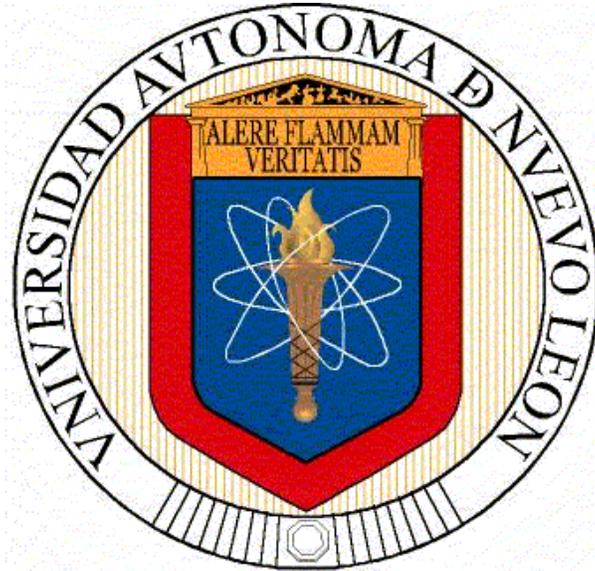


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN**



TESIS

EFFECTO DE LA COMPLEXIÓN ÓSEA SOBRE LA VARIABILIDAD DE ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS RELACIONADOS CON ADIPOSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DEL TEJIDO GRASO, ESTUDIO EN ESCOLARES.

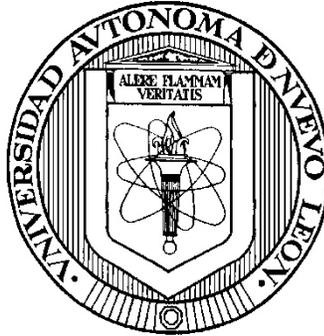
POR

MARISOL GÓMEZ NAVA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIAS EN SALUD PÚBLICA

NOVIEMBRE, 2015

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



**EFFECTO DE LA COMPLEXIÓN ÓSEA SOBRE LA VARIABILIDAD DE ÍNDICES
ANTROPOMÉTRICOS RELACIONADOS CON ADIPOSIDAD Y DISTRIBUCIÓN
DEL TEJIDO GRASO, ESTUDIO EN ESCOLARES.**

Por

L.N. Marisol Gómez Nava

**Dr. Francisco Javier Guzmán de la Garza
Director de Tesis**

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

Noviembre, 2015

**“EFECTO DE LA COMPLEXIÓN ÓSEA SOBRE LA VARIABILIDAD DE ÍNDICES
ANTROPOMÉTRICOS RELACIONADOS CON ADIPOSIDAD Y DISTRIBUCIÓN
DEL TEJIDO GRASO, ESTUDIO EN ESCOLARES”**

Aprobación de Tesis

Dr. Med. Francisco Javier Guzmán de la Garza
Presidente

Dr. en C.S. Esteban Gilberto Ramos Peña
Secretario

PhD. Ana María Salinas Martínez
Vocal

Monterrey, N.L. Noviembre 2015

COMITÉ DE EVALUACIÓN DE TESIS

EL Comité de Evaluación de Tesis APROBÓ la tesis titulada **“EFECTO DE LA COMPLEXIÓN ÓSEA SOBRE LA VARIABILIDAD DE ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS RELACIONADOS CON ADIPOSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DEL TEJIDO GRASO, ESTUDIO EN ESCOLARES”** presentada por **LN. Marisol Gómez Nava**, con la finalidad de obtener el grado de Maestría en Ciencias en Salud Pública.

Monterrey, Nuevo León, México _____ del 2015

Dr. en C.S. Esteban Gilberto
Ramos Peña
Presidente

Dr. en Med. Francisco Javier
Guzmán de la Garza
Secretario

PhD. Ana María
Salinas Martínez
Vocal

Dr. en C.S. ESTEBAN GILBERTO RAMOS PEÑA
Subdirector de Investigación, Innovación y Posgrado
Facultad de Salud Pública y Nutrición, UANL.

Nos permitimos comunicar a usted que hemos concluido la Dirección y Co-Dirección de la Tesis Titulada **“EFECTO DE LA COMPLEXIÓN ÓSEA SOBRE LA VARIABILIDAD DE ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS RELACIONADOS CON ADIPOSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DEL TEJIDO GRASO, ESTUDIO EN ESCOLARES”** presentada por LN. Marisol Gómez Nava, con la finalidad de obtener el grado de Maestría en Ciencias en Salud Pública.

Sin más por el momento le envío un cordial saludo

A t e n t a m e n t e,
“Alere Flammam Veritatis”
Monterrey, N. L., a _____ de 2015

Dr. Med. Francisco Javier
Guzmán de la Garza
Director de Tesis

Dr. en C.S. Esteban Gilberto
Ramos Peña
Co- Director

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Autónoma de Nuevo León, mi alma mater, por los programas de excelencia que oferta al público en general.

A CONACYT, por brindar programas de calidad, incluido dentro de ellos, la Maestría en Ciencias en Salud Pública, y por el apoyo económico que sin él, no podría haber enfocado mis esfuerzos totalmente al estudio y superación tanto académica como profesional.

A mi hermosa y especial familia, por todo el apoyo brindado sin excepción alguna.

Al Dr. Francisco Javier Guzmán de la Garza, mi maestro, asesor y director de tesis, gracias por todo el apoyo, la enseñanza, y sobre todo comprensión hacia mi persona, sin duda, una gran persona, y sobre todo maestro.

A mis mentoras, Dra. Liliana Zandra Tijerina González y Erika González Guevara, que sin su apoyo y la oportunidad que me dieron años atrás, no sé si hubiera estado en el lugar y momento preciso, para tomar esta gran y correcta decisión. Gracias por entrar a mi vida.

A mi hermana, por nunca dejar de creer en mí.

Y en especial a ti, por el apoyo, la tolerancia, paciencia, sobre todo gracias por la confianza, haces que todo sea más fácil de lograr.

DEDICATORIA

Este trabajo lleno de dedicación, constancia, y esfuerzo, así como de satisfacción tanto personal como profesional, va dirigido a mis dos pilares que nunca dejan de alentarme, el ejemplo de mi vida que espero poder un día llegar a igualar, gracias por apoyarme en cada paso que doy y en las decisiones que tomo, así como guiarme para un mejor futuro, papá y mamá.

Gracias por enseñarme que lo deseado puede lograrse, siempre y cuando se tenga la dedicación y esfuerzo.

Te lo dedico, en especial a ti, por siempre demostrarme y motivarme en que puedo lograr todas mis metas, y por nunca desampararme por más momentos críticos y estresantes que pueda estar pasando.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo	página
1. ANTECEDENTES.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Marco Teórico.....	2
1.3. Estudios Relacionados.....	17
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
3. JUSTIFICACIÓN.....	20
4. HIPÓTESIS.....	21
5. OBJETIVOS.....	22
5.1. Objetivo general.....	22
5.2. Objetivos específicos.....	22
6. MATERIAL Y MÉTODOS.....	23
6.1. Diseño del estudio.....	23
6.2. Universo de estudio.....	23
6.3. Población de estudio.....	23
6.4. Criterios de selección.....	23
6.5. Técnica Muestral.....	24
6.6. Cálculo del tamaño de la muestra.....	24
6.7. Variables.....	25
6.8. Instrumentos de medición y control de calidad.....	31
6.9. Procedimientos.....	31
6.10. Plan de Análisis.....	33
7. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	35
8. RESULTADOS.....	36
9. DISCUSIÓN.....	43
10. CONCLUSIONES.....	49
11. REFERENCIAS.....	50
ANEXO A. Cuestionario y formato de recolección de datos.....	60
ANEXO B Carta de Consentimiento informado.....	62
RESUMEN AUTOBIAGRÁFICO	

LISTA DE TABLAS

Tabla	página
Tabla 1. Criterios para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes.....	7
Tabla 2. Criterios según OMS (2007) para la clasificación del estado nutricional en base a IMC/edad.....	9
Tabla 3. Lugar de origen de los participantes.....	36
Tabla 4. Coeficiente de determinación (r^2) de las mediciones antropométricas utilizadas para definir complexión ósea en escolares de Monterrey y su área metropolitana.....	37
Tabla 5. Características antropométricas de la población, según sexo y complexión ósea.....	49
Tabla 6. Promedio y desviación estándar de los índices antropométricos, según sexo y complexión ósea.....	41
Tabla 7. Coeficiente de variación de índices antropométricos en escolares de diferentes complexiones óseas y sexo.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura	página
Figura. No. 1. Representación de perfil corporal según distribución de grasa corporal en adultos	5
Figura. No. 2. Diagnóstico nutricional con base en IMC/edad	38
Figura No. 3. Diagrama de Venn y coeficientes de determinación (r^2) entre los diferentes índices antropométricos.....	43

LISTA DE ACRÓNIMOS

	Acrónimo	Significado
1.	OMS	Organización Mundial de la Salud
2.	IMC	Índice de Masa Corporal
3.	Kg	Kilogramo
4.	m	Metro
5.	IMC/edad	Índice de Masa Corporal para la edad
6.	DM	Diabetes Mellitus
7.	HTA	Hipertensión Arterial
8.	SM	Síndrome Metabólico
9.	ICC	Índice de Cintura Cadera
10.	cm	Centímetro
11.	CE	Cintura-Estatura
12.	Cci	Circunferencia de cintura
13.	Peso/talla	Peso para la talla
14.	DS	Desviación Estándar
15.	ABSI	Índice de la Forma del Cuerpo
16.	IC	Índice de Conicidad
17.	Cca	Circunferencia de Cadera
18.	EVC	Enfermedad Cerebro Vascular
19.	LDL	Colesterol de baja intensidad
20.	HDL	Colesterol de alta intensidad
21.	CV	Coefficiente de Variación

RESUMEN

L.N. Marisol Gómez Nava

Fecha de graduación: Julio de 2015

Universidad Autónoma de Nuevo León

Maestría en Ciencias en Salud Pública

Programa Interfacultades

Título del Estudio: EFECTO DE LA COMPLEXIÓN ÓSEA SOBRE LA VARIABILIDAD DE ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS RELACIONADOS CON ADIPOSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DEL TEJIDO GRASO, ESTUDIO EN ESCOLARES.

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

Número de páginas: 64

Propósito y Método del Estudio: Analizar el efecto de la complexión ósea sobre los índices antropométricos asociados con adiposidad y distribución del tejido graso (IMC, ABSI, IC, ICC). En forma transversal se estudiaron 331 escolares de 7 a 8 años de edad, estudiantes de escuelas públicas del área Metropolitana de Monterrey, de los cuales, 53 niños tuvieron complexión ósea pequeña; 54 mediana y 58 grande; en las niñas: 54 complexión pequeña; 57 mediana y 55 grande.

Contribuciones y Conclusiones: La complexión ósea impacta sobre la variabilidad de los índices antropométricos, que es menor en escolares con complexión pequeña. Los parámetros utilizados para la clasificación de la complexión ósea, no son equivalentes entre sí; pues los coeficientes de determinación son menores de 0.6. El ICC presentó la menor variabilidad en todas las complexiones.

