



UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA

UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISION DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y DE LA SALUD

LICENCIATURA EN MEDICINA

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL

“Evaluación del Estado Nutricional en niños de Primaria de 5 a 12 años en el Estado de Morelos, Municipio Tlayacapan”

Autores:

Martha Sastré Vieyra

María Pamela Romero Hernandez

Matricula:

2122043290

2122031147

ASESORA:

Dra. Marcia Elena Gutiérrez Cárdenas.

ÍNDICE

1. Introducción.	3
2. Cuidado del niño sano (Revisión de Literatura).	5
2.1. Crecimiento y Desarrollo.	5
2.2. Evaluación del Desarrollo Neurológico.	9
2.3. Evaluación de la Vista y la Audición.	10
2.4. Inmunizaciones.	11
2.5. Requerimientos nutricionales en la Infancia.	13
2.6. Valoración del estado nutricional.	19
3. Desnutrición Energético Proteica.	24
3.1. Ciclo desnutrición- infección.	24
3.2. Características Fisiopatológicas.	26
4. Enfermedades Nutricionales en la Infancia	37
4.1. Kwashiorkor.	37
4.2. Marasmo.	39
4.3. Sobrepeso y Obesidad infantil	43
5. Nanotecnología.	46
5.1. Introducción.	46
5.2. Historia de la Nanotecnología.	46
5.3. Definiciones.	46
5.4. La nanotecnología en la Industria Alimentaria.	50
5.5. La nanotecnología en la Medicina.	52
6. Estado de Morelos “Municipio Tlayacapan”	62
7. Planteamiento del problema	72
8. Justificación	73
9. Objetivo general y específico	74
10. Metodología	75
11. Resultados y tablas	76
12. Conclusiones.	84
13. Anexo	87
14. Bibliografía.	89

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), México puede ser considerado como un país mayoritariamente malnutrido. Esto significa que, mientras algunas personas tienen insuficiencia de nutrientes (desnutrición), otras cuentan con un exceso de uno o más nutrientes en la dieta (sobrepeso, obesidad).

En México, al igual que varios países del mundo, se enfrentan a un grave problema de mala nutrición. Por un lado, todavía más de un millón de niños presentan retardo en el crecimiento y, por el otro, el sobrepeso y la obesidad aqueja a millones de personas en el país, situación que sin duda conlleva a la aparición más frecuente de enfermedades crónicas como la diabetes y la hipertensión. Los patrones de consumo de nuestro país se caracterizan por un alto consumo de alimentos y bebidas densas en energía, baja en fibra, vitaminas y minerales, que contribuyen a la epidemia del sobrepeso y la obesidad.

Una alimentación y nutrición adecuada son la base para la supervivencia, la salud y el crecimiento del ser humano. La desnutrición a largo plazo tiene efectos negativos sobre el desarrollo cognoscitivo y motor, la inmunidad y tal vez la incidencia de enfermedades crónicas degenerativas. En el ámbito Internacional se ha estimado que 178 millones de niños menores de cinco años en el mundo sufren de desnutrición crónica (baja talla para la edad), la cual es responsable del 35% (3.5 millones) de muertes en este grupo de edad. Por lo que la alimentación en los primeros cinco años de vida es fundamental para los niños (a) y adolescentes, para evitar repercusiones en su desarrollo. Una alimentación adecuada desde el nacimiento aumenta las probabilidades de mantener un peso saludable y reduce el riesgo de desarrollar enfermedades. (27)

En el ámbito de la nutriología iberoamericana se suele hacer una clara distinción entre alimentación y nutrición: la primera se reserva a la acción de alimentar (proveer sustento) y sus determinantes y por la segunda se entiende el conjunto de procesos subsecuentes, finamente entrelazados y regulados, que comienzan con la alimentación y continúan de manera casi automática con la digestión, la absorción intestinal de nutrimentos, la distribución a todo el organismo, la asimilación y el metabolismo por cada célula y la excreción de los desechos. Algunos de estos procesos son intermitentes y sistémicos, como la alimentación, la digestión y la absorción, y otros esencialmente continuos y de carácter celular.

Vista de esta manera, la nutrición es el producto de la interacción compleja y dinámica de la información genética que cada individuo ha heredado de sus padres con su particular historia ambiental. Ésta, a su vez, está conformada por la historia alimentaria del individuo y su relación, favorable o desfavorable, en el largo plazo con los medios físico (altitud, clima), biológico (microorganismos), emocional y social. Una buena nutrición se logra sólo cuando todos los factores citados son propicios. Por supuesto, una buena nutrición exige una buena alimentación. Quien se alimenta mal no puede tener una buena nutrición, pero como en ésta intervienen muchos otros elementos, una buena alimentación no basta para tener una buena nutrición. Un defecto genético, un clima extremo, una infección, el sufrimiento emocional o la insatisfacción social pueden interferir con la nutrición. Además de distinguir entre alimentación y nutrición, la nutriología emplea otros términos cuyo significado se precisa en seguida:

1. **Nutrientes.** Cerca de 100 sustancias (80% de naturaleza orgánica) que provienen del medio y que cada célula del organismo necesita para realizar sus funciones, mantener y reproducir su estructura y controlar su metabolismo. Por lo general, los nutrientes forman parte de compuestos químicos de mayor peso molecular, como almidones, azúcares, proteínas, triacilglicerol, fibras y sales que se desdoblán en el aparato digestivo para liberar los nutrientes que entonces ya pueden absorberse, pasar a la circulación y llegar a las células.
2. **Requerimiento.** Cantidad más pequeña de un nutriente que determinado individuo necesita ingerir para nutrirse de manera satisfactoria. Esa cantidad varía según características tan personales como la edad, el tamaño y la composición corporales, el sexo, la actividad física, el estado fisiológico (crecimiento, embarazo o lactancia), el estado de salud, factores genéticos y otros elementos; por ser una variable fisiológica se desconoce, a menos que se mida en un sujeto en particular.
3. **Alimento.** Organismos vegetales o animales o sus partes o secreciones (flores, frutos, hojas, tallos, raíces, vainas, semillas, leches, huevos, músculos, vísceras) que el organismo necesita ingerir para abastecerse de los nutrientes o sus fuentes.
4. **Platillos.** También llamados platos, guisos o preparaciones. Son resultado de la combinación y la transformación culinaria de los alimentos.
5. **Productos industrializados.** Ingredientes e incluso platillos producidos en gran escala por la industria. Cada quien los emplea en mayor o menor grado, pero han adquirido importancia en el consumo diario de alimentos.
6. **Dieta.** La suma de alimentos sin transformar, platillos y productos industrializados que se ingieren en un día. Con la dieta se alcanza la integración final de la alimentación. Por ello se considera que la dieta es la unidad funcional de la alimentación: los problemas de esta última surgen de la dieta y ésta es la que se debe corregir. (28, 29)

2. CUIDADO DEL NIÑO SANO

Los cuidados médicos que se le proporcionan al niño, al igual que en cualquier otro momento de la vida, deben ser integrales (ejes de atención):

1. En la salud y en la enfermedad (preventivo-curativo-rehabilitatorio).
2. En lo biológico, lo psicológico y lo social.
3. En los aspectos individuales, familiares y comunitarios.

La pediatría preventiva en la clínica debe de entenderse como una actitud general, un “estado de ánimo” o una orientación bien definida del médico, que necesariamente debe tratar con familias en su comprensión o enfoque integral del paciente, para la obtención y el mantenimiento de su estado óptimo de salud.

La mayor parte de las actividades preventivas haya que enfocarlas hacia la familia de la cual el niño desenvuelve, al ambiente general y a la comunidad de la cual dicha familia forma parte.

La atención integral se realiza mediante acciones que se dirigen a:

- Evitar la aparición de la enfermedad (prevención primaria).
- Impedir o retrasar la progresión de la misma (prevención secundaria).
- Prevenir la aparición y el progreso de complicaciones, secuelas o fenómenos incapacitantes y los efectos indeseables de la terapéutica (prevención terciaria).

El objetivo final de la pediatría integral es lograr que el individuo llegue a la edad adulta en condiciones óptimas de salud física y mental para que pueda incorporarse a la sociedad y colaborar con ella.

La práctica clínica, a través de la cual se logra dicho objetivo, se efectúa mediante por lo menos tres tipos de interacciones médico-niño-familia. (4)

2.1. CRECIMIENTO Y DESARROLLO

El crecimiento se define como el proceso por el cual se incrementa el peso o masa corporal, debido al aumento del número (hiperplasia) y tamaño (hipertrofia) de las células. El desarrollo se define como la adquisición de funciones con aumento en la complejidad bioquímica y fisiológica a través del tiempo; este desarrollo también comprende los procesos de maduración y adaptación.

La maduración se refiere a los cambios físicos y funcionales, que ocurren a partir de la concepción y alcanzan su máxima expresión en la edad adulta, como acción de los procesos metabólicos, regulados por factores genéticos, neuroendocrinos y ambientales. La adaptación es el ajuste a las condiciones del medio ambiente. (1,4)

El crecimiento y desarrollo valora:

- Dirección: cefalocaudal, proximodistal.
 - Velocidad: aumento por unidad de tiempo.
 - Ritmo o secuencia: crecimiento de cada uno de los tejidos y órganos.
 - Momento u oportunidad: momento de cada tejido para crecer y desarrollarse para alcanzar madurez.
1. Crecimiento tipo neural: rápido al principio y lento posteriormente. Es común este crecimiento en cerebro, duramadre, aparato óptico, medula espinal, región etmoidal y cavidades nasales.
 2. Crecimiento tipo genital: lento al inicio y rápido en años postescolares, este crecimiento corresponde: testículos, ovarios, epidídimo, útero, próstata, uretra y vesículas seminales.
 3. Crecimiento de tipo linfático: es muy rápido en los primeros años de vida, por lo que a los 6 años se tiene una masa superior a la del adulto (120-130%) y después sufre una involución gradual. Este crecimiento corresponde a ganglios linfáticos, amígdalas, adenoides, timo y folículos esplénicos.
 4. Tipo general: es un crecimiento progresivo desde la etapa fetal a los 20 años con periodos de crecimiento más notables en la vida intrauterina, primeros años postnatales y en la pubertad. Este crecimiento corresponde a aparato respiratorio, digestivo, riñones, hígado, bazo, aorta, musculatura estriada, esqueleto y corazón.
- Equilibrio: nivel armónico del crecimiento. (4)

MEDIADORES DEL CRECIMIENTO

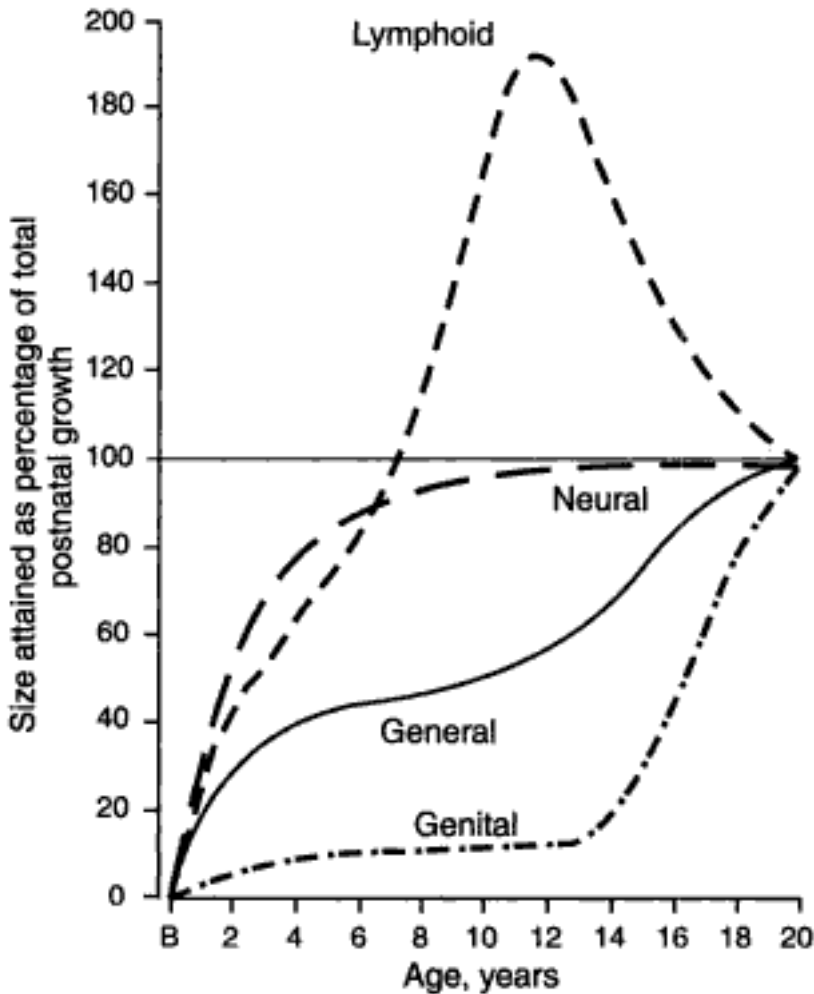
Vida Intrauterina	Insulina fetal Factor de crecimiento tipo insulina (IGF-1)
Vida Prenatal	Hormonas Tiroideas
Nacimiento	Hormonas
12-24 meses	Esteroides gonadales Hormona del crecimiento IGF-1

Crecimiento y Desarrollo
1. Embrionario
2. Lactante.
3. Adolescente.

