

Portada Externa de Tesis

Cristina Tapia
Hernández

Evaluación del estado nutricional de vitamina
B12 y folato de adolescentes potosinos del
área conurbana

2007



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales

Evaluación del estado nutricional de vitamina B12 y folato de
adolescentes potosinos del área conurbana

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Maestro en

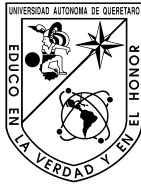
Nutrición Humana

Presenta

Cristina Tapia Hernández

Querétaro, Qro. Noviembre de 2007

- Escudo y letras doradas
- Pastas duras color negro, tamaño carta



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales
Maestría en Nutrición Humana

EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIO DE VITAMINA B12 Y FOLATO DE
ADOLESCENTES POTOSINOS DEL ÁREA CONURBANA

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestra en Nutrición Humana

Presenta:

Cristina Tapia Hernández

Dirigido por:

Dra. Miriam Aracely Anaya Loyola

Dra. Miriam Aracely Anaya Loyola
Presidente

Firma

Dr. Jorge Luis Rosado Loria
Secretario

Firma

M. en C. Ma. del Rocío Arellano Jiménez
Vocal

Firma

M. en C. Ángeles Aguilera Barreiro
Suplente

Firma

Dra. Olga Patricia García Obregón
Suplente

Firma

Biol. Jaime Angeles, Angeles
Director de la Facultad de Ciencias Naturales

Dr. Luis Gerardo Hernandez Sandoval
Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Noviembre del 2007
México

RESUMEN

El objetivo de este estudio transversal descriptivo correlacional fue determinar el estado nutricional de adolescentes potosinos en relación a la vitamina B₁₂ y folato, anemia y factores de riesgo de enfermedades crónicas (EC). Participaron 133 adolescentes (59 % fueron mujeres y 41 % hombres), con edades entre los 15 y 19 años inscritos en el CONALEP número 1 de la ciudad de San Luis Potosí. Previo consentimiento informado se aplicó una historia clínica y se recopiló información sobre la edad, género, peso, estatura, circunferencia de cintura y cadera. Se tomó una muestra sanguínea en ayunas para determinar la biometría hemática completa y las concentraciones de glucosa, lípidos séricos, vitamina B₁₂ y folato. Se calculó el índice de masa corporal y las prevalencias de sobrepeso, obesidad, riesgo de enfermedades cardiovasculares, anemia, glucosa alta, dislipidemias y deficiencias de vitamina B₁₂ y folato. La edad promedio de los adolescentes fue 16.8±1.2 años, mientras que los valores promedio para peso, estatura, cintura, cadera, índice de masa corporal (IMC) y % de grasa fueron: 59.8±11.7 kg, 161.0±8.0 cm, 75.9±9.1 cm, 95.7±8.4 cm, 23.0±3.7 kg/m² y 25.9 ±8.5%, respectivamente. En base al IMC el 71% de los adolescentes estuvo en el rango de peso normal, 6% dentro de obesidad, 10% con riesgo de sobrepeso y 10% con riesgo de obesidad y solo el 3% con bajo peso. Las concentraciones sanguíneas medias para hemoglobina (15.1±1.4 g/L), vitamina B₁₂ (448.8±437.1 pg/mL), folato (12.0±4.5 ng/mL), glucosa (81.4±14.1 mg/dL), colesterol (134.1±35.9 mg/dL), triglicéridos (TGs, 89.9±65.9 mg/dL), LDL (67.6±35.8 mg/dL) y HDL (52.0±11.1 mg/dL) encontrándose dentro de lo normal; sin embargo, el 1.5 % presentó anemia, el 4% deficiencias de folato, el 15% deficiencia de vitamina B₁₂, el 15% valores anormales de glucosa, el 6% se detectó con alto colesterol, el 9.5% con altos TGs y el 4% con concentraciones de LDL elevadas. En conclusión la mayoría de los adolescentes evaluados presentaron un estado nutricional adecuado, sin embargo, ya desde esta edad se observa la presencia de problemas asociados con lípidos sanguíneos y deficiencia de vitamina B₁₂.

Palabras clave: vitamina B₁₂, folato, estado nutricional, adolescentes.

SUMMARY

The objective of this cross-sectional study was to assess the nutritional status of Mexican adolescents living in San Luis Potosí, based on vitamin B12, folate, anemia and risk factors related to chronic diseases (CD). A total of 133 adolescents (59 % women and 41 % men) with an age range of 15 to 19 years, attending the CONALEP number 1 in San Luis Potosí were enrolled in the study. With previous consent, a clinical history was applied and data of age, gender, weight, height, circumference of waist and hips, were collected. A fasting blood sample was taken and used for the analysis of total blood count, and the serum concentrations of glucose, cholesterol, triglycerides, HDL, LDL, vitamin B12 and folate. The body mass index (BMI) was calculated, as well as the prevalences of anemia, overweight, obesity, risk of cardiovascular diseases, high glucose, dislipidemias and vitamin deficiencies. The average age of the adolescents was 16.8 ± 1.2 y, and the mean values for weight, height, waist, hips, BMI and % of corporal fat were 59.8 ± 11.7 kg, 161.0 ± 8.0 cm, 75.9 ± 9.1 cm, 95.7 ± 8.4 cm, 23.0 ± 3.7 g/m² y $25.9 \pm 8.5\%$, respectively. Based on BMI 71% of adolescents were classified with normal weight, 6% were obese, 10% had risk of overweight, 10% had risk of obesity and only 3% were underweight. Mean blood concentrations for hemoglobin (15.1 ± 1.4 g/L), vitamin B12 (448.8 ± 437.1 pg/mL), folate (12.0 ± 4.5 ng/mL), glucose (81.4 ± 14.1 mg/dL), cholesterol (134.1 ± 35.9 mg/dL), triglycerides (TGs, 89.9 ± 65.9 mg/dL), LDL (67.6 ± 35.8 mg/dL) and HDL (52.0 ± 11.1 mg/dL) were found within normal values. However, 1.5 % were anemic, 4% presented folate deficiency and 15% vitamin B12 deficiency, 15% had abnormal concentrations of glucosa, 6% were diagnosed with high cholesterol, 9.5 % with high TGs and 4% with elevated LDL concentrations. In conclusion most of the adolescents presented a good nutritional status, however, from this age some problems related to lipids and vitamin B12 were observed.

Key Word: vitamin B12, folate, nutritional status, adolescents.

A mi esposo Antonio

A mi hija Cristina

A mis padres

AGRADECIMIENTOS

A mi esposo y mi hija, por todo su apoyo, su cariño y su amor; por las horas que no pudimos compartir juntos y por su paciencia en los momentos difíciles.

A mi mamá Sylvia por que siempre ha sido una mujer ejemplar que siempre nos enseñó a salir adelante ante las adversidades.

A mis compañeras de la maestría por lo momentos alegres y difíciles que compartimos juntas, por sus enseñanzas y su amistad.

A la Dra. Aracely por su ayuda, sus consejos, su tiempo y paciencia que me dedicó.

Al Dr. Jorge Luis Rosado, Dra. Olga García, M. en C. Rocío Arellano, M. en C. Beatriz Rangel, Dr. Edmundo Mercado, Dr. Carlos Sosa y en fin a todos los doctores y maestros de esta hermosa maestría por su apoyo y por haber compartido conmigo sus conocimientos.

A Paola, Lili, Haydé, Elva y Lupita por su ayuda y apoyo en la recolección de datos para mi tesis.

INDICE

	Página
Resumen	i
Summary	ii
Dedicatorias	iii
Agradecimientos	iv
Índice	v
Índice de cuadros	vi
Índice de figuras	vii
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
1. Adolescencia	3
1.1. Definición	3
1.2. Estadísticas	3
1.3. Fisiología	4
1.3.1. Cambios en hombres	4
1.3.2. Cambios en mujeres	5
1.4. Necesidades nutrimentales para adolescentes	5
1.4.1. Energia	5
1.4.2. Macronutrientes	7
a. Proteínas	7
b. Carbohidratos	7
c. Grasas	7
d. Fibra	9
1.4.3. Micronutrientes	9
1.4.3.1. Vitaminas y minerales de importancia en la Adolescencia	9
1.4.3.2. Minerales	11
a. Hierro	11
b. Calcio	12
c. Zinc	12
1.4.3.3. Vitaminas	12
a. Folato	12
b. Vitamina C	12

c. Vitamina B6 y B12	13
d. Vitamina E	13
e. Vitamina A	13
2. Problemas en adolescentes	16
2.1. Sociales	16
2.2. Embarazo y adolescencia	16
2.3. Adicciones	16
2.4. Trastornos de la conducta alimentaria	19
a. Anorexia nerviosa	19
b. Bulimia nerviosa	19
3. Vitaminas	19
3.1. Vitamina B 12 o Cobalamina	20
3.1.1. Absorción, transporte y metabolismo	20
3.1.2. Función	23
3.2. Ácido fólico o folato	24
3.2.1. Absorción, transporte y metabolismo	24
3.2.2. Función	27
3.3. Manifestaciones clínicas de deficiencias de nutrimentos en adolescentes y su impacto en la salud	28
a. Anemia	28
b. Defectos del tubo neural	30
c. Embarazo en adolescentes	30
d. Aborto	31
e. Trastornos hipertensivos del embarazo	32
III. OBJETIVOS	34
3.1. OBJETIVO GENERAL	34
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	34
IV. METODOLOGIA	35
4.1. Sujetos y estudio	35
4.2. Recolección de datos	36
4.2.1. Antropométricos	36
4.2.2. Bioquímicos	38
4.3. Controles y estándares	41

4.4. Valores de referencia	41
4.4.1. Antropométricos	41
4.4.2. Bioquímicos	42
4.5. Descripción de variables	43
4.6. Análisis Estadístico	47
V. RESULTADOS Y DISCUSION	48
5.1. Características antropométricas	48
5.2. Índices hematológicos	50
5.3. Indicadores bioquímicos	52
VI. CONCLUSIONES	69
BIBLIOGRAFIA	70
APENDICE	79

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Recomendaciones energéticas recomendada para adolescentes.	6
2. Requerimientos de proteína en adolescentes.	8
3. Recomendación de ingestión de minerales para los adolescentes.	14
4. Recomendación de ingestión de vitaminas en los adolescentes.	15
5. Efectos del consumo de alcohol a corto y largo plazo.	18
6. Tabla de variables antropométricas.	44
7. Tabla de variables hematológicas.	45
8. Tabla de variables para diagnósticos clínicos.	46
9. Características antropométricas de los participantes.	49
10. Índices hematológicos de los participantes.	53
11. Resultados bioquímicos de vitaminas, glucosa y lípidos séricos.	54
12. Correlaciones de variables antropométricas, hematológicas y bioquímicas.	66
13. Características de los participantes de acuerdo a sus antecedentes heredo-familiares (AHF).	67
14. Características de los participantes de acuerdo a sus antecedentes personales patológicos y estilo de vida.	68

INDICE DE FIGURAS Y GRAFICAS

Figura	Página
1. Estructura química de la Vitamina B12	22
2. Estructura química del ácido fólico	25
Gráficas	
1. Diagnóstico de % de grasa corporal en los adolescentes potosinos por sexo	51
2. Clasificación de los adolescentes potosinos en base a sus concentraciones séricas de vitamina B12	56
3. Diagnóstico de glucosa de los adolescentes potosinos por sexo	58
4. Clasificación de las concentraciones séricas de colesterol de los adolescentes potosinos	59
5. Clasificación de las concentraciones séricas de triglicéridos de los adolescentes potosinos	61
6. Clasificación de las concentraciones séricas de HDL de los adolescentes potosinos.	63
7. Clasificación de las concentraciones séricas de LDL en adolescentes potosinos	64

I. INTRODUCCION

Las necesidades de nutrimentos se incrementan en la adolescencia por existir un aumento en la tasa de crecimiento; así como cambios en la composición corporal que son diferentes para cada sexo (Rasmussen, 2001). Los adolescentes sufren cambios en el ámbito social, psicológico y fisiológico (Shils, 2002). La población de adolescentes aumento de manera importante en la segunda mitad del siglo XX (Celis de la Rosa, 2003) actualmente representan la cuarta parte de la población mundial (Santos-Preciado, 2003). Es por ello que es de gran importancia su estudio para detectar en etapas tempranas problemas de deficiencia de micro y macro-nutrimentos que pongan en riesgo su salud. Además de los cambios en la composición corporal hay cambios alimenticios influidos por la cultura y el medio externo (Sagredo, 1997). Otro de los problemas en esta etapa es en cuanto a su sexualidad y reproducción. El promedio de inicio de la vida sexual activa es a los 15.4 años de edad teniendo como consecuencia el embarazo no deseado poniendo en riesgo tanto la salud de la madre como del producto. El embarazo no solo tiene riesgos en la fecundidad precoz para la salud de la madre y de su descendencia, sino también porque las pautas de procreación en la adolescente puede limitar las oportunidades de su desarrollo personal. Se ha observado relación entre defectos del cierre del tubo neural con niveles bajos de folatos y vitamina B12 (Rodríguez-Morán, 1998). Así como niveles de folato y homocisteína están relacionados con riesgo de preeclampsia (Patrick, 2004).

Ya que los adolescentes representan un 30% de la población de las Américas es necesario y clave para el progreso social, económico y político de la región contar con estadísticas sobre los problemas de salud y sus necesidades como lo propone la Organización Panamericana de la Salud (OPS) crear un nuevo marco conceptual centrado en el desarrollo humano y en la promoción de la salud dentro del contexto de la familia, la comunidad y el desarrollo social, político y económico.

En México la mayoría de los estudios de deficiencia de nutrimentos se han realizado en niños menores de 5 años y mujeres embarazadas por lo cual es necesario contar con estadísticas sobre la deficiencia de nutrimentos en los adolescentes para así poder observar las consecuencias de las mismas sobre su salud.

Debido a que las y los adolescentes son un grupo de edad vulnerable por los cambios que suceden durante su desarrollo físico y mental; así como por los problemas nutricionales; los cambios sociales, culturales y religiosos a los cuales se enfrentan; aunado al consumo de drogas, el embarazo no deseado y los trastornos alimentarios que se ven en esta edad como la anorexia nerviosa y la bulimia.

Por tal motivo se requieren de estudios epidemiológicos para identificar la magnitud de las deficiencias, sus consecuencias en la salud y la repercusión en la funcionalidad de las y los adolescentes mexicanos ya que las estadísticas en estos son pobres.

Y debido a que la mayoría de las deficiencias continúan siendo subclínicas, esto constituye un desafío en cuanto a la salud de los mismos (Olaiz-Fernández, 2006). Como se ha observado en diversos estudios que la deficiencia de vitamina B12 y folatos es más frecuente de lo que se esperaba a pesar de los programas de fortificación de alimentos (Allen, 2003; Siekmann, 2003).

Por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar el estado nutricional de adolescentes viviendo en el área conurbana de la ciudad de San Luis Potosí, enfocado básicamente en la evaluación de vitamina B12, folato, marcadores de lípidos y riesgo de enfermedades cardiovasculares.

II. REVISION DE LITERATURA

1. Adolescencia

1.1. Definición

La palabra adolescencia proviene del latín *adolescere*: crecer. Es la etapa de la vida del individuo que se inicia con la pubertad culminando en la aptitud fisiológica para la reproducción (Higashida, 2001). En la adolescencia se llevan a cabo muchos cambios así como una reestructuración de la personalidad; existen cambios a nivel físico, emotivo, sexual y social expuesta a influencias naturales, culturales, religiosas, políticas, familiares y sociales por lo tanto es difícil establecer estadísticas precisas (Fonseca, 2003).

1.2. Estadísticas

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera a la población entre los 10 a 19 años de edad como la población de adolescentes y de entre 15 a 24 años los adolescentes/jóvenes (Fonseca, 2003). Los adolescentes aumentaron en la segunda mitad del siglo XX de 5 a 21 millones con una contribución relativa del 22% (Celis-de la Rosa, 2003). A nivel mundial los adolescentes y jóvenes (10 a 24 años) representan la cuarta parte de la población; representando alrededor de 1 700 millones de personas; de los cuales 85% viven en los países en desarrollo (Santos-Preciado, 2003).

De acuerdo con el censo 2000 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) en México el 21.3% de la población es adolescente. Viven 29.7 millones de adolescentes y jóvenes (20.7 millones entre los 10 a 19 años de edad y 9 millones de jóvenes de 20 a 24 años de edad). La juventud en México es predominantemente urbana. El porcentaje de población joven aumenta a medida que disminuye el ingreso per capita (IPC) de los países (Santos Preciado, 2003).

En la ciudad de San Luis Potosí viven 217, 554 adolescentes; de los cuales 144,138 tienen entre 10 a 19 años de edad y 73,426 se encuentra en el grupo de 20 a 24 años de edad (INEGI, 2000).

1.3. Fisiología

La adolescencia en términos generales inicia entre los 9 años en las mujeres y hasta los 12 años en los hombres (Higashida, 2001). La adolescencia es un período de desarrollo único con cambios en el nivel fisiológico, psicosocial y cognoscitivo por lo cual afecta las necesidades nutrimentales de los mismos. Los problemas de salud más frecuentes se relacionan con el crecimiento y desarrollo.

La primer etapa de la adolescencia comienza con la pubertad, que se define como un periodo anabólico intenso con aumento de talla y peso, así como alteraciones en la composición corporal debido al aumento de la masa magra así como a los cambios en la cantidad y distribución de la grasa; como también al crecimiento de muchos sistemas orgánicos ello se ve reflejado en los cambios en los requerimientos energéticos (Mataix, 2002). Existen tres aspectos importantes del crecimiento que son:

- 1) la intensidad y extensión del brote de crecimiento puberal
- 2) las diferencias sexuales lo cual lleva a cambios en la composición corporal y
- 3) la variación individual en el momento del brote de crecimiento puberal.

1.3.1. Cambios en hombres. Los cambios fisiológicos son dados por las hormonas sexuales masculinas. En el hipotálamo se encuentra la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) la cual libera la hormona folículo estimulante (FSH) y la luteinizante (LH); la primera es la responsable de la espermatogénesis; mientras que la segunda estimula a las células de Leyding las cuales producen testosterona (Higashida, 2001). Estas son responsables de la aparición de los caracteres sexuales secundarios en los varones; y junto con la hormona de crecimiento (GH) y el factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-I) son los

responsables del crecimiento en general afectando la masa muscular, grasa, estatura, peso, vello, cambios de voz, entre otros (Mataix, 2002).