FIRMA DEL DIRECTOR DE TESIS _____

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1.1. Introducción

La epidemia de obesidad es uno de los principales problemas de Salud Pública, se ha incrementado no solamente en países desarrollados, sino en el mundo entero; la Organización Mundial de la Salud (OMS) denomina a la obesidad como la epidemia del siglo XXI. En los niños, este padecimiento es desencadenado por un desequilibrio entre la ingesta y gasto de energía, provocando un almacenamiento de grasa mayor de lo esperado para la estatura, la edad y el sexo del infante (1). México ocupa el cuarto lugar en obesidad infantil, sólo es superado por Grecia, Estados Unidos e Italia, representando el 28.1% en niños y 29% en niñas (1).

En México, según datos arrojados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012, la prevalencia de sobrepeso y obesidad en la población escolar (5 a 11 años) fue de 34.4%, es decir, más de la tercera parte de la población infantil presenta exceso de peso corporal (2).

En Nuevo León, el 20.4% de los niños de 5 a 11 años tienen sobrepeso y el 19.8% obesidad (2). El antecedente de obesidad y sobrepeso en las primeras etapas de la vida, aumenta el riesgo de ser o continuar siendo obeso durante la edad adulta (1,3).

Los expertos recomiendan intervenir a todo niño con obesidad y aquellos con riesgo de obesidad, que tienen antecedentes familiares de infarto, dislipidemias o accidentes cardiovasculares (4).

1.2. Marco Teórico

Obesidad

El sobrepeso y la obesidad se definen, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), como una acumulación anormal de grasa que puede ser perjudicial para la salud, los criterios para el diagnóstico se basan en el Índice de Masa Corporal (IMC). Con un IMC ≥ 25 se diagnostica “sobrepeso” y con un IMC ≥ 30 , “obesidad”; estos parámetros se utilizan en adultos (5,6).

La excesiva cantidad de grasa produce un alto impacto en la salud, afecta negativamente la condición física, la vitalidad y en general la calidad de vida del individuo (7). La obesidad es una enfermedad compleja y multifactorial (genética, metabólica, conductual, fisiológica, y social) (8); requiere para su control un abordaje integral que enfatice la prevención (especialmente en grupos vulnerables como niños y mujeres), fomente el conocimiento de sus consecuencias y riesgos, y promueva estilos de vida saludables que incluyan una alimentación sana, actividad física y estrategias prácticas para que las personas puedan llevar un mejor control de su peso (9).

Obesidad infantil

En niños y adolescentes de países desarrollados, la obesidad es la enfermedad nutricional más frecuente, sin embargo la obesidad prevalece también en países subdesarrollados y en vías de desarrollo (10).

En México, para el diagnóstico de obesidad infantil (niños mayores de dos años), se utiliza el IMC pero con un ajuste de acuerdo a la edad (IMC/edad), se define al sobrepeso cuando el IMC/edad se encuentra entre el percentil 85 y el 94; el diagnóstico de obesidad corresponde a un IMC/edad \geq al percentil 95, según las tablas de IMC y edad de la OMS (11,12).

Hasta el 2010 la OMS, reportó que alrededor de 42 millones de niños en el mundo tienen sobrepeso. Durante los últimos años, la obesidad en niños y adolescentes se ha constituido como un factor que favorece el desarrollo de Diabetes Mellitus tipo 2 (DM), Hipertensión Arterial (HTA) y Síndrome Metabólico (SM) (13).

En el 2012, en México la prevalencia de sobrepeso en niños de 5 a 11 años fue de 19.8%; la de obesidad, 14.6%; juntas acumularon el 34.4% de la población escolar, esto representa más de 4.1 millones de niños afectados (2).

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

La variación de la acumulación del tejido adiposo en el cuerpo se refiere como: “distribución de la grasa corporal”. La edad y el estado de maduración impactan en esta distribución.

A pesar de que la edad cronológica es un indicador del tiempo “sideral”, el cuerpo tiene su propio “reloj biológico” y varía entre y en los individuos. En los niños, al crecer, cambian las proporciones y la composición de su cuerpo. En el mismo contexto, “maduración” se refiere a la progresión hacia el estado maduro, la edad en que se alcanza la “madurez” varía incluso entre los diferentes órganos y sistemas; se puede definir de acuerdo al “estatus”, es decir el estado de maduración a cierta edad cronológica, o de acuerdo al tiempo, edad cronológica a la que se presenta cierto evento de maduración (14).

Conforme maduran, los niños y los 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. Los estudios longitudinales de distribución de grasa corporal son limitados; 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 (14). Se ha reportado que el tipo de distribución de grasa, es mejor predictor de riesgo cardiovascular, que el grado de obesidad subyacente (15).

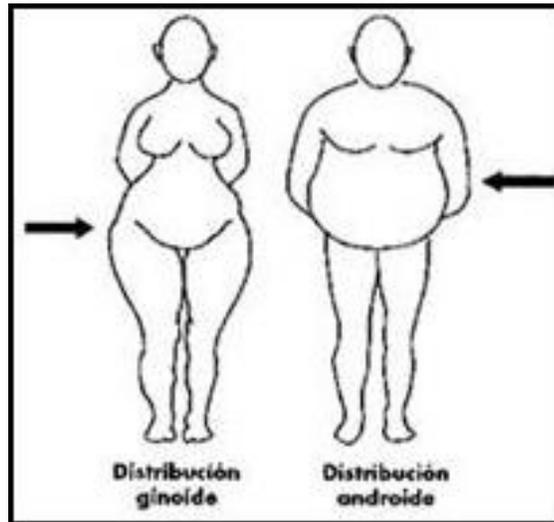
Cabe destacar la existencia de cambios significativos en la distribución de los compartimentos durante la pubertad, en especial durante el final del período puberal. Los varones tienden a acumular más grasa en el compartimento visceral (14).

Las diferencias entre varones y mujeres se acentúan al crecer generando un dimorfismo sexual característico durante la pubertad, en general los varones son más altos y con mayor masa magra, y las mujeres sustancialmente tienen más grasa pero con distribución fémoro-glútea (ginecoide) (16). Al parecer en los niños con sobrepeso u obesidad se atenúa el impacto de la edad y el sexo sobre la distribución de la grasa corporal (14).

En adultos y algunos estudios en niños, se utilizan los índices Cintura-Cadera (ICC), Cintura-Estatura (CE) y la simple medida de la Circunferencia de Cintura (Cci), para identificar el patrón de distribución de la grasa corporal (17,18).

Se pueden identificar dos patrones de distribución de la grasa corporal: a) Androide o central y b) Ginecoide o periférica (15)

Figura No. 1. Representación de perfil corporal según distribución de grasa corporal en adultos



Cuando la grasa se acumula a nivel abdominal, se le conoce como “androide o central”, y está asociada con alteraciones metabólicas, mayor riesgo de morbilidad y mortalidad; así como mayor riesgo a la resistencia a la insulina y Diabetes (15,19,20).

Cuando la grasa se acumula en la parte inferior del cuerpo se le conoce como “Ginecoide o periférica”, y esta tiende a tener una mayor riesgo de complicaciones mecánicas como insuficiencia venosa, polioartritis, etc (21).

También se describe la distribución “homogénea”, es decir aquella que se caracteriza por un exceso de grasa corporal, sin que esta grasa predomine en una zona específica del cuerpo (21).

Morbilidades asociadas con la Obesidad Infantil.

El impacto de la obesidad infantil tiene repercusiones a corto, mediano y largo plazo (10,13,14,22,23) principalmente en relación al exceso en cantidad de la masa grasa, algunas comorbilidades de la obesidad son:

- a) Trastornos metabólicos: la dislipidemia, la hiperuricemia, la diabetes mellitus, hipertensión, resistencia a la insulina y la tolerancia a la glucosa, hígado graso no alcohólico y un perfil de lípidos en la sangre aterogénico.
- b) Neuropatías.
- c) Trastornos digestivos: reflujo gastroesofágico, colecistitis, colelitiasis, pancreatitis y esteatosis hepática.
- d) Consecuencias psicológicas: pobre imagen de sí mismos, sentimiento de inferioridad, rechazo.
- e) Consecuencias sociales: actitudes antisociales, asilamiento, depresión, tristeza, etc.
- f) Trastornos ortopédicas: dolor articular (caderas, rodillas, pies), deformidad osteoarticular, enfermedad de Blount, desplazamiento de la cabeza del fémur.

La obesidad infantil también se asocia a la muerte temprana durante la edad adulta (7,13,14,22).

Diagnóstico de Obesidad Infantil.

Existen varios parámetros que se utilizan para el diagnóstico de la obesidad en niños y adolescentes, todos se basan en índices derivados de medidas antropométricas, en general las mediciones son de bajo costo y accesibles (18).

Tabla 1. Criterios para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes.

Criterio	Edad	INDICADOR	VALOR LIMITE	
			Sobrepeso	Obesidad
NOM-031-SSA2-1999	2-12 años	Peso/Talla (puntaje Z)	+1 a +1.9 DE	≥+2 DE
NOM-008-SSA3-2010 y GPC-SSA-025-08	2-19 años	IMC (Percentil)	85 a 94	≥95
OMS-2007	2-19 años	IMC (Puntaje Z)	+1 a +1.9 DE	≥+2 DE
OMS-2006	2-5 años	Peso/Talla (Puntaje Z)	+2 a +2.9 DE	≥+3 DE
CDC-2000	2-20 años	IMC (Percentil)	85 a 94	≥95
IOTF 2006	2-18 años	IMC (Percentil)	25 a 29.9	≥30

Aún no existe un consenso, en cuanto a los criterios para diagnosticar obesidad en la población infantil, se utilizan al menos tres diferentes criterios: a) el puntaje Z del peso/talla, b) el percentil del IMC para la edad y/o c) el puntaje Z para el IMC para la edad; aunado se utilizan regularmente en la literatura actual al menos seis diferentes puntos de corte para estos criterios (11,24-28) Tabla I.

En los adultos la clasificación del estado nutricional en base al IMC (sobrepeso, obesidad, obesidad mórbida I, II, y III) tiene su fundamento en una clara relación con el riesgo de comorbilidad y/o de mortalidad; para que sea de utilidad esta clasificación, en mexicanos de baja estatura y en orientales, (mujeres <1.50 metros y varones <1.60 metros), el límite para diagnóstico de obesidad, se debe reducir de 30 a 25Kg/m², y para sobrepeso, de 25 a 23Kg/m² (11).

Índices antropométricos y adiposidad.

De los índices antropométricos utilizados para evaluar adiposidad y distribución del tejido adiposo, destacan:

- Índice de masa corporal (IMC).
- índice de la forma del cuerpo (ABSI).
- Índice de conicidad (IC).
- Índice de Cintura-cadera (ICC).

El Índice de Masa Corporal (IMC) en el diagnóstico de obesidad infantil.