CEFALOCAUDAL
1. Cerebro.
2. Tórax.
3. Pelvis.
4. Extremidades inferiores y superiores.

ETAPAS

Recién nacido	0 a 28 días.
Lactante menor	1 mes a 1 año.
Lactante mayor	1 año a 2 años.
Prescolar	2 años a 6 años.
Escolar	6 años a 12 años.
Adolescente	12 años a 18 años.



CURVA DE SCAMMON

Esta curva valora los cuatro tipos principales de crecimiento en los diferentes órganos y tejidos; son valorados e interpretados a través de porcentajes que expresan la evolución del crecimiento somático (general), neural, genital y linfoidal.

El crecimiento general, somático y/o patrón, se refiere al crecimiento total de las dimensiones externas del cuerpo, incluyendo el esqueleto, con la excepción de la cabeza y el cuello, así el crecimiento del tejido muscular, óseo, volumen sanguíneo, órganos del aparato respiratorio, circulatorio, digestivo, riñones y bazo son expresados en mediciones antropométricas que incluyen gráficas y tablas de diversas variables: peso, estatura, braza, perímetros braquiales, de cintura, de cadera, de muslo y de pantorrilla, longitud de las extremidades, pliegues cutáneos.

El crecimiento neural (cerebral y cefálico) incluye las dimensiones cefálicas (excluyendo el área facial), refiriéndose al crecimiento del encéfalo, cerebelo, estructuras asociadas a los órganos de la visión, oído y partes relacionadas al cráneo, los cuales se desarrollan a una velocidad superior al resto del cuerpo.

El crecimiento linfoidal y genital (reproductivo), describen el crecimiento de las glándulas relacionadas con el sistema inmunológico y las características sexuales primarias y secundarias, respectivamente. (2

Leyes del Crecimiento y Desarrollo:

1. VIOLA: el aumento de la masa corporal está en relación inversa con el grado de evolución morfológica.
2. GODIN: la alternancia del crecimiento (cefálico, anteroposterior y longitudinal).
3. PENDE: existe actividad rítmica entre lo hormonal (catabolismo-anabolismo).
4. ESCUDERO: la posibilidad del ritmo y del crecimiento, están conforme a la alimentación.

La evaluación del crecimiento del niño debe ser correspondiente al sexo y al grupo étnico al que pertenece el niño y las que provengan de estudios longitudinales. Habitualmente se valoran en relación con la edad cronológica: el peso, la talla y el perímetro cefálico.

Hay otras dimensiones corporales que se valoran para una revisión más completa, tales como el peso de la talla, perímetros del brazo, pierna, diámetros biacromial y bicrestal, entre otros referidos en el cuadro 1.

Reglas importantes en cuanto al peso:

- Al cuarto mes de vida se duplica el peso del nacimiento y se triplica al año.
- Entre los 2 y 7 años de edad, el peso es igual al doble de la edad en años más 8kg.

Reglas en cuanto a la talla:

- El primer año de vida incrementa de 20 a 25 cm.
- A los dos años se alcanza la mitad de la talla del adulto.
- A los cuatro años se duplica la talla del nacimiento.
- Entre los dos y los siete años de edad, la talla es igual a la edad en años multiplicados por 5 y se agregan 80cm.

Reglas en cuanto al perímetro cefálico:

- Durante el primer año, el PC corresponde aproximadamente a la mitad de la talla y se adicionan 10cm.
- En el curso del primer año el perímetro incrementa 12cm (en promedio, un cm por mes).
- A los seis años de edad, se ha alcanzado el 90% del perímetro del adulto.

PESO		TALLA	
RN	3kg	RN	50cm
1-4 meses	750gr x mes	1-1 año	75cm (2cm x mes)
4-8 meses	500gr x mes	1-2 años	82cm (0.5-0.8x mes)
8-2 años	250gr x mes	2 a 12 años	Edad x6.5+7 +-2
2- 5 años	Edad x2+8 +-2	4 años	1 metro (duplica)
5- 10 años	Edad x2+10 +-2	12 años	1.50 metro (triplica)
10-13 años	Edad x2+13 +-2	>12 años	4 cm por año

CUADRO1.

EDAD EN MESES

EDAD EN AÑOS

Aspectos	0	1	2	4	6	9	12	15	18	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	
Crecimiento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
D. Neurológico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alimentación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Inmunizaciones	X	X	X	X	X			X	X			X						X			
Malformaciones	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Presión Arterial											X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Examen dental					X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Examen visión	X		X		X						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Examen audición	X		X		X						X			X		X		X			X
Hb y Hto						X			X				X						X		
Urocultivo											X								X		
Asesoramiento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

2.2. EVALUACION DEL DESARROLLO NEUROLÓGICO

Hay muchos métodos de evaluación de acuerdo con la edad del niño como son:

- El diagrama de Aldrich, que evalúa el desarrollo psicomotor en el primer año de vida.
- La prueba de Gesell, analiza el desarrollo de las áreas de la conducta motora, adaptativa, del lenguaje y personal social: y se emplea principalmente en los primeros tres años de vida, aunque se puede extender a los 6 años.
- La prueba de desarrollo de Denver, evalúa básicamente las mismas áreas que Gesell, la ventaja es que es una prueba estandarizada y pone en manifiesto los percentiles de alcance de la prueba positiva.
- La prueba de Goodenough, se basa en la capacidad para dibujar una figura humana y se aplica después de los tres años de edad, donde el niño es capaz de cerrar un círculo.

Por otra parte, los datos que generalmente se buscan en la clínica diaria, corresponden a manifestaciones gruesas cuyo conocimiento ayuda a promover el ajuste y la adaptación del niño a su medio familiar y social. (4)

EDAD	MANIFESTACIONES
1 a 4 meses	Sonríe y sigue objetos con la vista.
2 a 4 meses	Sostiene la cabeza, trata de alcanzar objetos.
3 a 4 meses	Balbucea, reconoce a su madre y muestra gusto por la música.
4 a 6 meses	Se rueda por sí mismo.
6 a 8 meses	Se mantiene sentado sin ayuda, prehensión palmar, lleva objetos a la boca.
7 a 10 meses	Primeras sílaba, se sienta solo y se voltea.
8 a 10 meses	Gatea, transfiere objetos de una mano a otra.
9 a 11 meses	Hace prehensión digital con el pulgar y el índice.
10 a 12 meses	Se incorpora ayudándose.
12 a 14 meses	Se mantiene de pie sin ayuda.
12 a 15 meses	Camina, repite palabras y obedece ordenes sencillas.
15 a 18 meses	Sube escaleras.
15 a 24 meses	Corre sin caer y control de esfínter anal.
2.5 a 5 años	Control de esfínter vesical.

2.3. EVALUACIÓN DE LA VISTA y la Audición

Debe efectuarse desde el nacimiento, el examen físico del recién nacido y del lactante debe comprender:

- Inspección general de los ojos.
- Simetría (PPM)
- Alineación.
- Estudio de refracción.
- Funduscopia.



Las condiciones que pueden ser detectadas son:

- Estrabismo.
- Ambliopía
- Enfermedades congénitas o adquiridas:
 - . microftalmía.
 - . catarata.
 - . glaucoma.

La evaluación de la agudeza visual se realizará a nivel preescolar mediante las figuras de Allen y en escolares y adolescentes con el empleo de la cartilla de Snellen.

La audición debe evaluarse tempranamente, es importante identificar los pacientes con alto riesgo de hipoacusia o sordera (aquellos con historia familiar de sordera, antecedentes de infecciones durante la gestación, como rubéola, datos de trauma obstétrico, hipoxia neonatal o kerníctero, infecciones meníngeas, malformaciones como microcefalia, polidactilia, sindactilia o labio hendido).

Los niños en edad escolar, con capacidad para colaborar pueden ser sometidos a estudios de audiometría. (4)



2.4. INMUNIZACIONES

El esquema básico de inmunizaciones en nuestro país está integrado por: BCG, pentavalente (difteria, tosferina, tétanos, poliomielitis e infecciones por Haemophilus influenzae) hepatitis B, rotavirus, neumocócica conjugada 7 Valente, triple viral SRP, virus del papiloma humano.

Las vacunas son preparaciones inmunogenicas que se obtienen a partir de agentes infecciosos que son capaces de inducir una respuesta de protección en el individuo que es inoculado. En los últimos años se ha observado un descenso importante en las tasas de morbilidad y mortalidad de enfermedades prevenibles por el programa de vacunación en nuestro país. (4)

Vacuna	Enfermedad	Dosis	Edad	Manejo	Reacciones adversas
BCG	Tuberculosis	Única	RN	No en RN <2kg. 300000-500000U por dosis 0.1ml. 2.5-5ml dilución sol. isotónica. Intradérmica deltoides	Úlcera, adenopatía satélite, otitis.
Hepatitis B	Hepatitis	Primera Segunda Tercera	RN 2 meses 6 meses	Guardarse 2-8° C. IM NO en <2kg.	Dolor.
Pentavalente acelular (DPaT+VIP+Hib)	Difteria, tosferina, tétanos,	Primera Segunda Tercera Cuarta	2 meses 4 meses 6 meses 18 meses	IM (muslo). Inicio tardío aplicar con intervalos de 6 a 8 semanas.	Dolor, eritema, inflamación, fiebre, somnolencia e

	poliomielitis e infecciones.			Guardarse 2-8°C, no congelarse.	irritabilidad (DTPa).
DPT	Difteria, tosferina y tétanos	Refuerzo	4 años	IM (muslo). No en reacciones alérgicas previas. No en convulsiones o con fiebre.	Dolor, eritema, inflamación, fiebre, somnolencia e irritabilidad (DTPa).
Rotavirus	Gastroenteritis causada por rotavirus	Primera Segunda	2 meses 4 meses		
Neumocócica conjugada 7	Neumococo	Primera Segunda Tercera	2 meses 4 meses 1 año	IM. No en alérgicos al látex.	NO >2 años causa síndrome nefrótico, células falciformes.
Triple Viral RSP	Sarampión, Rubeola y Parotiditis	Primera Segunda	1 año 6 años	IM, no en reacciones alérgicas previas. No embarazo, no en inmunodeprimidos.	Fiebre, exantema, síntomas articulares mujeres adultas, trombocitopenia.
Td	Tétanos y Difteria	Refuerzo	A partir de los 12 años.	Ya mencionadas.	Ya mencionadas.
SABIN	Poliomielitis	Adicionales		Oral. Congelada, uso por 10 ciclos. No >8° C mientras se usa. Dosis múltiples 2-8° C por 7 días. Clara e incolora.	NO >18años, reacciones alérgicas.
SR	Sarampión y Rubeola	Adicionales		Ya mencionadas.	Ya mencionadas.
Hepatitis B no vacunados previamente	Hepatitis B	Primera Segunda	A los 12años A los 4 meses de la primera.	Ya mencionadas.	Ya mencionadas.
Influenzae	Influenzae	Primera Segunda Anual	6-35 meses al mes de la primera. (Oct-Nov)		
OTRAS	Varicela, hepatitis A Meningococo	Primera Primera Segunda Primera Segunda	1 año 1año 6 m de la primera. 3-5 meses 1 año	Vía subcutánea, no embarazadas o alteración CD4 <500cel/mm3.	No en desnutrición severa

2.5. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES EN LA INFANCIA

Entre los factores que determinan el estado de salud y la respuesta ante la enfermedad se encuentra la nutrición. Tanto el déficit como el exceso de nutrientes conllevan riesgo de enfermedades, la Organización Mundial de la salud (OMS), a través de estudios metabólicos y epidemiológicos han precisado la cantidad promedio de un nutriente requerido para mantener un organismo sano, para que realice adecuadamente todas sus funciones, a esta cantidad se le conoce como requerimiento.

