tipo de variable: Control

Definición conceptual: Medida de la masa corporal.

Definición operacional: Obtenido en kilogramos.

Escala: Continua

Fuente de información: Hoja de datos, Báscula.

Nombre de la variable: Talla

Tipo de variable: Control

Definición conceptual: Distancia que existe entre el vértex y el plano de sustentación.

Definición operacional: Estatura en centímetros, sin zapatos, en posición recta y la cabeza en plano de Frankfork.

Escala: Continua

Fuente de información: Hoja de datos, Estadímetro.

Nombre de la variable: Pubertad

Tipo de variable: Control

Definición conceptual: Estado de desarrollo puberal.

Definición operacional: Niñas: presencia de menarquia, Niños, vello axilar.

Escala: Categórica

Fuente de información: Hoja de datos.

Nombre de la variable: Pliegues tricipital

Tipo de variable: Otra de interés.

Definición conceptual: Espesor del pliegue cutáneo ubicado sobre el músculo tríceps.

Definición operacional: Espesor del pliegue cutáneo ubicado sobre el músculo tríceps, en la región mesobraquial, entre el acromion y el olécranon.

Escala: Continua

Fuente de información: Hoja de datos, Plicómetro.

Nombre de la variable: Pliegues subescapular

Tipo de variable: Otra de interés.

Definición conceptual: Espesor del tejido adiposo debajo y hacia la derecha del ángulo inferior de la escápula.

Definición operacional: Tejido adiposo localizado inmediatamente debajo y hacia la derecha (2 cm.) del ángulo inferior de la escápula.

Escala: Continua

Fuente de información: Hoja de datos, Plicómetro.

Nombre de la variable: Circunferencia de Cadera

Tipo de variable: Otra de interés.

Definición conceptual: Perímetro de la cadera.

Definición operacional: Circunferencia obtenida en centímetros al nivel de la protuberancia más notoria.

Escala: Continua

Fuente de información: Hoja de datos, Cintra métrica.

Nombre de la variable: Grasa subcutánea

Tipo de variable: Otra de interés.

Definición conceptual: Grasa subcutánea de la pared abdominal anterior.

Definición operacional: Medida como el grosor mínimo grosor de la capa de grasa subcutánea, medida con ecografía en la línea alba hasta el ombligo (55).

Escala: Continua

Fuente de información: Hoja de datos, Ecografía.

Nombre de la variable: Grasa Visceral

Tipo de variable: Otra de interés.

Definición conceptual: Índice Graso de la Pared Abdominal: Abdominal Wall Fat Index (AWFI).

Definición operacional: Calculado como el resultado de dividir la grasa preperitoneal entre con la grasa subcutánea (55).

Escala: Continua

Fuente de información: Hoja de datos, Ecografía.

Nombre de la variable: Grasa Visceral

Tipo de variable: Otra de interés.

Definición conceptual: Esteatosis hepática.

Definición operacional: Esteatosis hepática reportado por un ecógrafo con base en un registro ecográfico (63):

- Leve: se observa aumento de ecogenicidad y hepatomegalia

- Moderada: se agrega atenuación del sonido
- Severa: No se visualizan la pared de los vasos portales y diafragma

Escala: Categórica

Fuente de información: Hoja de datos, Ecografía.

7.6.- Instrumentos de medición y control de calidad

Se entrenó previamente a la persona designada para tomar las mediciones antropométricas y se tomaron por triplicado para calcular el coeficiente de variación (desviación estándar/media), antes de iniciar el proyecto.

Las balanzas y estadímetros se calibraron al inicio de cada sesión de medición, se utilizaron cintas métricas metálicas de 150 cm de largo y aproximadamente 7 mm de ancho, graduadas en centímetros y milímetros, blancos, con las escalas en color negro, o cualquier combinación de colores que produzca un buen contraste. Las mismas fueron calibradas antes de cada sesión de medición, desechando las que no concuerden con el patrón de referencia. También se corroboró la calibración a 0 del antropómetro antes de la sesión de mediciones.

7.7.- Procedimientos

Tras registro en FASPYN, se gestionó una autorización en escuelas del área metropolitana de Monterrey; en conjunto con el personal administrativo de la escuela, se identificaron niños de entre 7 y 8 años de edad. Durante una de las juntas de la Sociedad de Padres de Familia de cada escuela, se describió el propósito y la metodología de la investigación en términos entendibles, invitándolos a participar como observadores, se dio lectura a la carta de consentimiento informado y se contestaron preguntas. Con ayuda del profesor titular se envió como circular, una carta de consentimiento y una encuesta con los datos personales y familiares del niño.

A los niños que retornaron la Carta de Consentimiento Informada firmada y la encuesta llena, se les invitó (asentimiento) a participar en el proyecto, a los niños que accedieron se les tomó el peso, la estatura y las medidas antropométricas, además de una ecografía de abdomen superior. Durante la medición se solicitó la presencia de un maestro o padre de familia, como testigo y colaborador.

7.7.1.- Mediciones antropométricas:

a) Peso (en kilogramos, con dos decimales) se midió con ropa ligera, sin zapatos, de pie sobre una báscula digital marca SECA® modelo 813 (México) con capacidad de hasta 200 kg, previamente calibrada (70).

b) Talla: se cuantificó mediante un estadímetro graduado, marca SECA® modelo 213 (México), el cual puede medir hasta 203 cm de estatura. El sujeto permaneció parado con pies juntos y talones, glúteos y parte superior de la espalda en contacto con la escala. La cabeza orientada según el plano de Frankfort*, sin necesidad de tocar la escala. Se tomó la medida después de una inspiración profunda (70).

*Plano de Frankfort: Se obtiene cuando el Orbitale (el borde inferior de la cuenca de los ojos) está en el mismo plano horizontal del Tragión (protuberancia superior del tragus del oído).

c) Circunferencia de cintura (en centímetros, con una decimal), se midió con una cinta métrica metálica graduada en centímetros y milímetros, marca Rosscraft® (US). El perímetro se tomó en el nivel más estrecho, entre el borde del costal inferior (10ª costilla) y la cresta ilíaca, con los brazos a los costados, al final de una espiración normal (70).