El IMC es un indicador simple para la relación entre el peso y la estatura del individuo.

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

Tiene una alta correlación con la grasa corporal, sin embargo no representa una medición de ésta, es incapaz de reflejar la distribución de la grasa corporal (29); además no puede distinguir entre el músculo y la acumulación de grasa (30). Se utiliza por ser la forma más accesible de realizar el diagnóstico, desde el punto de vista clínico (5).

El IMC es un indicador del peso corporal relativo, puede subestimar o sobreestimar la obesidad en los niños (31,32), depende de la edad, el sexo y la maduración sexual, razón por la cual se expresa como puntuaciones de la desviación estándar (DS) corregido por edad y sexo (33).

Para estimar la grasa corporal en niños, se utiliza el IMC/edad, el cual 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 (32).

Puntos de Corte para IMC en niños

La OMS ha publicado gráficas que representan los percentiles de IMC ajustado para edad y sexo en niños, el clínico las utiliza para ubicar rápidamente al niño y determinar su estado nutricional (34).

Los niños de 5 a 19 años se clasifican utilizando como referencia las tablas de “Índice de masa para la edad de 5 a 19 años (percentiles), según sexo”. Sin embargo, se recomienda utilizar una clasificación basada en puntos de corte definidos como puntaje Z del IMC ajustado para la edad y sexo, en estudios de investigación (27) Tabla 2:

Tabla 2. Criterios según OMS (2007) para la clasificación del estado nutricional en base a IMC/edad

Estado Nutricional	IMC Puntaje Z
Desnutrición severa:	< -3
Desnutrición moderada:	≥ -3 a < -2
Desnutrición Leve	≥ -2 a < -1
Peso Normal:	≥ -1 a + 1
Sobrepeso:	$\geq +1$ a < +2
Obesidad:	$\geq +2$

Índice de la Forma del Cuerpo (ABSI).

El índice de la forma del cuerpo (ABSI) propuesto por Krakauer en el 2012, se basa en que la circunferencia de la cintura es independiente de la estatura, el peso y el índice de masa corporal; donde un resultado alto del ABSI indica que la circunferencia de cintura es mayor de la esperada para un cierto peso y estatura, correspondiendo con mayor concentración del volumen corporal a nivel abdominal. En adultos, el ABSI se correlaciona en forma positiva con la masa grasa abdominal, y en forma negativa con la cantidad de masa muscular (30), se asocia con la cantidad de grasa abdominal acumulada por lo que es también un indicador de mortalidad y morbilidad (35).

ABSI se calcula con la siguiente ecuación (30):

$$ABSI = \frac{\text{Circunferencia de cintura (m)}}{IMC^{2/3} \text{estatura}^{1/2}(\text{m})}$$

Donde la circunferencia de cintura y la estatura es medida en metros.

Duncan y cols. (2013), en adolescentes portugueses, no encontraron relación directa entre el ABSI con la presión arterial, también reportan una gran variabilidad, en comparación del IMC y la circunferencia de cintura (35).

Índice de Conicidad (IC).

El índice de conicidad (IC) evalúa la circunferencia de la cintura en base a la estatura y al peso (36). Se basa en el concepto de que la gente tiende a acumular grasa en la región central del tronco (abdominal), haciendo que la forma del cuerpo se asemeje a un doble cono, es decir, dos conos con una base común en la cintura; en los sujetos con menos grasa en esta región el cuerpo tiende a una forma cilíndrica (37).

El IC es un indicador preciso de la grasa abdominal. Proporciona información sobre la adiposidad total, independientemente de la circunferencia de cadera (Cca). Se utiliza para evaluar la obesidad y la distribución de la grasa corporal; se determina con el peso, la estatura y la Cci.

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

Donde la constante 0,109 resultó de la raíz de la relación entre 4π y la densidad media del cuerpo humano (1050 kg/m³).

En adultos, un valor igual a 1.0 indica un cilindro perfecto, mientras que 1.73 un doble cono perfecto. Cuando se presenta un valor de IC de 1.25, significa que la persona tiene 1.25 veces mayor la Cci resultante de un cilindro generado por la estatura y el peso de la persona (38).

No hay puntos de corte establecidos para los niños y/o adolescentes. Sin embargo, se han reportado valores menores en comparación con los establecidos para los adultos en una población venezolana dentro de un rango de edad de 11 a 16 años, 1.07 a 1.10 varones y 1.05 a 1.07 en mujeres, categorizándose dentro del rango promedio (39).

Índice de Cintura-Cadera (ICC)

Este indicador, valora la distribución de la grasa abdominal, no es influenciado por la estatura; es útil para identificar a jóvenes con riesgo de desarrollar enfermedades cardiometabólicas, derivadas de la acumulación de grasa a nivel abdominal y visceral relacionada al sobrepeso y obesidad (17).

El ICC, resulta de la siguiente fórmula:

$$ICC = \frac{\text{Circunferencia de cintura (cm)}}{\text{circunferencia de cadera (cm)}}$$

Según algunos investigadores, el ICC es el indicador más preciso en la valoración de la grasa corporal total y la grasa intra-abdominal en niños y adolescentes, además de permitir categorizar el patrón de distribución de la grasa abdominal (17). Algunos autores mencionan que es más preciso para la identificación de riesgos en trastornos cardiovasculares en comparación al IMC (17).

En mujeres adultas un ICC mayor de 0.85 y en hombres el ICC mayor de 0.9, se asocia a alto riesgo cardiovascular (Obesidad tipo androide) (40). Sin embargo en niños no se describen puntos de corte específicos para este índice.

Circunferencia de Cintura (Cci)

En todas las edades, la Cci es un buen indicador de obesidad y un excelente predictor de factores de riesgo cardiovascular, superior inclusive que el IMC (41,42), también es un predictor de resistencia a la insulina, hipertensión arterial, diabetes tipo 2, apneas del sueño, hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia, así como de esteatosis hepática (34,43). En niños y adolescentes, se utiliza como un índice de adiposidad, sin discriminación de sexo o edad (34,36), se asocia con factores de riesgo metabólico en niños con sobrepeso (44), además se encuentra una asociación con concentraciones alteradas de colesterol, colesterol de baja y alta densidad (LDL y HDL), triglicéridos y glicemia.

En adultos, valores superiores a 88 cm en mujeres y 102 cm en hombres se asocian con factores de riesgo a enfermedad cardiovascular y son criterios diagnósticos del síndrome metabólico (44).

En niños peruanos (6-10años), la Cci se relaciona directamente con la edad en niños obesos y aquellos con sobrepeso; al disminuir la Cci, también disminuye el sobrepeso y la obesidad (45).

Circunferencia de Cadera (Cca)

La Cca, es un índice antropométrico que se relaciona más con la distribución de grasa en mujeres. Se mide en el nivel más sobresaliente en el área de los glúteos (46). La Cca no tiene gran valor por sí sola, sino que se utiliza junto a la Cci para calcular el ICC y valorar la distribución de grasa abdominal, es útil como predictor de problemas cardiovasculares (17).

Complexión Ósea

La complexión ósea, describe el tamaño del esqueleto y la robustez que juntos comprenden la estructura de apoyo del cuerpo; se estima midiendo externamente el diámetro de un hueso o un conjunto de huesos: los hombros, las caderas, muñecas, rodillas y tobillos (47). Estas mediciones son utilizadas para categorizar a las personas en complexión pequeña, mediana o grande, y en relación a la composición del cuerpo sirven en la ayuda para la identificación de personas con riesgos de salud. Las medidas de la complexión ósea están relacionadas con la masa libre de grasa, grasa corporal, masa ósea y el peso corporal en todas las edades (47). La complexión ósea al influir en el tamaño y peso corporal impacta en los índices que incluyen la estatura y peso como variables de constructo.

Para poder hacer un diagnóstico nutricional más adecuado se debe de considerar al evaluar la masa libre de grasa, la estatura, el tamaño y ancho de

los huesos y las uniones entre ellos, así como las profundidades corporales (48).

Diversos puntos anatómicos, métodos y modelos se han propuesto para clasificar la complexión ósea, entre ellos el diámetro: a) biacromial, b) bitrocantérico, c) del húmero, d) de la muñeca, e) biliocrestal, f) de la rodilla, g) del tobillo, d) la circunferencia de la mano (48).

Los diámetros biacromial y bicrestal (47) se relacionan positivamente con el desarrollo graso, es decir, a mayor anchura relativa de pelvis mayor desarrollo graso y viceversa (49).

Las grandes dimensiones de hombros, brazos y rodillas están relacionadas por llevar grandes cantidades de músculo. Las asociaciones entre lo ancho de los hombros y las caderas, y la cantidad de tejido magro y grasa, respectivamente, reflejan las diferencias sexuales básicas en el tamaño corporal y la composición (47).

El diámetro bicrestal y de rodilla, están más relacionados con la masa grasa de todo el cuerpo y la masa magra (47). En hombres, una cadera ancha refleja mayor adiposidad que los que tienen una cadera más angosta.

Los diámetros de muñeca y de tobillo, tienen poca asociación con la grasa corporal. Sin embargo, la anchura de la muñeca es potencialmente el mejor discriminador de una asociación entre el tamaño del tronco y la cantidad de grasa y músculo, independiente de la estatura; ya que proporciona información acerca de los apéndices superiores que se asocian con tejido graso y magro (47).

Por otro lado la anchura de codo está más relacionado con la estatura que con la cantidad de tejido magro, grasa o hueso (47).

Particularmente una complexión grande se ha asociado con una cantidad mayor de grasa abdominal en comparación con personas de complexión pequeña en relación a su tamaño corporal, independientemente de las condiciones de vida de las personas y de su parentesco (50). También se encuentra asociada a la cantidad de músculo, independientemente de la estatura de las personas (47).

En escolares sudafricanos (6-20 años), el tamaño del tronco (diámetro biacromial y diámetro biliocrestal), se ha relacionado directamente con la adiposidad corporal (medida por 3 pliegues cutáneos), ésta sin ser influida por los estilos de vida y los estratos socioeconómicos, observándose que permanece hasta edad adulta (51).

Dimorfismo sexual durante el crecimiento.

Durante el desarrollo y crecimiento, de acuerdo a la edad y sexo la composición corporal se modifica, este cambio se manifiesta principalmente en la cantidad y distribución tanto del tejido muscular, óseo y el adiposo. Durante la niñez existe una gran actividad metabólica así como desarrollo de masa ósea y muscular, esto se prolonga hasta alcanzar la vida adulta (14,49).

El dimorfismo sexual es evidente incluso al nacer; en general, las mujeres tienen un promedio más bajo de peso al nacimiento y mayor adiposidad, esta se distribuye mayormente en la parte abdominal (14). Durante el desarrollo, el cuerpo se modifica modestamente según el género, pero durante la pubertad las diferencias corporales entre varones y mujeres aumentan sustancialmente; en las mujeres se identifican cambios asociados a la pubertad antes que los varones (14,52). En esta etapa las niñas ganan adiposidad periférica y aumentan de peso; los hombres, a su vez logran mayor estatura y masa magra particularmente en el tronco, al tiempo que disminuyen grasa periférica (14,43).