El requerimiento de los nutrimentos del individuo los satisface a través de la ingestión de alimentos que en su conjunto integran lo que se conoce como dieta, la dieta debe satisfacer las necesidades biológicas de todos los nutrimentos energéticos, vitamínicos y minerales, en cantidades establecidas según la edad y condición fisiológica, para su adecuada absorción y aprovechamiento.

- 10% proteínas.
- 30-40% lípidos.
- 50-60% hidratos de carbono.

En cuanto a las necesidades psicológicas la dieta debe satisfacer el agrado de la vista, olfato y gusto, por otra parte, la dieta debe contemplar la cultura de la familia, de la comunidad y la disponibilidad real de alimentos.

CALORIA: es la energía que producen los alimentos cuando son metabolizados por el organismo, el cual aparece en forma de calor que es medido en calorías (cal), que es la cantidad de calor necesaria para elevar a nivel del mar un grado de temperatura, de 15-16° C, un gramo de agua, unidad que en clínica se sustituyó por kilocaloría (kcal) o gran caloría (Cal) que equivale a 1000 calorías y es la cantidad de calor necesaria para elevar a nivel del mar un grado, un kilogramo de agua.

METABOLISMO: es el conjunto de procesos involucrados en el desarrollo y mantenimiento de las funciones orgánicas. Comprende la ingestión, absorción y utilización de los nutrientes. De estos procesos depende la energía, la vida celular y tisular, el trabajo y el crecimiento y desarrollo del organismo.

METABOLISMO BASAL (55-24CAL/KG/DIA): es la energía necesaria para mantener alerta un individuo sano durante el reposo físico, digestivo (ayuno) y emocional. Se mide directamente mediante el calor que se desprende indirectamente, mediante el consumo de oxígeno y excreción de dióxido de carbono en la unidad de tiempo, aunque los datos se expresen por día. El gasto energético pro metabolismo basal es aproximadamente de 55kcal/kg/día en el lactante y disminuye hasta 24kcal en el adulto.

CRECIMIENTO (35KCAL/KG/DIA): en la edad pediátrica a diferencia de la edad adulta, se caracteriza por el crecimiento, este fenómeno biológico se mide mediante los cambios de peso y estatura, tiene un ritmo y velocidad distintos para cada uno de los órganos y tejidos. (4)

Recomendaciones de ingesta de energía y proteínas para la población infantojuvenil (DRI: Academia Americana de Medicina. Food and Nutrition Board), 2002. (3)

CATEGORIA	EDAD	ENERGIA Kcal/día	ENERGIA Kcal/kg/día	PROTEINAS g/día	PROTEINAS g/kg/día
Niños/Niñas	0-6 meses	650	108	14	2,3
	6m-1año	950	105	20	2,6
	1-4años	1250	100	23	1,2
	4-6años	1700	90	30	1,1
	6-10años	2000	70	36	1,0
Niños	10-13años	2450	55	43	1,0
	13-16años	2750	45	54	0,9
	16-20años	3000	40	56	0,8
Niñas	10-13años	2300	47	41	1,0
	13-16años	2500	40	45	0,8
	16-20años	2300	38	43	0,8

REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS Y PROTEINICOS DURANTE EL PRIMER AÑO DE VIDA. (5)

Edad meses	Niños	Niños	Niñas	Niñas	Energía	Proteínas
	Peso kg	Estatura cm	Peso kg	Estatura cm	Kcal/kg/día	g/kg/día
0-1	3,900	53.3	4,200	54.4	124	--
1-2	4,725	56.4	5,225	57.8	116	2.225
2-3	5,585	59.4	5,970	60.8	109	1.82
3-4	6,210	62.0	6,650	63.5	103	1.47
4-5	6,810	64.1	7,235	66.0	99	1.34
5-6	7,340	66.0	7,750	67.9	96.5	1.30
6-7	7,800	667.7	8,200	70.8	95	--
7-8	8,190	69.4	8,600	72.1	94.5	1.25
8-9	8,600	70.7	9,000	73.5	95	--
9-10	8,950	72.0	9,390	74.7	99	1.15
10-11	9,520	73.2	9,700	75.0	100	--
11-12	9,600	74.4	10,000	76.0	104	--

Tabla

Resumen de vitaminas y minerales: Ingestas Dietéticas de Referencia para Población Española. FESNAD, 2010

Edad	Tiamina, mg	Riboflavina, mg	Niazina, mg	Ácido pantoténico, mg ⁶	Vitamina B ₆ , mg	Biotina, μg ⁶	Ácido fólico, μg	Vitamina B ₁₂ , μg	Vitamina C, mg	Vitamina A, μg	Vitamina D, μg	Vitamina E, mg ⁶	Vitamina K, μg ⁶
0-6 meses	0,2	0,4	3	1,7	0,2	5	60	0,4	35	400	8,5	4	2
7-12 meses	0,3	0,4	5	1,8	0,4	6	50	0,5	35	350	10	5	2,5
1-3 años	0,5	0,8	8	2	0,6	8	100	0,7	40	400	7,5	6	30
4-5 años	0,7	0,9	11	3	0,9	12	150	1,1	45	400	5	7	55
6-9 años	0,8	1,1	12	3 ⁷	1	12 ⁷	200	1,2	45	450	5	7 ⁷	55 ⁷
Varones													
10-13 años	1	1,3	15	4	1,2	20	250	1,8	50	600	5	11	60
14-19 años	1,2	1,5	15	5	1,4	25 ⁷	300	2	60 ¹²	800	5	15	757
20-29 años	1,2	1,6	18	5	1,5	30	300	2	60 ¹²	700	5	15	120
30-39 años	1,2	1,6	18	5	1,5	30	300	2	60 ¹²	700	5	15	120
40-49 años	1,2	1,6	18	5	1,5	30	300	2	60 ¹²	700	5	15	120
50-59 años	1,2	1,6	17	5	1,5	30	300	2	60 ¹²	700	5	15	120
60-69 años	1,1	1,6	17	5	1,6	30	300	2	70 ¹²	700	7,5	15	120
> 70 años	1,1	1,4	16	5	1,6	30	300	2	70 ¹²	700	10	15	120
Mujeres													
10-13 años	0,9	1,2	13	4	1,1	20	250	1,8	50	600	5	11	60
14-19 años	1	1,2	14	5	1,3	25 ⁷	300 ^{8,9}	2	60 ¹²	600	5	15	757
20-29 años	1	1,3	14	5	1,2	30	300 ^{8,9}	2	60 ¹²	600	5	15	90
30-39 años	1	1,3	14	5	1,2	30	300 ^{8,9}	2	60 ¹²	600	5	15	90
40-49 años	1	1,3	14	5	1,2	30	300 ^{8,9}	2	60 ¹²	600	5	15	90
50-59 años	1	1,3	14	5	1,2	30	300	2	60 ¹²	600	5	15	90
60-69 años	1	1,2	14	5	1,2	30	300	2	70 ¹²	600	7,5	15	90
> 70 años	1	1,2	14	5	1,2	30	300	2	70 ¹²	600	10	15	90
Embarazo	1,2 ¹⁻⁴	1,6 ^{1,3,4}	15 ^{1,3,4}	6	1,5 ^{1,3,4}	30	500 ^{4,8,10}	2,2 ^{1,4}	80 ^{1,4}	700 ^{1,3,4,13}	10 ^{1,4}	15	90
Lactancia	1,4 ⁵	1,7 ⁵	16 ⁵	7	1,6 ⁵	35	400 ⁵	2,6 ^{5,11}	100 ⁵	950 ^{5,14}	10 ⁵	19	90

Resumen de vitaminas y minerales: Ingestas Dietéticas de Referencia para Población Española. FESNAD, 2010

Edad	Ca, mg	P, mg	K, mg ¹⁷	Mg, mg ¹⁸	Fe, mg	Zn, mg ¹⁹	I, µg	Se, µg ¹⁷	Cu, mg ¹⁷	Cr, µg ⁶	Na, mg ⁶	Cl, mg ⁶	F, mg ⁶	Mn, mg ⁶	Mo, µg ⁶
0-6 meses	400 ¹⁵	300	650	40 ¹⁵	4,3	3	60	10	0,3	0,2	120	180	0,01	0,003	2
7-12 meses	525	400	700	75	8 ¹⁹	4	80	15	0,3	5,5	370	570	0,5	0,6	3
1-3 años	600	460	800	85	8 ¹⁹	4	80	20	0,4	11	1.000	1.500	0,7	1,2	17
4-5 años	700	500	1.100	120	8 ¹⁹	6	90	20	0,6	15	1.200	1.900	1	1,5	22
6-9 años	800	600	2.000	170	9 ¹⁹	6,5	120	25	0,7	15 ⁷	1.200 ⁷	1.900 ⁷	1 ⁷	1,5 ⁷	22 ⁷
Varones															
10-13 años	1.100	900	3.100	280	12 ^{19,20}	8	135 ²⁰	35	1	25	1.500	2.300	2	1,9	34
14-19 años	1.000	800	3.100	350	11 ^{19,20}	11	150 ²⁰	50	1	35	1.500	2.300	3 ⁷	2,2 ⁷	43 ⁷
20-29 años	900	700	3.100	350	9 ¹⁹	9,5	150	55	1,1	35	1.500	2.300	4	2,3	45
30-39 años	900	700	3.100	350	9 ¹⁹	9,5	150	55	1,1	35	1.500	2.300	4	2,3	45
40-49 años	900	700	3.100	350	9 ¹⁹	9,5	150	55	1,1	35	1.500	2.300	4	2,3	45
50-59 años	900	700	3.100	350	9 ¹⁹	9,5	150	55	1,1	30 ⁷	1.300 ⁷	2.000 ⁷	4	2,3	45
60-69 años	1.000	700	3.100	350	10 ¹⁹	10	150	55	1,1	30	1.300	2.000	4	2,3	45
> 70 años	1.000	700	3.100	350	10 ¹⁹	10	150	55	1,1	30	1.200	1.800	4	2,3	45
Mujeres															
10-13 años	1.100	900	2.900	250	15 ¹⁹⁻²¹	8	130 ²⁰	35	1	21	1.500	2.300	2	1,6	34
14-19 años	1.000	800	3.100	300	15 ¹⁹⁻²¹	8	150 ²⁰	45	1	24 ⁷	1.500	2.300	3	1,6 ⁷	43 ⁷
20-29 años	900	700	3.100	300	18 ¹⁹	7	150	55	1,1	25	1.500	2.300	3	1,8	45
30-39 años	900	700	3.100	300	18 ¹⁹	7	150	55	1,1	25	1.500	2.300	3	1,8	45
40-49 años	900	700	3.100	300	18 ¹⁹	7	150	55	1,1	25	1.500	2.300	3	1,8	45
50-59 años	1.000	700	3.100	300	15 ¹⁹	7	150	55	1,1	20 ⁷	1.300 ⁷	2.000 ⁷	3	1,8	45
60-69 años	1.000 ¹⁶	700 ¹⁶	3.100	320 ¹⁶	10 ^{16,19}	7	150	55	1,1	20	1.300	2.000	3	1,8	45
> 70 años	1.000	700	3.100	320	10 ¹⁹	7	150	55	1,1	20	1.200	1.800	3	1,8	45
Embarazo	1.000 ^{1,4,13}	800 ^{1,4,13}	3.100 ^{1,4}	360 ^{1,13}	25 ^{1,3,4,13}	10 ^{1,3,4,13}	175 ^{1,4,13}	55 ^{1,4,13}	1,1 ^{4,13}	30	1.500	2.300	3	2	50
Lactancia	1.200 ⁵	990 ⁵	3.100 ⁵	360	15 ^{5,19}	12 ^{5,19}	200 ⁵	70 ⁵	1,4 ⁵	45	1.500	2.300	3	2,6	50



LEYES DE LA ALIMENTACION:

- Ley de la densidad o cantidad: establece que la alimentación debe ser suficiente para cubrir las demandas energéticas del organismo.
- Ley de la calidad: indica la necesidad de que la dieta contenga todos los nutrientes necesarios.
- Ley de armonía o equilibrio: señala que estos alimentos deben guardar una proporción adecuada entre sí.
- Ley de la adecuación: de acuerdo a las necesidades fisiológicas o fisiopatológicas de cada individuo.
- Ley de la pureza: se trata del grado de higiene de los alimentos y su preparación.