1.3.2. Cambios en mujeres. Los cambios fisiológicos son dados por la hormonas sexuales femeninas FSH y LH liberadas por el estímulo de la GnRH en el hipotálamo. La FSH induce la maduración del folículo de Graaf así como de la producción de estrógenos; mientras que la LH además de inducir la ovulación induce la secreción de progesterona por el cuerpo lúteo. Llevando a la aparición de los caracteres sexuales secundarios los cuales culminan con la menarquía (Mataix, 2002). Existen también cambios en la composición corporal dados por aumento de los depósitos de grasa, aumento de la masa muscular, estatura, peso, vello así como la aparición de la menstruación (Higashida, 2001).

Los hombres en la adolescencia ganan más peso con mayor rapidez y el crecimiento esquelético es más prolongado que en las mujeres; estas depositan mayor cantidad de grasa corporal; mientras que los varones tienen mayor masa muscular (Shils, 2002).

Ya que la nutrición desempeña un papel importante en la duplicación de la masa corporal durante la pubertad; y como las necesidades nutricionales tiene una relación estrecha con el aumento rápido en la masa corporal no es de sorprender que los requerimientos nutricionales máximos se presenten en esta etapa de la vida influyendo así en los requerimientos energéticos de los adolescentes (Mataix, 2002; Shils, 2002).

1.4. Necesidades nutrimentales para adolescentes

1.4.1. Energía

Las recomendaciones para adolescentes están basadas en las de los adultos (Tabla 1). Pero la mejor forma de calcular la ingesta energética en los

Tabla 1. Recomendaciones energéticas para adolescentes

Edad (años)	Recomendación promedio (kcal/cm de talla)	(kcal/día)
Hombres		
11-14	15.9	2 500
15-18	17.0	3 000
19-24	16.4	2 900
Mujeres		
11-14	14.0	2 200
15-18	13.5	2 200
19-24	13.4	2 200

Fuente: Food and nutrition board, national research council.
Recommended dietary allowances, 2005.

adolescentes es evaluando el crecimiento y la composición corporal de los mismos (Shils, 2002).

1.4.2. Macronutrientos.

Los requerimientos de los adolescentes se basan en su fisiología más que en su edad cronológica por lo tanto se calculan en función de la velocidad de crecimiento y la composición corporal así como del tipo de actividad física (Mataix, 2002; Shils, 2002).

a. Proteínas. En la tabla 2 se observan los requerimientos de proteínas para los adolescentes las cuales son necesarias tanto para el mantenimiento como para el crecimiento que se presenta en la adolescencia. Estas deben proporcionar entre el 12 y 14% de la energía total diaria.

b. Carbohidratos. Son la principal fuente de energía. Pueden obtenerse de dos formas carbohidratos simples o monosacáridos (glucosa y fructosa) y disacáridos (sacarosa, maltosa y lactosa) o como carbohidratos complejos o polisacáridos presentes en el almidón (Mataix, 2002).

Su requerimiento se debe de establecer de acuerdo a cada individuo pero en términos generales debe de proporcionar alrededor del 55-60% de la energía total diaria.

c. Grasas. Su ingesta no debe ser mayor del 30% de la energía total diaria. Dentro de las grasas se encuentran los triglicéridos y el colesterol principalmente. Ayudan a transportar a la vitaminas liposolubles (A,D,E y K) y son la fuente principal de ácidos grasos esenciales (linoléico y linolénico). Los cuales son precursores de importantes lípidos estructurales (Mataix, 2002).

Tabla 2. Requerimientos de proteína en adolescentes

Sexo	Edad	Proteína (g/cm)
Varones	11 – 14	0.29
	15 – 18	0.34
Mujeres	11 – 14	0.29
	15 – 18	0.27

Fuente:Gong EJ, Helad FP. Diet nutrition and adolescent, 1994.

d. Fibra. La recomendación dada por la OMS es de 16 a 24 g/día. Esta se debe de consumir a través de alimentos ricos en fibra como lo son los cereales complejos, frutas y verduras; así como frutos secos y legumbres (Mataix, 2002).

1.4.3. Micronutrientes

Tanto las vitaminas como los minerales son importantes en esta etapa de la vida por lo cambios físicos como fisiológicos que se llevan a cabo en los adolescentes así como por el estado fisiológico en el que se encuentren como el embarazo en las adolescentes. En la actualidad existen pocos datos sobre los problemas de salud de los y las adolescentes, así como también en cuanto a los requerimientos nutricionales que cubran las necesidades de este grupo de edad (Shils, 2002; Viteri, 2002; Fonseca, 2003).

1.4.3.1. Vitaminas y minerales de importancia en la adolescencia.

Uno de los problemas más importantes es en cuanto a los requerimientos de micronutrientes; ya que se ha observado una deficiencia importante de hierro, vitamina E, vitamina C, zinc y vitamina A (Monge-Rojas, 2005). También se ha observado que la deficiencia de vitamina B12 y folatos es más frecuente de lo que se ha pensado y estudios recientes sugieren que es una condición común que puede ser prevenida (Viteri, 2002). La deficiencia de vitamina B12 en niños ocasiona manifestaciones subclínicas tales como retraso en el crecimiento, irritabilidad, debilidad y falla en el crecimiento (Rasmussen, 2001; Allen, 2003).

Los adolescentes tienen necesidades más altas de vitamina B12 ya que esta es indispensable para el crecimiento celular rápido sobre todo en los periodos de crecimiento acelerados (Rasmussen, 2001; Allen, 2003).

En los adolescentes el crecimiento muscular rápido hace que los requerimientos de vitamina B6 aumenten al igual que el de la riboflavina, niacina y tiamina las cuales participan en el metabolismo energético (Shils, 2002).

La deficiencia de vitamina B12 al igual que del ácido fólico afecta principalmente a mujeres embarazadas, prematuros, lactantes y ancianos (Bases técnicas SSA, 2003; Barón, 2003).

Los minerales desempeñan un papel importante en el buen funcionamiento del organismo tanto físico como mental. Las necesidades diarias de ellos son muy pequeñas, sin embargo su deficiencia puede llegar a causar manifestaciones clínicas (Rosado, 1995; Viteri, 2002).

La función de los minerales en el organismo es tanto estructural como reguladora; participando en procesos importantes tales como la acción de los diversos sistemas enzimáticos regulando el metabolismo, contracción muscular, sistema nervioso, coagulación de la sangre, entre otras funciones. Dentro de estos hay 3 que son de vital importancia para los adolescentes y de los cuales se pueden llegar a observar deficiencia estos son el calcio, hierro y zinc. Un 99% del calcio se encuentra en el esqueleto y ya que el crecimiento esquelético en el adolescente es importante los requerimientos de este van a aumentar. El calcio participa en la transmisión nerviosa y forma parte de la estructura de varias enzimas, participa en la contracción muscular (Shils, 2002).

Los adolescentes necesitan cantidades adicionales de hierro para sintetizar la hemoglobina debido a la expansión del volumen sanguíneo así como también secundario a las pérdidas sanguíneas debidas a la menstruación (Olaiz-Fernández, 2006). Así como de mioglobina por el aumento de la masa muscular (Mataix, 2002).

La deficiencia del mismo ocasiona problemas de anemia reduciendo el transporte de oxígeno hacia los diferentes órganos y tejidos; ocasionando menor flujo de oxígeno al cerebro influyendo en el metabolismo de los neurotransmisores (Starr, 2005; Bases técnicas SSA, 2003). Las manifestaciones son apatía, disminución en la capacidad para concentrarse y cansancio entre otras manifestaciones. Además en las mujeres el inicio de la menstruación es una condición secundaria para la deficiencia de hierro. La deficiencia de este al igual que del ácido fólico afecta principalmente a mujeres embarazadas, prematuros, lactantes y ancianos. (Olaiz-Fernández, 2006).

El zinc es necesario para la generación de nuevos tejidos musculares y esqueléticos, así como para la maduración sexual, afecta la síntesis de proteínas. La atención nutricional de una adolescente embarazada debe ponderar la salud de la madre y del feto; ya que desde el punto de vista fisiológico la adolescente está en riesgo por qué su crecimiento no sea completo; ya que la madre y el feto compiten por los nutrientes (Bases técnicas SSA, 2003)

1.4.3.2. Minerales. Los minerales son esenciales para el buen funcionamiento del organismo y se ha observado deficiencia de los mismos en los adolescentes (Viteri, 2002). En la tabla 3 se encuentran las recomendaciones por grupo de edad para varones y mujeres.

a. Hierro. Su demanda aumenta durante el crecimiento, el embarazo y la menstruación en el caso de las mujeres (Shamah-Levy 2003). Sus fuentes alimentarias son vísceras como hígado, corazón, riñón, yema de huevo y pescado; así como en cereales; legumbres como habas y lentejas así como también en verduras verdes pero en menor cantidad y necesita de ácido ascórbico para favorecer su absorción (Serralde, 2005).

El 60 al 65% del hierro se encuentra en la hemoglobina, otra parte se almacena en forma de ferritina el cual es una reserva fácilmente removible.

Las causas de deficiencia son por una inadecuada ingestión en la dieta (Rosado, 1995), mala absorción, pérdidas sanguíneas y el embarazo (Olaiz-Fernández, 2006). La prevalencia de deficiencia en mujeres disminuye de acuerdo al nivel socio económico y aumenta con la ingestión de cereales (Villalpando, 2003).

b. Calcio. Es el mineral más abundante en el cuerpo. Su demanda aumenta en el crecimiento, embarazo, lactancia y en la menopausia (O'Neale, 2004). Son fuentes de calcio: leche y derivados como queso, yema de huevo, pescados y vegetales. Su deficiencia se observa en países en desarrollo aunque también es secundario al déficit de vitamina D o por problemas de mala absorción. Su consumo es más alto en medio rural que urbano (Barquera, 2003).

c. Zinc. Se encuentra en la mayoría de los alimentos principalmente en los mariscos (ostras). Interviene como cofactor de más de 100 reacciones enzimáticas participando en la utilización de energía, la síntesis de proteínas y la protección oxidativa. Su deficiencia puede causar problemas de hipogonadismo, retraso en el crecimiento entre otras (O'Neale, 2004).

1.4.3.3 Vitaminas En la tabla 4 se muestran los requerimientos de vitaminas para los adolescentes.

a. Folato. Sus requerimientos aumentan durante periodos de crecimiento celular rápido como la infancia, adolescencia y el embarazo. Las fuentes alimentarias son vegetales verdes, hígado y cereales integrales. Se observa déficit en alcoholismo, ancianos y con el consumo de ciertos medicamentos como fenitoína, fenobarbital y metotrexato (O'Neale, 2004). Se ha observado que la deficiencia de folatos en mujeres es alrededor del 5% (Villalpando, 2003).

b. Vitamina C. Las principales fuentes son las frutas cítricas, tomates y vegetales verdes. Se ha observado deficiencia en niños, mujeres (Villalpando,

2003) y anteriormente en marineros. Su deficiencia ocasiona escorbuto, gingivitis, petequias, mala cicatrización de las heridas y anemia entre otros (O'Neale, 2004).

c. Vitamina B6 y B12. Se encuentran dentro de las vitaminas hidrosolubles. En el caso de la vitamina B6 sus fuentes son los cereales integrales, carne, aves y pescado (Murphy, 2003). Su deficiencia es rara y se puede observar en alcohólicos, mujeres que ingieren anticonceptivos orales y recién nacidos con alimentación artificial.

Mientras que la vitamina B12 se encuentra solo en productos de origen animal. Su deficiencia se observa en las dietas vegetarianas (Serralde, 2005).

d. Vitamina E. Esta presente en aceites vegetales principalmente el aceite de germen de trigo, nueces y vegetales verdes. Es rara su deficiencia; la cual puede ser secundaria a problemas de malabsorción de grasas. Es un poderoso antioxidante (O'Neale, 2004).

e. Vitamina A. Se encuentra dentro de las vitaminas liposolubles. Fuentes alimentarias: productos de origen animal como mantequilla, leche, yema de huevo, hígado y aceites de pescados en forma de retinol. En los vegetales verdes y amarillos o naranjas se encuentra en forma de β caroteno el cual es precursor del retinol. Su deficiencia ocasiona alteración en la adaptación a la oscuridad y ceguera nocturna (O'Neale, 2004). Se ha observado una alta prevalencia subclínica de deficiencia de vitamina A en niños y mujeres (Villalpando, 2003).

Tabla 3. Recomendación de ingestión de minerales para los adolescentes

Edad y Sexo	Hierro (mg)	Calcio (mg)	Zinc (mg)
Varones			
9 a 13 años	17	1200	11.6
14 a 18 años	18	1200	13.9
19 a 30 años	13	900	15.0
Mujeres			
9 a 13 años	14	1200	11.6
14 a 18 años	18	1200	12.2
19 a 30 años	17	900	11.0

Fuente: Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana, Bourges 2004.

Tabla 4. Recomendación de ingestión de vitaminas en los adolescentes

Edad y Sexo	Acido Fólico (μgEF ^h)	Vitamina C (mg)	Piridoxina (mg)	Vitamina B12 (μg)	Vitamina E (mg ^f)	Vitamina A(μgER ^a)
Varones 9 a 13 años	360 ^c	45	0.8	1.7	11	580 ^c
14 a 18 años	390 ^c	65	1.1	2.2	13	730 ^c
19 a 30 años	460 ^c	84	1.1	2.4	13	730 ^c
Mujeres 9 a 13 años	360 ^c	45	0.8	1.7	11	590 ^c
14 a 18 años	390 ^c	57	1.0	2.2	13	570 ^c
19 a 30 años	460 ^c	75	1.0	2.4	13	570 ^c

Fuente: Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana, Bourges 2004..

^a μgER = μg equivalentes de retinol. 1 μg retinol = 12 μg de β caroteno, 24 μg acaroteno o 24 μg criptoxantina.

^c ingestión diaria sugerida (IDS)

^f como α tocoferol. α tocoferol incluye RRR-α tocoferol, que es única forma que se encuentra en los alimentos y las formas esteroisométricas 2R (RRR-, RSR-, RRS- y RSS- α tocoferol) que se encuentra en los suplementos y alimentos adicionados. No incluye las formas esteroisométricas de α tocoferol (SSr-, SSR-, y SSS- α tocoferol) que también se encuentran en alimentos adicionados y suplementos.

^h como equivalentes de folato dietético (eFD). 1eFD = 1 μg de folato dietético = 0.6 μg de ácido fólico de alimentos adicionados o suplementados = 0.5 μg de suplemento consumido con el estómago vacío.

2. Problemas en adolescentes

2.1. Sociales. Debido a los cambios que suceden en su cuerpo los adolescentes se llegan a sentir inseguros mostrándose preocupado, desinteresado o indiferente ante el medio que lo rodea; le preocupa lo que pueden pensar de él. Llegan a sentir la necesidad de un nuevo yo y de identidad con el grupo en el cual se encuentran (Moreno, 2005).

2.2. Embarazo y adolescencia. Otro de los problemas a los cuales se enfrentan los adolescentes es el embarazo ya que en el país durante el año 2000 entre la población adolescente ocurrieron cerca de 366 000 nacimientos en madres menores de 19 años de edad, lo que representa 17% del total de nacimientos y una tasa específica de fecundidad de 70.1x mil mujeres de ese grupo de edad. Por lo cual la prevención del embarazo no planeado en las adolescentes continúa siendo un desafío prioritario en salud reproductiva (Santos-Preciado, 2003).

2.3. Adicciones. Cada vez es mayor el número de personas que consumen drogas en el mundo, y nuestro país no está exento de ello (Moreno, 2005). Como lo demuestran los datos de la Encuesta Nacional de Adicciones (ENA) de 1998 el 10% de los adolescentes fuman; según datos de la Encuesta Nacional de salud y nutrición 2006 (ENSANUT 2006) la prevalencia actual en los adolescente es del 7.6% (Olaiz-Fernández, 2006). Existen 14 millones de fumadores, de los cuales más del 70% iniciaron antes de los 14 años (Santos-Preciado, 2003). Otra droga que se expende de forma legal es el alcohol el cuál se consume desde edades muy tempranas; llegando a tener repercusiones en la salud, así como también a nivel familiar y social. En la tabla 5 se observan los efectos en la salud en cuanto al consumo de alcohol observando los efectos a corto y largo plazo.

En cuanto al consumo de drogas se calcula que alrededor de 4% de los individuos entre los 12 y 17 años de edad han probado alguna droga en su vida. Las más frecuentes son los inhalables dentro de los que se encuentran el pegamento de contacto (cemento), thinner, gasolina y la marihuana (Moreno, 2005; Santos-Preciado, 2003).

Tabla 5. Efectos del consumo de alcohol a corto y largo plazo

Efectos del uso de alcohol en el corto plazo	Efectos del uso de alcohol a largo plazo
Sensación de mayor libertad y confianza	Gastritis
Menor coordinación motora y lentitud de reflejos	Pérdida del apetito
Lenguaje farfullante	Deficiencias vitamínicas
Menor capacidad para concentrarse	Malestares gastrointestinales
Cambios intensos en el estado de ánimo	Problemas cutáneos
Alteraciones en la percepción	Impotencia sexual

Fuente Como proteger a tus hijos contra las droga, Centros de Integración Juvenil, A.C.1999.

2.4. Trastornos de la conducta alimentaria Los trastornos alimentarios más frecuentes en este grupo de edad son la Anorexia y la Bulimia a los cuales la OMS los define de la siguiente manera:

a. Anorexia nerviosa Trastorno caracterizado por una pérdida deliberada de peso inducida o mantenida por el propio enfermo (Mataix, 2002). Disfunción endógena y actitud psicopatológica distorsionada hacia la comida y el peso (Shils, 2002).

b. Bulimia nerviosa Trastorno grave el cual se caracteriza por la compulsión al comer y purgamientos que se relacionan con la pérdida del control sobre la comida y una persistente preocupación acerca de la figura y el peso corporal (Shils, 2002).

Estos trastornos son más frecuentes en adolescentes femeninos sobre todo en la segunda década de la vida llegando a ocasionar problemas nutricionales importantes que pueden llegar incluso a la muerte; como es el caso de la Anorexia (Kaplan, 1991).

La prevalencia de anorexia nerviosa en estudiantes de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí fue del 3% mientras que la de bulimia fue de 4.5% en un estudio realizado en el 2002 por Torres-Zuñiga (datos no publicados); motivo por el cual es importante informar a esta población de los riesgos, así como promover buenos hábitos alimentarios en esta etapa de la vida.

3. VITAMINAS

Las vitaminas son compuestos orgánicos de bajo peso molecular (<1500Da) esenciales para la vida (Bases técnicas SSA, 2003; Serralde, 2005), las cuales no pueden ser sintetizadas por el hombre; sólo algunas y en cantidades inadecuadas. Por lo cual el ser humano las tiene que tomar de manera exógena

(a través de los alimentos). Estas son indispensables ya que el organismo las utiliza para regular su metabolismo participando en diferentes procesos enzimáticos.