- d) Circunferencia de Cadera (en centímetros, con una decimal), se midió con una cinta métrica metálica graduada en centímetros y milímetros, marca Rosscraft® (US), de pie, en el punto más prominente del relieve de los músculos glúteos (70).
- e) Circunferencia de muñeca: (en centímetros, con una decimal), con la extremidad superior derecha extendida en ángulo de 45° con respecto al eje del cuerpo y la mano en posición antropométrica. Se midió, con una cinta métrica metálica graduada en centímetros y milímetros, marca Rosscraft® (US), después de las apófisis estiloides del cúbito y del radio, rodeando la región en un plano perpendicular al eje longitudinal del antebrazo (70).
- f) Diámetro biacromial: (en centímetros, con una decimal), se colocaron las ramas de un antropómetro grande, marca Rosscraft® (US), en los puntos más laterales de los procesos acromiales (la persona con los brazos a los costados), con una inclinación ascendente de 30°, se aplicó presión para oprimir el tejido, sin mover los hombros (70).
- g) Diámetro bitrocantérico: (en centímetros, con un decimal) con el sujeto de pie y los brazos a los costados, se colocaron las ramas de un antropómetro marca Rosscraft® (US) grande en los puntos donde se palpen el trocánter mayor de cada lado, se aplicó presión para oprimir el tejido, sin mover la cadera (70).
- h) Diámetro del Codo: (en centímetros, con una decimal), con el sujeto de pie, se pidió doblar la articulación del codo, con el brazo levantado, se colocó el antropómetro chico, marca Rosscraft® (US), en la parte más ancha de la articulación (70).
- i) Pliegue cutáneo tricipital: (en milímetros) se midió con un plicómetro marca Slim guide® (ES), con el sujeto de pie, en la región posterior, a la mitad del

brazo, se pellizó la piel con doble capa de piel más el tejido adiposo subcutáneo subyacente, se mantuvo presionado entre los platillos de compresión del plicómetro (70).

- j) Pliegue cutáneo subescapular: (en milímetros) se midió con un plicómetro marca Slim guide® (ES), en con el sujeto de pie, 2 cm debajo de la punta de la escapula, en un ángulo de 45°, se pellizó la piel con doble capa de piel más el tejido adiposo subcutáneo subyacente, se mantuvo presionado entre los platillos de compresión del plicómetro (70).
- k) Índice de Masa Corporal (IMC): Se calculó partiendo de la división del peso de kilogramos entre el cuadrado de la estatura en metros (70).

7.7.2 Mediciones ecográficas

- a) Esteatosis hepática: con el sujeto recostado y expuesto el abdomen, se colocó el transductor sobre el costado de la persona y se localizó el hígado posteriormente se comparó su densidad con la densidad de la corteza del riñón.
- b) Grasa subcutánea de la pared: con el sujeto recostado y el abdomen expuesto, sin hacer presión, se colocó el transductor sobre la pared del abdomen, debajo del apéndice xifoides, sobre la línea alba, se localizó la pared muscular del abdomen se mide la distancia entre ésta y la piel.
- c) Grasa preperitoneal: con el sujeto recostado y el abdomen expuesto, sin hacer presión se colocó el transductor sobre la pared del abdomen, debajo del apéndice xifoides, sobre la línea alba, y se mide la grasa preperitoneal.
- d) Índice graso de pared abdominal: Calculado como el resultado de dividir la grasa preperitoneal entre con la grasa subcutánea.

7.8 Plan de Análisis

Los sujetos se dividieron por sexo en tres grupos según su complexión ósea, se calculó el promedio y la desviación estándar. Además se reportó el intervalo de confianza (I.C. 95%), posteriormente se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre: CC y cantidad de grasa visceral de cada complexión ósea, por sexo. Los coeficientes de correlación se compararon mediante el coeficiente de determinación.

8.- CONSIDERACIONES ÉTICAS

Esta investigación de acuerdo con el "Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud" (72), en su Título 2º, Capítulo 1º, Artículo 17, Fracción II, se consideró como investigación con riesgo mínimo: ya que el sujeto se sometió a procedimientos comunes y rutinarios de exploración física y diagnóstico. Se revisó cuidadosamente la bibliografía para formar antecedentes y escribir la parte metodológica del proyecto, tomando en cuenta que la investigación debe basarse en un conocimiento cuidadoso del campo científico (Artículo 11 de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial" adaptada por 52a Asamblea General, en Edimburgo, Escocia en el año 2000 (69). También se consideró el artículo 13, el 15 y las últimas enmiendas de la declaración.

El proyecto es congruente con la Ley General de Salud (72), de los Estados Unidos Mexicanos, título quinto "Investigación para la salud", capítulo único, Artículo 100, dado que su realización no expuso a los participantes a riesgos y daños innecesarios (Artículo 100, Fracción III) y se apegó a los principios científicos y éticos que justificaron su realización, con la que se pretende producir nuevo conocimiento (Artículo 100, Fracción I y II). Y se ajustó a las Normas Institucionales en Materia de Investigación Científica, se sometió a su evaluación y registro correspondiente.

A los padres de los participantes en que se detectaron valores anormales de presión arterial u otro dato que pudiera indicar riesgo o enfermedad, se les informó mediante una circular y se les recomendó acudir a consultar a su Servicio Médico. La información se manejó de forma anónima y si algún participante no aceptó colaborar en forma voluntaria, no se le obligó o coaccionó. Se anexa el formato de consentimiento informado (Anexo B).

9.- RESULTADOS

Para determinar los puntos de corte del tipo de complexión ósea, se estudiaron 331 escolares, aparentemente sanos y con edades de 7.88 ± 0.57 años, el 49.80% (n=166) fueron mujeres. La mayoría (96.37%) originarios del Estado de Nuevo León.