La parte baja del cuerpo, es el sitio primario del dimorfismo sexual (14). La etnicidad, impacta en la magnitud del dimorfismo, adiposidad y la forma del cuerpo en los adultos (14).

1.3. Estudios Relacionados

Obeaduchi 2015, en Nigeria, estudió mujeres jóvenes (9.5 - 17.5 años) con el objetivo de comparar el tamaño corporal, utilizó la anchura del tronco diámetro biacromial, diámetro bi-iliocrestal, diámetro bitrocantérico, y el ancho del pecho, describió diferencias en el tamaño corporal asociado con los diferentes estilos de vida propios de jóvenes que acuden a escuelas públicas o privadas, concluyen que el tamaño corporal puede ser auxiliar en la predicción de la forma y del tamaño del tronco en la vida adulta (53).

En China, Ma y cols, estudiaron recientemente, 1609 escolares de 8 a 12 años, trataron de determinar el mejor índice antropométrico (Índice de masa corporal, circunferencia de cintura, índice Cintura-Cadera, índice Cintura-estatura) en relación a los factores de riesgo de la Enfermedad Cerebro Vascular (EVC), en él se mostró una correlación pequeña entre el IMC-ICC ($r=0.49$) (54).

En Venezuela han realizado diversos estudios en donde se investigó la utilidad del IC, en escolares, para la determinación de la distribución de grasa abdominal, Pérez y cols, reportan que el IC tiene mejor desempeño en comparación del ICC y el IMC. Los resultados provienen de una muestra de 784 varones y 753 mujeres, habitantes de la ciudad de Caracas, con edades de 3 a 16 años; divididos en 3 grupos: con edades de 3 a 5 años, 6 a 10 años y 11 a 16 años. La variabilidad del IC, medida por el coeficiente de variación fue de $CV=0.05$ tanto en varones como en mujeres sin importar la edad; el ICC, se comportó de manera similar con un $CV=0.05-0.06$ y en mujeres $CV=0.06-0.07$. La mayor variabilidad se observó en el IMC en varones con un $CV=0.10-0.16$ y en mujeres $CV=0.09-0.16$ (55).

En Cuba, se realizó un estudio, donde se analizó el comportamiento del IC en 340 escolares cubanos (158 niños y 184 niñas) con edades de 6-11 años, en donde se comportó con una variabilidad baja, medida por el coeficiente de

variación, en los niños de 7 años de $CV=0.028$ y de 8 años $CV=0.034$ y en niñas de 7 años $CV=0.035$ y de 8 años $CV=0.032$. Concluyendo que en este rango de edad, por la poca variabilidad del índice, manifiesta que aún no empiezan a desarrollarse las diferencias en la distribución de grasa de los preadolescentes (56).

CAPÍTULO 2

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, en la práctica clínica, los criterios para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad se basan en el IMC; la Cci se utiliza frecuentemente para definir los patrones de distribución de la grasa corporal. Sin embargo existen diferentes tipos de complexión ósea, los cuales están directamente relacionados con la capacidad de almacenamiento de grasa corporal. El índice antropométrico ideal sería aquel que no se viera afectado por las variaciones extremas de la complexión ósea. En México en el 2012, la prevalencia del sobrepeso y obesidad en edad escolar fue de 34.4%, lo que significa que más de la 3ª parte de la población de 5 a 11 años tiene exceso de peso. La explicación de la variabilidad de los índices antropométricos utilizados para evaluar la distribución de la grasa en el paciente obeso, permitirá utilizarlos efectivamente en la clasificación del paciente, de una forma exacta para conocer la cantidad de grasa que se tiene. En este contexto se optimizará la detección de pacientes en riesgo de comorbilidades asociadas a la obesidad abdominal.

¿Cuál es el efecto de la complexión ósea sobre la variabilidad del Índice de masa corporal (IMC), el Índice de la forma del cuerpo (ABSI), el Índice de Conicidad (IC) y el Índice Cintura-Cadera (ICC) en escolares?

CAPÍTULO 3

JUSTIFICACIÓN

Es necesario identificar el efecto que tiene la complexión ósea sobre la variabilidad de los índices antropométricos utilizados en el diagnóstico de obesidad abdominal, para optimizar su utilización en programas de detección y seguimiento de los pacientes con obesidad y así focalizar las medidas de tratamiento o intervención.

CAPÍTULO 4

HIPÓTESIS.

H1: El coeficiente de variación (CV) para los índices antropométricos asociados con adiposidad y distribución del tejido graso (IMC, ABSI, IC, ICC), es menor en escolares con complexión pequeña que en escolares con complexión grande (25%).

H2: Existe una fuerte correlación positiva ($r=0.5$) entre las diferentes medidas utilizadas para definir la complexión ósea.

CAPÍTULO 5

OBJETIVOS.

5.1. Objetivo General.

Analizar el efecto de la complexión ósea sobre la variabilidad de los índices antropométricos asociados con adiposidad y distribución del tejido graso (IMC, ABSI, IC, ICC) en una población de escolares.

5.2. Objetivos específicos.

1. Identificar el coeficiente de determinación (r^2) de las diferentes medidas subrogadas de complexión ósea (diámetro biacromial, bitrocantérico, del codo y circunferencia de muñeca).
2. Identificar el tipo de complexión en niños y niñas, con base en las dimensiones del diámetro biacromial, en el cual el coeficiente de variación para cada uno de los índices (IMC, ABSI, IC e ICC) sea menor.
3. Identificar la correlación existente entre los índices de adiposidad y distribución de grasa en niños y niñas.
4. Comparar la variabilidad entre los diferentes índices antropométricos.

CAPÍTULO 6

MATERIAL Y MÉTODOS

6.1. Diseño del estudio.

Transversal comparativo, con 6 grupos: niños con complexión ósea pequeña (n= 53), mediana (n=54) y grande (n=58); y niñas con complexión ósea pequeña (n=54), mediana (n=57) y grande (n=55).

6.2. Universo de estudio.

Escolares entre 7 y 8 años de edad.

6.3. Población de estudio.

Escolares entre 7 y 8 años, estudiantes de escuelas públicas del área Metropolitana de Monterrey.

6.4. Criterios de selección

Criterios de inclusión.

Escolares (7 y 8 años) que acudieron a clase en las escuelas seleccionadas.

Criterios de exclusión.

- Ausencia de consentimiento informado.
- Malformaciones congénitas evidentes.
- Síndromes genéticos o clínicos evidentes (Down, Marfan, Turner, etc).

Criterios de eliminación.

- Registros incompletos.
- Encontrarse en desarrollo puberal: niñas con presencia de menarquia, y niños con presencia de vello axilar.

6.5. Técnica muestral

Se llevó a cabo una selección no probabilística de escolares, posteriormente se dividió por sexo y de acuerdo a terciles para conformar los grupos: pequeño, mediano y grande para niños y para niñas, respectivamente.

6.6. Cálculo de Tamaño de la muestra.

Existe información limitada en la literatura con respecto a la complejión ósea en niños.

Se utilizó el CV como medida de la variabilidad de los índices estudiados. El CV permite comparar las dispersiones de dos distribuciones distintas, siempre que sus medias sean positivas, el CV resulta de la relación entre la desviación típica de una muestra y su media:

$$C.V = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

Entre más cercano a "0", menor variación presenta.

Durante la prueba piloto, se midió el diámetro biacromial, como medida de complejión ósea en 20 escolares; el grupo se dividió en terciles y se categorizó como complejión grande, mediana y chica. Se calculó CV para el IMC en cada categoría. El CV de IMC en escolares con complejión grande fue CV= 0.0489 y pequeña, CV= 0.2273.

Considerando porcentaje de cambio entre las medias del 15% (razón de medias de 0.85 [$\mu_0 - \mu_i = 1 - 0.15$]) y utilizando los CV observados, al aplicar la fórmula (57):

$$n = \frac{16(CV)^2}{(\ln \mu_0 - \ln \mu_1)^2}$$

con CV=0.22 (complexión pequeña)

n= 30

y CV=0.05 (complexión grande)

n= 2

En otra aproximación utilizando las tablas publicadas en 2007 por Kelley (58) para identificar un CV de 0.20 (IC= 90%, dispersión= 7.5%, exactitud= 80%) el tamaño de muestra requerido fue de 53 sujetos. En las mismas condiciones pero con un CV de 0.05 n=7.

Por lo que se decidió incluir al menos a 53 sujetos en cada grupo.

6.7. Variables:

A continuación se describe la definición conceptual y operacional de cada una de ellas, así como su escala y fuente de información.

Nombre de la variable	Tipo de variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Escala	Fuente de información
Complejión ósea.	Independiente	Estimación del tamaño de la estructura ósea con base en el diámetro entre las crestas iliacas y el diámetro de rodilla	Resultado de la medición del diámetro biacromial en centímetros.	Numérica	Hoja de datos
			La población se dividió en terciles, con base en su diámetro biacromial Se categorizó como: <ul style="list-style-type: none"> • Grande: \geq Percentil 66 • Mediana: \geq Percentil 33 • Pequeña: $<$ Percentil 33 	Categorica	Hoja de datos
Índice de masa corporal	Dependiente	Estimación de la adiposidad corporal	Resultado de $\text{Peso (kg)} / \text{estatura}^2$ (m). Al momento de la toma de medidas antropométricas. <ul style="list-style-type: none"> • Estatura en centímetros. • Peso obtenido en kilogramos 	Numérica	Hoja de datos
Índice de la forma del cuerpo	Dependiente	Índice de forma corporal, donde la circunferencia de cintura es independiente a la estatura y al peso.	Resultado de la fórmula $ABSI = \frac{\text{Circunferencia de cintura (m)}}{IMC^{2/3} \text{estatura}^{1/2} (m)}$ Al momento de la toma de medidas antropométricas	Numérica	Hoja de datos

Nombre de la variable	Tipo de variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Escala	Fuente de información
Índice de conicidad	Dependiente	El índice de conicidad mide una forma corporal como semejante a un cilindro contra dos conos unidos por su base	Resultado de la fórmula: $IC = \frac{\text{Circunferencia de cintura (m)}}{(0.109)\left(\sqrt{\frac{\text{peso (kg)}}{\text{estatura (m)}}}\right)}$ Al momento de la toma de medidas antropométricas	Numérica	Hoja de datos
Índice de cintura-cadera	Dependiente	Índice de la distribución de la grasa corporal, sin ser influenciado por la estatura. Indicador de riesgos cardiovasculares relacionados con la obesidad abdominal	Resultado de la fórmula: $ICC = \frac{\text{Circunferencia de cintura (cm)}}{\text{Circunferencia de cadera (cm)}}$ -Circunferencia de cintura: Perímetro mínimo localizado entre la parte más baja de la caja torácica (10ma costilla) y la cresta ilíaca. -Circunferencia de cadera: circunferencia obtenida en centímetros al nivel de la protuberancia más notoria.	Numérica	Hoja de datos