Las vitaminas se agrupan en liposolubles e hidrosolubles. Dentro de las vitaminas liposolubles se encuentran vitamina A, D, E y K; mientras que las hidrosolubles son tiamina (B1), riboflavina (B2), piridoxina (B6), cianocobalamina (B12), niacina, biotina, ácido pantoténico y vitamina C o ácido ascórbico (Roskoski, 1998; Bases técnicas SSA, 2003).

La deficiencia de las vitaminas va a tener repercusiones en la salud y funcionalidad del individuo. Los requerimientos varían de acuerdo a la edad, sexo y en el caso de las mujeres de acuerdo al estado fisiológico en el cual se encuentran como el embarazo o lactancia (Mataix, 2002).

La mayoría de las deficiencias de vitaminas son marginales o subclínicas asociadas con una baja ingesta o problemas con la biodisponibilidad de las mismas; aunque inaparentes, las deficiencias subclínicas se acompañan de retraso en el crecimiento, aumento en la morbilidad y disminución en la capacidad cognoscitiva, entre otros efectos funcionales (Rosado, 1995).

3.1. Vitamina B12 o cobalamina. Se aisló en Estados Unidos e Inglaterra al mismo tiempo en 1948 (Shils, 2002). Su deficiencia causa anemia perniciosa y una neuropatía relacionada con vitamina B12 o degeneración subaguda combinada de la médula espinal (Shils, 2002; Roskoski, 1998). En 1929 Castle y col. demostraron que la secreción gástrica normal contiene un factor intrínseco el cual es esencial para la absorción de la vitamina (Bases técnicas SSA, 2003). Su estructura química se muestra en la Figura 1.

3.1.1. Absorción, transporte y metabolismo. Las glucoproteínas se unen con gran afinidad a las cobalaminas. Son un grupo de proteínas con un componente de carbohidrato variable con propiedades antigénicas; las cuales se encuentran en todos los tejidos de los mamíferos. Una de ellas es el factor

intrínseco (FI) es necesario para la absorción normal de la vitamina B12. El FI se produce en las células parietales gástricas, también se puede encontrar en las células principales del fondo y las células G del antro gástrico y en las glándulas salivales. La secreción del FI depende de diversos estímulos como la histamina y acetilcolina gástricas. En el estómago, la vitamina B12 de la dieta se libera de su unión por la acción del ácido gástrico y de la pepsina. En el intestino el pH se eleva y gracias a la digestión proteolítica la vitamina se libera y se transfiere a su receptor de la pared ileal específico del enterocito (RCFI). El RCFI reabsorbe la cobalamina en el íleon terminar pudiendo constituir un ciclo entero hepático de la vitamina que equivale a más de 1.0 µg al día.

La captación del FI unido a hidroxicobalamina por el RCFI en el borde de cepillo de las microvellosidades de la mucosa ileal depende de la presencia de calcio, pH superior a 6 y de los componentes de la bilis. El complejo FI-hidroxicobalamina ingresa a la célula ileal por endocitosis en donde es liberada y el FI es degradado. La cobalamina absorbida es transportada en la circulación portal unida a la transcobalamina II (TCII); la cual tiene una vida media de sólo seis minutos (Herbert, 1990).

La transcobalamina II es esencial para el transporte de la vitamina B12 ya que lleva la cobalamina a todas las células del organismo y es absorbida a través de endocitosis por receptores específicos en la pared celular. La TCII es degradada por proteasas lisosómicas liberando cobalamina; convirtiéndose en metilcobalamina (metilCbl) en el citosol donde se une con la sintetasa de metionina, o bien, se transforma en adenosilcobalamina (adoCbl) en la mitocondria uniéndose a la mutasa de metilmalonil-CoA. La sintetasa de metionina como la mutasa de metilmalonil-CoA se sintetizan en el retículo endoplásmico. La adoCbl representa más del 70% de la cobalamina en el hígado,

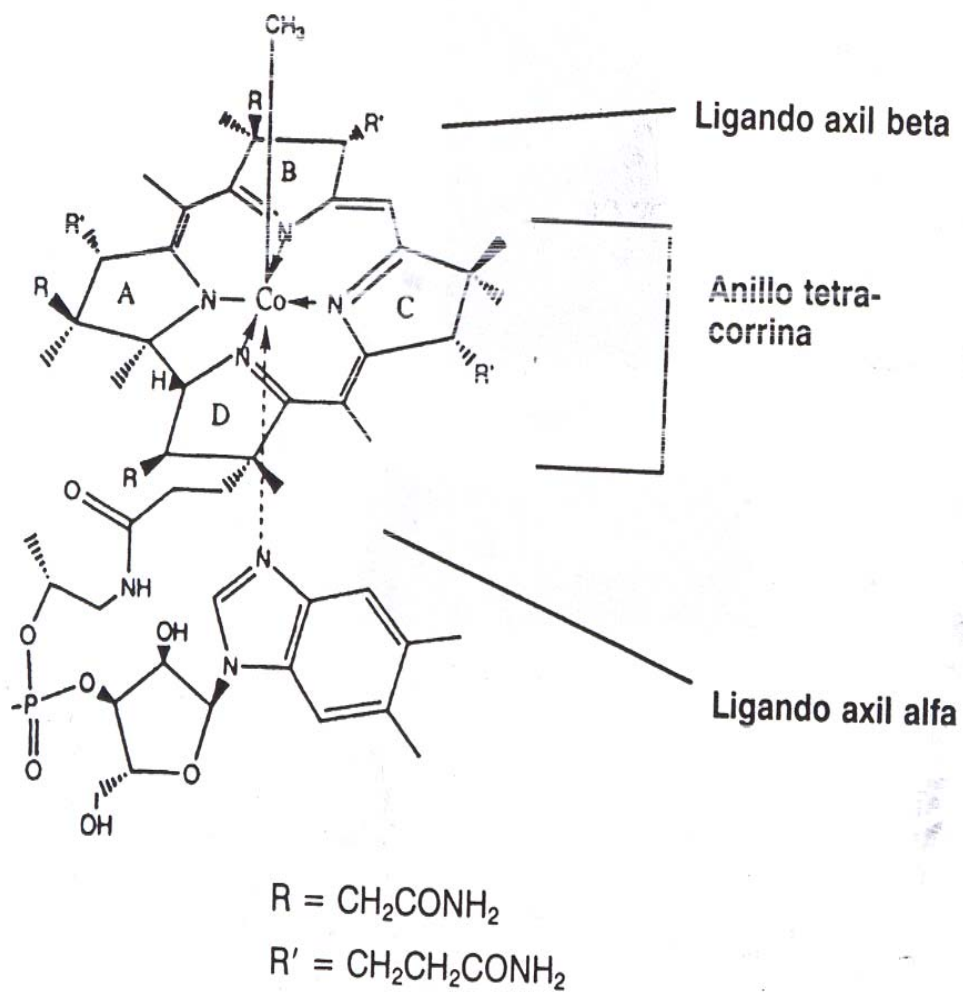


Figura 1. Estructura química de la vitamina B12.

eritrocitos, cerebro y riñones. Un 60 a 80% de la cobalamina plasmática se encuentra en forma de metilCbl. La excreción de la cobalamina se produce por

medio de la apoptosis celular en el tubo digestivo, riñones y piel; por lo cual es lenta.

3.1.2 Función. La vitamina B12 es cofactor en dos reacciones metabólicas importantes: una metilación de homocisteína a metionina y la conversión de metil malonil coenzima A a succinil CoA (Rasmussen, 2001).

La sintetasa de metionina se encuentra en la unión de dos procesos importantes: la síntesis de DNA y RNA a través del metabolismo de las purinas y pirimidias, y las reacciones de metilación vía s-adenosilmetionina (Ado Met). Estos procesos se llevan a cabo en el paso principal de los fragmentos de carbono de la serina sintetizada a partir de glucosa. El carbono beta de la serina a través de la transferasa de hidroximetil-serina y THF-glu forma N5,N10-metilén-THF-glu y glicina en el citoplasma. El carbono 2 de la glicina también se puede usar para producir N5,N10-metilén-THF-glu en la mitocondria. Después el N5,N10-metilén-THF-glu se encuentra como cruce de las siguientes vías metabólicas:

- a) sintetizar timidilato a partir de monofosfato de desoxiuridina el cual produce las bases pirimídicas del DNA.
- b) convertirse en pentaglutamato de N10-formiltetrahidrofolato, el cual se utiliza para insertar carbonos 2 y 8 en el anillo de puina.
- c) reducirse mediante la reductasa de metileno a N5-metil-THF-glu el cual se emplea para remetilar a la homocisteína y producir metionina a través de la sintetasa de metionina y luego Ado Met por la sintetasa de S-adenosil-metionina.

Puede presentarse deficiencia de vitamina B12 por baja ingesta (Rasmussen, 2001; Allen, 2003), en problemas de parasitosis intestinal como Giardia Lamblia, Enterobius vermicularis (Olivares, 2002), así como en dietas vegetarianas.

3.2. Acido fólico o folato. El ácido pteroilglutámico (ATG) es la forma farmacéutica usual del ácido fólico. Los folatos se encuentran en varias formas reducidas como: dihidrofolato, tetrahidrofolato (THF), etc. Varios radicales de un carbono se pueden unir al tetrahidrofolato en las posiciones N-5, N-10 o N-5,10, lo que confiere a los folatos su papel como transportadores de radicales de un carbono (Silencio, 2004). En la figura 2 se muestra la estructura química del ácido fólico.

3.2.1. Absorción, transporte y metabolismo. La forma dominante de folato en el suero y eritrocitos es el 5-metil-THF. El folato sérico es lábil, por lo tanto se tiene que proteger contra la destrucción oxidativa antes de la prueba si se almacena el suero congelado en ausencia de un agente reductor como el ascorbato (Silencio, 2004).

La mayor parte del folato de los alimentos se absorbe en el tercio proximal del intestino delgado. La principal forma de folato en los alimentos es el poliglutamato. Antes de su absorción las conjugasas (hidrolasa de pteroilpoliglutamato) separa el “exceso” de glutamatos de la cadena lateral de la molécula de la vitamina. La biodisponibilidad de los monoglutamatos de folato ingeridos es mucho mayor que la del poliglutamato de folato en los humanos ya que este debe hidrolizarse. La hidrolasa de folato del borde en cepillo de los enterocitos del intestino delgado es mucho menos abundante que la hidrolasa de folato intracelular, es más que adecuada para la digestión de la cantidad mínima tolerable de 3 µg de folato por kilogramo de peso. La acción de la conjugasa se puede modificar de manera específica por factores alimentarios como la levadura y los frijoles; y de manera inespecífica; si el pH es ácido. La alteración de la actividad de la hidrolasa de folato del borde de cepillo en ciertas enfermedades y después de exposición a fármacos, salicilazosulfapiridina, alcohol y

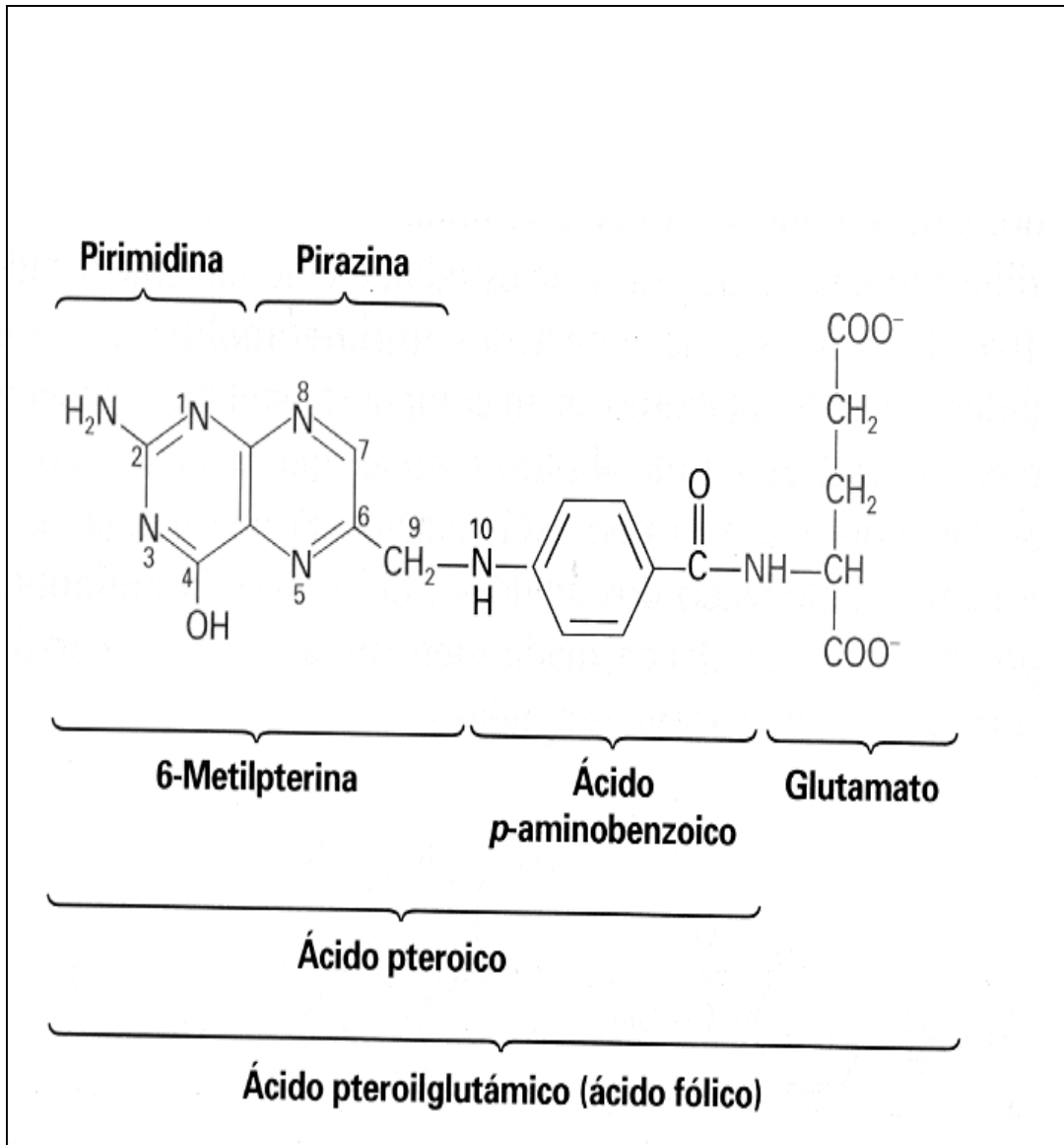


Figura 2. Estructura química del ácido fólico

difenilhidantoína, puede llegar a ocasionar malabsorción y deficiencia de folato (Shils, 2002).

El transporte mucoso activo se acelera con la glucosa y galactosa, y disminuye por factores no identificados presentes en muchos alimentos. Un porcentaje pequeño del folato ingerido se absorbe por difusión pasiva después de la desconjugación, como en el caso de la vitamina B12. El ácido fólico se absorbe en el intestino en concentraciones fisiológicas y la mayor parte se convierte en la luz intestinal de los enterocitos en formas reducidas para luego sufrir reacciones de metilación o formilación. A concentraciones altas se transporta por medio de los enterocitos sin grandes modificaciones. Las formas reducidas y formuladas o metiladas se transfieren a mayor velocidad del intestino a la circulación que el ácido fólico (Shils, 2002).

El folato se distribuye en tres fracciones: el folato libre; el que mantiene uniones laxas con agentes de baja afinidad y una fracción mucho menor se une con agentes de alta afinidad. Estos compuestos son glucoproteínas con un peso molecular cercano a 40 000 Daltons; es probable que se sinteticen en los granulocitos y éstos los liberen, pero se modifican en el hígado y, tal vez en el riñón. Estas llevan el folato al hígado, controlan la distribución de folato, su degradación y excreción en estados de deficiencia y el transporte de los folatos oxidados del líquido cefalorraquídeo a la sangre. También se encuentran en la leche intensificando la absorción intestinal de folato. La proteína de alta afinidad para unión con folato que se encuentra en el suero humano parece tener mayor afinidad por el ácido fólico (PteGlu) que para el folato reducido (Silencio, 2004).

El folato entra a las células de la médula ósea, reticulocitos, hígado, líquido cefalorraquídeo y células tubulares renales contra un gradiente de concentración lo que sugiere un transporte dependiente de energía y mediado por un transportador. El metil-THF el cual representa el mayor porcentaje del folato sérico, se transporta

con mayor eficiencia que el ácido fólico por las células intestinales y para entrar a las células del cuerpo (Shils, 2002).

Las reservas corporales totales de folato varían entre 5 y 10 mg (11.3-22.6 μmol), de las cuales cerca de la mitad está en el hígado (Shils, 2002). La mayor parte del folato almacenado se encuentra como poliglutamatos; por lo cual es probable que el transporte a través de las paredes celulares requiera hidrólisis hasta llegar a monoglutamatos, y que las enzimas que catalizan la síntesis e hidrólisis de poliglutamato tenga una función importante en el almacenamiento del folato. Estas enzimas se conocen como sintetasa y conjugasa de poliglutamato. La segunda está bajo control hormonal parcial. La sintetasa es relativamente inestable y se encuentra en escasa cantidad. Los monoglutamatos de folato son las formas circulantes y de transporte de esta vitamina (Silencio, 2004).

El folato se excreta mediante la orina y la bilis tanto en sus formas activas como e inactivas. Se excretan cerca de 100 μg de folato activo en la bilis. La excreción urinaria se presenta después de la filtración glomerular de la fracción libre y reabsorción de una parte del folato filtrado por transporte activo a través de la pared celular tubular. El principal producto de degradación es el acetamidobenzoilglutamato lo cual sugiere que la principal vía catabólica del folato es la separación oxidativa de la molécula de folato en el enlace 9-10, con acetilación de la fracción p-amniobencilo en el hígado antes de su excreción. El alcohol interfiere con la ciclo enterohepático del folato (Shils, 2002).

3.2.2. Función. El folato es necesario para la síntesis de timidilato y por lo tanto del DNA. Una enzima que contiene B12 separa el grupo metilo del metilfolato y lo añade a la homocisteína, convirtiéndola en metionina y regenera el THF, a partir del cual se sintetiza el 5,10-metilén-THF el cual interviene en la síntesis de timidilato. El metilfolato es la forma predominante de folato en el suero y el hígado humano. El cual sólo regresa a la reserva corporal mediante un paso que depende

de la vitamina B12; los pacientes con deficiencia de vitamina B12 tienen “atrapamiento de folato” (Silencio, 2004).