El peso y la estatura de hombres y mujeres fueron muy semejantes, tampoco se identificaron diferencias significativas en mediciones como diámetro biacromial, bitrocantéreo o circunferencia de cintura (Tabla V.)

Tabla V.- Población según características antropométricas

| Antropometría | Hombres X + D.E. | Mujeres X + D.E. | Valor de p |
|------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|
| PESO (kg) | 29.00 ± 7.91 (n=166) | 28.40 ± 7.12 (n=168) | 0.468 |
| TALLA (cm) | 126.10 ± 7.15 (n=166) | 125.54 ± 6.92 (n=168) | 0.471 |
| D. BIACROMIAL (cm) | 28.77 ± 2.33 (n=166) | 28.74 ± 2.29 (n=168) | 0.090 |
| D. BITROCANTÉRICO (cm) | 23.27 ± 2.43 (n=166) | 23.10 ± 2.23 (n=168) | 0.510 |
| C. CINTURA (cm) | 63.31 ± 8.55 (n=166) | 61.72 ± 8.41 (n=168) | 0.089 |
| C. CADERA (cm) | 69.54 ± 8.41 (n = 166) | 69.03 ± 7.77 (n = 168) | 0.422 |
| G. VISCERAL (mm) | 8.12 ± 2.89 (n = 76) | 9.17 ± 2.36 (n = 57) | 0.027 |
| G.SUBCUTÁNEA (mm) | 4.83 ± 3.87 (n = 76) | 5.65 ± 3.73 (n = 57) | 0.221 |

Fuente: hoja de datos

Los puntos de corte con los que se categorizó la complexión ósea, derivaron de identificar el percentil 33 y el 66 (terciles) del diámetro biacromial, el punto de corte para complexión pequeña en hombres fue de <27.60 cm, para complexión mediana 27.61 a 29.49 cm, y complexión grande ≥ 29.50 cm, por su parte en

mujeres el punto de corte para complexión pequeña fue <27.70 cm, para complexión mediana de 27.70 a 29.65 cm y para complexión grande ≥ 29.66 cm.

En 133 niños, 75 varones y 57 mujeres, se midió el espesor de la capa de grasa visceral mediante ecografía de abdomen superior (Tabla V).

El 42.9 % presentó complexión chica, el 33.8% complexión mediana y el 23.3% complexión grande; la división por sexos se presenta en la Tabla VI.

Tabla VI- Escolares según complexión ósea y sexo

| COMPLEXIÓN ÓSEA | HOMBRES n (%) | MUJERES n (%) |
|-----------------|------------------|------------------|
| CHICA | 36 (47.36) | 21 (36.84) |
| MEDIANA | 26 (34.21) | 19 (33.33) |
| GRANDE | 14 (18.42) | 17 (29.82) |
| TOTAL | 76 (100) | 57 (100) |

n=133

Fuente: hoja de datos

Sin la estratificación por sexo, la correlación de la circunferencia de cintura con la grasa visceral, es significativa ($p = 0.000$) de 0.643, con coeficiente de determinación en 0.414. Tanto hombres como mujeres presentaron una correlación significativa ($p < 0.05$) entre la circunferencia de la cintura y la grasa visceral cercana a 0.650 (Figura 4; Tabla VII).

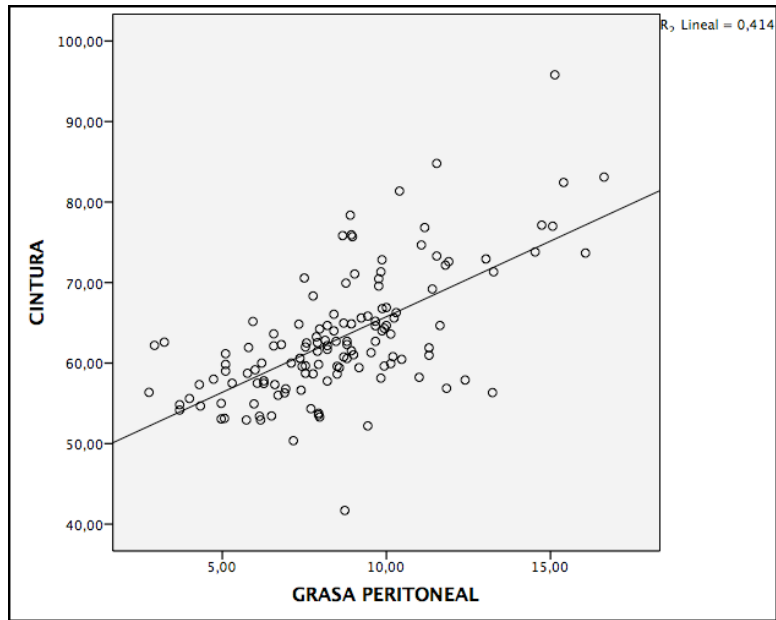


Figura 4.- Diagrama de dispersión y línea de regresión, Correlación de la Circunferencia de Cintura con la Grasa Visceral.

Tabla VII.- Correlación de la circunferencia de cintura y grasa visceral, según sexo

| | r | r ² | p |
|-----------------|-------|----------------|-------|
| GENERAL (n=133) | 0.643 | 0.414 | 0.000 |
| HOMBRES (n=76) | 0.649 | 0.421 | 0.000 |
| MUJERES (n=57) | 0.670 | 0.449 | 0.000 |

Fuente: hoja de datos

Los grupos con una correlación más significativa fueron el grupo de hombres con complexión grande con 0.725 y una p de 0.002, y el de mujeres con complexión grande siendo 0.660 y una p de 0.002. Las complexiones chicas en hombres es de 0.422 y en mujeres es de 0.574 ambos con una p menor a 0.050
Tabla VIII.