TABLA V. Tamaño de raciones recomendadas (Aranceta).

Alimentos	Frecuencia	Tamaño de las raciones (gramos)			
		< 6 años	6-8 años	9-11 años	> 12 años
Carnes	2 diarias	50	70	80	100
Pescados		60	65	80	90
Huevos		50	50	100	100
Leche	3-4 diarias	125	175	200	220
Queso		20	20	40	40
Yogur		125	125	125	125
Legumbres	3 semanales	150	160	180	190
Hortaliza fresca	> 1 diaria	20	20	50	75
Hortaliza cocinada	> 1 diaria	150	200	220	250
Frutas	> 2 diarias	75	75	100	100
Cereales	> 6 diarias	100	120	150	160
Patatas		120	130	135	140
Pan		25	25	30	40

2.6. VALORACION DEL ESTADO NUTRICIONAL

En la etapa infantil es imprescindible valorar de forma objetiva el crecimiento y el estado de nutrición para poder discriminar entre niños con nutrición adecuada, variantes de la normalidad y desviaciones patológicas de la misma.

Los trastornos nutricionales por defecto es la “desnutrición”, pueden tener un origen primario por alimentación insuficiente o ser consecuencia de diferentes enfermedades agudas o crónicas, cuya repercusión clínica varía en función del tiempo de evolución. Cuando actúan sobre un periodo de tiempo corto, los defectos predominan sobre el almacenamiento de energía (grasa) y, secundariamente, sobre el musculo, manifestándose como adelgazamiento. Sin embargo, si es por un tiempo prolongado, implicara negativamente sobre la velocidad de crecimiento.

Por otra parte, los trastornos por exceso o “sobrenutrición” obedecen a la incorporación de energía por encima de las necesidades, independiente de que proceda de una ingesta excesiva de grasa, carbohidratos o proteínas, el cual se almacena en forma de grasa “obesidad”. Esto ha llevado al desarrollo de enfermedades crónico degenerativas en el adulto responsables de su morbilidad (obesidad, hipertensión arterial, aterosclerosis...), por lo que su detección en los primeros años de vida es de vital importancia. La mejor forma de interpretar el estado de nutrición y crecimiento de un niño se basa en el seguimiento periódico de las medidas del niño (peso, talla y perímetro craneal) en los exámenes de salud y/o durante las enfermedades, mediante curvas percentiladas y mediante seguimientos longitudinales desde el nacimiento y cuantificar la velocidad de crecimiento.

En la Historia Clínica y en la exploración física se recogen los principales aspectos que se deben evaluar sistemáticamente. En la exploración física se debe realizar con el paciente desnudo, para distinguir su constitución corporal, masa muscular, la presencia de distensión abdominal, etc.... la exploración sistematizada permitirá detectar los signos carenciales específicos y los sospechosos de enfermedad. En los niños/niñas mayores se les debe explorar el desarrollo puberal. (7)

Realizar con el niño desnudo o en ropa interior (niños mayores)

Valorar

1. Constitución y semejanza con sus familiares

2. Anomalías fenotípicas

3. Signos de desnutrición:

- Aspecto adelgazado, laxitud de la piel con fusión adiposa subcutánea y de la masa muscular.
- Signos carenciales específicos (craneotabes, rosario costal, dermatitis, etc.)

4. Signos de organicidad

- Palidez, tristeza y decaimiento, distensión abdominal (muy sugestivo de malabsorción); cicatrices, hepatoesplenomegalia, retraso psicomotor, edema, etc.

5. Signos de obesidad

- Distribución: generalizada, troncular (central) o ginoide (periférica)
- Obtener tensión arterial (percentil para su edad)

6. Desarrollo puberal

- Telarquia y pubarquia en las chicas, tamaño testicular y pubarquia en los chicos

Antecedentes familiares

- Enfermedades crónicas, hereditarias

- Muertes precoces, inexplicadas

- Dedicación de los padres

- Hermanos (nº y enfermedades reseñables)

- Situación social

- Circunstancias especiales: divorcio de los padres, cambio de domicilio, de país...

En trastornos del crecimiento:

- Peso y talla de los padres y hermanos

Antecedentes personales

Gestación, parto y periodo neonatal

Enfermedades padecidas: agudas, crónicas. Comportamiento digestivo

Cronología de la alimentación: tipo de lactancia, introducción de la alimentación complementaria y de la alimentación familiar.

Intolerancias

Encuesta dietética:

1. Ingesta habitual en:
 - Desayuno
 - Almuerzo
 - Comida
 - Merienda
 - Cena
 - Otros (hora)
 2. Consumo de principales por grupos de alimentos
 - Leche y derivados (diario)
 - Pescados, carnes, huevos (semanal)
 - Frutas y frutos secos (diario)
 - Cereales, verduras y legumbres (diario/semanal)
 3. Hábitos dietéticos poco saludables (frecuencia)
 - Refrescos/zumos industriales
 - Bollería
 - Tentempiés
-

Datos sugestivos de trastornos de la conducta alimentaria:

- En adolescentes, deseo de perder peso
 - En pequeños, quiénes y cómo le dan la comida
-

En pacientes con enfermedades diagnosticadas valorar cumplimentación del tratamiento

Curvas de desarrollo (peso, talla y perímetro craneal)

Medida/instrumental	Interpretación
<p>1. Peso Medir desnudo (niños mayores, en ropa interior) Material: pesabebés (precisión 10 g); báscula clínica (precisión 100 g)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Valora la masa corporal (estado de nutrición actual). - Inespecífico (varía con alimentos, excretas, estado de hidratación, organomegalias, etc.)
<p>2. Talla Longitud en decúbito (hasta los dos años) Estatura en bipedestación Material: tablero horizontal en hasta los dos años; talla vertical o estadiómetro (precisión 0,1 cm)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Valora la dimensión longitudinal - Se altera, junto con el peso, en la malnutrición crónica - Permite calcular el incremento de talla por unidad de tiempo (velocidad de crecimiento en cm/año). Muy sensible para detectar fallos de crecimiento en niños de riesgo
<p>3. Perímetro craneal Medir hasta los 2-3 años Material: cinta métrica (precisión 0,1 cm)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Valora indirectamente el desarrollo del sistema nervioso central. Se altera en la malnutrición intrauterina y en anomalías fenotípicas
<p>4. Perímetro braquial Se mide en el brazo izquierdo o no dominante (en el punto medio) Material: cinta métrica (precisión 0,1 cm)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Es muy útil para valorar la composición corporal (grasa y masa muscular). Informa del estado de nutrición actual - Requiere entrenamiento
<p>5. Pliegue tricipital Se mide en el brazo izquierdo (en el punto medio, en su cara posterior) Material: calibrador del pliegue cutáneo, modelo Holtain (precisión 0,2 mm)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Valora la composición corporal (grasa) e informa del estado de nutrición actual - Requiere entrenamiento

En la antropometría no hay que olvidar que el niño, en cada momento de su vida, tiene un peso ideal dependiente de su talla, por ello en una situación de malnutrición, inicialmente se detendrá la ganancia ponderal, manteniéndose la velocidad de crecimiento (relación peso/talla y/o IMC disminuidos). Sin embargo, si evoluciona hacia la cronicidad habrá detención del crecimiento.

El comité de la OMS recomienda contar con tablas locales que cumplan las condiciones, las tablas más completas en este momento son las CDC del 2000 (Center for Disease Control) en cuanto a la edad de cobertura (0 a 20 años). (7)

La clasificación del estado de nutrición es:

1. relación peso/talla: valora la relación de estas medidas, independientemente de la edad. Es muy práctica y de gran ayuda para detectar precozmente la malnutrición aguda. Para ello se dispone de patrones percentilados.
2. Índice de masa corporal: índice útil para mostrar el grado de obesidad. Su desventaja es que varía con la edad. Por tanto, en niños, su valoración se realiza mediante curva percentilada. Hay que considerar que valores elevados solo significan sobrepeso y para discriminar el exceso de grasa (obesidad) o de masa magra (constitución atlética) se realiza mediante la medida del perímetro braquial y del pliegue cutáneo. (7)

Relación o índice	Clasificación
Relación peso/talla: Curva percentilada/puntuación Z	<ul style="list-style-type: none"> • Normal: P90-P10 ($Z \pm 1,28$) • Riesgo de sobrenutrición > P90 ($Z > 1,28$) • Sobrenutrición: > P95-97 ($Z > 1,65-1,88$) • Riesgo de subnutrición: < P10 ($Z \leq 1,28$) • Subnutrición: < P5-3 ($z \leq 1,65-1,88$)
Índice de masa corporal: $\frac{\text{Peso (kg)}}{\text{Talla (m)}^2}$	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación: (percentiles y/o puntuación Z) • Sobrepeso > P85 ($Z > 1$) • Obesidad > P95-97 ($Z > 1,65-1,88$) Debe valorarse junto al perímetro braquial y pliegue tricipital (para distinguir exceso de grasa o masa muscular) • Subnutrición < P5-3 ($z \leq 1,65-1,88$)
Cálculo de la puntuación Z:	$\frac{\text{Valor antropométrico real} - \text{mediana (P50)}}{\text{Desviación estándar}}$

Desviación estándar: se obtiene a partir de las tablas originales o a partir de los percentiles (para valores superiores a P50 se calcula dividiendo el valor de la distancia P97-P50 por 1,88; y para los inferiores a P50, dividiendo la distancia P50-P3 por 1,88)
Equivalencias: P97 = +1,88; P95 = + 1,65; P50 = 0; P5 = - 1,65; P3 = - 1,88

ANTROPOMETRIA.

Es la disciplina que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano, estudia las dimensiones tomando como referencia distintas estructuras anatómicas.

- PESO: representa la masa corporal total del individuo, y constituye una medida fácil de obtener. En los niños es una medida sensible que mide el estado nutricional adecuado para la estatura y refleja el consumo nutricional reciente.
- TALLA: media del eje mayor del cuerpo. En niños mayores de 2 años se realiza utilizando el estadímetro, sin zapatos y se expresa en centímetros.

Ventajas de la exploración antropométrica

- Los procedimientos son sencillos, seguros, simples y no invasores, se puede practicar a la cabecera del paciente.
- El equipo necesario es barato, portátil y duradero; es fácil su adquisición
- El personal con poca preparación puede realizar un buen trabajo
- Los métodos son precisos y exactos, si se utilizan de acuerdo a las normas estándares.
- Proporcionan información sobre hechos pasados, lo que no suele ser frecuente con otras técnicas.
- Las mediciones pueden ayudar a la identificación de casos de malnutrición ligera o moderada, así como en los graves.
- El método permite valorar cambios del estado nutricional en el tiempo, entre individuo, poblaciones y de una generación a otra.
- Pueden diseñarse pruebas de despistaje para identificar a individuos de riesgo.

La valoración del estado nutricional con indicadores antropométricos se puede expresar en diferentes formas:

VALORES PERCENTILARES. Ayudan en el seguimiento longitudinal de determinado niño, señalando cuantos están sobre él y cuantos, por debajo, en un grupo de 100.