Los folatos se encuentran en toda la naturaleza en casi todos los alimentos naturales. Se encuentra en la levadura, hígado, carnes, vegetales frescos y algunas frutas frescas. El folato es muy susceptible a la destrucción oxidativa. El 50 a 95% del folato de los alimentos se destruye con el cocimiento prolongado u otra forma de elaboración por ejemplo el enlatado; y se destruye totalmente en los alimentos refinados como azúcares, licores y caramelos. Los folatos naturales se encuentran en forma de poliglutamatos (Silencio, 2004).

Las principales causas de deficiencia nutricional son por una ingesta insuficiente, absorción inadecuada, utilización anormal, aumento de los requerimientos, aumento de excreción y/o aumento de la destrucción (Silencio, 2004).

3.3 Manifestaciones clínicas de deficiencias de nutrimentos en adolescentes y su impacto en la salud

a. Anemia

Fue definida en 1968 por la OMS como la “condición en la cual el contenido de hemoglobina sanguínea está por debajo de los valores considerados como normales, como resultado de la deficiencia de uno o más nutrimentos esenciales, independiente de la causa de tal deficiencia” (Freire, 1998; Dugdale, 2001).

Es el padecimiento nutricional más frecuente en el mundo; afectando a la mitad de los niños de 0-5 años y las mujeres embarazadas (Jain, 2000; Shamah-Levy, 2003; Bases técnicas SSA, 2003) y hasta un 41% de mujeres no embarazadas en países en desarrollo. En 1998, la Organización de las Naciones Unidas señaló que en los países en desarrollo los adolescentes presentaron una prevalencia de anemia del 27%, con tasas similares entre los hombres y mujeres;

sin embargo los varones presentaron un porcentaje de anemia ligeramente mayor por los requerimientos elevados de hierro por la mayor masa muscular durante el crecimiento (Rivera, 2001).

En México, la prevalencia de anemia es del 11.5% en adolescentes de ambos sexos; los adolescentes presentan una prevalencia de 12.3%; mientras que en las adolescentes la prevalencia es de 10.9% según datos de la Encuesta Nacional de salud y nutrición 2006 (Olaiz-Fernández, 2006).

La anemia puede ser debida a causas nutricionales como a no nutricionales; dentro de las primeras se encuentra la deficiencia de hierro como una de las principales causas, seguida por otras deficiencias como lo son de vitamina B12, ácido fólico y vitamina A principalmente (Allen, 2004; Shamah-Levy, 2003; Villalpando, 2003). Dentro de las causas no nutricias se encuentran problemas de parasitosis intestinales como la unciniarasis y la triquinosis (Olivares, 2002). Otras causas que llegan a ocasionar problemas de anemia son en el embarazo por la hemodilución existente, infecciones agudas y crónicas, así como hemorragias por diversas causas una de ellas la menstruación en las mujeres (Bases técnicas SSA, 2003).

La anemia tiene efectos tanto para la madre como para el feto ya que incrementa la mortalidad materna así como problemas de bajas reservas de hierro en el recién nacido ocasionando problemas de deficiencia de hierro en los primeros meses de vida. Otro de los problemas observado por la anemia secundaria a deficiencia de hierro son los niños pretérminos y recién nacidos con peso bajo al nacimiento (Shamah-Levy, 2003).

La anemia también se puede llegar a presentar por deficiencia de otros elementos como el ácido fólico el cual es un elemento dietético imprescindible.

b. Defectos del tubo neural

Los defectos del tubo neural se desarrollan durante la tercera y cuarta semana posconcepcionales (Suárez, 2005) dando lugar a malformaciones con diversos grado de severidad, las cuales pueden llegar a ser mortales; entre las que destacan problemas como la anencefalia (Rodríguez-Moràn, 1998). Se ha observado que entre los factores que pueden ocasionar defectos del tubo neural (DTN) se encuentran factores ambientales, consumo de algunos fármacos, consumo de alcohol y otras drogas, así como la carencia de algunos micronutrientes en la dieta materna dentro de los que se encuentra el ácido fólico (Liu, 2004; Ramirez-Espitia, 2003; Ray, 2002).

Se ha demostrado que la suplementación con ácido fólico tres meses antes de la concepción disminuye los DTN como se observó en Europa y Norte América donde ha ocurrido una reducción en 0.6 a 3.7 casos por 100 nacidos vivos; alrededor de 400,000 casos ocurren anualmente en el mundo, en México durante el año 2000 se presentaron 1,414 casos de DTN (Ray, 2002).

c. Embarazo en adolescentes

La sexualidad de un individuo también incluye lo referente al impulso o deseo sexual, la posibilidad de gozar y procrear (Pérez, 2003). El inicio de la vida sexual activa entre los y las adolescentes es de 15.4 años. Se estima que entre la población adolescente durante el año 2000 ocurrieron cerca de 366 000 nacimientos en madres de menos de 19 años de edad. Por lo cual la prevención del embarazo no planeado en las adolescentes continúa siendo un desafío prioritario en salud reproductiva (Maddaleno, 2003; Santos-Preciado, 2003).

El embarazo es preocupante no sólo por los riesgos que tiene la fecundidad precoz para la madre y su descendencia, sino también porque esto limita las oportunidades de desarrollo personal de las adolescentes (Pérez, 2003).

El embarazo en las adolescentes ocasiona mayor índice de cesárea por desproporción cefalo-pélvica, mayor prematuridad, menor apgar, así como mayor morbimortalidad materno-perinatal (Mondragón, 2001).

d. Aborto

Se define como aborto a la expulsión del producto de la concepción antes de que ocurra la viabilidad del mismo (vigésima semana o 449 gramos de peso). De acuerdo a su etiología el aborto puede ser espontáneo o provocado. El aborto espontáneo es aquel en el que no interviene ningún factor intencional de interferencia; ocurre generalmente 2 a 3 semanas después de la muerte del embrión al producirse zonas de necrosis e infiltración en el sitio de implantación embrionaria; con lo que se inicia su desprendimiento parcial o total. Se presenta con una frecuencia de 10% del total de embarazos y aumenta de acuerdo con la edad materna y el número de embarazos previos.

El aborto temprano ocurre antes de la duodécima semana; mientras que el tardío se presenta entre la duodécima y vigésima semana de embarazo. El aborto espontáneo puede deberse a diversos factores dentro de los que están:

- Factores ovulares los cuales representan el 60%
- Factores maternos con un 35 %
- Factores paternos solo el 2 %
- Otros factores con un 3 %

Factores ovulares como alteraciones y aberraciones cromosómicas incompatibles con el desarrollo, degeneración hidropica y manifestaciones del trofoblasto, placenta o cordón umbilical, entre otras.

Factores maternos los cuales pueden ser causas locales o generales. Dentro de las primeras se encuentra hipoplasia uterina, útero arquato, útero

tabicado, sinequias uterinas, pólipos endometriales principalmente. Dentro de las causas generales están traumatismos diversos, hipertermia sostenida, desnutrición, avitaminosis, deficiencia del cuerpo lúteo, factores metabólicos e inmunológicos.

Y dentro de los factores paternos se encuentran alteraciones en su fórmula cromosómica así como la existencia de genes letales que no modifican el cariotipo (Mondragón, 2001).

e. Trastornos hipertensivos del embarazo.

Los trastornos hipertensivos del embarazo complican el 5 a 10% de todos los embarazos y hasta un 20% en las nulíparas. De acuerdo a la clasificación del *American Collage of Obstetricians and Gynecologists* se dividen en:

- I. Preeclampsia y eclampsia: hipertensión materna con proteinuria, edema patológico, o ambos. Eclampsia es la ocurrencia de convulsiones precipitadas por la enfermedad hipertensiva del embarazo.
- II. Hipertensión crónica de cualquier causa antes del embarazo.
- III. Hipertensión crónica con preeclampsia o eclampsia superpuesta.
- IV. Hipertensión transitoria: presión arterial materna elevada durante el embarazo o en las primeras 24 horas después del parto sin proteinuria ni edema.

Dentro de los factores de riesgo para la preeclampsia se encuentran primigravidez, antecedentes familiares de preeclampsia o eclampsia, preeclampsia o eclampsia previas, nueva paternidad, extremos de edad materna (menores de 20 o mayores de 35 años de edad), enfermedad vascular hipertensiva, auto inmunitaria o renal preexistentes. Diabetes mellitus, gestación múltiple, hidropesía fetal no inmunitaria o aloinmunitaria, triploidía y mola hidatiforme (Danforth, 2000). Se ha observado que la hiperhomocisteinemia es un factor de riesgo para disfunción endotelial y preeclampsia (Patrick, 2004).

Debido a que la adolescencia es un periodo de cambios importantes tanto a nivel físico como emocional con cambios en la composición corporal y en la alimentación; es de vital importancia contar con estudios sobre el estado nutricional de los adolescentes. Ya que se ha observado que la deficiencia de vitaminas y minerales es más frecuente de lo que se pensaba en este grupo etario, aunado a que las manifestaciones de las deficiencias de micronutrientos (vitaminas y algunos minerales como el hierro y zinc) son subclínicas poniendo en riesgo la salud de los adolescentes.

En México, son pocos los estudios realizados sobre la deficiencia de vitaminas en este grupo etario, por lo cual no se cuentan con estadísticas precisas ni datos recientes. La mayoría de los estudios de deficiencia de micronutrientos se han realizado en mujeres, niños menores de 5 años y en personas adultas, los cuales han reportado prevalencias altas de deficiencia de micronutrientos, como la vitamina C, A y E, selenio, zinc y hierro.

Datos de la segunda encuesta nacional de nutrición revelaron que aproximadamente el 26 % de las mujeres en edad reproductiva y 25% de los niños de 1 a 12 años presentaron concentraciones deficientes en sangre de vitamina B12. Otros países como Venezuela y Costa Rica han reportado que la deficiencia de vitamina B12 puede llegar a afectar hasta un 30-50% de la población adolescente.

Es por eso que en este estudio transversal descriptivo, se evaluó el estado nutricional de adolescentes de la ciudad de San Luis Potosí, no solo enfocado a la tradicional evaluación antropométrica, sino también enfocada a la deficiencia de vitamina B12, folato y anemia, las cuales se saben afectan a un gran porcentaje de la población mexicana.

III. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el estado nutrición y la deficiencia de vitamina B12 y folato, en adolescentes del área conurbana de la ciudad de San Luis Potosí, así como los riesgos de enfermedades cardiovasculares.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- i) Evaluar el estado nutricio de adolescentes de ambos sexos de entre 15 y 19 años de edad viviendo en el área conurbana de la ciudad de San Luis Potosí, por medio de parámetros antropométricos y bioquímicos.
- ii) Determinar las concentraciones de las vitaminas B12 y folato, así como de marcadores hematológicos para determinar la deficiencia nutricional de las vitaminas y la prevalencia de anemia.
- iii) Investigar la relación de variables antropométricas, clínicas y bioquímicas

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Sujetos y estudio

Estudio y localización. Este estudio piloto de tipo transversal, descriptivo y correlacional, se llevó a cabo con adolescentes inscritos en el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica No.1 (CONALEP) de la ciudad de San Luis Potosí.

Reclutamiento de participantes. Previa autorización del director de esta institución educativa, durante la primera visita al plantel se invitó a los estudiantes inscritos a una plática informativa en donde se mencionaron las características del estudio y la importancia del mismo. De los adolescentes mayores de 18 años que aceptaron participar en el estudio de manera voluntaria se obtuvo en dicha junta la firma del consentimiento informado. En caso de ser menores de edad, se les entregó una carta consentimiento en donde se explicaba a los padres de los mismos las características e importancia del estudio, la cual se llevaron a su domicilio para obtener la aprobación y firma de los padres y/o tutores del adolescente autorizando su participación en el estudio. El consentimiento informado está avalado por el comité de ética de la Universidad Autónoma de Querétaro. Una vez obtenido el consentimiento, a cada participante se le entregó un citatorio indicando la fecha y hora en la que se deberían presentar para empezar la recolección de datos, así mismo se les dieron instrucciones de las condiciones en la que se tenían que presentar, las cuales incluyeron básicamente presentarse con ayuno de 12 horas y con ropa ligera.

Tamaño de muestra. La muestra de este estudio piloto estuvo determinada por la cantidad de alumnos del CONALEP No. 1, de la ciudad de San Luis Potosí que decidieron participar previa invitación. De un total de 250 alumnos que aceptaron participar, solamente se presentaron a todas las citas y tomas de

muestras 133 adolescentes, de los cuales 79 pertenecieron al sexo femenino (59%) y 54 adolescentes al sexo masculino (41%).

4.2 Recolección de datos

4.2.1 Antropométricos

Cada participante se presentó con ropa ligera y en ayuno se procedió a la toma de medidas antropométricas de peso, talla, cintura, cadera y porcentaje de grasa corporal por personal previamente estandarizado.

Peso. Se pesaron a los adolescentes en una báscula electrónica marca Seca erecta modelo 844 (Seca Vogel & Halke, GMBH & Co. Hamburg, Germany). El peso se registró en kilogramos y gramos.

Estatura. La estatura se determinó por medio de un estadímetro portátil marca Seca modelo 206 de 2 m con divisiones de 1 mm (Seca Vogel & Halke, GMBH & Co. Hamburg, Germany). Su registro fue en metros con centímetros.

Índice de masa Corporal (IMC). Con las medidas de peso y estatura se calculó el índice de masa corporal (IMC) de los participantes el cual fue determinado por medio del programa Epi Info 2000, utilizando las referencias del CDC del 2000 (Versión 1.1; Mayo 11, 2001).

Cintura y cadera. Para la toma de la circunferencia de cintura y cadera, se uso una cinta métrica Seca modelo 200 (Seca Vogel & Halke, GMBH & Co. Hamburg, Germany) de 1.5 m, con divisiones de 1 mm. La medida de la cintura se tomó por arriba de la cresta ilíaca y debajo del reborde de la última costilla. La medida de la circunferencia de cadera se tomó en el punto más alto de la región glútea. Ambos datos se registraron en centímetros y milímetros.

Riesgo de Enfermedades Cardiovasculares (ECV). Se determinó mediante la relación de la circunferencia de cintura y cadera en centímetros (cm) de cada uno de los participantes. Se ha observado que la distribución corporal de grasa tiene gran importancia. Existen dos tipos de acumulación de grasa. La distribución ginecoide que es cuando la acumulación de grasa se presenta en el segmento inferior, pelvis y muslos; y cuando existe una mayor acumulación de grasa en el abdomen; sea subcutánea o visceral recibe el nombre de obesidad androide.

Una forma práctica y sencilla de valorar la distribución de grasa es medir la circunferencia de la cintura en su menor diámetro y dividir la cifra entre la mayor circunferencia de la cadera con el paciente de pie.

También se acepta que la distribución de la adiposidad corporal con predominio en el tronco y segmento superior del cuerpo (obesidad androide) se relaciona con un mayor riesgo de hipertensión arterial sistémica, intolerancia a la glucosa, diabetes mellitus tipo 2, hiperlipidemia e hiperinsulinismo (Gray, 1989).

Numerosos estudios muestran una asociación positiva entre el índice cintura/cadera con la morbilidad y mortalidad de origen cardiovascular (Oviedo, 2006; Zimmet, 2003; Janssen, 2002; González-Villalpando; 1993, Gray, 1989).

Por tal motivo se acepta que en el primer nivel de atención se utilice el uso clínico del índice cintura/cadera para predecir riesgo cardiovascular (Ríos, 2005).

Grasa corporal. El porcentaje de grasa corporal se determinó por duplicado mediante un equipo de impedancia bioeléctrica bipolar, marca OMRON modelo HBF-306INT (Omron Healthcare, Inc, Vernon Hills, Illinois, USA). Para esta medición se les pidió a los adolescentes que se descalzaran y retiraran todos los objetos metálicos que vestían, tales como aretes, relojes, pulseras, cinturones entre

otros. Y se les entregó un algodón humedecido con alcohol para eliminar la posible grasa o suciedad en manos que pudiera interferir con la medición.

4.2.2. Bioquímicos

Toma de sangre. Tras doce horas de ayuno se tomó una muestra sanguínea obtenida mediante localización y punción de la vena antecubital, previa asepsia de la zona con alcohol isopropílico. La muestra se recolectó usando dos tubos Vacutainer de 5 ml cada uno, con y sin anticoagulante. El tubo con EDTA como anticoagulante se usó para la obtención de plasma sanguíneo, mientras que para recolectar el suero se usó un tubo sin aditivos y con gel (BD Vacutainer Systems Preanalytical Soluciones, Franklin Lakes, NJ, USA). Inmediatamente después de ser obtenida la muestra de sangre, se colocaron los tubos en hielo para su conservación y traslado al laboratorio de Fisiología de la Nutrición de la Facultad de Ciencia Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Biometría hemática. Al arribar las muestras al laboratorio, el tubo con anticoagulante fue usado para llevar a cabo la biometría hemática. Los marcadores hematológicos fueron analizados utilizando el equipo CellDyn 1400 (Abbott, Laboratorios, Inc, Chicago, Ill, USA) en sangre total obteniéndose resultados de concentración de hemoglobina (Hb), hematocrito (Hct), volumen corpuscular medio (MCV), hemoglobina corpuscular media (MCH), concentración de hemoglobina corpuscular media (MCHC), recuento de glóbulos rojos o eritrocitos (RBC), recuento de plaquetas o trombocitos (PLT), recuento de glóbulos blancos o leucocitos (WBC), recuento absoluto de linfocitos (LYM), porcentaje de linfocitos (%L), recuento absoluto de granulocitos (GRAN) y porcentaje de granulocitos (%G).

Obtención del suero y plasma y almacenamiento. Una vez realizada la hematología completa se procedió a separar tanto el plasma como el suero por medio de una centrífuga refrigerada Precision 300R V1 (Thermo Electron Corporation, Chateau Gontier, France). Las muestras se centrifugaron por 15

minutos a 2000 rpm. El suero o plasma se alicuotaron en viales criogénicos de 1.5 mL y se guardaron en ultracongelación en un equipo REVCO (Legacy system, Asheville NC, USA) a -70 °C, para análisis posteriores.

Determinación de glucosa. La concentración de glucosa sérica se determinó por duplicado mediante un método colorimétrico utilizando los kits de Glucosa-Sera-Pak plus (Bayer Corporation, Sées, Francia). 10µL de suero se pusieron a reaccionar con 1 mL del reactivo compuesto por glucosa oxidasa en ácido glucónico y peróxido de hidrógeno. Esta reacción genera un compuesto de color rojo-rosado, del cual se mide su absorbancia a 500 nm en un espectrofotómetro clínico programado Clinical Chemistry Analyzer Bayer-RA50 (Bayer diagnostics, Ltd, Swords, Dublín, Ireland). Las concentraciones se calcularon de acuerdo a la siguiente ecuación matemática:

$$\text{Concentración de Glucosa: } \frac{\text{Absorbancia muestra} \times 200 \text{ mg/dL}}{\text{Absorbancia estándar}}$$

El estándar usado en la prueba fue una solución de glucosa conteniendo 100 mg/dL.