Tabla VIII.- Correlación de la circunferencia de cintura y grasa visceral, según sexo y complexión ósea

| COMPLEXIÓN ÓSEA | HOMBRES | | | MUJERES | | |
|--------------------|---------|----------------|-------|---------|----------------|-------|
| | r | r ² | p | r | r ² | p |
| CHICA | 0.422 | 0.178 | 0.005 | 0.574 | 0.329 | 0.003 |
| MEDIANA | 0.285 | 0.081 | 0.079 | 0.199 | 0.039 | 0.207 |
| GRANDE | 0.725 | 0.526 | 0.002 | 0.660 | 0.435 | 0.002 |

N=133

Fuente: hoja de datos

Con base en el coeficiente de determinación la correlación de la circunferencia de cintura y grasa visceral es 3 veces mayor en niños con complexión grande que en complexión chica; y es 1.25 veces mayor en niñas con complexión grande que en complexión chica.

10.- DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La utilidad clínica de algunas medidas antropométricas como la circunferencia de la cintura y el IMC se basa en su capacidad para predecir riesgo de enfermedades cardiovasculares, hipertensión y diabetes mellitus (73).

Si bien en adultos, la circunferencia de la cintura ha mostrado ser un factor de riesgo para enfermedades metabólicas e incluso se constituye como un criterio diagnóstico para el síndrome metabólico en adultos (74), la estandarización de su uso no se ha llevado a cabo del todo (73).

Recientemente se han reportado criterios aplicables a niños, para el diagnóstico del síndrome metabólico, estos incluyen la medición de circunferencia de la cintura (73), también se han reportado valores de corte de la circunferencia de la cintura, ajustados por edad y sexo en infantes y adolescentes para poblaciones como la suiza (75), la mexicana (76), la española (77) y la inglesa (78), los valores son muy semejantes.

Debido a que el niño y la niña se encuentran inmersos en un proceso de crecimiento y desarrollo que culmina después de la pubertad (79), la velocidad y edad de maduración se ven influenciadas por la etnicidad, el sexo e incluso el peso corporal (80). Se necesita precaución al momento de aplicar un punto de corte para utilizar alguna medición antropométrica como parámetro diagnóstico.

La utilidad clínica de los índices antropométricos radica en su capacidad de predecir la acumulación de grasa en el tejido graso visceral, el cual se relaciona con el desarrollo de factores de riesgo para enfermedades metabólicas y cardiovasculares (81). Particularmente, nuestro análisis documenta una alta correlación (0.643) de la circunferencia de la cintura con la grasa visceral medida por ecografía. En niños y niñas el ultrasonido es una herramienta útil para medir la grasa visceral e incluso la grasa subcutánea (56, 82).

Por su parte, la determinación de la complexión ósea es ampliamente utilizado durante la valoración nutricional del adulto, frecuentemente se utiliza el índice: circunferencia de la muñeca/talla (83), pero no existe un consenso sobre la metodología para categorizar la complexión ósea en los niños y niñas.

Algunos artículos identifican el marco óseo como sinónimo de complexión, y utilizan el diámetro biacromial o bitrocantérico; la literatura es escasa en cuanto a puntos de corte, en este trabajo reportamos que <27.60 cm y ≥ 29.50 cm en niños, y <27.70 y ≥ 29.66 cm en niñas para definir complexión pequeña y grande respectivamente, para población de 7 y 8 años de edad.

En un estudio longitudinal realizado por Lucas Teghan et. al. con una población sudafricana, utilizando los diámetros biacromial y biliocrestal, los niños con tronco más amplios tuvieron los pliegues cutáneos mayores que aquellos con tronco estrechos (84).

La variación de los índices y medidas antropométricas impactan sobre su confiabilidad como predictores de los diferentes componentes del organismo (grasa, tejido magro, etc.), hasta nuestro entendimiento este es el primer reporte de la variabilidad de la circunferencia de la cintura asociada con la complexión ósea en niños.

A pesar de que nuestros resultados sólo son aplicables a niños de 7-8 años de edad, provenientes de población urbana, la corroboración de estos hallazgos en otras poblaciones permitirá optimizar la clasificación nutricional del niño y su manejo.

En niños de complexión pequeña la variabilidad es mayor que en los de complexión grande. La falta de correlación significativa en niños y niñas de complexión mediana probablemente se deba a un efecto del tamaño de

muestra, sin embargo la correlación general de la complexión con la grasa visceral es significativa. Esto obliga a tener en cuenta este efecto durante la evaluación nutricional del niño y adolescente. La mejor clasificación de la población infantil facilitará la identificación de la población de mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares.

11.- CONCLUSIONES

La correlación de la circunferencia de cintura y grasa visceral es 3 veces mayor en niños con complexión grande que en complexión chica; y es 1.25 veces mayor en niñas con complexión grande que en complexión chica, ambas con una p menor de 0.05.

Es decir, la correlación de la circunferencia de cintura y la grasa visceral, es mayor en la complexión grande en ambos sexos.

Es indispensable tomar en cuenta la complexión del niño durante la evaluación nutricional y la estimación de riesgo de patologías asociadas.

12.- REFERENCIAS

1. Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A, Cuevas-Nasu L, Romero-Martínez M, Hernández-Ávila M. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública; 2012.
2. Heymsfield S, Lohman T, wang Z, Going, S. Composición corporal. 2a ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2007.
3. Asociación Española de Pedriatría. Libro Blanco de las Especialidades Pediátricas.1ª ed. Madrid: Exlibris Ediciones, S.L.; 2011.
4. Pombo M, Castro-Feijóo L, Cabanas P. El niño de talla baja. Protoc diag ter pediatr 2011;1:236-254.
5. Vazquez-Garibay E, Romero-Velarde E. Esquemas de alimentación saludable en niños durante sus diferentes etapas de la vida: Parte II. Preescolares, escolares y adolescentes. Bol Med Hosp Infant Mex 2008;65(6): 506-615.
6. Marchant C, Bancalari R, Díaz C, Zamorano J, Cerda V, Fernández M, Gabin F, Muñoz P, Cavada G, García H. La autoevaluación es un método poco confiable para establecer el desarrollo puberal en escolares. Rev Chil Pediatr 2012;(83)4:345-351.
7. Chumlea W, Wisemandle W, Guo S, Siervogel R. Relations between frame size and body composition and bone mineral status. Am J Clin Nutr 2002;75(6);2012-2016.
8. Bemjumea M, Bacallano J, Dussán C. Concordancia del índice de peso para la talla con el índice de masa corporal. Rev Cub de Sal Púb 2001;28(2):76-99.
9. Peña M, Cárdenas E, Del Olmo J. Crecimiento y maduración ósea en deportistas preadolescentes y adolescentes. Estudios de antropología biológica 1982;2;453-466.