- PORCENTAJE DE LA MEDIA O MEDIANA. De un patrón de referencia se utilizan 3 índices antropométricos:

- a. Peso para la edad: Utilizado para saber si un niño se encuentra en peso bajo o sobrepeso.
- b. Talla para la edad: Indicador de la nutrición en el pasado.
- c. Peso para la talla: Es un índice para ayudar identificar a niños con desnutrición severa. Evalúa la nutrición actual.

3. DESNUTRICION ENERGETICO PROTEICA

La desnutrición energético proteínica (DEP) es una enfermedad de grandes proporciones en el mundo, aunque se concentra de manera principal en los países en desarrollo y provoca cada año la muerte de más de la mitad de los casi 12 millones de niños menores de 5 años que la padecen. Estos pacientes suelen sufrir la pérdida de sus capacidades intelectuales y si sobreviven llegan a edad adulta con discapacidades mentales o físicas permanentes. Desde 1998 el Fondo de la Naciones Unidas para la Infancia, ha recabado que al menos cuatro de cada paciente menor de cinco años en todo el planeta presentan alguna alteración relacionada con la desnutrición. (14)

En México, la prevalencia de DEP es alta, como lo mostro la Encuesta Nacional de Nutrición desde 1998 a 2012 persiste una prevalencia de desnutrición crónica (baja talla para la edad) de 13.6%, considerada relativamente alta en comparación con países de ingresos y desarrollo similares. Por lo que es un motivo de preocupación debido al efecto adverso irreversible de esta situación en el desarrollo físico e intelectual de los niños. (15)

La desnutrición es consecuencia de las enfermedades infecciosas, principalmente, y de una ingestión alimentaria inadecuada. Además de los aspectos fisiológicos, la desnutrición se asocia con otros muchos factores interrelacionados entre sí, como son los de índole social, política, económica, ambiental, psicológica y cultural. Hace mucho tiempo que se tiene conciencia de que la desnutrición tiene su origen en la pobreza y resulta cada vez más evidente que una también es causa de la otra. La pobreza conduce a una baja disponibilidad de alimentos y a un desequilibrio en su distribución de la familia, al hacinamiento, a la falta de saneamiento ambiental y el abandono de los menores. Por otra parte, la ignorancia de los patrones adecuados de alimentación y la baja escolaridad de los padres, por lo mismos o asociados a la pobreza, conducen a que la introducción de alimentos en el primer año de vida sea tardía, con malas condiciones higiénicas, baja en cantidad, de poca variación. Por tanto, el niño no recibe suficiente cantidad de energía, proteínas, vitaminas y nutrimentos inorgánicos para poder crecer, sus reservas se agotan y la susceptibilidad a presentar infecciones se incrementa.

El problema de la DEP se inicia con frecuencia desde la vida fetal, ya que si la madre no tiene un estado nutricional adecuado antes y durante el embarazo o padece ciertas enfermedades que disminuyen el flujo placentario, se incrementa la posibilidad de que el bebé presente un bajo peso al nacer, lo que también aumenta las probabilidades de que el niño tenga retraso del desarrollo cognoscitivo, así como desnutrición. (14)

3.1. CICLO DESNUTRICION INFECCION

Se ha demostrado que el niño desnutrido es más susceptible a las infecciones, lo que constituyen uno de los factores que más contribuye a incrementar la morbilidad y mortalidad cuando se asocia a la DEP; tal como es el caso de la diarrea, el sarampión y enfermedades respiratorias. El ciclo desnutrición-infección-desnutrición se debe a la presencia e interacción de varios factores, entre los que destacan: el abandono temprano de la lactancia, la ablactación prematura (antes del segundo mes), el uso inadecuado de sucedáneos de la leche humana y la falta de higiene en su preparación, que provocan

infecciones gastrointestinales. Por si mismas, las infecciones desencadenan anorexia, disminución de la absorción de nutrimentos (diarrea, parasitosis), incremento de las pérdidas urinarias de nitrógeno y electrolitos, así como el aumento del gasto energético basal; por lo que debe aportarse los nutrimentos necesarios para prevenir daño irreversible.

Es espectro clínico de la DEP comprende desde deficiencias energéticas y proteínicas, que se manifiestan como pérdida de las reservas del tejido proteínico y de grasa, hasta deficiencias específicas de una o más vitaminas y/o nutrimentos inorgánicos. Estas deficiencias son de magnitud variable: leves, moderadas y graves, donde las últimas se manifiestan mediante cuadros clínicos muy característicos llamados “marasmo y kwashiorkor”. A pesar de esta variabilidad de DEP pueden agruparse en tres categorías: (13, 14)

- a. Signos Universales: que se definen como la dilución, la disfunción y la atrofia, que en la clínica se manifiestan como una disminución de los incrementos normales del crecimiento y el desarrollo.
- b. Signos Circunstanciales: se desencadenan como una expresión exagerada de los signos universales, por ejemplo, el edema, la caída de cabello, las Petequias, la hipotermia, la insuficiencia cardiaca, la hepatomegalia, etc.
- c. Signos Agregados: los cuales determinan en buena parte la terapéutica, así como la mortalidad del desnutrido; entre ellos está la diarrea, la esteatorrea, la anemia o la anorexia. Entre estos signos se incluyen los determinados por el ambiente social y cultural, así como los rasgos afectivos que prevalecen en el hábitat del pequeño (falta de atención y cuidado).

	HALLAZGOS	POSIBLES DEFICIENCIAS
GENERAL	Deficiente crecimiento pondo-estatural Disminución tejido subcutáneo. Pérdida de masa muscular. Edema.	Proteínas, energía, ácidos grasos esenciales, vitaminas A, D y E, tiamina, zinc, cobre.
PIEL	Dermatitis generalizada. Dermatitis simétrica o en área de exposición solar. Hiperqueratosis folicular. Petequias, lesiones purpúreas, equimosis. Hemorragia perifolicular. Dermatitis escrotal, bulbar. Dermatitis seborreica. Palidez (secundaria anemia). Dermatitis descamativa, seca, pigmentación alterada.	Ácidos grasos esenciales, biotina, zinc Niacina. Vitamina A y C. Vitamina C y K. Riboflavina. Riboflavina, piridoxina, biotina. Vitaminas E, B12 y C, riboflavina, folatos, piridoxina, cobre. Hierro. Proteínas, energía.

PELO	Cambio de textura, seco, fácilmente desprendible, despigmentado. Alopecia.	Proteínas, energía, cobre. Proteínas, energía, ácidos grasos esenciales, biotina, zinc, vitaminas A y C.
UÑAS	Forma de cuchara (vidrio de reloj). Quebradizas.	Hierro. Proteínas, energía.
OJOS	Xerosis conjuntival y corneal, manchas de Bitot. Palidez conjuntival.	Vitamina A. Folatos, vitamina B12, cobre, hierro.
LABIOS	Estomatitis angular. Queilosis.	Proteínas, riboflavina, piridoxina. Proteínas, riboflavina, niacina, piridoxina.
ENCIAS	Hemorragia gingival.	Vitamina C y K.
LENGUA	Atrofia papilar lingual. Hiperemia, glositis, dolor.	Proteínas, riboflavina, niacina, hierro. Riboflavina, piridoxina, biotina, folatos, vitamina B12.
ABDOMEN	Distensión abdominal. Hepatomegalia.	Proteínas. Proteínas, ácidos grasos esenciales, zinc.
GENITALES	Hipogonadismo.	Zinc.
ESQUELETO	Agrandamiento fontanelar anterior. Rodilla en varo o valgo Ensanchamiento epífisis. Dolor óseo.	Vitamina D y C. Vitamina D. Vitamina D y selenio. Vitamina C.
NEUROLOGICO	Oftalmoplejia. Hiporreflexia. Debilidad. Tetania. Ataxia.	Vitamina E y tiamina. Vitamina E y B 12, tiamina. Vitamina E, B12, tiamina, piridoxina. Vitamina D. Vitamina E y tiamina.

3.2. CARACTERISTICAS FISIOPATOLOGICAS

A. Metabolismo energético

Por definición, la DEP es un estado de balance negativo de nutrimentos, y debido a la disminución en la ingestión de éstos, el gasto energético se reduce. Al perdurar la falta de aporte, la grasa del cuerpo se moviliza, lo que resulta en la concomitante disminución del tejido adiposo y en pérdida de peso. Si a esta deficiente ingestión energética se le suma el consumo deficiente de proteínas, existirá entonces pérdida de las reservas proteínicas.

Este descenso en el gasto energético no sólo obedece a la disminución de la actividad física y a la detención del crecimiento, sino que se produce en parte como consecuencia del uso más eficiente de las proteínas de la dieta y de la reducción de la síntesis proteínica hasta en 40 por ciento. Esta disminución del recambio proteínico condiciona, a su vez, diversos ahorros de energía, ya que se requieren menos transportes y recambios iónicos; por ejemplo, la bomba de sodio tiende a funcionar en

forma más lenta. Por tanto, para mantener el metabolismo basal, el niño desnutrido utiliza 15 por ciento menos energía por kilogramo de peso, en comparación con el niño con un adecuado estado nutricional.

A consecuencia de la pérdida de tejido adiposo, además de ciertas alteraciones hormonales, el niño con DEP pierde la capacidad para mantener la temperatura corporal y disminuye su tolerancia al frío (hipotermia) y al calor (fiebre). Lo anterior implica que, si un niño tiene poca o nula capacidad para producir fiebre como respuesta a las infecciones, este signo pierde su valor de protección y el menor se encontrará en una verdadera situación de desventaja.

B. Metabolismo hidratos de carbono

Los niños con DEP sufren una reducción en su capacidad de digestión de los hidratos de carbono, sobre todo de la lactosa, debido a una disminución de la enzima lactasa, pero la absorción de la glucosa es normal. Sin embargo, con frecuencia se presenta hipoglucemia, la cual puede ser asintomática o sintomática; esta última suele asociarse a hipotermia, infecciones graves, entre otros casos en los que por sí misma puede ser letal.

Se ha documentado que en el kwashiorkor existe una disminución en la liberación de la insulina con resistencia periférica de la misma; esto último en relación con el aumento de la hormona de crecimiento, lo que resulta en intolerancia a la glucosa y/o al aporte de aminoácidos exógenos. Se cree que esto se desencadena por disminución de glucagón y de otros factores insulínотrónicos.

C. Metabolismo proteínico

A pesar de que el cuerpo defiende el balance del nitrógeno en forma muy efectiva frente a una reducción marginal del aporte energético, con una restricción más acentuada de las proteínas de la dieta éstas no se utilizarán de manera eficiente y se producirá un balance negativo del nitrógeno. En la DEP existe una adecuada digestión de las proteínas de la dieta, pero su absorción se ve reducida de 10 a 30 por ciento.

En el caso del kwashiorkor, la tasa de degradación y de síntesis proteínica está disminuida como una respuesta de adaptación a la carencia de aminoácidos y de energía. En la DEP, además, existen pérdidas adicionales de nitrógeno a través de diferentes vías: cutáneas, gastrointestinales, síntesis aumentada de proteínas de fase aguda a partir de la movilización de proteínas musculares, hepáticas y de otras proteínas estructurales como la albúmina. Esta última es muy sensible al cambio, y sus niveles se reducen hasta en 50 por ciento en una desnutrición grave, lo cual parece estar relacionado de manera directa con el aporte de aminoácidos de cadena ramificada. Por lo anterior, a la albúmina se le ha propuesto como un indicador bioquímico de la DEP, junto con otras proteínas plasmáticas como la prealbúmina, la transferrina, la proteína ligada al retinol y la fibronectina.

D. Metabolismo de lípidos

La digestión y la absorción de los lípidos en la DEP se ven muy alteradas debido a la interacción entre diversos factores: bajas concentraciones de lipasa pancreática, atrofia del epitelio del intestino delgado, diarrea, presencia de infecciones intestinales por *Giardia lamblia*, desconjugación de las sales biliares y

disminución en la producción de beta-lipoproteínas, en especial de la apo-48, la más importante de los quilomicrones, por lo que es común que se presente esteatorrea. Disminuyen las concentraciones de triglicéridos, colesterol y ácidos grasos polinsaturados, pero tienden a ser aún más bajas en el kwashiorkor que en el marasmo.