Perfil de lípidos. Los lípidos séricos, incluyendo colesterol total, triglicéridos y colesterol HDL se determinaron también mediante pruebas colorimétricas.

Colesterol. Para el colesterol total se usó el kit comercial Sera-Pak Plus (Bayer Corporation, Sées, Francia), y se colocaron por duplicado 10 µL de suero de la muestra de cada participante en tubos de ensaye, se les añadió a cada tubo 1 mL de reactivo para colesterol (compuesto por colesterol oxidasa, esterasa y peroxidasa en solución amortiguadora, conteniendo fenol, colato de sodio y azida sódica) y se procedió a mezclar y después de una incubación por 10 minutos a 37 °C, se leyó la absorbancia a 546 nm, obteniéndose de manera directa los

resultados, en el equipo Bayer-RA50. El estándar usado de colesterol en esta prueba fue una solución de colesterol de una concentración de 200 mg/dL.

Triglicéridos. En tubos de ensayo previamente rotulados se colocaron 10 μ L de suero de cada participante por duplicado y se agregó 1 mL de reactivo provisto en el kit para triglicéridos de Sera Pak Plus (Bayer Corporation, Sées, Francia), formado por glicerol quinasa, glicerol-3-fosfato oxidasa, peroxidasa, lipoprotein-lipasa, ATP, 4-aminoantipirina y p-clorofenol. La reacción genera una coloración roja que se lee a 500 nm después de incubar por 10 minutos a 37°C. Los resultados se obtuvieron en forma directa en el equipo Bayer-RA50. El estándar usado en esta prueba fue una solución de glicerol de 200 mg/dL de concentración.

Colesterol HDL. La cuantificación de las concentraciones séricas de colesterol HDL se llevó a cabo por medio del uso del kit comercial HDL Randox (Randox Laboratorios LTD, United Kingdom). En la que previa precipitación y centrifugación de la muestra, se tomaron 10 μ L del sobrenadante y se hicieron reaccionar con 1 mL del reactivo provisto en el kit y se procedió a su lectura en el equipo Bayer-RA50. Obteniendo la concentración de las muestras en forma directa.

Colesterol- LDL. Para calcular la concentración de LDL se utilizó la ecuación de Friedwald (Friedwald, 1972).

$$LDL = COL - [(HDL) + (TG/5)]$$

Vitaminas. La determinación de vitamina B12 y folato se realizó en forma simultánea utilizando el plasma por medio de un radio-inmunoensayo, utilizando Co^{57} y I^{125} como marcadores de B12 y folato respectivamente utilizando el Solid Phase No Boil Dual count kit (DPC) y un contador gamma. Para la determinación se utilizaron 200 μ L de suero por duplicado y se hicieron reaccionar con 100 μ L de factor intrínseco y 1 mL de vitaminas marcadas. Se agregó 1 mL de carbón en

solución, se centrifugaron a 14000 rpm por 15 min y 1 mL del sobrenadante se transfirió a nuevos tubos para su lectura en el contador gamma por espacio de 1 minuto para cada muestra y midiendo en forma simultánea ambos isótopos. Las concentraciones de la vitamina B12 y folato se determinaron mediante la construcción de curvas estándares y su extrapolación.

4.3 Controles y estándares.

Para asegurar la confiabilidad en cada uno de los análisis bioquímicos se utilizaron estándares y controles. En el caso de la biometría hemática se usaron los controles 1 (bajo), 2 (medio) y 3 (alto) provistos por Cell-Dyn 22Control (Abbott, Laboratorios, Abbott Park, IL). Para las pruebas de glucosa, y perfil de lípidos se usaron los controles suero control nivel 1,2,3-Randox (Randox Laboratorios Ltd, Ardmore, United Kingdom) y para las determinaciones de vitamina B12 y folato se usaron los controles ICN-123 Plus (ICN, Orangeburg, NY). También se utilizó suero UTAK como control interno de la técnica.

4.4 Valores de referencia

4.4.1. Antropométricos

Índice de masa corporal (IMC). Los puntos de corte para valorar el IMC fueron los establecidos por el Centro para el Control de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés), en los cuales se hace un ajuste del IMC con la edad de los adolescentes y se trabaja en percentiles. Valores porcentuales del IMC por debajo del percentil 5 fueron considerados como bajo peso para los adolescentes. Del percentil 5 al 85 se definió como peso adecuado. Arriba del percentil 85 y hasta el 90 fue definido el riesgo de sobrepeso y para riesgo de obesidad mayor al percentil 90 pero < percentil 95 y obesidad como tal cuando el IMC fue mayor del percentil 95 (WHO,1995).

Porcentaje de Grasa corporal. Los valores cortes para el porcentaje de grasa fueron para la mujeres de 5 a 20 % como bajo, de 21 a 33 % normal, de 34 a 38 % moderadamente elevado y alto > 38%. Mientras que para los hombres los puntos de corte fueron de 5 a 7 % bajo, normal de 8 a 20%, moderadamente elevado de 21 a 25 % y alto >25 % (Gallagher, 2000).

Riesgo de Enfermedades Cardiovasculares (ECV). Se calculo tomando en cuenta la relación de la circunferencia de cintura entre la circunferencia de la cadera. Usando como valor corte para mujeres de >0.8 y en hombre >1.0 (Ríos, 2005).

4.4.2. Bioquímicos

Anemia. Una concentración de hemoglobina <12.0 g/dL para mujeres y <13.0 g/dl hombres fue considerada como anemia según los valores de corte utilizados por la OMS (WHO, 2001). Se realizaron ajustes a razón de 0.7g/dL para la altitud de San Luis Potosí de 1860 m (Ruiz-Argüelles, 2006).

Glucosa. El valor corte de glucosa normal fue 100 mg/dL, >100 mg/dL indicó glucosa alta y menor a 50 mg/dL fue considerada como hipoglucemia (Mataix, 2002, NOM-015-SSA2-1994).

Triglicéridos. Concentraciones séricas de triglicéridos <150 mg/dL, fueron consideradas como normales, de 150-200 mg/dL limítrofes (con riesgo de enfermedad coronaria y algún factor de riesgo) y > 200 mg/dL como altos; asociados con riesgo de enfermedad coronaria más dos o más factores de riesgo. (NOM-037-SSA2-2002).

Colesterol. Valores normales de colesterol fueron definidos por una concentración sérica de colesterol total <200 mg/dL, de 200 a 239 mg/dL valores de colesterol limítrofes (con riesgo de enfermedad coronaria y algún factor de riesgo) y

>240 mg/dL como de alto riesgo cardiovascular, se deben de tomar medidas para su reducción tales como cambios en la alimentación, medicamentos y realizar ejercicio (NOM-037-SSA2-2002).

Colesterol HDL. Concentraciones mayores HDL >35 mg/dL, se consideraron normales y < 35mg/dL como HDL de alto riesgo cardiovascular. (NOM-037-SSA2-2002).

Colesterol LDL. El valor de corte de LDL fue <130 mg/dL para indicar un estado normal, de 130 a 159 mg/dL como valor limítrofe (con riesgo de enfermedad coronaria y algún factor de riesgo) y \geq 160 mg/dL como de alto riesgo cardiovascular (NOM-037-SSA2-2002).

Vitamina B12. Los valores cortes de vitamina B12 fueron para deficiencia <200 pg/mL, deficiencia marginal de 200–300 pg/mL y concentración adecuada de vitamina B12 valores > 300 pg/mL (Campbell, 2003).

Folato. El valor corte para niveles adecuados de folato es \geq 6 ng/mL y para deficiencia es < 6 ng/mL (OPS, 1996).

4.5 Descripción de Variables

Las variables recolectadas, medidas y calculadas en este estudio se muestran en las tablas 6-8.

Tabla 6. Tabla de variables antropométricas

Variables	Tipo	Unidades
Edad	Continua	Años
Sexo	Dicótoma	Masculino Femenino
Peso	Continua	Kg
Estatura	Continua	M
IMC	Continua	kg./m ²
Categorías de IMC	Categórica	Bajo peso Normal Riesgo de Sobrepeso Riesgo de Obesidad Obesidad
Categoría de % de grasa corporal	Categórica	Bajo Normal Moderadamente elevado Alto
Circunferencia de cintura	Continua	cm.
Circunferencia de cadera	Continua	cm.
Relación cintura cadera	Continua	Sin unidades
Riesgo de enfermedades cardiovasculares	Dicótoma	Sin riesgo Con riesgo

Tabla 7. Tabla de variables hematológicas

Hemoglobina	Continua	g/dL
Hematocrito	Continua	%
Volumen corpuscular medio	Continua	fL
Hemoglobina corpuscular media	Continua	Pg
Concentración de hemoglobina corpuscular media	Continua	g/dL
Eritrocitos	Continua	m/ μ l
Leucocitos	Continua	K/ μ l
Plaquetas	Continua	K/ μ l
Granulocitos	Continua	%
Linfocitos	Continua	%
Vitamina B12	Continua	pg/mL
Folato	Continua	ng/mL
Glucosa	Continua	mg/dL
Colesterol	Continua	mg/dL
Triglicéridos	Continua	mg/dL
HDL	Continua	mg/dL
LDL	Continua	mg/dL
Colesterol / LDL	Continua	mg/dL

Tabla 8. Tabla de variables para diagnósticos clínicos

Anemia	Dicotómica	Si No
Clases glucosa	Categórica	Bajo Normal Elevada
Clases de colesterol	Categórica	Normal Limítrofe Alto
Clases de Triglicéridos	Categórico	Bajo Normal Limítrofe Alto
Clases de HDL	Categórico	Bajo Alto
Clase LDL	Categórico	Normal Limítrofe Alto
Clases de vitamina B12	Categórico	Deficiente Marginal Adecuado
Clases de folato	Categórico	Deficiente Adecuado

4.6 Análisis Estadístico

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico Statview Versión 5.0.1 de SAS Inst) y en este programa se corrieron los análisis para la

determinación de estadísticas descriptivos de tendencia central como la media, mediana, desviación y error estándar de las características antropométricas y bioquímicas de los adolescentes. Además se hicieron los análisis de correlaciones de Pearson's con las cuales se determinaron las asociación entre variables antropométricas y bioquímicas. Las diferencias entre proporciones en variables categóricas se evaluaron por medio de tablas de contingencia y la prueba de Chi-cuadrada. Así como también se determinó la prevalencia de deficiencia de vitamina B12 y anemia de los participantes.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Características antropométricas

La edad promedio de los adolescentes fue 16.8 ± 1.2 años con un rango de edad de 15 a 19 años. Del total de la muestra ($n=133$), el 59.4% ($n=79$) fueron mujeres y el 40.6% ($n=54$) hombres. Se encontraron diferencias debidas al género en el valor promedio de peso (en mujeres 56.8 ± 11.4 vs. hombres 64.2 ± 10.7 , $P=0.0003$), estatura (en mujeres 155.8 ± 4.8 vs. hombres 168.5 ± 5.5 , $P < 0.0001$), % de grasa corporal (en mujeres 29.1 ± 4.8 vs. hombres 21.2 ± 10.4 , $P=0.0001$) y en la relación cintura/cadera (en mujeres 0.78 ± 0.05 vs. hombres 0.81 ± 0.05 , $P=0.0067$) (Tabla 9). Estos resultados concuerdan con lo ya reportado por autores como Monge-Rojas (2005) y Aguilera (2006), en donde se ha demostrado la diferencia de género en variables antropométricas y de composición corporal.

El IMC fue mayor en mujeres que en hombres, esto está en relación estrecha con las diferencias antropométricas entre los sexos y a la composición corporal. El 71% de los adolescentes presentó un valor de IMC normal, indicando adecuación del peso a la estatura y edad. Aunque las tasas de obesidad (6.0%), riesgo de obesidad (9.8%) y de sobrepeso (9.8%) fueron bajas, estas en conjunto contabilizaron para aproximadamente el 26% del IMC fuera del rango normal. Sólo 3% de los adolescentes presentaron bajo peso. En un estudio previo de una muestra representativa del Estado de Querétaro, se encontró que la prevalencia de sobrepeso en adolescentes fué del 12% y de obesidad alcanzó el 13% (Aguilera, 2006). En los adolescentes de Costa Rica, la prevalencia de sobrepeso fue de apenas el 3%, pero el bajo peso afectó al 32%, lo cual es contrastante con nuestros resultados, sin embargo, los adolescentes evaluados fueron de zonas rurales a diferencia de los evaluados en este estudio los cuales provenían de zona de urbana y su periferia (Monge- Rojas, 2005).

Tabla 9. Características antropométricas de los participantes (n=133)

Variable	Media ± DS*
Edad, años	16.8±1.2
Peso, kg	59.8±11.7
Estatura, m	161.0±8.0
Cintura, cm	75.9±9.1
Cadera, cm	95.7±8.4
Cintura/Cadera	0.8±0.05
Grasa corporal, %	25.9±8.5
IMC, kg/m ²	23.0±3.7

*DS= Desviación estándar

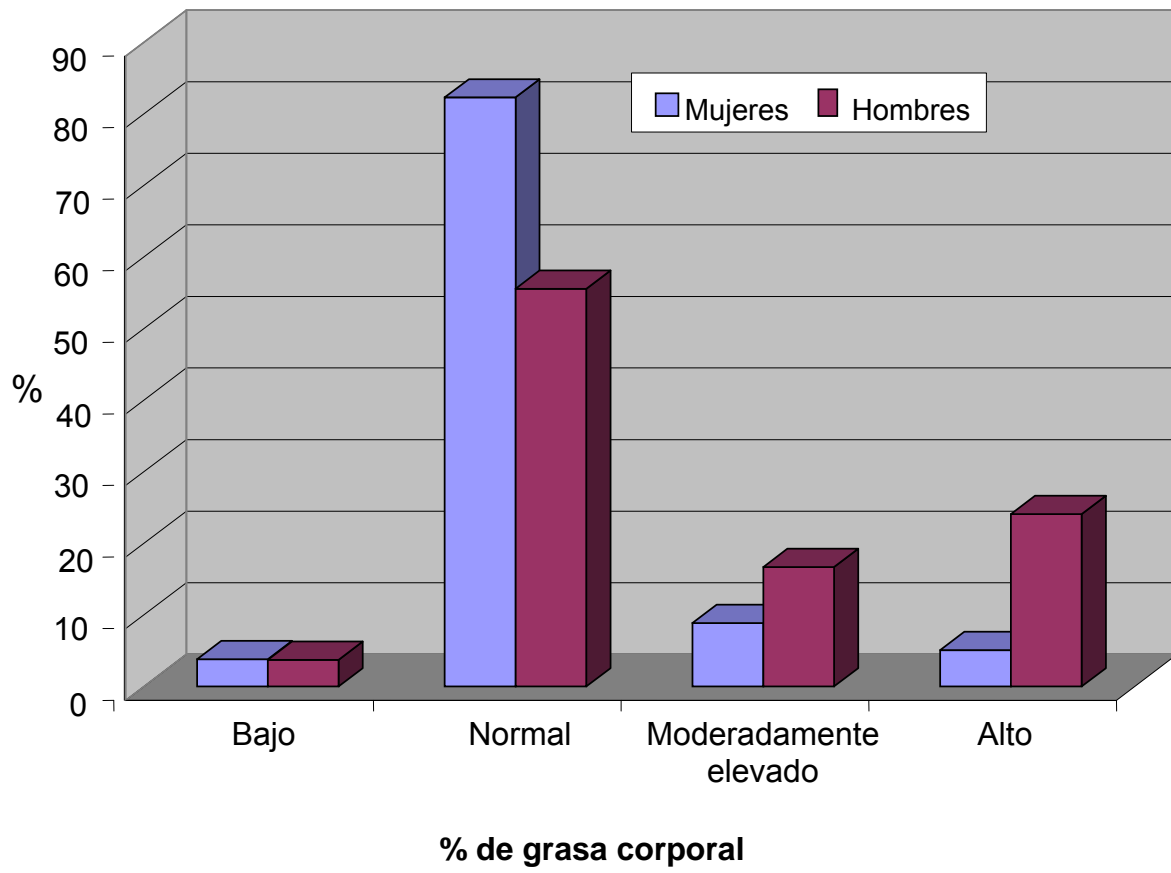
El 19.6 % de los adolescentes presentó riesgo de enfermedades cardiovasculares basado en la relación de cintura y cadera, de los cuales el 100% fueron mujeres. El riesgo de enfermedad cardiovascular y muertes relacionadas a esta fue asociado a la acumulación de grasa abdominal, y Björntorp en 1987 fue el primero en sugerir que una relación cintura cadera >1 en hombres y >0.85 en mujeres se utilizarán como indicadores para medir riesgo de enfermedad cardiovascular debido a la acumulación de grasa abdominal (Björntorp,1987).

En relación a la grasa corporal, se encontró que 71% de los adolescentes tuvo un porcentaje de grasa dentro del rango normal, 4% tuvieron menor porcentaje de grasa corporal que el normal, mientras que en 12% y el 13% de los adolescentes el porcentaje de grasa fue moderadamente elevado y alto, respectivamente (Gráfica 1). Analizando por sexo el porcentaje de grasa corporal, se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($X^2=13.9$, $p<0.005$).

En un estudio previo se reportó que un 70% de los adolescentes hombres y un 74% de las mujeres tuvieron un porcentaje de grasa corporal por encima del normal (Aguilera, 2006). Lo cual concuerda con los resultados de este estudio.

5.2 Índices hematológicos

En relación a los índices hematológicos de los adolescentes, las concentraciones promedio de hemoglobina en ambos sexos se encontraron por encima del valor corte para diagnóstico anemia. Solo un 1.5 % de los adolescentes presentó anemia, afectando únicamente a mujeres, lo cual representó el 2.5 % del total de estas. Estos datos sobre la prevalencia de anemia en adolescentes están por debajo de la media nacional de 11.5% según lo reportado por la ENSANUT 2006 (Olai-Fernández, 2006). En otros estudios se han reportado prevalencias de anemia muy por encima de los resultados obtenidos



Gráfica 1. Diagnóstico de % de grasa corporal en adolescentes potosinos por sexo

en este estudio, por ejemplo, en un estudio llevado a cabo en adolescentes de áreas rurales de Costa Rica se encontró que la prevalencia de anemia en adolescentes fue del 57%; incluyendo tanto a hombres como a mujeres; y al separarse por sexo las prevalencias de anemia fueron del 45% y 69 % para mujeres y hombres, respectivamente (Monge-Rojas, 2005). Al igual que en la ENSANUT 2006 la prevalencia de anemia en los hombres es mayor que en las mujeres (12.3% vs.10.9%) (Olaiz-Fernández, 2006).