10. Katch V, Freedson P. Body size and shape: derivation of the "HAT" frame size model. *Am J Clin Nutr* 1982;36(4):669-675.
11. Lucas T, Henneberg M. Body Frame Variation and Adiposity in Development, A Mixed-Longitudinal Study of "Cape Coloured" Children. *Am J Hum Biol* 2014;26(2):151-155.
12. Henneberg M, Ulijaszek S. Body Frame dimensions are related to obesity and fatness; lean trunk size, Skinfolds, and Body Mass Index. *Am J Hum Biol* 2010;22(1):83-91.
13. Córdoba D, Carmona M, Trán O, Márquez O. Relación del estilo de vida y estado de nutrición en estudiantes universitarios: estudio descriptivo de corte trasversal. *Medwave* 2013;13(11):58-64.
14. Secretaría de Gobernación, Estados Unidos Mexicanos. Norma Oficial Mexicana NOM-008-SSA3-2010, Para el tratamiento integral del sobre peso y la obesidad. México: Diario Oficial de la Federación; 2010.
15. Secretaría de Gobernación, Estados Unidos Mexicanos. Norma Oficial Mexicana NOM-031-SSA2-1999, Para la atención a la salud del niño. México: Diario Oficial de la Federación; 1999.
16. Secretaría de Salud, Estados Unidos Mexicanos. Guía Práctica Clínica "SSA-025-08" Prevención y diagnóstico de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes en el primer nivel de atención. [En línea] 2008. www.cenetec.salud.gob.mx/interior/gpc.html.
17. Centers for Disease Control and Prevention. Growth charts. 2000. <http://www.cdc.gov/growthcharts/data/spanishpdf95/co06l024.pdf>.
18. World Health Organization. Growth reference 5-19 years. WHO. [En línea] 2014. [Citado el: 07 de 05 de 2014.] http://www.who.int/growthref/who2007_bmi_for_age/en/.
19. International Obesity Task Force. World Obesity. [En línea] 2012. <http://www.worldobesity.org/aboutobesity/child-obesity/newchildcutoffs/>.
20. Tchernof A, Després JP. Pathophysiology of human visceral obesity; an update. *Physiol Rev* 2013;93(1):359-404.

21. Krakauer N, Krakauer J. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index. *PLoS ONE* 2012;7:e39054.
22. Sardinha LB, Teixeira PJ. Medición de la adiposidad y distribución de la grasa en relación con la salud. En Heymsfield, SB y otros. *Composición corporal*. 2a ed. México: McGrawHill/ Interamericana; 2007.
23. Ramírez E, Grijalva-Halo MI, Ponce JA, Mauro W. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en el noroeste de México por tres referencias de índice de masa corporal: diferencias en la clasificación. *Archivos Latinoamericanos en Nutrición* 2006;56:251-256.
24. Bonthuis M, Jager K, Abu-Hanna A, Shaefer F, van Stralen K. Application of Body Mass Index According to Height-Age in Short and Tall Children. *PLoS ONE* 2013;8(8):e72068.
25. Gao T, Leonard MB, Zemel B, Kalwarf HJ, Foster BJ. Interpretation of Body Mass Index in Children with CKD. *Clin J Am Soc Nephrol* 2012;7(4):558-564.
26. Pérez M, Cabrera W, Varela G, Garaulet M. Distribución regional de la grasa corporal. Uso de técnicas de imagen como herramienta de diagnóstico nutricional. *Nutr Hosp* 2010;25(2):207-223.
27. Suite of Healthcare Products A.D.A.M. [En línea] 2014 de Noviembre de 29. [Citado el: 2014 de Noviembre de 29.] www.adam.com.
28. Katzmaryk P, Shen W, Baxter-Jones A, Bell J, Butte N, Demerath E, Gilsanz V, Goran M, Hirschler V, Hu H, Maffei C, Malina R, Müller M, Pietroelli A, Wells J. Adiposity in children and adolescents: correlates and clinical consequences of fat stored in specific body depots. *Pediatric Obesity* 2012;7(5):42-61.
29. Malina R, Bouchard C, Bar-Or, O. Growth maturation and Physical Activity. *Human Kinetics*. 2a ed. Illinois: Hardback; 2004.
30. Brambilla P, Bedogni G, Moreno LA, Goran MI, Gutin B, Fox KR, Peters DM, Barbeau P, de Simone M, Pietrobelli A. Crossvalidation of anthropometry against magnetic resonance imaging for the assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue in children. *Int J Obes (Lond)* 2006;30(1):23-30.