Nombre de la variable	Tipo de variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Escala	Fuente de información
Sexo	Control	Condición orgánica, masculina o femenina, de los animales y plantas	<ul style="list-style-type: none"> • Hombre • Mujer 	Nominal	Hoja de datos
Deporte	Confusora	Actividad física, ejercida como juego o competición, cuya práctica supone entrenamiento y sujeción a normas	Si se encuentra practicando algún deporte dentro de una institución o club deportivo.	Nominal	Hoja de datos

Nombre de la variable	Tipo de variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Escala	Fuente de información
Estado Nutricional	Dependiente	Con base en la desviación estándar que se encuentre el IMC para la edad.	<p>a) Obesidad: IMC Puntuación Z score $\geq +2$ DS</p> <p>b) Sobrepeso: IMC Puntuación Z score $\geq +1$ a $< +2$ DS</p> <p>c) Normal: IMS Puntuación Z score ≥ -1 a $+1$ DS</p> <p>d) Desnutrición leve: < -1 a ≥ -2 DS</p> <p>e) Desnutrición moderada: < -2 a ≥ -3 DS</p> <p>f) Desnutrición severa: < -3 DS</p> <p>Según Tabla Índice de masa corporal para la edad de 5 a 19 años (puntaje Z) de la OMS 2007</p>	Ordinal	Hoja de datos

Nombre de la variable	Tipo de variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Escala	Fuente de información
Diámetro Bitrocantérico	Control	Diámetro bitrocantérico	Diámetro medido entre los puntos más laterales de los troncáneros mayores	Numérica	Hoja de Datos
Circunferencia de muñeca	Control	Circunferencia de muñeca	Perímetro de la región comprendida entre el extremo distal del antebrazo, inmediatamente después de las apófisis estiloides del cúbito y del radio, y el extremo proximal del carpo	Numérica	Hoja de datos
Diámetro de codo (húmero)	Control	Diámetro del húmero	Diámetro entre los epicóndilos humerales en centímetros.	Numérica	Hoja de datos

6.8. Instrumentos de medición y control de calidad

Las balanzas, estadímetros, antropómetro y plicómetro se calibraron al inicio de cada sesión de medición, se utilizaron cintas métricas metálicas inextensibles graduadas en centímetros y milímetros. Todas las mediciones se tomaron por triplicado por personal capacitado previamente.

6.9. 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 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. Durante la medición se solicitó la presencia de un maestro o padre de familia, como testigo y colaborador.

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 con capacidad de hasta pesar 200 kg, previamente calibrada.

b) Estatura (en centímetros), se cuantificó mediante un estadímetro graduado, marca SECA® modelo 213, el cual podía 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 ser necesario tocar la escala. Se tomó la medida después de una inspiración profunda.

*Plano de Frankfort: Se obtuvo cuando el orbitale (el borde inferior de la cuenca de los ojos) se encontraba 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®. 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.

d) Circunferencia de Cadera (en centímetros, con una decimal), se midió con una cinta métrica metálica graduada en centímetros y milímetros, marca Rosscraft®, de pie, en el punto más prominente del relieve de los músculos glúteos.

e) Diámetro biacromial (en centímetros, con una decimal), se colocaron las ramas de un antropómetro grande, marca Rosscraft®, 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.

f) 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®, después de las apófisis estiloides del cúbito y del radio, rodeando la región en un plano perpendicular al eje longitudinal del antebrazo.

- g) 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®, en la parte más ancha de la articulación.

- h) Diámetro bitrocantérico (en centímetros, con una decimal), con el sujeto de pie, se colocaron las ramas de un antropómetro grande, marca Rosscraft®, en los puntos más laterales de los trocánteres mayores, con una inclinación ascendente de 30°, se aplicó presión para oprimir el tejido, sin mover las caderas.

6.10. Plan de Análisis

Se calculó el coeficiente de correlación (y determinación) entre las medidas subrogadas de complejión ósea (diámetro biacromial, de codo, bitrocantérico y circunferencia de la muñeca).

La población se dividió según sexo en hombres y mujeres. Por separado, hombres y mujeres se clasificaron de acuerdo al valor del percentil 33 y del 66 del diámetro biacromial; como complejión pequeña (diámetro biacromial menor del percentil 33) complejión grande (diámetro biacromial mayor del percentil 66) y complejión mediana (el resto), resultando así seis grupos: hombres con complejión pequeña, mediana o grande, respectivamente y mujeres con complejión pequeña, mediana o grande, respectivamente.

Se calculó el promedio y la desviación estándar para cada medida antropométrica en cada grupo. Mediante prueba de Kolmogorov Smirnov se comprobó normalidad, las variables con distribución normal se compararon con pruebas de ANOVA, cuando las varianzas fueron iguales (prueba de Levene) la contrastación inter-grupos se llevó a cabo con la prueba de Tukey; si las varianzas no resultaron iguales, con la prueba T3 de Dunnett. En las variables carentes de distribución normal se compararon los grupos mediante pruebas de Kruskal-Wallis, las diferencias se puntualizaron con pruebas U de Mann-Whitney, se aceptó como significativa una $p < 0.05$ (59).

Se calculó el coeficiente de determinación entre las diferentes medidas subrogadas de complexión ósea (diámetro biacromial, bitrocantérico, del codo y circunferencia de muñeca).

En cada grupo se reportaron los coeficientes de variación para IMC, ABSI, IC e ICC.

Se calculó el coeficiente de correlación y determinación entre el IMC, ABSI, IC e ICC.

CAPÍTULO 7

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Esta investigación de acuerdo con el "Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud" (60), 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 fue basada 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 (61). También se consideró el artículo 13, el 15 y las últimas enmiendas de la declaración.

La investigación fue congruente con la Ley General de Salud (62), de los Estados Unidos Mexicanos, título quinto "Investigación para la salud", capítulo único, artículo 100, dado que su realización expuso a los participantes a riesgos y daños innecesarios (Artículo 100, Fracción III) y se apegó a los principios científicos y éticos que justifican su realización, con la que se pretendió producir nuevo conocimiento (Artículo 100, Fracción I y II). Ajustada a las Normas Institucionales en Materia de Investigación Científica, se sometió a su evaluación y registro correspondiente.

A los padres de niños en los cuales 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 consulta a su Servicio Médico. Si algún participante no aceptó colaborar en forma voluntaria, no se le obligó. Se encuentra anexado el formato de consentimiento informado (Anexo B).

CAPÍTULO 8

RESULTADOS

Características sociodemográficas.

Se incluyeron en el estudio 331 escolares, aparentemente sanos, con edad de 7.88 ± 0.57 años; el 49.80 % (n=166) fueron mujeres y el 79.20% no practica ningún deporte (n=262). La mayoría (96.37%) fueron originarios del Estado de Nuevo León (Tabla 3).

Tabla 3. Lugar de origen de los participantes.

Estado	n	%
Nuevo León	319	96.37
Coahuila	3	0.91
Tamaulipas	2	0.60
San Luis Potosí	1	0.30
Otro	6	1.82
Total	331	100.00

Fuente: Hoja de datos

Parámetros utilizados para identificar y clasificar complexión ósea.

El diámetro bitrocantérico mostró el coeficiente de determinación más alto, tanto con la circunferencia de muñeca ($r^2=0.617$), como con el diámetro biacromial ($r^2=0.498$) (Tabla 4).

Tabla 4. Coeficiente de determinación (r^2) de las mediciones antropométricas utilizadas para definir complexión ósea en escolares de Monterrey y su área metropolitana.

	Diámetro Codo	Diámetro Biacromial	Diámetro Bitrocantérico
Circunferencia de Muñeca	0.33	0.47	0.61
Diámetro de Codo		0.19	0.24
Diámetro Biacromial			0.49

N=331

Fuente: Hoja de datos

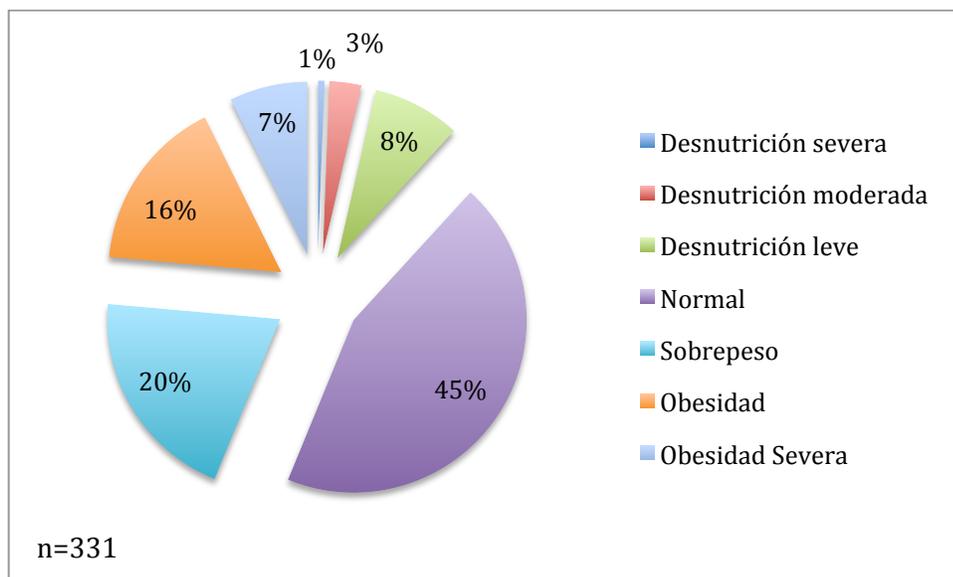
La complexión ósea se delimitó en base a terciles del diámetro biacromial (cm), el punto de corte para complexión pequeña en hombres fue de <27.60 cm, mediana 27.61 a 29.49 cm, grande ≥ 29.50 cm, por su parte en mujeres el punto de corte para complexión pequeña fue <27.70 cm, mediana de 27.70 a 29.65 cm, grande ≥ 29.66 cm.

Características antropométricas y diagnóstico nutricional.

Las características antropométricas, son muy semejantes entre hombres y mujeres en este rango de edad, en complejiones “pequeñas”; en contraste con la circunferencia de la muñeca que difiere en forma significativa entre los sexos. Característicamente todas las medidas difieren ($p < 0.05$) entre individuos del mismo sexo con complejión pequeña vs grande (Tabla 5).

Más de la tercera parte de los sujetos fueron diagnosticados con sobrepeso, obesidad y obesidad severa; 20.20%, 16.30% y 7.30 % respectivamente (Figura No. 2).

Figura No. 2. Diagnóstico nutricional con base en el IMC/edad



Fuente: Hoja de datos

Tabla 5. Características antropométricas de la población, según sexo y compleción ósea.