E. Composición corporal

En un inicio, en el marasmo se reduce el tejido adiposo y el agua intracelular y, más tarde, la masa celular corporal, en especial a expensas de la proteína muscular. Si la falta de energía continúa, el resultado es el cese del crecimiento lineal y la presencia del desmedro. En el kawashiorkor, por el contrario, en un principio se presenta pérdida de la masa celular corporal a expensas de las proteínas musculares y viscerales, pero el tejido graso subcutáneo se conserva relativamente bien.

En la DEP, el contenido de agua intracelular disminuye y aumenta el de agua extracelular, con edema e hipoproteinemia. En los niños con kwashiorkor se incrementa la cantidad de agua corporal total en relación con su peso, así como el volumen de agua extracelular de acuerdo con el volumen de agua corporal total. Al retraerse, las células pierden potasio, magnesio y fósforo, a la vez que se incrementa el contenido de sodio, tanto intracelular como extracelular. Sin embargo, el aumento del sodio extracelular es proporcionalmente menor al contenido de agua extracelular, lo que da como resultado una aparente hiponatremia dilucional, clásica del niño desnutrido. En tanto, la cantidad de potasio disminuye, así como las de magnesio, calcio, fósforo, zinc, cobre, selenio y cromo.

Por lo anterior, los niños muestran menores concentraciones sanguíneas de sodio, potasio y magnesio, menor osmolaridad plasmática y alteraciones en el transporte activo y pasivo de iones. Es importante reiterar que estas alteraciones plasmáticas no reflejan el contenido corporal total, que se encuentra muy elevado en el caso del sodio y disminuido en el del magnesio y el potasio. Por ello, en el tratamiento inicial debe ser muy prudente con el aporte de sodio, agua y energía, ya que con facilidad se puede alterar el equilibrio hidroelectrolítico y hemodinámico, con desarrollo de insuficiencia cardíaca.

F. Sistema cardiovascular

La disminución de las proteínas musculares que caracteriza a la DEP es que afecta al músculo cardíaco. Puede presentarse hipotensión, hipotermia, disminución de la amplitud del pulso, pulso filiforme, precordio hipodinámico, sonidos cardíacos distantes y soplo sistólico por anemia.

En el marasmo hay disminución del consumo de oxígeno y bradicardia, aun en presencia de fiebre, y en el caso del kawashiorkor hay reducción del tamaño cardíaco con evidencia macroscópica e histológica de lesiones miocárdicas. Dadas las alteraciones anteriores, la falla cardíaca por disfunción ventricular ha sido postulada como causa de muerte en los niños con kawashiorkor, favorecida por aportes inadecuados de sodio, agua y energía durante las etapas tempranas del tratamiento.

G. sistema renal

Los niños con DEP presentan una reducción en la capacidad máxima de concentrar y diluir la orina, en la excreción de iones hidrógeno libres, en la acidez titulable y en la producción de amonio. Aunque no se han encontrado lesiones histopatológicas, el peso del riñón disminuye, en tanto que la tasa de filtración glomerular y el flujo plasmático renal se reduce, sobre todo en presencia de deshidratación y en el kawashiorkor también cursan con deficiencia de fosfatos, con una baja disponibilidad de fosfato urinario.

H. Sistema endocrino

El sistema hormonal es muy importante en el mecanismo metabólico adaptativo en la DEP, ya que de forma compleja contribuye a mantener la homeostasis energética a través de:

- a. Incrementar la glicólisis y la lipólisis.
- b. Aumentar la movilización de los aminoácidos.
- c. Preservar las proteínas viscerales al aumentar la movilización desde las proteínas musculares.
- d. Disminuir el almacenamiento de glucógeno, grasa y proteínas.
- e. Reducir el metabolismo energético.

I. Sistema gastrointestinal

En la DEP existen alteraciones gastrointestinales importantes tanto morfológicas como funcionales. En el estómago la mucosa se encuentra atrofiada, la secreción de ácido clorhídrico está reducida, así como la respuesta a la pentagastrina, lo cual elimina uno de los mecanismos más importantes que protegen al intestino de la colonización bacteriana. En ocasiones se presenta dilatación gástrica, vaciamiento lento y tendencia al vómito. El intestino pierde peso y su pared se adelgaza a expensas de la mucosa intestinal, por lo que esta última es delgada y con disminución, aplanamiento y acotamiento de las vellosidades del borde en cepillo y con hipoplasia progresiva de las criptas.

Esto provoca alteraciones en la digestión y absorción, por la disminución de enzimas como la lactasa y la sacarosa.

J. Sistema inmunológico

La DEP y la infección suelen aparecer juntas. Por un lado, las deficiencias nutricias predisponen a la infección y, a su vez, la infección deja campo fértil para la desnutrición. Las repercusiones de la DEP a la respuesta inmune son múltiples. Entre ellas destacan las siguientes:

Las barreras anatómicas, como la piel y las mucosas, sufren atrofia. Por ejemplo, en el intestino delgado, el adelgazamiento de la mucosa intestinal predispone a la colonización bacteriana en sitios anormales y por ende a la enteritis y, de manera eventual, a la invasión de la circulación y la sepsis.

Aunque la cuenta de neutrófilos es normal o incluso elevada, la reserva medular está disminuida. La quimiotaxis y la actividad opsónica y bactericida medida por complemento están disminuidas. Esta situación se relaciona con el decremento de los niveles de la fracción C3 y la merma de la capacidad de adherencia y marginación de las células fagocíticas. Esto último obedece a la disminución de selectinas

e integrinas expresadas en el endotelio, así como de los niveles de IL-8. Por tanto, el niño con DEP tiene dificultades para generar una adecuada respuesta inflamatoria.

Los órganos linfáticos se atrofian, la función tímica decrece y los linfocitos totales disminuyen a expensas del tipo T (tanto cooperadores como supresores). Por el contrario, los linfocitos B mantienen sus niveles normales y la producción de inmunoglobulinas séricas es adecuada e incluso elevada en respuesta a infecciones recientes. En cambio, disminuye la inmunoglobulina A, secretada en las mucosas.

Estas alteraciones son el resultado no sólo de la deficiencia energético-proteínica; también se suman deficiencias específicas de las vitaminas A, C y E, así como de ácido fólico, hierro y zinc.

Cambios hormonales en la desnutrición

HORMONA	MARASMO	KWASHIORKOR	EFFECTOS ANORMALES
Insulina	↓	↓	↓ síntesis proteínica muscular ↓ lipogénesis ↓ crecimiento
Hormona de crecimiento	Variable	Aumentada	↑ síntesis proteínica visceral ↓ síntesis de urea ↑ lipólisis
Somatomedinas	Variable	↓	↓ síntesis proteínica muscular y de cartilago ↓ síntesis de colágena ↓ lipólisis ↓ crecimiento ↑ hormona de crecimiento
Epinefrina	Normal o ↑	Normal o ↑	↑ lipólisis ↑ glucogenólisis
Glucocorticoides	↑	Normales o ↓	↑ catabolismo proteínico muscular ↑ recambio proteínico visceral ↑ lipólisis ↑ gluconeogénesis
Renina-aldosterona (edema)	Normal	↑	↑ retención de sodio ↑ retención de agua
Hormonas tiroideas	T4 normal o ↓ T3 ↓	T4 ↓ T3 ↓	↓ oxidación de la glucosa ↓ energía basal expedita ↑ T3 reversa
Gonadotropinas	↓	↓	retarda la aparición de la menarquia

	CoA carboxilasa	y transcarboxilación	intestinal
Tiamina (vitamina B ₁)	Tiamina pirofosfato	Reacciones de descarboxilación	Semillas maduras de cereales
Ácido ascórbico (vitamina C)	Ácido ascórbico	Reacciones de carboxilación, transcarboxilación y descarboxilación	Tejidos vegetales frescos

Forma activa, función y fuentes de las vitaminas liposolubles.

Vitamina	Forma activa	Función	Fuentes
Vitamina A	Retinol, retinaldehído, ésteres de retinol	Ciclo visual, diferenciación celular y respuesta inmune	Tejidos animales y leches
Vitamina E	Alfatocoferol	Antioxidante	Aceites vegetales
Vitamina K	Menaquinona	Factor de la coagulación y la calcificación ósea	Hojas verdes y flora intestinal
Vitamina D	1-25 hidroxicolecalciferol	Absorción y metabolismo del calcio, mineralización, contracción muscular y respuesta inmune	Tejidos animales, especialmente hígado. En presencia de luz ultravioleta, síntesis en la piel

(18,19).Casanueva, Esther; kaufer-horwitz, Martha; Pérez –Lizaur, Ana Berta; Arroyo, Pedro, Nutriología médica, Panamericana, México, 2001.

<i>Mineral</i>	<i>Fuentes</i>
Calcio	Tortilla de nixtamal, leche y sus derivados, acociles, charales
Cloro	Abundante en casi todos los alimentos
Cobre	Mariscos, vísceras, oleaginosas, leguminosas, cereales integrales y frutas secas
Flúor	Té, productos del mar, agua y sal fluorada
Fósforo	Leche y derivados, huevo, tejidos animales, leguminosas, cereales y oleaginosas
Hierro	Tejidos animales, huevo, oleaginosas, leguminosas, cereales, algunos tejidos vegetales verdes
Magnesio	Tejidos animales, leche, leguminosas, oleaginosas, cereales integrales, tejidos vegetales verdes
Manganeso	Cereales integrales, leguminosas, tejidos vegetales frescos
Potasio	Abundante en casi todos los alimentos, en especial en leguminosas, oleaginosas y tejidos vegetales frescos
Selenio	Leche y sus derivados, huevo, productos de mar, leguminosas y cereales integrales
Sodio	Abundante en todos los alimentos, en especial en leche y sus derivados, pan blanco, zanahoria, espinaca, apio, productos en salmuera, embutidos y sal

(18,19).Casanueva, Esther; kauffer-horwitz, Martha; Pérez –Lizaur, Ana Berta; Arroyo, Pedro, Nutriología médica, Panamericana, México, 2001.

Funciones y fuentes de los principales minerales.

Mineral	Funciones	Fuentes
Calcio	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura de huesos y dientes • Coagulación de la sangre • Permeabilidad de las membranas • Neurotransmisión • Contracción muscular 	Tortilla de nixtamal, leche y sus derivados, acociles, charales
Cloro	<ul style="list-style-type: none"> • Regulación del equilibrio hidroelectrolítico y ácido-base 	Abundante en casi todos los alimentos
Cobre	<ul style="list-style-type: none"> • Cofactor de múltiples oxidasas • Transporte de electrones • Síntesis de colágena y hemoglobina • Formación de huesos 	Mariscos, vísceras, oleaginosas, leguminosas, cereales integrales y frutas secas
Flúor	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura de huesos y dientes 	Té, productos del mar, agua y sal fluorada
Fósforo	<ul style="list-style-type: none"> • Constituyente de fosfolípidos • Estructura de huesos y dientes • Constituyentes de enlaces de alta energía 	Leche y derivados, huevos, tejidos animales, leguminosas, cereales y oleaginosas
Hierro	<ul style="list-style-type: none"> • Componente de la hemoglobina y mioglobina • Enzimas oxidativas: citocromos, catalasas y peroxidasas • Transporte de electrones y oxígeno 	Tejidos animales, huevo, oleaginosas, leguminosas, cereales, algunos tejidos vegetales verdes
Magnesio	<ul style="list-style-type: none"> • Irritabilidad nerviosa y muscular • Cofactor en reacciones donde interviene el ATP 	Tejidos animales, leche, leguminosas, oleaginosas, cereales integrales, tejidos vegetales verdes
Manganeso	<ul style="list-style-type: none"> • Cofactor de enzimas que interviene en el metabolismo de hidratos de carbono, colesterol y proteínas 	Cereales integrales, leguminosas, tejidos vegetales frescos
Potasio	<ul style="list-style-type: none"> • Contracción del músculo esquelético y cardíaco • Irritabilidad nerviosa • Equilibrio hidroelectrolítico y ácido-base • Presión osmótica 	Abundante en casi todos los alimentos, en especial en leguminosas, oleaginosas y tejidos vegetales frescos
Selenio	<ul style="list-style-type: none"> • Antioxidante • Constituyente de diversas metaenzimas • Metabolismo de medicamentos • Formación de huesos y dientes 	Leches y sus derivados, huevo, producto de mar, leguminosas y cereales integrales
Sodio	<ul style="list-style-type: none"> • Participa en la contracción muscular y la irritabilidad nerviosa • Equilibrio electrolítico y ácido-base • Presión osmótica 	Abundante en todos los alimentos, en especial en leche y derivados, pan blanco, zanahoria, espinaca, apio, productos en salmuera, embutidos y sal
Yodo	<ul style="list-style-type: none"> • Constituyente de las hormonas tiroideas 	Productos del mar, leche, huevo, alimentos cultivados en tierras bajas y sal yodada
Zinc	<ul style="list-style-type: none"> • Biosíntesis de proteínas y ácidos nucleicos • Respuesta inmune • Componente de diversas metaenzimas • Antioxidante 	Tejidos animales, huevo, cereales integrales, germen de trigo, levadura, ostiones y oleaginosas