31. Childhood adiposity, adult adiposity, and cardiovascular risk factors. Juonala M; Magnussen C; Berenson G; Venn A; Burns T. 2011, N. Engl J. Med, Vol. 365, págs. 1876-1885.
32. Aguilar M, González E, García C, García P, Álvarez J, Padilla C, Mur N. Estudio comparativo de la eficiencia del índice de masa corporal y el porcentaje de grasa corporal como método para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad en población pediátrica. *Nutr Hosp* 2012;27(1):185-191.
33. Davis J, Le KA, Walker RW, Vikman S, Spruijt-Metz D, Weigensberg MJ, Allayee H, Goran MI. Increased hepatic fat in overweight hispanic youth influenced by interaction between genetic variation in PNPLA3 and high dietary carbohydrate and sugar consumption. *Am J Clin Nutr* Vol. 2012;92(6):1522-1527.
34. Ferrannini, E Balkau B, Coppack SW, Dekker JM, Mari A, Nolan J, Walker M, Natali A, Beck-Nielsen H. RISC Investigators. Insulin Resistance, Insulin Response and Obesity as Indicators of Metabolic Risk. *Am J Clin Endocrinol Metab* 2007;92(8):2885-2892.
35. Pimental G, Moreto F, Takahashi MM, Portero-McLellan KC, Burini RC. Sagittal abdominal diameter, but not waist circumference is strongly associated with glycemia, triacylglycerols and HDL.c levels in overweight adults. *Nutr Hosp* 2011;26(5):1125-1129.
36. Urrejola P, Hodgson B, Icaza M. Evaluación de la composición corporal en niñas usando impedanciometría bioeléctrica y pliegues subcutáneos. *Rev Chil Pediatr* 2001;72(1):26-33.
37. Surveza A. *Obesidad. Consideraciones desde la nutriología*. 1a ed. Mexico: McGrawHil; 2012.
38. Musaad S, Patterson T, Ericken M, Lindsey M, Dietrich K, Succop P, Khurana G. Comparison of anthropometric measures of obesity in childhood allergic asthma: central obesity is most relevant. *J Allergy Clin Immunol* 2009;123(6):1321-1327.
39. Correlación entre el índice de masa corporal y las circunferencias corporales de niños de 4 a 10 años. Cossio, M y Arruda, M. 2, 2010, *Anales de la Facultad de Medicina*, Vol. 71, págs. 79-82.

40. Composición corporal: su importancia en la práctica clínica y algunas técnicas relativamente sencillas para su evaluación. Martínez, E. 1, 2010, Salud Uninorte, Vol. 26, págs. 98-116.
41. Tracking and Risk of Abdominal Obesity in the Adolescence Period in Children Aged 7–15. The Cracow Longitudinal Growth Study. Chrzanowska, M, Suder, A y Kruszelnicki, P. 1, 2012, Am J Hum Biol, Vol. 24, págs. 62-67.
42. Sociedad Argentina de Pediatría Guías de práctica clínica para la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de la obesidad. Archivos Argentinos de Pediatría 2011; 256-266.
43. Esquivel M, Rubén M, González C, Rodríguez L, Tamayo V. Curvas de crecimiento de la circunferencia de la cintura en niños y adolescentes habaneros. Rev Cubana Pediatr 2011;83(1):44-55.
44. Zayas G, Chiong D, Díaz Y, Torriente A, Herrera X. Obesidad en la infancia: diagnóstico y tratamiento. Rev Cubana Pediatr 2002;74(3):233-239.
45. González-Jiménez E, Montero-Alonso M, Schmidt-Rio J. Estudio de la utilidad del índice de cintura-cadera como predictor del riesgo de hipertensión arterial en niños y adolescentes. Nutr Hosp 2012;28(6):1993-1998.
46. Bassali R, Waller, JL, Gower B, Allison J, Davis CL. Utility of waist circumference percentile for risk evaluation in obese children. Int J Pediatr Obes 2010;5(1):97-101.
47. Junqueira A, Frandsen L, Paixao R, Lanes R, Castro S, Geloneze B, Priore S, Ribeiro D. Mediciones Distintas del Diámetro Abdominal Sagital y del Perímetro de la Cintura en la Predicción del HOMA-IR. Arq Bras Cardiol 2009;93(5):501-508.
48. Duarte G, Portero K, Maestá N, Correte J, Burini R. Precisión de diámetro abdominal sagital como predictor de la grasa abdominal en brasileños adultos: una comparación con la circunferencia de la cintura. Nutr Hosp 2010;25(4):656-661.
49. Franch J. Obesidad intraabdominal y riesgo cardiometabólico. Aten Primaria 2008;40(4):199-204.

50. Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3–19 y^{1–3}. *Am J Clin Nutr*, 2000;72(2):490-495.
51. Diniz M, Coelho P, Kruse I, Siqueira AP, Silva A. Body fat assessment by bioelectrical impedance and its correlation with anthropometric indicators. *Nutr Hosp* 2012;27(6):1999-2005.
52. Holzhauser S, Zwijsen RM, Jaddoe VW, Boehm G, Moll HA, Mulder PG, Kleyburg-Linkers VA, Hofman A, Witteman JC. Sonographic assessment of abdominal fat distribution in infancy. *Eur J Epidemiol* 2009;24(9):521-529.
53. Wells JC. The programming effects of early growth. *Early Hum Dev* 2007;83(12):743-748.
54. Goran MI. Visceral fat in prepuberal children influence of obesity, anthropometry, ethnicity, gender, diet, and growth. *J Hum Biol*, Vol. 1999;11(2):201-207.
55. Suzuki R, Watanabe S, Hirai Y, Akiyama K, Nishide T, Matsushima Y, et al. Abdominal wall fat index, estimated by ultrasonography, for assessment to the ratio of visceral fat to subcutaneous fat in the abdomen. *American Journal of Medicine* 1993;309-314.
56. De Lucia E, Modi N, Uthaya S, Huges IA, Dunger DB, Acerini C, et al. Ultrasound Estimates of Visceral and Subcutaneous-Abdominal Adipose Tissues in Infancy. *J Obes* 2013;951954:1-9.
57. Dixon, JB. The effect of obesity on health outcomes. *Moll Cel Endocrinol* 2010;316(2):104-108.
58. Dietz W. Health consequences of obesity in youth: childhood predictors of adult disease. *Pediatrics* 1998;101:518-525.
59. Weiss R, Bremer A, Lustin R. What is metabolic syndrome, and why are children getting it?. *Ann N.Y. Acad Sci* 2013;1281:123-140.
60. Organización Mundial de Gastroenterología. Enfermedad del hígado graso no alcohólico y esteatohepatitis no alcohólica. USA: WGO; 2012.