El resto de índices hematológicos se encontraron dentro de parámetros normales con diferencias significativas debidas al sexo en la mayoría de ellos, a excepción del VMC, el número de plaquetas, linfocitos y del % de granulocitos (Tabla 10).

5.3 Indicadores bioquímicos

Los valores séricos promedio para los indicadores bioquímicos medidos se encontraron dentro del rango normal de los valores corte (Tabla 11). Y al evaluar diferencias en éstos debidas al sexo sólo se observaron diferencias significativas en la concentración media de colesterol total. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Ramírez-López, en donde en jóvenes de Guadalajara del sexo femenino, las concentraciones de colesterol sérico fueron mayores que en los varones (Ramírez-López, 2003).

Tabla 10. Índices hematológicos de los participantes (n=133)

Indicador	Total Media \pm DS*
<i>Hemoglobina (g/dL)</i>	15.1 \pm 1.4
<i>Hematocrito (%)</i>	45.7 \pm 4.2
<i>Volumen corpuscular medio MCV (fl)</i>	87.3 \pm 4.5
<i>Hemoglobina corpuscular media (pg)</i>	28.8 \pm 1.7
<i>Concentración de hemoglobina corpuscular media (g/dl)</i>	33.0 \pm 0.7
<i>Eritrocitos (m/μl)</i>	5.2 \pm 0.5
<i>Leucocitos (K/μl)</i>	7.3 \pm 1.7
<i>Plaquetas (K/μl)</i>	294.0 \pm 65.8
<i>Granulocitos %</i>	66.4 \pm 7.4
<i>Linfocitos %</i>	32.8 \pm 7.6

*DS= Desviación estándar

Tabla 11. Resultados bioquímicos de vitaminas, glucosa y lípidos séricos.

Indicador	Total Media ± DS*	Mujeres Media ± DS*	Hombres Media ± DS*	P
Vitamina B12 (pg/mL)	448.8 ± 437.1	464.5 ± 45.7	424.5 ± 67.9	0.6122
Folato (ng/mL)	12.0 ± 4.5	12.45 ± 4.8	11.4 ± 4.1	0.2133
Glucosa (mg/dL)	81.4 ± 14.1	81.6 ± 13.8	81.2 ± 15.0	0.8898
Colesterol (mg/dL)	134.1 ± 35.9	139.1 ± 36.3	126.0 ± 34.1	0.0458
Triglicéridos (mg/dL)	89.9 ± 65.9	92.8 ± 65.9	85.3 ± 66.4	0.5372
HDL (mg/dL)	52.0 ± 11.1	52.7 ± 11.4	51.1 ± 10.7	0.4535
LDL (mg/dL)	67.6 ± 35.8	71.9 ± 35.7	60.7 ± 35.3	0.0885
Colesterol / HDL	2.5 ± 0.6	2.6 ± 0.3	2.5 ± 0.7	0.4182

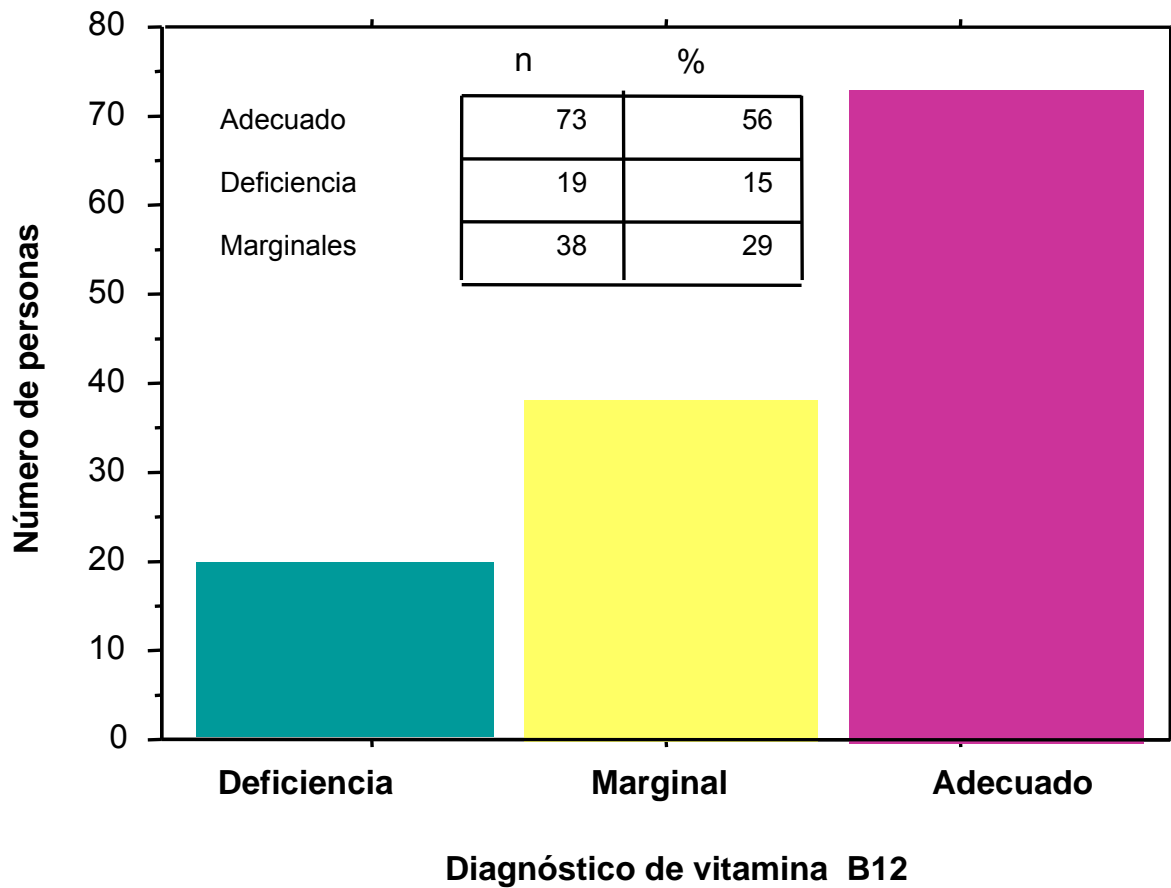
*DS= Desviación estándar

Vitamina B12 y folato

En lo referente a las concentraciones de vitamina B12 el 56% de los adolescentes presentaron niveles adecuados, el 15% presentó deficiencia y el 29% presentó deficiencia marginal de esta (Gráfica 2). Estos datos concuerdan con los reportados para una población de adolescentes femeninas en Venezuela en donde se encontró un 18.8% de deficiencia (Suárez, 2005), Mientras que en adolescentes viviendo en áreas rurales de Costa Rica se ha reportado una prevalencia de deficiencia de vitamina B12 más alta de aproximadamente el 30% (Monge-Rojas, 2005). En otro estudio llevado a cabo en Venezuela se encontró que la deficiencia de B12 afectó al 64% de los adolescentes (Diez-Ewald, 1997). En la segunda encuesta nacional de la nutrición se encontró que el 26 % de las mujeres adolescentes presentaron concentraciones deficientes de vitamina B12 (Anaya-Loyola, 2007).

Al respecto, adolescentes holandeses consumiendo dietas macrobióticas presentaron una prevalencia de deficiencia de B12 del 37% (Van Dusseldorp, 1999) y el 28% de aquellos en régimen estrictamente vegetariano (Hellebostad, 1985). La prevalencia de deficiencia de vitamina B12 que ha sido reportada en adolescentes chinas en edad reproductiva es del 10% (Ronnenberg, 2000).

Concentraciones séricas de folato bajas indicando deficiencia fueron encontradas en 4% de los adolescentes, no habiendo diferencia significativa debidas a la diferencia de sexo. Este resultado fue igual a otro estudio realizado en niños y mujeres de 12 a 49 años en México (Villalpando, 2003). Mientras que en otros estudios la deficiencia es más alta de 54% sin diferencia significativa entre ambos sexos (Monge Rojas, 2005) y de 90% en mujeres adolescentes venezolanas (Suárez, 2005). En adolescentes chinas la deficiencia de folato se ha reportado que afecta a 23% de los adolescentes.



Grafica 2. Clasificación de los adolescentes potosinos en base a sus concentraciones séricas de vitamina B12.

Glucosa

No se observó diferencia estadística significativa en las concentraciones promedio de glucosa debida al sexo de los adolescentes, con un valor promedio de 81.4 mg/dL igual a lo reportado por el Grupo de Estudio de Insulinemia en Adolescentes de Guadalajara, México (Ramírez-López, 2003). Un 2% de los participantes presentaron concentraciones altas de glucosa, la hipoglucemia se presentó en 13% de los adolescentes, sin embargo, este alto porcentaje de concentraciones bajas de glucosa puede deberse quizás a los valores cortos usados que son para adultos ya que en jóvenes no se han definido (Gráfica 3).

En un estudio similar con adolescentes Costa Ricenses se encontró que el 3% presentaron concentraciones de glucosa elevada sin diferencia debida al género (Monge-Rojas, 2005).

Lípidos

Las mujeres adolescentes presentaron concentraciones séricas promedio significativamente mayores de colesterol que los adolescentes hombres (Tabla 11). Lo cual concuerda con lo reportado por (Ramírez-López et al., 2003). Sin embargo, los hombres fueron los únicos que presentaron colesterol elevado, pero en un porcentaje muy bajo (1%) y el 5% de las mujeres presentaron concentraciones de colesterol limítrofes (200-239 mg/dL) (Gráfica 4).

En cuanto a los triglicéridos promedio, estos se encontraron más elevados en las en mujeres adolescentes aunque la diferencia debida al sexo no fue estadísticamente significativa. Estos mismos hallazgos se han reportado en otros estudios en adolescentes en los que se ha observado diferencia en concentraciones séricas debido al género (Leis, 1999). Del total de los adolescentes un 9.5 % presentó concentraciones de triglicéridos elevadas, y un

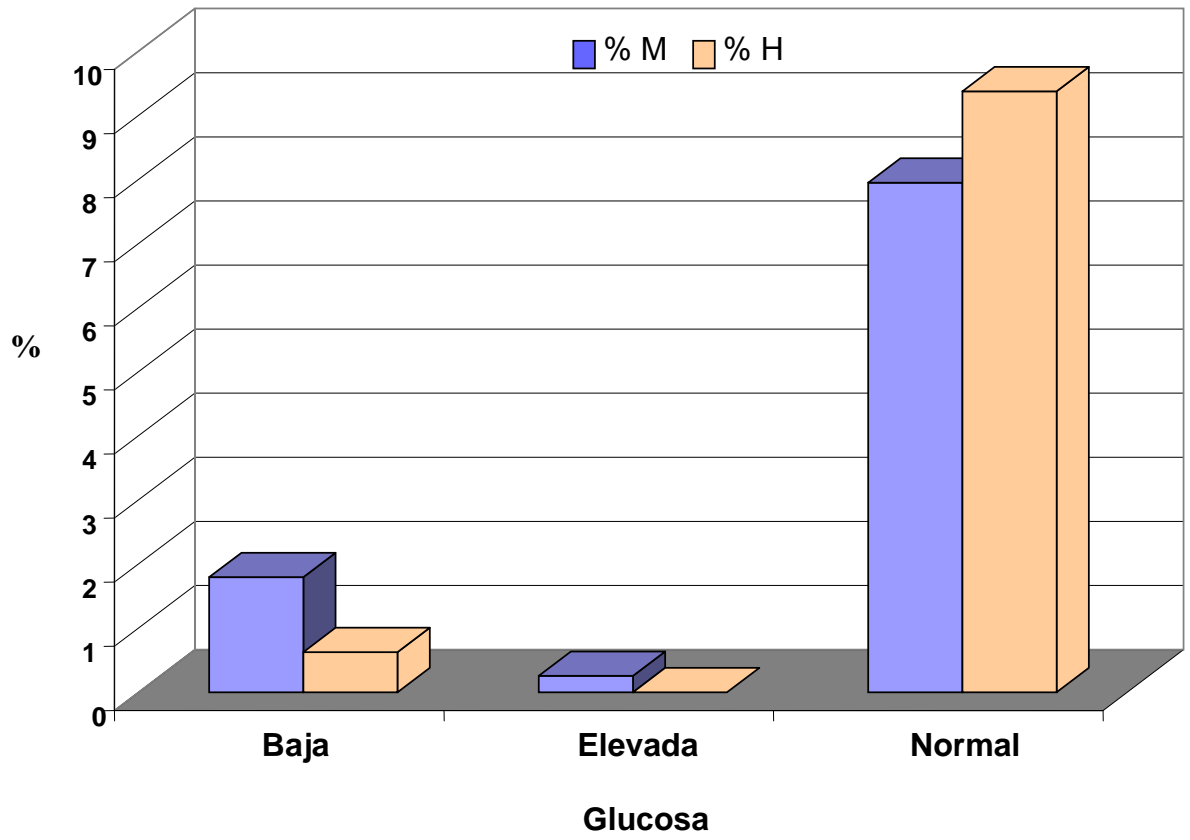
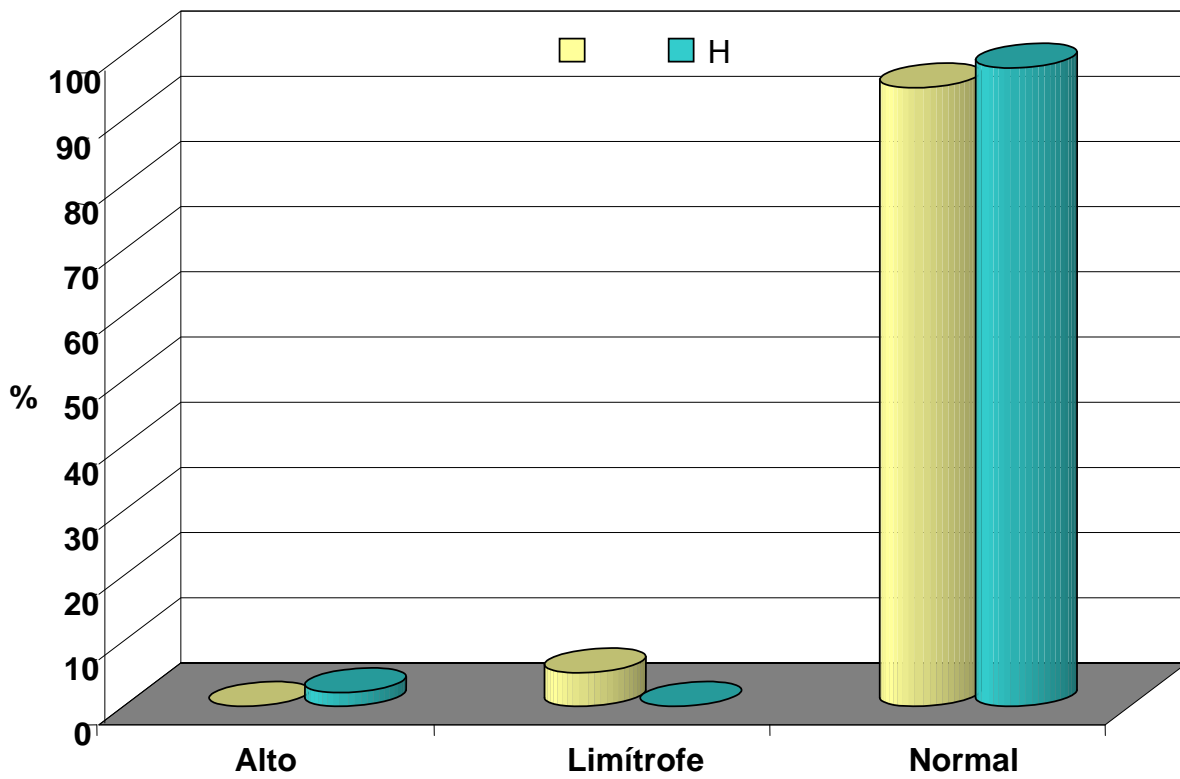


Gráfico 3. Diagnóstico de glucosa de los adolescentes potosinos por sexo.



Gráfica 4. Clasificación de las concentraciones séricas de colesterol de los adolescentes potosinos.

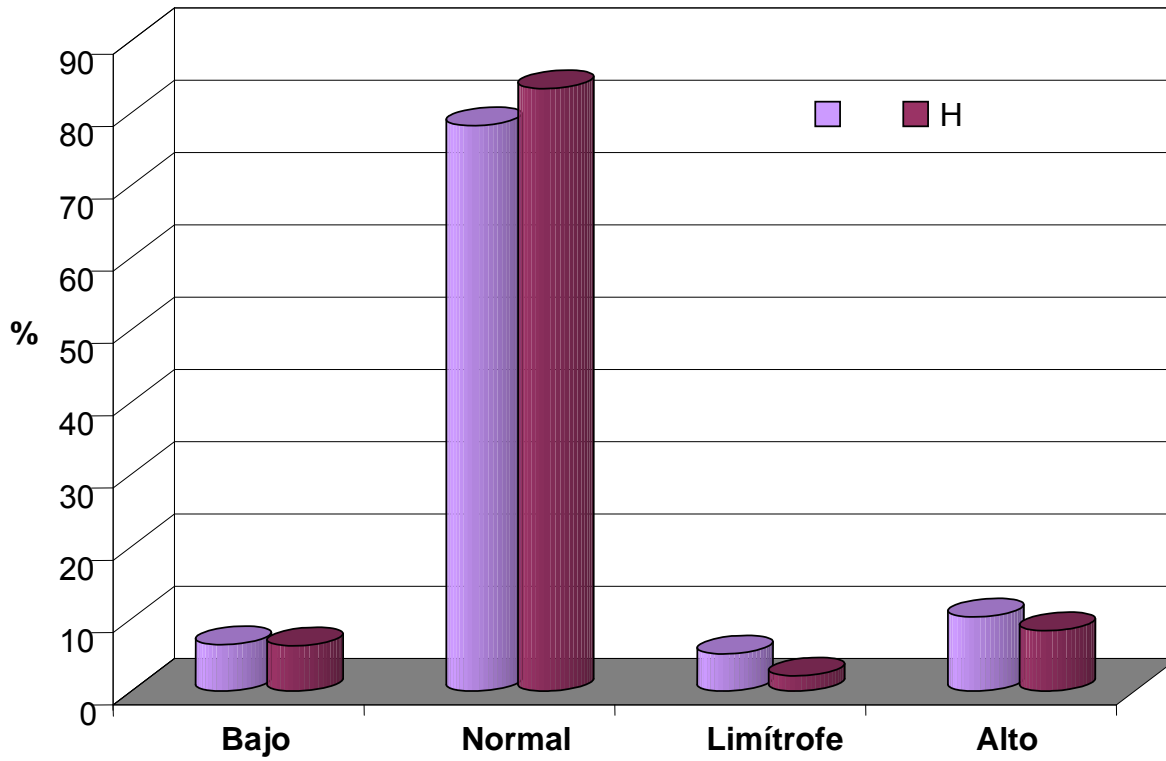
4.0% en el límite, siendo las mujeres las que mayor prevalencia presentaron (Gráfica 5).