<u>Nombre</u>	<u>Disponibilidad</u>	<u>Deficiencia</u>	<u>Toxicidad</u>
Calcio	Indispensable	Deformidades óseas como osteoporosis, osteomalacia, tetania, hipertensión.	Calcificación excesiva en huesos, tejidos blandos, interfieren en la absorción del hierro y del zinc.
Fosforo	Indispensable	Disminución de la síntesis de ATP, anormalidades esqueléticas hematológicas y renales.	No se ha detectado.
Sodio	Indispensable	Afectación en equilibrio del agua, equilibrio del agua, el equilibrio osmótico, el ácido-base y la irritabilidad muscular normal.	No se ha detectado.
Potasio	Indispensable	Afectación en equilibrio del agua, el equilibrio osmótico, el ácido-base y la irritabilidad muscular normal.	No se ha detectado.
Cloro	Indispensable	Afectación en equilibrio del agua, el equilibrio osmótico, el ácido-base y la irritabilidad muscular normal.	No se ha detectado.
Hierro	indispensable	Anemia.	Hemocromatosis hereditaria y sobre carga por transfusión.
Magnesio	Indispensable	Temblores, espasmos musculares, cambios de personalidad, anorexia, náuseas, vomito, tetania, espasmos mioclonicos y convulsiones.	No se ha documentado.
Yodo	Indispensable	Bocio y deficiencia mental durante el embarazo.	Bocio.
Manganeso	Indispensable	No se ha documentado.	Problemas parecidos al Parkinson al inhalarlo.
Zinc	Indispensable	Gonadismo, anemia y bajos niveles plasmáticos.	Interferencia con la absorción de cobre.
Selenio	Indispensable	No se ha documentado.	No se ha documentado.

Cobre	Indispensable	Anemia microcítica hipocrómica, neutropenia, leucopenia y desmielinización ósea.	La enfermedad de Wilson (degeneración hepatolenticular).
Flúor	Indispensable	No se ha documentado.	Fluorosis.
Vitamina C (ácido ascórbico)	Indispensable	Escorbuto, hiperqueratosis folicular, hinchazón e inflamación de encías, pérdida de piezas dentales, sequedad de boca y ojos, pérdida de pelo y piel deshidratada y prurito.	Escorbuto de rebote, falsos positivos en reacciones para el azúcar.
Vitamina D	Indispensable	Raquitismo, osteomalacia.	Hipercalcemia, cálculos renales, sordera, dolor de cabeza y náuseas.
Vitamina A	Indispensable	Cambios en la piel, ceguera nocturna, ulceraciones en cornea, afectación en las membranas mucosas de vías respiratorias, gastrointestinales y genitourinarias.	Enrojecimiento y descamación de la piel, náuseas, vomito, fatiga, desmayos, migraña y anorexia.
Vitamina E	Indispensable	Malabsorción o anomalías del transporte de los lípidos.	Dosis muy elevadas hemorragias.
Vitamina K	Indispensable	Mala absorción de lípidos, destrucción flora intestinal, enfermedades hepáticas que producen deficiencia.	No se ha documentado.
Vitamina B1 (tiamina)	Indispensable	Afecta al sistema nervioso y cardiovascular que se expresa en la enfermedad de beriberi.	No se ha documentado.
Vitamina B2 (riboflavina)	Indispensable	Sensación de dolor y quemadura en labios, boca y lengua. Queilosis, estomatitis angular, glositis, dermatitis en pliegues naso labiales, nariz, orejas y párpados, patología ocular, anemia.	No existe aún.

Acido pantoténico	Indispensable	No se ha observado enfermedades.	No se ha reportado toxicidad.
Niacina	Indispensable	Debilidad muscular, anorexia, indigestión y erupciones de la piel, pelagra (dermatitis, demencia y diarrea), temblores.	Grandes dosis disminuyen el colesterol, evitar en personas con asma o ulcera péptica.
Biotina	Indispensable	Dermatitis seca y escamosa, palidez, nausea, alopecia, vómitos y anorexia.	No se ha observado toxicidad.
Acido fólico	Indispensable	Alteración del metabolismo del ADN.	No se ha reportado toxicidad.
Vitamina B6 (piridoxina)	Indispensable	Anormalidades en el SNC.	Ataxia con neuropatía sensorial.
Vitamina B12 (cobalamina)	Indispensable	Alteración de la síntesis del ADN resulta en la proliferación defectuosa de la división celular y se manifiesta por anemia megaloblástica, glositis e hipospermia.	Se desconoce efectos tóxicos.

(18,19).Casanueva, Esther; kauffer-horwitz, Martha; Pérez –Lizaur, Ana Berta; Arroyo, Pedro, Nutriología médica, Panamericana, México, 2001.

4. ENFERMEDADES NUTRICIONALES EN LA INFANCIA

La malnutrición se desarrolla debido a que la ingesta de proteínas o energía, es insuficiente para cubrir las necesidades del individuo, provocando alteraciones metabólicas, cambios fisiológicos, alteración en la composición corporal y reducción de la función de algunos órganos y tejidos.

La desnutrición se clasifica de acuerdo a su intensidad en:

- Leve en la que el niño cambia de humor, se muestra muy llorón, irritable, menos alegre y además que el peso no aumenta como es debido.
- Moderado en la que el niño pierde peso, se enferma continuamente, sus padecimientos duran más tiempo, existe inapetencia, además las capacidades tanto intelectuales como de atención se encuentran afectadas.
- Severa o grave en la que el niño pierde grasa, masa muscular y se ve muy deteriorado en su estado general. El aspecto es adelgazado, le da una cara de “simio” o “anciano”.

Se demostró que existían dos tipos bien diferenciados de desnutrición en la infancia; el marasmo o desnutrición calórica proteica y el kwashiorkor o desnutrición proteica.

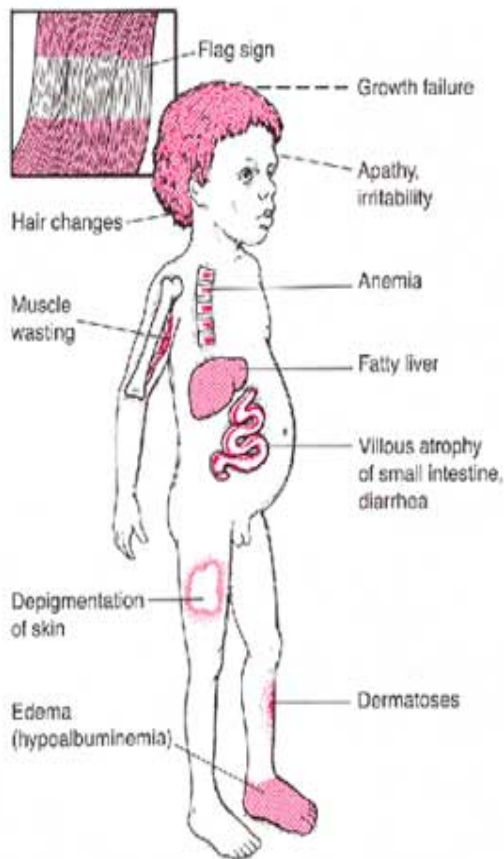
Según la encuesta nacional de salud (ENDSA) muestra que el estado nutricional se va deteriorando a partir del nacimiento observando que en el segundo año los niños son pequeños delgados, con signos de anemia y otras carencias. (11)

4.1. KWASHIORKOR (MALNUTRICIÓN PROTEICOCALÓRICA EDEMATOSA)

La desnutrición (DNT) infantil aguda afecta una décima parte de los niños <5 años en el mundo, sin embargo, puede aparecer a cualquier edad. Cada año, 9 millones de niños mueren y la DNT contribuye en un tercio de estas muertes. La DNT sostenida puede llevar a malnutrición aguda severa edematosa o Kwashiorkor y no edematosa o marasmo; estos dos tipos difieren en su composición corporal.

El origen del edema en los pacientes con Kwashiorkor es diverso, sin embargo, también se ha observado un deterioro importante de la respuesta inmunitaria con serio compromiso del tejido linfoide y de la inmunidad celular. (8,9)

La DNT tipo Kwashiorkor es más frecuente en lactantes con déficit de proteínas, pero adecuada ingesta de carbohidratos y se caracteriza por depleción de proteínas séricas, principalmente la albumina, que tiende a ser más severa en esta forma de DNT. Clínicamente su marcador principal es la presencia de edema que se acompaña de dermatosis, diarrea, hígado graso, cambios en el cabello y pérdida del apetito. El peso generalmente es adecuado para la edad; este tipo es más común en zonas rurales de países en vías de desarrollo, está asociado al periodo del destete total e inicio de la dieta rica en almidón y pobre en proteínas.



En la actualidad se conoce como malnutrición proteico-calórica, que es un estado patológico, inespecífico, sistémico y potencialmente reversible, se origina como resultado de la deficiente incorporación de los nutrientes a las células del organismo y se presenta con diversos grados de intensidad y variadas manifestaciones clínicas.

Su estado nutricional se evalúa mediante peso, talla, circunferencia del brazo, emaciación visible, principalmente en área glútea, así como en estructuras óseas visibles en tórax.

El Kwashiorkor es común que se asocie con enfermedades infecciosas, infecciones respiratorias, sarampión, tosferina, parasitosis intestinal.

CLÍNICA

1. **EDEMA:** Es la acumulación de líquido en los tejidos, este edema empieza con una leve hinchazón de los pies, el cual llega a extenderse hacia las piernas, posteriormente se hinchan las manos y la cara.
2. **CRECIMIENTO DEFICIENTE:** se encontrará con talla baja de lo normal, con una disminución de peso por debajo de lo normal (la mayoría de 60 a 80% del estándar o por debajo de 2DE). Estos signos se pueden enmascarar por el edema o si se desconoce la edad del niño.
3. **EMACIACIÓN:** es un signo típico, sin embargo, puede también enmascararse por el edema. Los brazos y las piernas del niño son delgadas debido a la pérdida de masa muscular.
4. **HEPATOMEGALIA:** agrandamiento palpable a la exploración del hígado, y se halla en el examen postmortem.
5. **ALTERACIÓN NEUROLÓGICA:** los cambios mentales son comunes, a la exploración encontramos un niño apático con su entorno e irritable, triste, permanecen en una misma posición, falta de apetito y no posee expresión facial de sonrisa.
6. **CAMBIOS EN EL CABELLO:** el cabello se vuelve delgado, carente de sedosidad, opaco, suele cambiar su coloración a castaño rojizo "signo de bandera", hay falta de cabello por zonas.
7. **CAMBIOS EN LA PIEL:** suele aparecer dermatosis, aunque no en todos los casos, aparece en zonas de fricción o de presión (ingles, detrás de las rodillas y en codo). Aparecen parches pigmentados oscuros con fácil descamación, se dice que se asemejan a los parches con pintura seca quemada por el sol, por lo que se le denomina "dermatosis de pintura en copos", por debajo de los copos la piel esta atrófica que dan apariencia de una cicatriz de quemadura.
8. **ANEMIA.**
9. **DIARREA.**
10. **CARA DE LUNA.**

4.2 . MARASMO

El marasmo es una desnutrición crónica que da tiempo al organismo de adaptarse para sobrevivir, causado por una insuficiencia de nutrientes en la dieta principalmente en niños pequeños caracterizándose por una pérdida progresiva de tejido subcutáneo y muscular. También afecta a niños en edad de crecimiento, hasta los tres años y medio debido a un destete temprano y a una alimentación deficitaria en proteínas y calorías.