61. González-Pérez B, Salas-Flores R. Esteatosis hepática en niños obesos. *Rev Endol Nutr* 2008;16(2):74-82.
62. Hamer O, Aguirre D; Casola G, Lavine J, Woenckhaus M, Sirlin C. Fatty liver: imaging patterns and pitfalls. *RadioGraphics* 2006;26(6):1637-1653.
63. Csendes P, Paolinelli P, Busel D, Venturelli V, Rodríguez J. Hígado graso: ultrasonido y correlación anatomopatológica. *Rev Chil Radiol*, Vol. 2004;10(2):50-52.
64. Davison K, Birch L. Childhood overweight: a contextual model and recommendations for future research. *Obes Rev* 2001;2(3):150-171.
65. Raj M. Obesity and cardiovascular risk in children and adolescents. *Indian J Endocrinol Metab* 2012;16(1):13-19.
66. Domínguez-Velazquez P, Olivares S, Santos J. Influencia familiar sobre la conducta alimentaria y su relación con la obesidad infantil. *ALAN* 2008;58(3):249-255.
67. Gardner D, Hosking J, Metcalf B. Contribution of early weight gain to childhood overweight and metabolic health: a longitudinal study. *Pediatrics*, Vol. 2009;123(1):67-73.
68. Weng SF, Redsell SA, Swift JA, Yang M, Glazebrook CP. Systematic review and meta-analyses of risk factors for childhood overweight identifiable during infancy. *Arch Dis Child* 2012;97(12):1019-1026.
69. Velazco V, Martínez V, Rois J. Muestreo y tamaño de muestra. Una guía práctica para el personal de salud que realiza investigación. Buenos Aires: Editorial e-libro.net; 2003.
70. Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A, Carter L. International standards for anthropometric assessment. ISAK: South Africa; 2006.
71. World Medical Association. Declaración de Helsinki de la AMM. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. [En línea] [Citado el: 10 de Junio de 2013.] <http://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3>.

72. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley General de Salud. Diario Oficial de la Federación. [En línea] 2013. [Citado el: 19 de Junio de 2013.] <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/142.pdf>.
73. Guajillo M, Monereo S, Merino M, Iglesias P, Vega B. Prevalencia de síndrome metabólico en una población de niños y adolescentes con obesidad. *Endocrinol Nutr*, Vol. 2012;59(13):155-159.
74. Bener A, Yousafzai M, Darwish S, Hammaq, A, Narsralla E, Abdul-Ghani M. Obesity Index That Better Predict Metabolic Syndrome: Body Mass Index, Waist Circumference, Waist Hip Ratio, or Waist Height Ratio. *J Obes* 2013;269038:1-9.
75. Aebeli I, Gut-Knabenhans I, Kusche-Ammann RS, Molinari L, Zimmermann MB. Waist circumference and waist-to-height ratio percentiles in a nationally representative sample of 6–13 year old children in Switzerland. *Swiss Med Wkly* 2011;141:w13227.
76. Klünder-Klünder M, Flores-Huerta S. Waist Circumference Values According to Height Percentiles: A Proposal to Evaluate Abdominal Obesity in Mexican Children and Adolescents Between 6 and 16 Years of Age. *J Arc Med* 2011;42:515-522.
77. Serra L, Ribas L, Aranceta J, Pérez C, Saavedra P, Peña L. Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del Estudio enKid (1998-2000). *Med Clin (Barc)* 2003;121(19):725-732.
78. McCarthy HD, Jarrett KV, Crawley HF. Original Communication The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0 – 16.9 y. *Eur J Clin Nutr* 2001;55:902-907.
79. Muñoz M, Pozo J. Pubertad normal y sus variables. *Pediatr Integral* 2001;15:507-518.
80. Johnson W. Patterns of linear growth and skeletal maturation from birth to 18 years of age in overweight young adult. *Int J Obes (Lond)* 2012;36(4):535-541.
81. Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obes Rev* 2012;13(3):275-286.


82. Liem ET, De Lucia, R, L'Abée C, Sauer PJ, Ong KK, Stolk RP. Measuring abdominal adiposity in 6 to 7-year-old children. *E J Clin Nutr* 2009;63:835-841.

83. Vorvick L, Zieve D. Cálculo del tamaño de la estructura corporal. Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU. [En línea] 17 de Agosto de 2014.
http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/esp_imagepages/17182.htm.

84. Teghan L, Henneberg M. Body Frame Variation and Adiposity in Development, A Mixed-Longitudinal Study of "Cape Coloured" Children. *Am J Hum Biol* 2014;26:151-155.

Anexo A: Cuestionario y Formato de recolección de datos

Anverso

|  UANL FaSPyN <small>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN, Facultad de Salud Pública y Nutrición</small> | | CORRELACION ENTRE LA CIRCUNFERENCIA DE LA CINTURA Y LA GRASA VISCERAL, EFECTO DE LA COMPLEXION OSEA Y GÉNERO EN POBLACIÓN ESCOLAR | | | |
|--|------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| ACEPTO MI HIJO(A) PARTICIPE EN EL PROYECTO: | | <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI | Fecha: | <input type="text"/> |
| Nombre del Alumno: | | | | | |
| | Apellido Paterno | Apellido Materno | | Nombre | |
| Sexo: | Hombre <input type="checkbox"/> | Mujer <input type="checkbox"/> | | | |
| Fecha de nacimiento: | <input type="text"/> | | Lugar de nacimiento: | <input type="text"/> | |
| Año escolar: | 2º <input type="checkbox"/> | 3º <input type="checkbox"/> | 4º <input type="checkbox"/> | | |
| Turno: | Matutino <input type="checkbox"/> | Vespertino <input type="checkbox"/> | Grupo: | <input type="text"/> | |
| Domicilio en: | Monterrey <input type="checkbox"/> | Guadalupe <input type="checkbox"/> | San Nicolas <input type="checkbox"/> | Otro <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> |
| | | | | | <i>¿Cuál?</i> |
| ¿Padece alguna ENFERMEDAD? | <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI | ¿Cuál? | | |
| ¿Tiene alguna ALERGIA? | <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI | ¿Cuál? | | |
| ¿Practica algun DEPORTE? | <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI | ¿Cuál? | | |
| ¿Cuántos días por semana hace deporte? | | | días x semana | | |