Un estudio conducido anteriormente en la ciudad de San Luis Potosí reportó que 4% de los adolescentes estudiantes de medicina presentaron concentraciones de triglicéridos altos y un 20% colesterol elevado (Aradillas, 2003).

En jóvenes de la ciudad de Guadalajara de edades entre 14 a 19 años, se reportó que el colesterol total y LDL fueron más altos en mujeres que en varones (Grupo de Estudio de Insulinemia en Adolescentes, 2003).

En el estudio de Monge-Rojas 18% de los adolescentes mostraron concentraciones limítrofes de colesterol y un 7% elevadas y prevalencia de triglicéridos altos de un 77% (Monge-Rojas, 2005).

Los resultados promedio para colesterol y triglicéridos en este estudio fueron menores a los reportados anteriormente para adolescentes mexicanos de la región occidente, en donde el valor promedio fue de 143.0 mg/dL para hombres y de 155.0 mg/dL para mujeres adolescentes (Posadas et al., 1992). Mientras que las concentraciones séricas para colesterol y triglicéridos para adolescentes canadienses y norteamericanos caucásicos reportadas fueron también ligeramente mayores a las encontradas en éste estudio. En adolescentes hombres se reportó una media de colesterol sérico de 150.4 mg/dL y en mujeres de 156.5 mg/dL; en cuanto a los triglicéridos los adolescentes hombres presentaron una media de 77.0 mg/dL y las mujeres 73.9 mg/dL (Christensen, 1980).



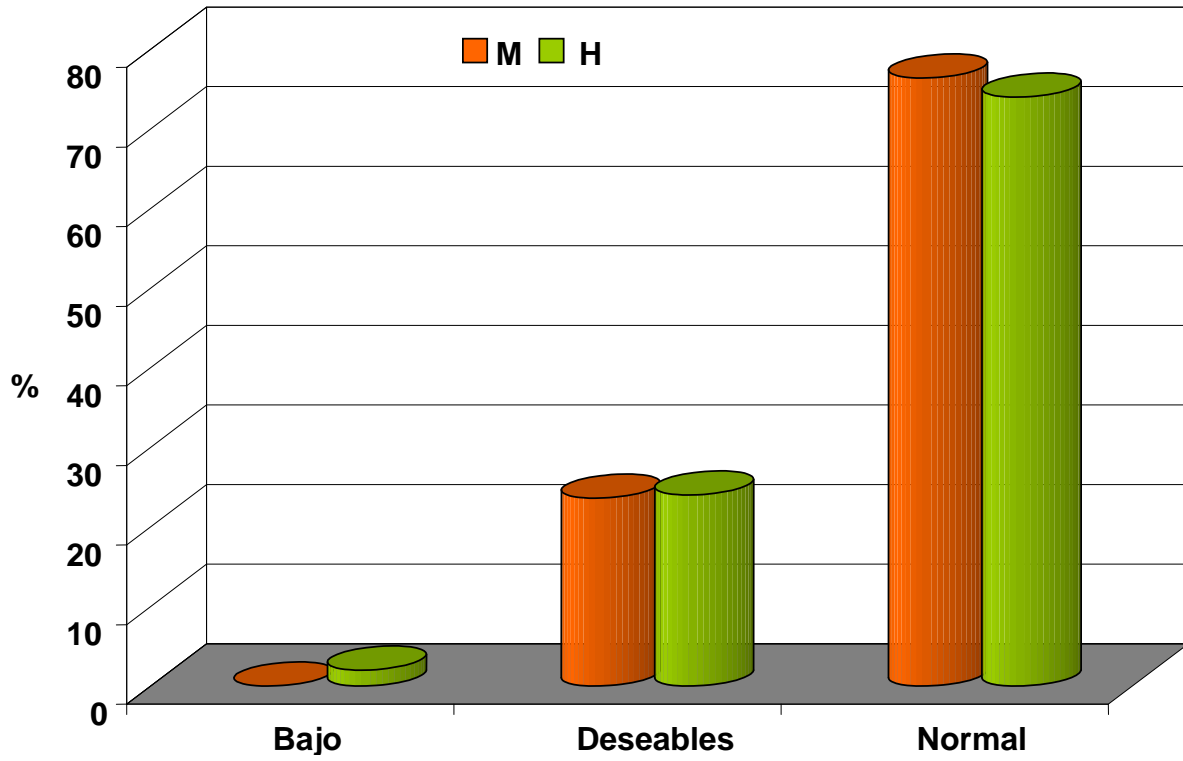
Gráfica 5. Clasificación de las concentraciones séricas de triglicéridos de los adolescentes potosinos.

El valor de HDL promedio de los adolescentes no fue significativamente diferente entre hombres y mujeres y se encontró en general dentro de los valores normales. Solamente el 2% de los adolescentes hombres presento concentraciones bajas de HDL (Gráfica 6). Nuestros datos difieren de la prevalencia encontrada previamente en adolescentes potosinos, en donde concentraciones anormales (bajas) de HDL afectaron al 40% de los adolescentes evaluados (Aradillas, 2003).

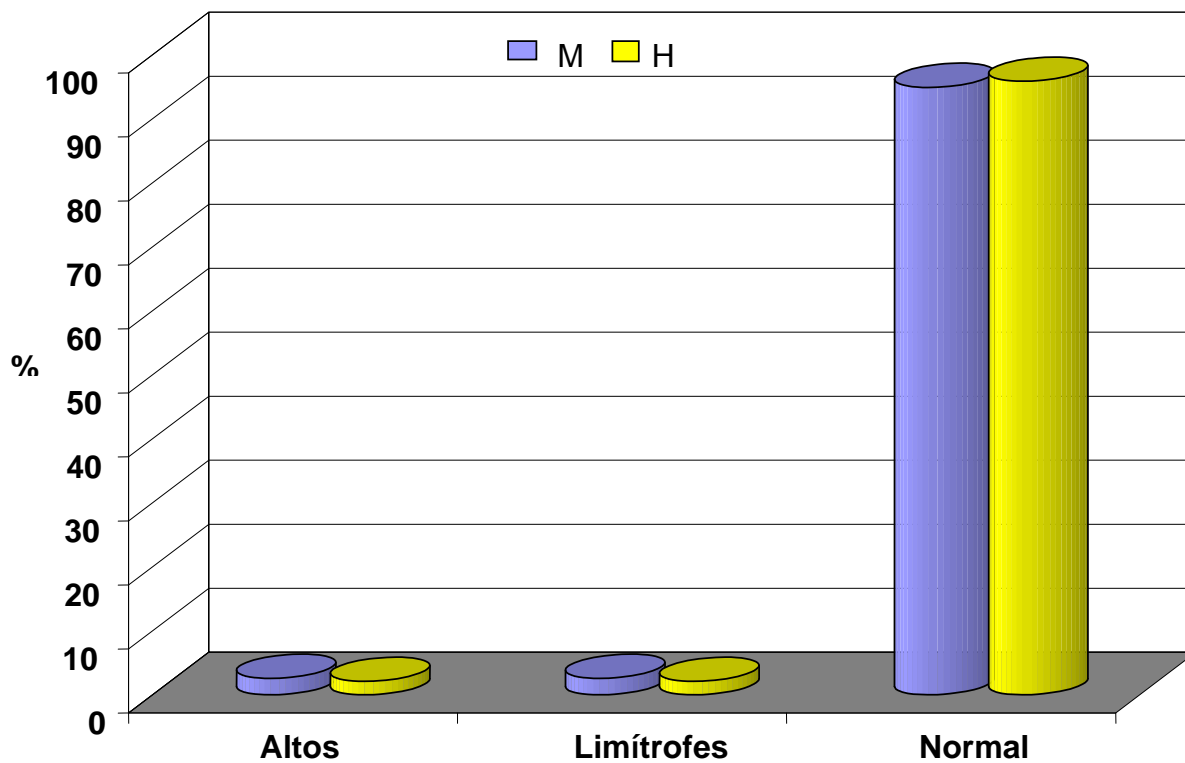
Las concentraciones promedio de colesterol-LDL fué similar tanto en mujeres como hombres adolescentes (Tabla 11). Al igual que las prevalencias de valores anormales de LDL, que para los hombres fue de 5% y para las mujeres del 4% (Gráfica 7). Aradillas reportó una prevalencia de LDL elevado de 38% en jóvenes potosinos estudiantes de medicina (Aradillas, 2003). En adolescentes de Costa Rica tampoco se observó diferencia entre los valores promedio de LDL en mujeres y hombres adolescentes (Monge-Rojas, 2003).

La relación colesterol/LDL fue similar en ambos sexos y la prevalencia de riesgo de enfermedades cardiovasculares también.

Estos resultados pudieran reflejar el inicio temprano de una alteración en el perfil de lípidos en varones adolescentes, más que en mujeres, aun cuando sólo el 5 % presentó colesterol elevado y el 9.5% triglicéridos elevados. Considerando también que la adolescencia es un período de transición tanto dietaria como en lo relacionado a la actividad física.



Gráfica 6. Clasificación de las concentraciones séricas de HDL de los adolescentes potosinos.



Gráfica 7. Clasificación de las concentraciones séricas de LDL en adolescentes potosinos.

Correlaciones de variables antropométricas, hematológicas y bioquímicas.

El porcentaje de grasa se encontró asociado con la edad los adolescentes en forma inversa, y como era de esperarse con el peso y el IMC en forma positiva. El % de grasa se encontró también inversamente relacionado con la concentración de hemoglobina. La vitamina B12 se encontró directamente asociada a la concentración sérica de folato. Las concentraciones de folato sérico se encontraron inversamente asociados con los triglicéridos. Mientras que glucosa y triglicéridos séricos estuvieron correlacionados en forma inversa, colesterol se asoció directamente a triglicéridos y colesterol LDL y HDL, al igual que triglicéridos y LDL (Tabla 12).

Antecedentes heredo-familiares y personales patológicos

Dentro de los antecedentes heredofamiliares encontrados destacaron la hipertensión y la diabetes mellitus tipo II, con prevalencias del 28 % y 46 %, respectivamente (Tabla 13). En cuanto a los personales patológicos se encontró que las enfermedades respiratorias fueron las más reportadas por los adolescentes y que el consumo de alcohol y cigarrillos fue reportado por un 31% y un 15%, respectivamente (Tabla 14). Lo cual pone de manifiesto nuevamente el uso de sustancias tóxicas desde edades jóvenes. El % de tabaquismo que encontramos fue mayor al 10% reportado en la Encuesta Nacional de Adicciones de 1998 (Moreno, 2005). Otro problema importante en este grupo de edad es el embarazo a edad temprana en donde encontramos que el 4.5% de las participantes han estado embarazadas.

Tabla 12. Correlaciones de variables antropométricas, hematológicas y bioquímicas.

	Coeficiente	Valor P
% de grasa y edad,	-0.224	0.0095
% de grasa y peso	0.248	0.039
% de grasa y el IMC	0.477	<.0001
% de grasa y hemoglobina	-0.405	<.0001
Hemoglobina, colesterol	-0.210	0.0192
Hemoglobina, triglicéridos	0.322	0.0267
Vitamina B12, folato	0.186	0.0365
Folato, triglicéridos	-0.376	<.0001
Folato, HDL	0.308	0.0097
Glucosa, triglicéridos	-0.289	0.0460
Colesterol, triglicéridos	0.188	0.0350
Colesterol, HDL	0.385	<.0001
Colesterol, LDL	0.921	<.0001
Triglicéridos, HDL	0.217	0.0186

Tabla 13. Características de los participantes de acuerdo a sus antecedentes heredo familiares (AHF).

Variable	% de adolescentes con antecedentes de
AHF de Hipertensión	28.0
AHF de Diabetes Mellitus	46.0
AHF de Cáncer	11.0
AHF de Enfermedades Cardiovasculares	3.0

Tabla 14. Características de los participantes de acuerdo a sus antecedentes personales patológico (APP) y estilo de vida.

Variable	% (n)
APP de Gastritis	16.5 (22)
APP de Enfermedades Respiratorias	20.0 (26)
APP de Alergias	9.0 (12)
APP de Problemas Estomacales	5.0 (7)
Alcoholismo	31.0 (41)
Tabaquismo	14.0 (18)
Consumo de complementos alimenticios (multivitamínicos)	15.0 (20)
Uso de Métodos Anticonceptivos (preservativo)	12.0 (16)
Otros Métodos Anticonceptivos (hormonales)	4.0 (5)
Adolescentes que han estado embarazadas	4.5 (6)

CONCLUSIONES

En este estudio en adolescentes potosinos se encontró que la prevalencia de sobrepeso y obesidad aún no son un problema de salud importante, basados en las prevalencias determinadas, pero que a pesar de ser bajas se observan ya desde edades tempranas.

Aun cuando no es alarmante el sobrepeso y la obesidad en este grupo de adolescentes, si resulta interesante el 25% de los adolescentes tuvieron un % de grasa no adecuado y cerca de un 5% presenta ya alteraciones en las concentraciones séricas de lípidos. Siendo los triglicéridos el lípido más afectado.

La anemia no fue un problema nutricional observado en esta población de estudio, al igual que la deficiencia de folato. Sin embargo, si se encontró un porcentaje alto de deficiencias de vitamina B12.

El tabaquismo y el alcoholismo son otros problemas que se observaron en los jóvenes así como un alto índice de embarazos.

Es necesario, implementar programas de nutrición, para fomentar buenos hábitos no solo alimentarios sino también para la disminución de consumo de sustancias tóxicas.

BIBLIOGRAFIA

Aguilera, B. MA., y Millán, S.F. 2006. Mapa nutricio y riesgo de trastornos de la conducta alimentaria en adolescentes de la ciudad de Querétaro, Qro., México. *Revista Salud Pública y Nutrición*. 7(1).

Anaya-Loyola, MA., Villalpando S. y Allen L.H. 2007. Vitamin B12 status and predictors in a subsample of children and women from the Mexican National Nutrition Survey 1999 *FASEB J*. 21:671.2

Allen, L. H. 2003. B Vitamins: Proposed Fortification Levels for Complementary Foods for Young Children. *J. Nutr.* 133: 3000S-3007.

Allen, L.H. 2003. Interventions for Micronutrient Deficiency Control in Developing Countries: Past, Present and Future. *J. Nutr.* 133: 3875S-3878S.

Allen, L.H. 2004. Folate and vitamin B12 status in the Americas. *Nutr. Rev.* 62(6 Pt2):S29-33; discussion S34.

Aradillas, C., Tenorio, E et al. 2003. Valores de referencia de insulina y lípidos en jóvenes de 16 a 18 años de edad en la ciudad de San Luis Potosí. *Medigraphic.com. Bioquímica* 28 (2):9-13.

Barón, MA., Solano, L., et al. 2003. Nutritional status of folate, vitamin B12 and iron in pregnant adolescents. *ALAN*. 53 (2):150-6.

Barquera, S., Rivera, J.A., et al. 2003. Energy and nutrient consumption in Mexican women 12-49 years of age: Analysis of the National Nutrition Survey, 1999. *Salud Pública Mex.* 45 (Suppl.4): 530-539.

Bases Técnicas SSA. 2003. Bases Técnicas para la Suplementación de Vitaminas y Minerales en la Infancia y Adolescencia SSA.(1ª Ed). Secretaria de Salud, México.

Björntorp P., 1987. Classification of obese patients and complications related to the distribution of surplus fat. *Am. J. Clin. Nutr.* 45(5):1120-5.

Bourges, H., Casanueva, E., Rosado, J.L. (editores) 2004. Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana. Bases Fisiológicas, I. Vitaminas y nutrimentos inorgánicos, México, Ed. Médica Panamericana, (en prensa).

Campbell, A.K., Miller, J.W., et al. 2003. Plasma Vitamin B-12 Concentrations in an Elderly Latino Population Are Predicted by Serum Gastrin Concentrations and Crystalline Vitamin B-12 Intake. *J. Nutr.* 133:2770-2776.

Celis de la Rosa, A. 2003. La salud de adolescentes en cifras. *Salud Pública Mex* 45 (Supl.1): 153-160.

Centros de Integración Juvenil, A.C.1999. Cómo proteger a tus hijos contra las drogas. Centros de Integración Juvenil, A.C.

Christensen, B. Glueck, C. et al. 1980. Plasma cholesterol and triglycerides distributions in 13 665 children and adolescents. The prevalence study of the lipid Research Clinics Program. *Pediatr. Res.* 14(3):194-202.

Danforth, D. 2000. Tratado de obstetricia y ginecología. (8ª Ed). McGraw-Hill Interamericana. México.

Diez-Ewald, M., Torres-Guerra, E., et al. 1997. Prevalence of anemia, iron, folic acid and vitamin B12 deficiency in two Bari Indian communities from Western Venezuela. *Invest. Clin.* 38(4):191-201.

Dugdale, M. 2001. Anemia. *Obstet. Gynecol. Clin.* 28:1-11

Encuesta Nacional de Juventud 2000. Resultados Generales. México, D.F.; Secretaria de Educación Pública, Instituto Mexicano de la Juventud, Agosto 2002.

Fonseca León Joel. 2003. Estadísticas de adolescentes-México. UIESSA/IMSS.

Freire, W.B. 1998. Iron deficiency anemia: PAHO/WHO strategies to fight anemia. *Salud Pública Mex.* 40 (2):199-205.

Friedwald W.T., Levy, R.I., Redrickson, D.S. 1972. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without the use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem.* 18:499-502.

Gallagher D., Heymsfield, S.B., et al. 2000. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index¹⁻³. *Am. J. Clin. Nutr.* 72:694-701.

Gong E.J., Helad F.P. Diet, nutrition and adolescence, In: Shilis, M., Olson, S.A., Shike M, (eds.). *Modern Nutrition in Health and Disease*. 8th ed., EUA. Lea & Febiger, 1994: 759-769.

González-Villapando G, Stern MP. 1993. La obesidad como factor de riesgo cardiovascular en México. Estudio en población abierta. *Rev. Invest. Clin.* 45(1):13-21.