	HOMBRE			MUJER		
	Pequeña (n=54)	Mediana (n=52)	Grande (n=55)	Pequeña (n=53)	Mediana (n=54)	Grande (n=58)
	X + DS	X + DS	X + DS	X + DS	X + DS	X + DS
Peso (kg)	22.57±3.22 ^b	27.65±3.73	34.89±7.28 ^b	23.08±2.76 ^b	27.61±3.72	35.70±8.96 ^b
Estatura (cm)	120.7±5.0 ^b	124.85±5.83	130.99±5.67 ^b	120.72±3.68 ^b	125.11±6.68	131.95±5.55 ^b
Cci (cm)	56.6±3.4 ^b	61.3±5.8	67.1±10.6 ^b	57.9±3.5 ^b	61.8±4.7	69.6±10.3 ^b
Cca (cm)	62.8±3.9 ^b	68.2±5.0	75.9±7.4 ^b	64.0±3.9 ^b	67.8±4.7	76.1±9.6 ^b
C. Muñeca (cm)	11.4±0.6 ^{a,b}	12.2±0.6	13.1±0.9 ^{a,b}	12.0±0.6 ^{a,b}	12.7±0.7	13.5±1.2 ^{a,b}
D. Codo (cm)	4.8±0.4 ^b	5.1±0.3	5.3±0.5 ^b	5.1±0.4 ^b	5.3±0.4	5.6±0.7 ^b
D. Biacromial (cm)	26.3±1.3 ^b	28.6±0.6	31.1±1.4 ^b	26.4±1.3 ^b	28.4±0.5	31.1±1.6 ^b
D. Bitrocantérico (cm)	21.5±1.9 ^b	22.7±1.2	25.0±1.8 ^b	21.6±1.2 ^b	22.8±1.4	25.2±2.7 ^b
N= 331						

X±DS= Media ± Desviación Estándar; Cci= Circunferencia de cintura; Cca= Circunferencia de cadera; C. Muñeca= Circunferencia de muñeca; D. Codo= Diámetro de codo; D. Biacromial= Diámetro biacromial; D. Bitrocantérico= Diámetro bitrocantérico

a p<0.05 vs sexo opuesto misma compleción

b p<0.05 chica vs grande (mismo sexo)

Fuente: Hoja de datos

Índices antropométricos y complexión ósea.

El IMC difiere entre sujetos de complexión pequeña y grande, en el contexto del ABSI no se identifican diferencias entre mujeres con diferente complexión, sin embargo el ABSI es menor en niños con complexión grande comparados con los de complexión pequeña. Por su parte el Índice de Conicidad solo es diferente entre hombres y mujeres de complexión grande, cuando se estudia el ICC no se documentan diferencias entre sexos o complexiones (Tabla 6).

Tabla 6. Promedio y desviación estándar de los índices antropométricos, según sexo y complejión ósea

Índice	Hombre						Mujer				
	Pequeña (n=54)		Mediana (n=52)		Grande (n=55)		Pequeña (n=53)		Mediana (n=54)		Grande (n=58)
	X	DS	X	DS	X	DS	X	DS	X	DS	X + DS
IMC	15.4±1.4 ^p		17.84±3.06		20.26±3.52 ^p		15.85±1.86 ^p		17.74±2.95		20.38±4.34 ^p
ABSI	0.08±0.0 ^p		0.08±0.00		0.07±0.01 ^p		0.08±0.012		0.08±0.00		0.08±0.00
IC	1.20±0.04		1.19±0.06		1.18±0.14 ^a		1.21±0.05		1.20±0.05		1.23±0.08 ^a
ICC	0.90±0.03		0.89±0.04		0.88±0.10		0.90±0.02		0.91±0.03		0.91±0.03

N=331

X±DS= Media ± Desviación Estándar; IMC= Índice de masa corporal; ABSI= Índice de la forma del cuerpo; IC= Índice de conicidad; ICC= Índice de cintura-cadera.

a p<0.05 vs sexo opuesto misma complejión

b p<0.05 chica vs grande (mismo sexo)

Fuente: Hoja de datos

Variabilidad de los índices antropométricos y complexión ósea.

En hombres, el índice con mayor variación fue el IMC con $CV=0.21$, presentándose en aquellos con complexión grande; siendo el ICC aquel con menor ($CV=0.03$), en complexión pequeña y mediana. En mujeres la mayor variabilidad se presentó en el IMC ($CV=0.17$) en las complexiones mediana y grande, siendo la complexión pequeña aquella que presentó menor variabilidad tanto del ABSI, IC e ICC, con $CV= 0.04$. Sin embargo, en la población en general el ICC presentó la menor variabilidad (Tabla 7). En las tres categorías el IMC presentó una mayor variabilidad a comparación de los demás índices.

Tabla 7. Coeficiente de variación de índices antropométricos en escolares de diferentes complexiones óseas y sexo.

Índice	Complexión ósea	Coeficiente de Variación		
		Hombres	Mujeres	General
IMC	Pequeña	0.12	0.10	0.11
	Mediana	0.17	0.17	0.17
	Grande	0.21	0.17	0.19
ABSI	Pequeña	0.15	0.04	0.11
	Mediana	0.05	0.06	0.06
	Grande	0.07	0.13	0.11
IC	Pequeña	0.04	0.04	0.04
	Mediana	0.04	0.06	0.05
	Grande	0.07	0.12	0.10
ICC	Pequeña	0.03	0.04	0.03
	Mediana	0.03	0.06	0.05
	Grande	0.04	0.12	0.09

N=331

IMC= Índice de masa corporal
 ABSI= Índice de la forma del cuerpo
 IC= Índice de conicidad
 ICC= Índice de cintura-cadera
 Fuente: Hoja de datos

Relación entre los diferentes índices antropométricos.

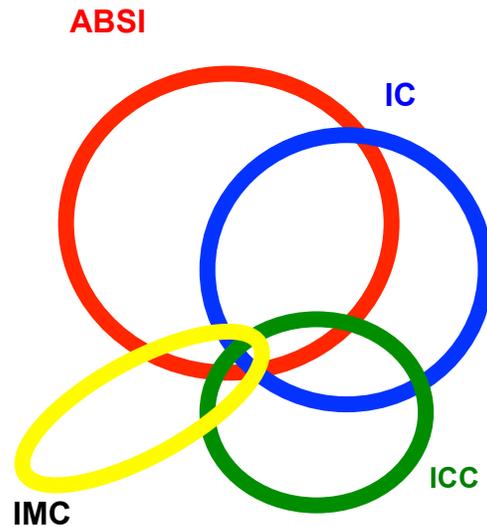
Existe una relación leve positiva (r^2) entre el IMC con los índices de distribución de la grasa corporal (ABSI, IC, ICC), los cuales se relacionan entre sí, sobretodo ABSI con IC ($r^2 = 0.509$) (Figura No. 3).

Figura No. 3. Diagrama de Venn y coeficientes de determinación (r^2) entre los diferentes índices antropométricos.

	ABSI	IC	ICC
IMC	0.074	0.008	0.025
ABSI		0.509	0.171
IC			0.414

N=331

IMC= Índice de masa corporal
ABSI= Índice de la forma del cuerpo
IC= Índice de conicidad
ICC= Índice de cintura-cadera
Fuente: Hoja de datos



CAPÍTULO 9

DISCUSIÓN

Para determinar la complexión ósea y el tamaño esquelético, se requiere medir el ancho de los huesos y/o la distancia entre prominencias óseas, pues en estas locaciones la acumulación de grasa es mínima lo cual favorece la exactitud (50). En las etapas finales del desarrollo (adolescencia) el tamaño del cuerpo guarda relación con la grasa, la musculatura corporal y se asocia con la tasa de maduración biológica (53).

Si bien la muestra que estudiamos no está concebida como una muestra representativa del noreste mexicano, está calculada para identificar diferencias entre la variación de los índices antropométricos relacionados con la adiposidad y la distribución del tejido graso en relación a la complexión ósea y podemos compararnos con las escasas publicaciones que involucran el tamaño esquelético como una variable (50,51,53).

El estudio de escolares de 7-8 años asegura que la población se encuentra en etapa prepuberal, en México característicamente la pubertad se presenta alrededor de los 9 y 13 años (63,64). Estudiando niños de 7-8 años se controla la influencia de la maduración en las dimensiones corporales (54,64,65).

En nuestro estudio, las dimensiones antropométricas no difieren entre varones y mujeres, salvo la circunferencia de la muñeca (mayor en mujeres), los niños y niñas pequeñas tienen característicamente ($p < 0.05$) menores valores que sus pares grandes (tabla 5).

La presencia y progresión en la aparición de los centros de osificación definen el concepto de “maduración ósea” (66) esta progresión ha sido utilizada en la práctica de la medicina clínica y forense para determinar la edad del sujeto, para los 10 años de edad ya se encuentran los centros de osificación de

la mayoría de los huesos del carpo, mientras húmero y fémur siguen creciendo (67). En general la maduración ósea es más rápida en las mujeres (68), lo que explica la diferencia observada de la circunferencia de muñeca entre niños y niñas.

Las relaciones más altas, que observamos, entre las mediciones utilizadas para definir la complejión ósea se aprecian entre el diámetro bitrocantérico, la circunferencia de muñeca y el diámetro biacromial (tabla 4).

En adultos, la circunferencia de la muñeca o la anchura del codo y la estatura del sujeto son consideradas para definir el tipo de complejión, sin embargo en niños, con mayor frecuencia se describen las dimensiones del marco óseo derivadas de la medición del diámetro biacromial y el bitrocantérico (53).

La accesibilidad del diámetro biacromial, facilitó su determinación y el establecimiento de puntos de corte (en hombres: <27.60 cm, 27.61 a 29.49 cm, \geq 29.50 cm y en mujeres <27.70 cm, 27.70 a 29.65 cm y \geq 29.66 cm) permitió la clasificación de la población en pequeña, mediana o grande. Los estudios que correlaciona el tamaño corporal con los diámetros torácicos, como el de Lucas y Henneberg, en 2014 no definen puntos de corte (51).

Sin sorpresa, se identificaron diferencias en el IMC entre complejiones pequeñas (<IMC) y grandes (>IMC), tanto en varones como en mujeres; la participación de la estatura en la construcción del IMC explica este fenómeno. Sin embargo, se debe tomar en cuenta la influencia que el IMC tiene sobre el crecimiento (65), probablemente debido a un estado hiperinsulinémico asociado con la acumulación de grasa (obesidad). Se conoce desde hace tiempo que la insulina funge como factor de crecimiento (69); aun cuando al final, las influencias genéticas y ambientales son los principales determinantes del tamaño del sujeto (53,69-74). El ICC no presenta diferencias evidentes, el ABSI

solo entre varones y el IC solamente entre varones y mujeres de complexión grande. Algunos autores asumen que algunas de las diferencias entre géneros pueden ser resultado en parte a las medidas antropométricas utilizadas para construir los índices (35), particularmente el ABSI que utiliza IMC y Cci, por lo que las diferencias observadas en el IMC posiblemente se vean reflejadas en el ABSI en varones; quizás las diferencias en el IC en los grupos de complexión grande se expliquen parcialmente por la gran dispersión (desviación estándar) de los valores de Cci y peso que se evidenciaron en estos grupos (tabla 5).