Reverso

| PARA SER LLENADO POR EL MEDICO O NUTRIOLOGO | | | | | | | | | |
|---|--|----|----------------|--|----|-------------|--|------|--|
| MEDICIONES | | | | | | | | | |
| Peso | | kg | Estatuta | | cm | T/A | | mmHg | |
| Peso | | kg | Estatuta | | cm | T/A | | mmHg | |
| Peso | | kg | Estatuta | | cm | T/A | | mmHg | |
| CIRCUNFERENCIAS | | | | | | | | | |
| Cintura | | cm | Cadera | | cm | Muñeca | | cm | |
| Cintura | | cm | Cadera | | cm | Muñeca | | cm | |
| Cintura | | cm | Cadera | | cm | Muñeca | | cm | |
| DIAMETROS | | | | | | | | | |
| Biacromial | | cm | Bitrocantérico | | cm | Codo | | cm | |
| Biacromial | | cm | Bitrocantérico | | cm | Codo | | cm | |
| Biacromial | | cm | Bitrocantérico | | cm | Codo | | cm | |
| PLIEGUES CUTANEOS | | | | | | | | | |
| Subescapular | | mm | Tríceps | | mm | Suprailiaco | | cm | |
| Subescapular | | mm | Tríceps | | mm | Suprailiaco | | cm | |
| Subescapular | | mm | Tríceps | | mm | Suprailiaco | | cm | |
| Mediciones por ecografía | | | | | | | | | |
| DISTANCIA AORTA-PARED ABDOMINAL (VAT) | | | | | | | | | |
| SAD | | cm | 1 | | cm | | | | |
| SAD | | cm | 2 | | cm | | | | |
| SAD | | cm | 3 | | cm | | | | |
| GRASA SUBCUTANEA DE PAI GRASA PERITONEAL INDICE GRASO DE PARED ABDOMINAL | | | | | | | | | |
| 1 | | mm | 1 | | mm | 1 | | cm | |
| 2 | | mm | 2 | | mm | 2 | | cm | |
| 3 | | mm | 3 | | mm | 3 | | cm | |

Anexo B: Carta de Consentimiento Informado



CONSENTIMIENTO INFORMADO

| | |
|------------------------|---|
| Título del Estudio | Correlación entre la circunferencia de la cintura y grasa visceral, efecto de la complexión ósea, edad y género |
| Investigador Principal | Dra. Alejandra Edith González Ayala |
| Institución | Facultad de Salud Pública y Nutrición, Universidad Autónoma de Nuevo León |
| Servicio | |
| Teléfono de Contacto | 81-15-99-22-49 |
| Persona de Contacto | Dra. Alejandra Edith González Ayala |

Su participación en este estudio es voluntaria. Es importante que lo lea y entienda.

El **objetivo del estudio** es determinar la correlación de la circunferencia de cintura y la grasa visceral, según las dimensiones de la complexión ósea, sexo y edad. **Para participar** se requiere que su niño tenga entre 7 y 8 años de edad, y acuda a clases durante el periodo de estudio y recolección de datos.

Entiendo que **la participación de mi hijo es voluntaria y consiste en:** a) Responder un cuestionario sobre datos personales; b) Permitir la medición del peso, talla, presión arterial, circunferencia del brazo, cintura y cadera, y del grosor de la grasa de la piel; c) Permitir un examen por ecografía del abdomen. Las mediciones que se llevarán a cabo **NO** implican molestias o riesgos para la salud. El médico del estudio le informará en caso de identificar **algún hallazgo significativo** que pudiera afectar el deseo de participar.

Su hijo puede beneficiarse al participar en este estudio al recibir un diagnóstico nutricional, el estado de la presión arterial, además del estado físico del hígado y por tanto, se le ofrecerá orientación sobre la necesidad de acudir a consulta con su médico de cabecera para mejorar la salud de su hijo.

Los procedimientos y pruebas relacionadas con el estudio **no tendrán ningún costo** y tampoco recibirá pago alguno a cambio de la participación en el estudio. La información recabada durante el estudio será **confidencial y se mantendrá el anonimato**.

En caso de dudas o preguntas relacionadas al estudio puedo comunicarme con el investigador principal al teléfono 81-15-99-22-49

Al firmar este consentimiento reconozco que mi participación **es voluntaria** y puedo negarme o suspender mi participación en cualquier momento sin sanciones ni pérdidas de los beneficios a los que de otro modo tengo derechos. Acepto que la información personal puede utilizarse y transferirse para nuevos estudios de investigación clínica con la finalidad de brindar más información. Entiendo que mi información puede ser auditada o inspeccionada por agencias reguladoras como la Secretaría de Salud, así como por la misma Institución. Se me entregó una copia del consentimiento informado.

FECHA

FIRMA

NOMBRE

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Alejandra Edith González Ayala
Candidata para el Grado de
Maestro en Ciencias en Salud Pública

Tesis: CORRELACIÓN ENTRE LA CIRCUNFERENCIA DE LA CINTURA Y LA GRASA VISCERAL, EFECTO DE LA COMPLEXIÓN ÓSEA Y GÉNERO EN POBLACIÓN ESCOLAR

Campo de Estudio: Ciencias de la Salud Pública

Datos Personales: Nacida en Monterrey, Nuevo León, el 7 de mayo de 1987
hija de Miguel Ángel González Osuna y Alejandra Edith Ayala Ruiz.

Educación: Egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León, grado
obtenido

Médico Cirujano y Partero en 2011.

Egresado del Colegio de Bioética de Nuevo León, grado obtenido

Master en Bioética en 2015 .