Gray DS. 1989. Diagnosis and prevalence of obesity. Med. Clin. N Am..73:1-10.

Grupo de Estudio de Insulinemia en Adolescentes. 2003. Concentraciones de insulina y lípidos séricos en adolescents de preparatoria en Guadalajara, México. Salud Pública de México. 45:S1: 103-107.

Hellebostad M., Markestad T., Seeger Halvorsen K.1985. Vitamin D deficiency rickets and vitamin B12 deficiency in vegetarian children. Acta Paediatr. Scand. 74(2):191.5.

Herbert , V. Fong, W et al. 1990. Am. J. Hematol. 34:132-139.

Higashida H, Yoshiko B. 2001. Ciencias de la salud. (4ª Ed). McGraw-Hill Interamericana. México.

INEGI 2000. <http://www.inegi.gob.mx>
(www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/tematicos/mediano/mun.asp?t=mpob93) accesado el 11 de abril de 2005.

Jain S. 2000. Anemia in children: early iron supplementation. Indian J. Pediatr. 67:19-21.

Janssen I., Heymsfield S., Allison D., Kotler D., Ross R. 2002. Body mass index and waist circumference independently contribuye to the prediction of nonabdominal, abdominal subcutaneous and visceral fat. Am. J. Clin. Nutr. 75:683-688.

Kaplan, H. I. 1991. Compendio de Psiquiatría (2ª Ed). Salvat Editores, Barcelona, España.

Lies, R., Pavón, P. et al. 1999. Atherogenic diet and blood lipid profile in children and adolescents from Galicia, NW Spain. The Galinut Study. *Acta Paediatr.* 88:19-23.

Liu, S., West, R., et al. 2004. A comprehensive evaluation of food fortification with folic acid for the primary prevention of neural tube defects. *BMC Pregnancy and Childbirth* 4(1): 20.

Maddaleno, M., Morello, P., and Infante-Espíndola, F., 2003. Health and development of adolescents and young adults in Latin America and the Caribbean: challenges for the next decade. *Salud Pública Mex.* 45 (Suppl 1): 132-139.

Mataix, J. 2002. *Nutrición y alimentación humana.* Océano/ergon, Madrid, España.

Mondragón, H. 2001. *Gineco-obstetricia: de la niñez a la senectud.* (3ª Ed). Trillas, México.

Monge-Rojas, R., Barrantes, M., et al. 2005. Biochemical indicators of nutritional status and dietary intake in Costa Rican Cabecar Indian adolescents. *Food Nutr. Bull* 26(1):3-16.

Moreno, K. 2005. "Mujer y drogas". (12ª Reimpresión). Publi Impresos Novarte S.A. de C.V., México.

Murphy, S. P. and Allen, L. H. 2003. Nutritional Importance of Animal Source Foods. *J. Nutr.* 133(11): 3932S-3935.

NOM-037-SSA2-2002, Norma Oficial Mexicana para la prevención, tratamiento y control de las dislipidemias.

NOM-015-SSA2-1994, Norma Oficial Mexicana, para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus en la atención primaria.

O'Neale J. 2004. Lo esencial en Metabolismo y nutrición (2ª Ed). Elsevier, España.

Olaiz-Fernández G, Rivera-Dommarco et al 2006. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Cuernavaca, México. Instituto Nacional de Salud Pública.

Olivares, J. L., Fernández, R. et al. 2002. Vitamin B12 and Folic Acid in Children with Intestinal Parasitic Infection. J. Am. Coll. Nutr. 21(2): 109-113.

Oviedo, G., Morón de Salim, A. y Solano, L. 2006 Indicadores antropométricos de obesidad y su relación con la enfermedad isquémica coronaria. Nutr.. Hosp.. 21:694-698.

Pan American Health Organization. 1996. Plan of action for the control or iron deficiency in the Americans. 15-16

Patrick, T. E., Powers, R. W. et al. 2004. Homocysteine and Folic Acid Are Inversely Related in Black Women With Preeclampsia. Hypertension 43(6): 1279-1282.

Pérez, E. 2003. Encuesta Nacional de Juventud 2000, San Luis Potosí (1ª Ed). Instituto Mexicano de la Juventud. México.

Posadas-Romero, C. Sepúlveda, J. et al. 1992. Valores de colesterol sérico en la población mexicana. Salud Pública Mex. 34 (2):157-167.

Ramírez-Espitia, J.A., Benavides, F.G., et al. 2003. Mortality due to neural tube defects in Mexico, 1980-1997. Salud Pública Mex. 45:356-364.

Ramírez-López, G., González, C, et al. 2003. Serum concentrations of insulin and lipids among high school adolescents in Guadalajara, México. *Salud Pública Mex.* 45 (Suppl 1): 103-107.

Rasmussen, S. A., Fernhoff, P. and Scanlon, K. 2001. Vitamin B₁₂ deficiency in children and adolescents. *J. Pediatr.* 138(1):10-7.

Ray, J.G., Meier, C. et al. 2002. Association of neural tube defects and folic acid fortification in Canada. *Lancet.* 360:2047-2048.

Ríos, L.A. y Legorreta, J. 2005. Distribución de grasa corporal en diabéticos tipo 2, como factor de riesgo cardiovascular. *Rev. Med. IMSS* 43 (3): 199-204.

Rivera, J., Shamah Levy, T., et al. 2001. Encuesta Nacional de Nutrición 1999. Estado nutricional de niños y mujeres en México. Cuernavaca, Morelos, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2001.

Rodríguez-Morán, M., Guerrero-Romero, J.F. et al. 1998. Folic acid deficiency and its relationship with neural tube defects in northern Mexico. *Salud Pública Mex.* 40:474-480.

Rosado, J.L., Bourges, H. and Saint-Martin, B. 1995. Vitamins and minerals deficiency. A state of the art: I. Mineral deficiency. *Salud Pública Mex.* 37:130-139.

Roskoski, R. 1998. *Bioquímica*. McGraw-Hill Interamericana. México.

Ronnenberg, A.G., Goldman, M.B., Aitken, I.W. and Xu, X. 2000. Anemia and Deficiencies of Folate and Vitamin B-6 Are Common and Vary with Season in Chinese Women of Childbearing Age. *J. Nutr.* 130:2703–2710.

Ruiz-Argüelles, G., Beutler E. and Waalen J. 2006. Altitude above sea level as a variable for definition of anemia. *Blood* 108: 2131-2132.

Sagredo, M.J. 1997. Hábitos alimenticios y antropometría en adolescentes navaros. *Anales navara* Vol. 2 (Suppl 2):1-5.

Santos-Preciado, J.L., Villa-Barragán, J.P, et al. 2003. The epidemiologic transition among adolescents in Mexico. *Salud Pública Mex.* 45 (Suppl1):S140-S152.

Serralde, A.E., Pasquetti, A and Meléndez, G. 2005. Micronutrientes en vegetarianos. *Endocrinología y Nutrición* 13(1):33-38.

Shamah-Levy, T., Villalpando, S. et al. 2003. Anemia in Mexican women; A public health problem. *Salud Pública Mex.* 45 (Suppl4):499-507.

Shils, Maurice E. 2002. *Modern nutrition in health and disease* (9th ed). McGraw-Hill.

Siekman, J.H., Allen, L.H. et al. 2003. Kenyan School Children Have Multiple Micronutrient Deficiencies, but Increased Plasma Vitamin B-12 Is the Only Detectable Micronutrient Response to Meat or Milk Supplementation. *J. Nutr.* 133(Suppl 11): 3972-3980.

Silencio J.L. 2004. Ácido fólico. *Nutrición Clínica.* 7 (2):135-40.

Suárez, T., Torrealba, M. et al. 2005. Iron, folic acid and vitamin B12 deficiencies related to anemia in adolescents from a region with a high incidence of congenital malformations in Venezuela. *ALAN* 55 (2):118-123.

Starr, J. M., Pattie, A. et al. 2005. Vitamin B-12, serum folate, and cognitive change between 11 and 79 years. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 76(2): 291-292.

Van Dusseldorf M., Schneede J., Refsum H., Ueland P.M., et al. 1999. Risk of persistent cobalamin deficiency in adolescents fed a macrobiotic diet in early life. *Am. J. Clin. Nutr.* 69(4):664-71.

Villalpando, S., García-Guerra, A. et al. 2003. Iron, zinc and iodide status in Mexican children under 12 years and women 12-49 years of age. A probabilistic national survey. *Salud Pública Mex.* 45 (Suppl 4):520-529.

Villalpando, S., Montalvo-Velarde, I. et al. 2003. Vitamins A, and C and folate status in Mexican children under 12 years and women 12-49 years: A probabilistic national survey. *Salud Pública Mex.* 45 (Suppl 4):508-519.

Viteri, FE., González, H. 2002. Adverse outcomes of poor micronutrient status in childhood and adolescence. *Nutr. Rev.* 60 (5 Pt2):S77-83.

World Health Organization Expert Comité, 1995, Physical Status: The use and Interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert committee. World Health Organ Technical Report Series 854:1-452.

WHO/UNICEF/UNU, eds. Iron deficiency anemia, assessment, prevention and control: a guide for programme managers. WHO/NHD/01.3. Geneva:WHO, 2001.

Zimmet P., Thomas CR. 2003. Genotype, obesity and cardiovascular disease—has technical and social advancement outstripped evolution?. *J. Intern. Med.* 254(2):114-125.

ANEXOS

CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE NUTRICION

Titulo del Estudio: Prevalencia de deficiencia de vitamina B12, B6 y folatos y su correlación con anemia en adolescentes potosinos.

Nombres de los Investigadores, Departamento, Números Telefónicos:

Miriam Aracely Anaya Loyola, Departamento de Nutrición. Teléfono en la Universidad Autónoma de Querétaro: (442) 234-2958 y 234-2951.

Cristina Tapia Hernández, Departamento de Nutrición. Universidad Autónoma de Querétaro. Teléfono Oficina (444) 814 42 82

PROPOSITO DEL ESTUDIO

Usted ha sido invitado a participar en este estudio, porque nosotros queremos saber cuantos adolescentes mexicanos tienen deficiencias de vitaminas que pueden estar asociadas con las causas de anemia y de otros problemas en la salud, entre ellas las vitaminas B12, B6 y folato. La deficiencia de estas vitaminas puede deberse a los cambios físicos que sufren los adolescentes, al bajo consumo de alimentos que las contienen, a problemas gástricos o estomacales. La deficiencia de estas vitaminas puede ocasionar diversos problemas de salud afectando tanto a hombres como mujeres, que van desde problemas de desarrollo cognitivo, falta de crecimiento, anemia y problemas relacionados con el desarrollo en los bebés como el caso de niños con problemas en la columna.

PROCEDIMIENTOS

Si usted decide ser voluntario en este estudio, nosotros le pediremos que nos ayude con lo siguiente:

1. Asistir a una cita en las instalaciones de la escuela en el horario preestablecido en ayuno de alimentos 8 hrs. **El ayuno se refiere a no haber consumido ningún alimento sólido 8 horas antes a su cita con nosotros. Usted si podrá tomar agua, pero no otros líquidos como café, refresco, jugos o leche.** Ya que estos alimentos podrían interferir con sus resultados en las pruebas que le haremos.
 2. En esta cita nosotros le preguntaremos acerca de los alimentos que usted normalmente consume para tener información referente a los alimentos que pueden ser fuente de vitaminas en su dieta.
 3. También le preguntaremos sobre su edad y lo pesaremos y mediremos, además le tomaremos medidas en su cadera y cintura.
 4. Le tomaremos una muestra de sangre de su brazo de aproximadamente 10 mL (2 cucharadas) para el análisis de sus niveles en sangre de la vitamina B12, B6, folato y hemoglobina.
 5. Nosotros también tendremos que recabar información a cerca de su estado socio-económico, de su salud y de su condición física.
 6. A la semana de haber tomado su muestra de sangre, le entregaremos sus resultados en relación con anemia.
 7. En un plazo no mayor de dos meses le entregaremos los resultados generales de sus pruebas y dieta, y le podremos dar orientación para que mejore su salud en caso de haberlo encontrado con alguna deficiencia.
-

RIESGOS

No existen riesgos mayores al participar en este estudio. Al tomarle la muestra de sangre puede que usted sienta momentáneamente un poco de dolor como resultado de la rigidez y/o moretones en el sitio de inyección.

BENEFICIOS

Es posible que usted no se beneficie directamente al participar en este estudio. Si usted es deficiente en la vitamina B12 o sus reservas de vitamina son bajas, nosotros le haremos saber. También le haremos saber si nosotros logramos entender las causas de la deficiencia de la vitamina y si usted debe de ver a un médico.

CONFIDENCIALIDAD

Solo los investigadores analizaran toda la información y resultados generados en este estudio. Los datos de la investigación de este estudio serán publicados en revistas científicas pero serán presentados por grupo solamente, para proteger la identidad de los participantes. Usted será identificado por un número y su nombre no será usado. Sin embargo, la completa confidencialidad de los datos no puede ser garantizada, en caso de que sean requeridos los documentos de la investigación por la ley. Los datos se mantendrán en la mayor confidencialidad posible.

COSTOS/COMPENSACIONES

Todas las pruebas que serán realizadas como parte de este estudio serán pagadas por los investigadores de un proyecto de investigación financiado y no se le cobrará nada a usted o a su compañía de seguro de salud. Usted no recibirá ningún pago por su participación.

CUIDADO DE EMERGENCIA Y TRATAMIENTO POR DAÑO

Si usted resulta dañado como resultado directo de los procedimientos de investigación, usted recibirá el tratamiento medico adecuado y necesario sin costo. La Universidad Autónoma de Querétaro no le dará ninguna compensación por daño.

DERECHO A NEGARSE O RETIRARSE

Usted puede negarse a participar y poder seguir recibiendo el cuidado que usted recibiría si no estuviera participando en el estudio. Usted puede cambiar de opinión a cerca de seguir participando en el estudio y dejarlo aun cuando ya haya empezado el estudio. Si nosotros encontramos información importante durante el transcurso de nuestro estudio, esta se le dará a conocer también, y quizás eso le haga pensar en su participación en este estudio.

PREGUNTAS

Si usted tiene alguna pregunta relacionada con este estudio y usted piensa que quizás esta sufriendo algún daño al estar participando en el estudio, por favor contacte a la Dra. Miriam Aracely Anaya Loyola en la Universidad Autónoma de Querétaro al teléfono (442) 234-2958 o aquí en San Luis Potosí con la Dra. Cristina Tapia Hernández al (444) 814 42 82, quienes le ayudaran a contestar sus dudas.

CONSENTIMIENTO

SU FIRMA, INDICARA QUE USTED HA DECIDIDO PARTICIPAR VOLUNTARIAMENTE EN NUESTRA INVESTIGACION Y QUE HA LEIDO Y ENTENDIDO LA INFORMACION QUE SE LE HA MENCIONADO ARRIBA. USTED RECIBIRA UNA COPIA DE ESTA FORMA FIRMADA PARA QUE USTED LA TENGA CONSIGO. TAMBIEN SE LE DARA UNA COPIA DE LOS DERECHOS QUE TIENE AL PARTICIPAR EN ESTE ESTUDIO Y UNA CARTA DE PARTICIPANTES DE INVESTIGACION.

Firma del participante o representante legal _____ Fecha _____

Firma del investigador _____ Fecha _____

HISTORIA CLINICA PREVALENCIA DE DEFICIENCIA DE VITAMINA B12 Y FOLATOS Y SU CORRELACIÓN CON ANEMIA EN ADOLESCENTES POTOSINOS

1. Ficha de Identificación Fecha

día	mes	año
-----	-----	-----

Apellidos y nombre(s) _____

Domicilio _____

Colonia _____

Municipio y Estado _____

Fecha de Nacimiento Edad en años _____

--	--	--

2. Antecedentes Heredo-Familiares

Tiene o ha tenido familiares (abuelos, tíos, padres o hermanos) con alguna de las siguientes enfermedades; responda con una X en el recuadro correspondiente:

	Si	No
Diabéticos	1	
Hipertensos	2	
Enfermedades del corazón	3	
Cáncer	4	

3. Antecedentes Personales Patológicos

Padece o ha padecido cualquiera de los siguientes problemas de salud en los últimos tres meses.

	Si	No
Gastritis o úlcera	1	
Infecciones de la garganta o pulmones	2	
Infecciones o problemas estomacales	3	
Problemas alérgicos	4	
Otra enfermedad: especifique cual	5	

4. Antecedentes Personales no Patológicos

Su casa cuenta con los siguientes servicios:

	Si	No
Luz eléctrica		
Agua potable		
Cuarto de cocina		
Baño		
Piso		
Servicio de alcantarillado		
Convive con animales		
Recolección de basura		

Ha consumido cualquiera de las siguientes en los últimos 3 meses:

	Si	No
Bebidas alcohólicas o cerveza		
Fuma		
Drogas, especifique cual		
Medicamentos, cual		
Suplementos vitamínicos, cual		

5. Antecedentes Gineco-obstétrico

Menarca _____ Ritmo _____

IVSA _____ FUM _____

Uso de anticonceptivos y cual _____

Ha estado embarazada _____ No. de embarazos _____

Esta embarazada _____

NOMBRE: _____ SEXO _____
EDAD: _____ FECHA: _____

DATOS ANTROPOMÉTRICOS Y PORCENTAJE DE GRASA

(Escribir en cada sección las iniciales de la persona que tomó las mediciones)

1. Registrar el valor de peso en el siguiente formato 123.4 Kg. Si la diferencia entre la primera y segunda medición es mayor a 0.3 Kg, realizar una tercera medición.

PESO (Kg)			INICIALES
1	2	3	

2. Registrar el valor de peso en el siguiente formato 123.4 cm. Si la diferencia entre la primera y segunda medición es mayor a 0.3 cm, realizar una tercera medición.

ESTATURA (cm)			INICIALES
1	2	3	

3. Registrar el valor de peso en el siguiente formato 123.4 cm. Si la diferencia entre la primera y segunda medición es mayor a 0.3 cm, realizar una tercera medición.

CIRCUNFERENCIA DE CINTURA (cm)			INICIALES
1	2	3	

4. Registrar el valor de peso en el siguiente formato 123.4 cm. Si la diferencia entre la primera y segunda medición es mayor a 0.3 cm, realizar una tercera medición.

CIRCUNFERENCIA DE CADERA (cm)			INICIALES
1	2	3	

5. Registrar el valor de peso en el siguiente formato 12.3 %. Si la diferencia entre la primera y segunda medición es mayor a 5 %, realizar una tercera medición.

PORCENTAJE DE GRASA (%)			INICIALES
1	2	3	