El coeficiente de variación permite comparar la variabilidad con respecto a la media de una variable independientemente de su escala, así un CV alto indica mayor heterogeneidad.

El índice que mostró el mayor CV fue el IMC (0.21 en complexión grande), nuevamente las desviaciones estándar más amplias en los grupos con complexión grande, los vuelve susceptibles a mayor variabilidad. Aparentemente la estabilidad del ICC se deriva de las medidas del cual proviene (17) (Cci y Cca) cuyas dispersiones (varianza) son menores que la de los parámetros utilizados para construir el IMC, el ABSI y el IC.

La relativa novedad del IC en escolares (56) hace necesaria su evaluación en estudios poblacionales con escolares para establecer su potencial como herramienta clínica y/o de tamizaje, así como para definir puntos de corte idóneos para su interpretación e implementación, en el grupo de edad estudiado.

La variabilidad que observamos en el IC en general, (CV= 0.04-0.10), es mayor que la reportada por Fariñas y cols (56), en escolares cubanos (CV ≈ 0.03). Por su parte, en escolares venezolanos, Pérez y cols (55), sugieren que el IC tiene menor variación que el ICC; Nuestros resultados difieren a lo anterior, los varones de todas las complexiones exhiben mayor CV para el IC

que para el ICC. La estabilidad (CV) de los índices IC e ICC en mujeres de diferente complejión es semejante, pero mayor que la observada en los varones, estas diferencias inter étnicas y de género, pueden estar reflejando diferencias en la medidas de cintura y cadera, no apreciadas cuando se comparan las variables de origen.

La complejión pequeña, fue el tipo de complejión en la cual los índices utilizados en la distribución de grasa y adiposidad, muestran una menor variación.

Por otra parte, la relación que guarda el IMC con los otros índices es pequeña ($r^2 < 0.08$), los reportes de Ma y cols, en escolares chinos (54) coinciden con nuestros resultados. Seguramente, las mayores correlaciones ($r^2 = 0.5, 0.4$) observadas entre IC-ABSI e IC-ICC derivan de la incorporación de la Cci en el cálculo de estos índices (17, 36, 37).

Finalmente, la variabilidad de los diferentes índices asociados con adiposidad y distribución de la grasa corporal tiende a ser menor en escolares con complejión pequeña, sin embargo las diferencias con respecto a complejiones grandes no son mayores del 8%; y contrario a lo que se pensaría, estos índices no son equivalentes.

La menor variabilidad observada en ICC lo posiciona como candidato ideal para evaluar la distribución de la grasa corporal en niños de cualquier complejión.

Este estudio se delimitó a escolares del área metropolitana de Nuevo León, en población urbana; convendría incluir en futuros estudios población rural buscando representación poblacional.

La consideración de la variabilidad propia de cada uno de los índices asociados con adiposidad y distribución de grasa corporal y la implicación de la complejión ósea, permitirá optimizar el diagnóstico nutricional y eventualmente el cálculo del riesgo asociado.

CAPÍTULO 10

CONCLUSIONES

- La compleción ósea impacta sobre la variabilidad de los índices antropométricos, específicamente la compleción pequeña presenta menor variabilidad en todos los índices.
- A pesar que la circunferencia de muñeca se relaciona con el diámetro bitrocantérico y biacromial, los parámetros utilizados para la clasificación de la compleción ósea, no son equivalentes entre sí; pues los coeficientes de determinación son menores de 0.6.
- El ICC presentó la menor variabilidad en todas las compleciones, se requieren más estudios para definir la importancia clínica de las diferencias observadas entre los índices.
- En los sujetos con compleción pequeña, los índices utilizados en la distribución de grasa y adiposidad, muestran menor variación.

CAPÍTULO 11

REFERENCIAS

1. Barrera A, Rodríguez A, Molina M. Escenario actual de la obesidad en México. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc* 2013;51(3):292-299.
2. Gutiérrez J, 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.
3. Krebs N, Himes J, Jacobson D, Nicklas T, Guilday P, Styne D. Assessment of Child and Adolescent Overweight and Obesity. *Pediatrics* 2007;120(4):S193-S228.
4. Marín V, Rodríguez L, Buscaglione R, Aguirre M, Burrows R, Hodgson M, et al. Programa minsal-fonasa para Tratamiento de la Obesidad Infanto-Juvenil. *Rev Chil Pediatr* 2011;82(1):21-28.
5. Surveza A. Obesidad. Consideraciones desde la nutriología. 1a ed. México : McGrawHil; 2012.
6. Ortiz O. Obesidad en la niñez: la pandemia. *Rev Mex Pediatr* 2009;76(1):38-43.
7. Vásquez F, Díaz E, Lera L, Vásquez L, Anziani A, Leyton B, et al. Evaluación longitudinal de la composición corporal por diferentes métodos como producto de una investigación integral para tratar la obesidad en escolares chilenos. *Nutr hosp* 2013;28(1):148-154.

8. Chaves O, Franceschini S, Ribeiro S, Sant'Ana L, de Faria C, Priore. Comparison of the biochemical, anthropometric and body composition variables between adolescents from 10 to 13 years old and their parents. *Nutr Hosp*2012;27(4):1127-1133.
9. Barquera S, Rivera-Dommarco J, Tolentino L, editores. *Sobrepeso y Obesidad: epidemiología, evaluación y tratamiento*. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública;2005.
10. Chueca M, Azcona C, Oyarzábal M. Obesidad infantil. *ANALES Sis San Navarra* 2009;25:127-141.
11. Secretaria de Gobernacion, Estados Unidos Mexicanos. NORMA Oficial Mexicana NOM-008-SSA3-2010, Para el tratamiento integral del sobrepeso y la obesidad. Secretaria de Gobernacion/Diario Oficial de la Federación/Estados Unidos Mexicanos. [En línea] 4 de Agosto de 2010. [Citado el: 06 de Mayo de 2014.] Disponible en : dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5154226&fecha=04/08/2010
12. Secretaría de Salud. Prevención y diagnóstico de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes en el primer nivel de atención. [En línea] 2008. [Citado el: 06 de Mayo de 2014.] Disponible en: www.cenetec.salud.gob.mx/interior/gpc.html.
13. Perea A, Bárcena E, Rodríguez R, Greenawalt S, Carbajal L, Zarco J. Obesidad y comorbilidades en niños y adolescentes asistidos en el Instituto Nacional de Pediatría. *Acta Pediatr Mex* 2009;30(3):167-174.
14. Katzmarzyk P, Shen W, Baxter A, Bell J, Butte N, Demerath E, et al. Adiposity in children and adolescents: correlates and clinical consequences of fat stored in specific body depots. *Pediatr Obes* 2012;7:e42-e61.

15. Kang S, Yoon J, Ahn H, Kim S, Lee K, Shin H, et al. Android Fat Depot Is More Closely Associated with Metabolic Syndrome than Abdominal Visceral Fat in Elderly People. *PLoSone* 2011;6(11):e2769.
16. Nindl B, Scoville C, Sheehan K, Leone C, Mello R. Gender differences in regional body composition and somatotrophic influences of IGF-I and leptin. *J Appl Physiol* 2002;92:1611-1218.
17. González E, Montero M, Schmid J. Estudio de la utilidad del índice de cintura-cadera como predictor del riesgo de hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Nutr Hosp* 2013;28(6):1993-998.
18. Rodríguez P, Bermúdez E, Rodríguez G, Spina M, Zeni S, Friedman S, Exeni R. Composición corporal en niños preescolares: comparación entre métodos antropométricos simples, bioimpedancia y absorciometría de doble haz de rayos X. *Arch Argent Pediatr* 2008;106(2):102-109.
19. Dávila E, Flores O, Cura I, Caballero T, Estrada C, de la O M, et al. Correlación de circunferencia de cintura con factores de riesgo cardiovascular en niños. *Medicina Universitaria* 2012;14(57):211-216.
20. Aucouturier J, Taillardat, M. Effect of Android to Gynoid Fat Ratio on Insulin Resistance in Obese Youth. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2009;163(9):826-835.
21. 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.
22. Bacardí M, Jiménez A, Jones E, Guzmán V. Alta prevalencia de obesidad y obesidad abdominal en niños escolares entre 6 y 12 años de edad. *Bol Med Hosp Infant Mex* 2007;64:362-369.

23. Ruiz L, Zapico M, Zubiaur A, Sánchez J, Flores J. Aumento de la prevalencia de sobrepeso y obesidad en la población infantil de la provincia de Alicante en los últimos 10 años. *Endocrinología y Nutrición* 2008;55(9):389-395.
24. “Prevención y diagnóstico de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes en el primer nivel de atención”. Guía Práctica Clínica SSA-025-08. [En línea] [Citado el: 06 de Mayo de 2014.] Disponible en: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/025_GPC_SobrepesoObesidad/SSA_025_08_GRR.pdf.
25. Secretaria de Gobernacion, Estados Unidos Mexicanos. NORMA Oficial Mexicana NOM-031-SSA2-1999, Para la atención a la salud del niño. Secretaria de Gobernacion/Diario Oficial de la Federación/Estados Unidos Mexicanos. [En línea] 9 de Febrero de 2001. [Citado el: 06 de Mayo de 2014.] Disponible en : <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/031ssa29.html>.
26. Centers for Disease Control and Prevention. Growth charts. [Online] 2000. <http://www.cdc.gov/growthcharts/data/spanishpdf95/co06l024.pdf>.
27. World Health Organization. Growth reference 5-19 years. WHO. [Online] 2014. [Citado el: 06 de Mayo de 2014.] Disponible en: http://www.who.int/growthref/who2007_bmi_for_age/en/.
28. International Obesity Task Force. World Obesity. [Online] 2012. <http://www.worldobesity.org/aboutobesity/child-obesity/newchildcutoffs/>.
29. Hotchkiss J, Leyland A. The relationship between body size and mortality in the linked Scottish Health Surveys: cross-sectional surveys with follow-up. *Int J Obes* 2011;35: 838-851.

30. Krakauer N, Krakauer J. A new body shape index predicts mortality hazard independently of Body mass index. *Plos one* 2012;7(7):e39504.
31. MUSAAD S, PATTERSON T, ERICKSEN M, LINDSEY M, DIETRICH K, SUCCOP P, et al. Comparison of anthropometric measures of obesity in childhood allergic asthma: central obesity is most relevant. *J Allergy Clin Immunol* 2009;123(6):1321-1327.
32. RAMÍREZ E, GRIJALVA M, PONCE J, VALENCIA M. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en el noroeste de México por tres referencias de índice de masa corporal: diferencias en la clasificación. *Arch Latinoam Nutr* 2006;56(3):251-256.
33. Bonthuis M, Jager K, Abu-Hanna A, Verrina E; Schaefer F; Stralen K. Application of Body Mass Index According to Height-Age in Short and Tall Children. *PLoS ONE* 2013;8:S81-S85.
34. Sociedad Argentina de Pediatría. Guías de práctica clínica para la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de la obesidad. *Arch Argent Pediatr* 2011;109(3):256-266.
35. Duncan M, Mota J, Vale S, Santos M, Ribeiro J. Associations between body mass index, waist circumference and body shape index with resting blood pressure in Portuguese adolescents. *Ann Hum Biol* 2013;40(2):163-167.
36. Taylor R, Jones I, Williams S, 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 y1–3. *Am J Clin Nutr* 2000;72:490-495.
37. Diniz M, Coelho P, Kruze I, Siqueira A, Silva A . Body fat assessment by bioelectrical impedance and its correlation with anthropometric indicators. *Nutr Hosp* 2012;27(6):1999-2005.

38. Kusumaa Y, Babua B, Naidua J. Chronic energy deficiency in some low socio-economic populations from South India: Relationships between body mass index, waist–hip ratio and conicity index. *HOMO-Journal of Comparative Human Biology* 2008;59:67-79.
39. Pérez B, Landaeta M, Vásquez M. Distribución de la adiposidad en adolescentes mediante el Índice de Conicidad. *Acta Cient. Venez* 2000;51:244-251.
40. Shields M, Tremblay, M, Connor S, Janssen I. Abdominal obesity and cardiovascular disease risk factors within body mass index categories . *Health Rep* 2012;23(2):1-9.
41. Cossio M, Arruda M, de Marco A. Correlación entre el índice de masa corporal y las circunferencias corporales de niños de 4 a 10 años. *Anales de la Facultad de Medicina* 2010;71(2):79-82.
42. Martínez E. Composición corporal: su importancia en la práctica clínica y algunas técnicas relativamente sencillas para su evaluación. *Salud Uninorte. Barranquilla* 2010;26:98-116.
43. Chrzanowska M, Suder A, Kruszelnicki P. Tracking and Risk of Abdominal Obesity in the Adolescence Period in Children Aged 7–15. The Cracow Longitudinal Growth Study. *Am. J. Hum. Biol* 2012;24:62-67.
44. 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.
45. Pajuelo J, Canchari E, Carrera J; Leguía D. La circunferencia de la cintura en niños con sobrepeso y obesidad. Perú. *An Fac Med Lima* 2004;65(3):167-

172.

46. Zayas G, Chiong A, Díaz Y, Torriente A, Herrera X. Obesidad en la infancia: diagnóstico y tratamiento. *Rev Cubana Pediatr* 2002;74(3):233-239.

47. Chumlea W, Wisemandle W, Guo S, Siervogel R. Relations between frame and size and body composition and bone mineral status. *Am J Clin Nutr* 2002;75:2012-2016.

48. Benjumea M, Bacallao J, Dussán C. Concordancia del índice de peso para la talla con el índice de masa corporal. *Rev Cub Salud Pública* 2002;28(2):76-99.

49. Peña M, Cárdenas E, del Olmo J. Crecimiento y maduración ósea en deportistas preadolescentes y adolescentes. *EA biológica* 1982;2(1):453-466.

50. Hennenberg 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;22:83-91.

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

52. Fuente E, Argente P, Ros P, Argente J, Chowen J. Sex differences in adipose tissue It is not only a question of quantity and distribution. *Adipocyte* 2013;2:128-134.

53. Obeaduchi M, Mbagwu S, Omotayo H, Olayemi T, Aniah J. Skeletal frame-size variations in adolescent female Nigerian school children in Lagos. *Ann Bioanthropol* 2015;3:22-28.

54. Ma L, Cai L, Deng L, Zhu Y, Ma J, Jing J, Chen Y. Waist Circumference is Better Than Other Anthropometric Indices for Predicting Cardiovascular Disease Risk Factors in Chinese Children—a Cross-Sectional Study in Guangzhou. *J Atheroscler Thromb* 2015;22:000-000.
55. Pérez, B, Landaeta-Jiménez, M, Vásquez, M. Fat Distribution in Venezuela Children and Adolescents estimated by the Conicity Index and Waist/Hip Ratio. *Am J Hum Biol* 2002;14(1):15-20.
56. Fariñas, L, Vásquez, V, Fuentes-Smith, L, Martínez, A. Índice de Conicidad en una muestra de niños cubanos, herramienta para estudio de poblaciones. *Rev Cubana Genet Comunit* 2012;6(2):31-37.
57. Van G. Sample Size, in *Statistics Rules of Thumb*. P.e.:2^a. USA: John Wiley & Sons, Inc.; 2008.
58. Kelley K. Sample size planning for the coefficient of variation from the accuracy in parameter estimation approach. *Behav Res Methods* 2007;39(4):755-766.
59. Pett M. *Nonparametric statistics for health care research: Statistics for Small Samples and Unusual Distributions*. 1a ed. USA: Sage Publications Inc.;1997.
60. Estados Unidos Mexicanos. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. México, D.F.: Diario Oficial de la Federación, 1987. [En línea] [Citado 6 de mayo 2014] disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rlgsmis.html>.
61. World Medical Association. Declaración de Helsinki de la AMM. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. [En línea] [Citado 6 de mayo 2014] disponible en: <http://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/>.

62. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley General de Salud. Diario Oficial de la Federación. [En línea] 2013. [Citado 6 de Mayo 2014] disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/142.pdf>.
63. Asociación Española de Pediatría. Libro Blanco de las Especialidades Pediátricas. 1ª ed. Madrid: Exlibris Ediciones, S.L.; 2011.
64. Vásquez E, Romero E. Approaches of healthy diets in children during their different stages of life. Part II. Preschool and school children, and adolescents. Bol Med Hosp Infant Mex 2008;65:605-615.
65. Suchomlinov A, Tutkuvienė J. Variability in growth tracking is associated with body mass index at 17 years of age. Acta Paediatr 2015;104(9):e401-6.
66. Bernal N, Arias M. Indicadores de maduración esquelética y dental. Rev CES Odont 2007;20(1):59-68.
67. Sutton D. Textbook of Radiology and imaging. 27a ed. Reino Unido:ASSOCIATE EDITORS;2003.
68. Procell C, Cassis N, Juárez C, Cárdenas M. Aparición de centros de osificación en el codo en niños mexicanos. An Med Asoc Med Hosp ABC 2000;45(2):75-77.
69. Barret K, Barman S, Boitano S, Brooks H. Ganong. Fisiología médica. 23a ed. México:McGraw Hill Interamericana Editores;2010.
70. Treviño G. Pediatría. 2a ed. México: McGraw Hill Interamericana Editores; 2009.

71. López M, Izaguirre I, Macías C. Crecimiento y Maduración Física. Bases para el diagnóstico y seguimiento clínico. Caracas, Venezuela: Editorial Médica Panamericana;2013.

72. Illingworth R. El niño normal. P.e.:4a ed. México: El Manual Moderno S.A. de C.V.; 2000.

73. Serra L, Aranceta J, Rodríguez-Santos F. Crecimiento y Desarrollo Estudio enKid. 4 vols. Barcelona, España:Masson;2003.

74. Katzmarzyk P, Mahaney M, Blangero J, Quek T, Malina, R. Pottencial effects of ethnicity in genetic and enviromental sources of variability in the stature, mas and body mass index of children. Hum Biol 1999;71(6):977-987.

ANEXOS

Anexo A: Cuestionario y Formato de recolección de datos

(Anverso)

 <p>UANL FaSPyN UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN, Facultad de Salud Pública y Nutrición</p>	EL EFECTO DE LA COMPLEXIÓN OSEA SOBRE LA VARIABILIDAD DE ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS RELACIONADOS CON ADIPOSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DEL TEJIDO ADIPOSO EN ESCOLARES
---	--

ACEPTO MI HIJO(A) PARTICIPE EN EL PROYECTO: NO SI Fecha:

Nombre del Alumno: _____
Apellido Paterno Apellido Materno Nombre

Sexo: Hombre Mujer

Fecha de nacimiento: Lugar de nacimiento:

Año escolar: 2º 3º 4º

Turno: Matutino Vespertino Grupo:

Domicilio en: Monterrey Guadalupe San Nicolas Otro ¿Cuál?

¿Padece alguna ENFERMEDAD? NO SI ¿Cuál? _____
¿Tiene alguna ALERGIA? NO SI ¿Cuál? _____

¿Practica algun DEPORTE? NO SI ¿Cuál? _____
¿Cuántos días por semana hace deporte? días x semana

(Reverso)

PARA SER LLENADO POR EL MÉDICO O NUTRIÓLOGO

MEDICIONES

Peso	_____	kg	Estatura	_____	cm
Peso	_____	kg	Estatura	_____	cm
Peso	_____	kg	Estatura	_____	cm

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

Anexo B: Carta de Consentimiento Informado



Facultad de Salud Pública y Nutrición.
Universidad Autónoma de Nuevo León.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Titulo del Estudio	Efecto de la complexión ósea sobre la variabilidad de índices antropométricos relacionados con adiposidad y distribución del tejido graso en escolares
Investigador Principal	L.N. Marisol Gómez Nava
Institución	Facultad de Salud Pública y Nutrición FASPYN, Universidad Autónoma de Nuevo León
Servicio	
Teléfono de Contacto	(044) 81-14-66-37-18
Persona de Contacto	L.N. Marisol Gómez Nava

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

El objetivo del estudio es analizar el efecto de la complexión ósea, es decir, el tamaño de la persona y de sus huesos; sobre algunos índices que se obtienen de las mediciones del peso, estatura, circunferencia de cintura y circunferencia de cadera en una población de escolares. Para participar se requiere que su niño tenga entre 7 y 8 años de edad, y permita que se le tomen algunas medidas como las circunferencias de cintura y cadera, y la anchura de los hombros.

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, estatura, presión arterial, circunferencia de cintura y cadera, y los diámetros biacromial, bitrocantérico y del codo. Las mediciones que se llevarán a cabo NO implican molestias o riesgos para la salud. El nutriólogo del estudio le informará en caso de identificar algún hallazgo significativo que pudiera afectar el deseo de participar.

Su hijo puede beneficiarse al participar pues usted conocerá su estado nutricional y su complexión ósea y en caso necesario, se le ofrecerían 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 (044) 81-14-66-37-18

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

L.N. Marisol Gómez Nava

Candidata para el Grado de Maestro en Ciencias en Salud Pública

Tesis: EFECTO DE LA COMPLEXIÓN ÓSEA SOBRE LA VARIABILIDAD DE ÍNDICES ANTROPOMETRICOS RELACIONADOS CON ADIPOSIDAD Y DISTRIBUCION DEL TEJIDO GRASO EN ESCOLARES.

Campo de Estudio: Ciencias de la Salud Pública.

Datos Personales: Nacida en Monterrey, Nuevo León, el 14 de Septiembre de 1989, hija de Gerardo Gómez Garza y Rosina Nava Rodríguez.

Educación: Egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León, grado obtenido Licenciada en Nutrición en el año 2012.

Experiencia Profesional: Maestro de Asignatura A desde Marzo de 2014 en la Universidad Autónoma de Nuevo León,

Coordinadora Técnica de los Consejos Consultivos desde Febrero de 2012 de Facultad de Salud Pública y Nutrición, Universidad Autónoma de Nuevo León.