Su fisiopatología se debe a la ingesta energética insuficiente para cubrir las necesidades, por lo que el organismo se ve en la necesidad de utilizar sus propias reservas, ocasionando que el glucógeno hepático se agote en horas, por lo que ocasiona el uso de proteínas del musculo esquelético por la vía de la gluconeogénesis para mantener una glicemia normal, por otra parte, los depósitos de triglicéridos originan ácidos grasos libres para cubrir las necesidades energéticas de los órganos y tejidos. En la inanición, los ácidos grasos se oxidan a cuerpos cetónicos que pueden ser utilizados por el cerebro como una fuente alternativa de energía. En el proceso de adaptación se ve facilitada por los niveles altos de cortisol, hormonas de crecimiento, con una baja de la secreción de insulina y hormonas tiroideas.

Este estado nutricional es patológico y potencialmente reversible, ya que presenta una evolución crónica la cual compromete el peso y talla, comenzando en los primeros meses de vida, y logrando una mayor incidencia en el lactante presentando un déficit de proteínas y energía, debido a una deficiencia en la calidad o cantidad de los nutrientes, o por alguna patología que altere la absorción intestinal, condicionando a una pobre biodisponibilidad alimentaria y un incremento en los requerimientos, este evoluciona presentando pérdida de más del 40% del peso corporal observando un niño muy delgado, hipoactivo, con piel arrugada y seca, hay pérdida de cabello con presencia del signo de la “bandera”, y distensión abdominal. (11)

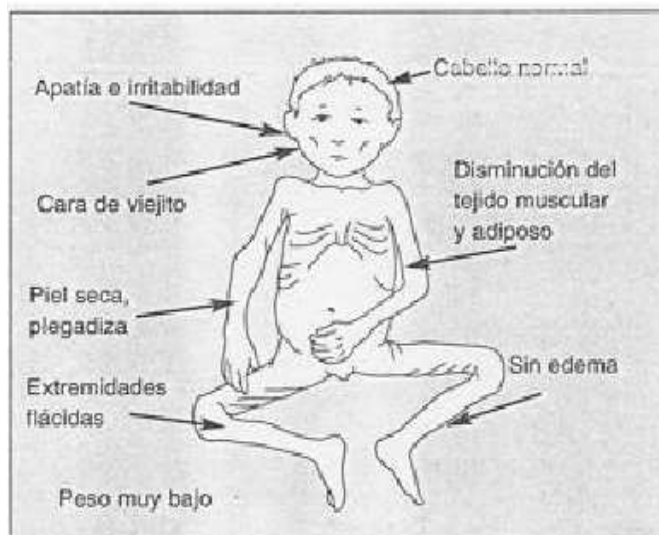
Manifestaciones Clínicas:

1. Crecimiento deficiente.
2. Distensión abdominal.
3. Anorexia.
4. Diarrea.
5. Anemia.
6. Alteraciones en cabello.
7. Atrofia muscular.
8. Temperatura subnormal (un grado inferior de la temperatura corporal normal).
9. Bradicardia.

La evolución es crónica, se asocia a destete temprano. La apariencia clínica es mas de emaciación con disminución de todos los pliegues, de la masa muscular y tejido adiposo; la talla y los segmentos corporales se verán comprometidos, la piel es seca, plegadiza. El comportamiento de estos pacientes es con irritación y llanto persistente, pueden presentar retraso marcado en el desarrollo. (10)

	MARASMO	KWASHIORKOR
INICIO	Primer año.	Segundo año.
SE ASOCIA	Destete temprano.	Destete tardío.
EVOLUCION	Crónica.	Aguda.
ENFERMEDADES	Frecuentes respiratorias y gastrointestinales.	Menos frecuentes respiratorias y gastrointestinales.
APARIENCIA	Emaciado.	Edematoso.
CONDUCTA	Irritable, llora mucho.	Apático, triste e irritable.
TEJIDO MUSCULAR	Muy disminuido.	Muy disminuido.
TEJIDO ADIPOSEO	Muy disminuido.	Presente pero escaso.
HIGADO	Normal.	Esteatosis, hepatomegalia.
EDEMA	Ausente.	Presente.
PIEL	Seca, plegadiza, sin dermatosis.	Lesiones húmedas, con dermatosis.
CABELLO	Alteraciones ocasionales.	Alteraciones frecuentes.
PSICOLOGICAS	Alteraciones ocasionales.	Alteraciones frecuentes.
HEMOGLOBINA	Disminuida.	Disminuidas.
PROTEINAS	Casi normales.	Disminuidas.
COMPLICACIONES	Infecciones- alteraciones electrolíticas, acido-base.	Infecciones, alteraciones electrolíticas, acido-base.
RECUPERACION	Prolongada.	Breve.

Signos clínicos del marasmo



Signos clínicos del kwashiorkor



De acuerdo a estas descripciones clásicas del marasmo y el kwashiorkor, a lo largo de los últimos 30 años ha habido mucha polémica sobre la etiología de cada una; no solo por el conocimiento en sí de la fisiopatología, sino por lo que implica en cuanto a decisiones de prevención y terapéutica. Esta situación

varía de acuerdo a con los diferentes tipos de dietas, así como con las áreas geográficas donde se presenta la DEP, con lo que se combina con la privación materna y aspectos socioeconómicos particulares.

En un principio se estableció una correlación entre kilocalorías y proteínas de la dieta con el marasmo y el kwashiorkor, respectivamente. Sin embargo, Go-palan llamo la atención sobre el hecho de que la dieta, los patrones de crecimiento y los factores socioeconómicos de ambas modalidades eran muy similares, por lo que propuso que la diferencia para que un niño desarrollara una u otra forma clínica de desnutrición está dada por la adaptación o no de cada individuo a la carencia.

De esta manera el paciente con marasmo presenta una “buena adaptación” a la privación de nutrimentos, con un alto nivel de cortisol, una reducción de las concentraciones séricas de insulina y una síntesis “eficiente” proteínica en el hígado a partir de los aminoácidos musculares. Pero cuando se prolonga la carencia de proteínas, con relativo exceso de ingreso energético en relación con ellas a partir de los hidratos de carbono, se puede reducir la respuesta hipometabólica de adaptación, y si el aumento del cortisol plasmático es inadecuado, se produce una movilización de proteínas y disminuyen la albumina plasmática y los aminoácidos. Además, la hormona de crecimiento conduce aminoácidos al tejido muscular magro, lo que provoca que no exista síntesis de proteínas viscerales, y el hígado no sintetiza suficientes lipoproteínas, con lo cual la grasa se queda atrapada (hepatomegalia). Todo esto conduce a la presentación clínica del kwashiorkor. (13)

Existe una tercera variedad clínica el **“KWASHIORKOR MARASMÁTICO”**, que es el resultado de la combinación de las dos variedades clínicas anteriores, es decir, cuando el paciente presenta DEP en su forma crónica, el marasmo, y se agrega una deficiencia aguda del de Kwashiorkor; clínicamente, el niño presenta edema, estatura baja para la edad (desmedro) y disminución del tejido muscular y subcutáneo (emaciación). Puede haber también adelgazamiento del pelo y cambios en la piel.

Prevención

Se evita mejorando el entorno del niño, favoreciendo el adecuado aporte de alimentos, fomentando la lactancia materna, mejorando las políticas de salud dirigiéndolas a una detección precoz de cualquier modificación en los valores antropométricos, uso de suplementos nutricionales en grupos de riesgo y la adecuada monitorización del crecimiento y desarrollo del niño.

Tratamiento

El tratamiento debe ser establecido poco a poco para lograr la readaptación de las funciones metabólicas e intestinales, dependiendo del grado de desnutrición, estrés metabólico o infeccioso que padezca. Se deben plantear las medidas adecuadas para la reposición de los nutrientes, así como sus vías de administración, el cual debe de ser de modo individualizado y en función de la respuesta del paciente.

Puntos clave

Kwashiorkor - Marasmo

Insuficiencia decrecimiento

Kwashiorkor presente

Marasmo presente

Emaciación

Kwashiorkor presente

Marasmo presente, notorio

Edema

Kwashiorkor presente

Marasmo ausente

Cambios en el cabello

Kwashiorkor común

Marasmo menos común

Cambios mentales

Kwashiorkor muy común

Marasmo raros

Dermatosis

Kwashiorkor común

Marasmo no ocurre

Apetito

Kwashiorkor pobre

Marasmo bueno

Anemia

Kwashiorkor presente

Marasmo presente

Grasa subcutánea

Kwashiorkor reducida pero presente

Marasmo ausente

Rostro

Kwashiorkor edematoso

Marasmo "cara de mono"

Infiltración grasa del hígado

Kwashiorkor presente

Marasmo ausente

En el proceso de nutrición el profesional de la salud debe adaptarse a las capacidades funcionales que presenta el paciente, tomando en cuenta cualquier agresión externa y los límites de capacidad metabólica y funcional. En caso de desnutrición severa deben adaptarse las medidas de urgencia encaminadas a mantener los procesos vitales.

Sin embargo, se debe de tomar en cuenta el riesgo de intoxicación por agua, sodio, por lo que se debe de reducir los aportes, excepto si existe deshidratación. En caso de internación del paciente con marasmo, durante las primeras horas se debe intentar mantener el estado hemodinámico, respiratorio y temperatura corporal del paciente y utilizar en caso necesario el uso de albúmina, plasma o sangre. Otro de los objetivos es mantener la homeostasis de la glucosa mediante la perfusión de una cantidad limitada, continua de glucosa en el caso de no poder usar la vía enteral.

El estrés metabólico junto a esta patología provoca una disminución de la utilización periférica de la glucosa y el riesgo de una hiperglucemia, que puede producir diuresis osmótica y coma hiperosmolar. Asimismo, la glucosa puede tener un efecto antinatriuretico.

Un aporte en mucha cantidad puede manifestarse como retención de sodio y agua con aumento brusco del peso, aparición de edemas y oliguria.

Para evitar efectos al administrar glucosa debe monitorizarse la glucemia, la osmolaridad plasmática y urinaria, debido al alto riesgo de infección, por lo que se deben tomar medidas de asepsia y buscar posibles focos de infección.

En la segunda fase se debe intentar administrar los nutrientes necesarios para la recuperación funcional, este proceso debe realizarse paulatinamente para prevenir los efectos nocivos de administrar cantidades que sobrepasan las capacidades absorptivas o metabólicas del paciente. Una vez que se alcanza la estabilidad, cubriendo las necesidades de proteínas, energía y otros nutrientes, se deben aportar cantidades adicionales para así recuperar las reservas perdidas. (11)

4.3. SOBREPESO y OBESIDAD INFANTIL

Un término poco frecuente pero de gran impacto es la llamada transición nutricional, la cual explica la coexistencia del sobrepeso y la obesidad, el exceso de peso en niños representa hoy en día uno de los problemas más serios que enfrenta la salud pública, principalmente por que la obesidad es un factor de riesgo de varias afecciones crónicas, cuya atención y tratamiento requieren de altos costos financieros, además el impacto epidemiológico reside en que, al parecer, existe una correlación significativa entre el peso en la niñez y el peso en la edad adulta. En ese sentido, la detección y atención precoz de la obesidad infantil es importante porque es el mejor momento para evitar la progresión de la enfermedad y la morbilidad asociada con la misma. (37)

En la última década la obesidad se ha constituido como una epidemia silenciosa que abarca varios ámbitos sociales y de salud pública, principalmente en poblaciones escolares, adolescentes y adultos jóvenes, por lo que es un problema que preocupa no solo a México sino también a todo el mundo, ya que concierne a cualquier país y sobre todo a los países en desarrollo. Los estudios evidencian que el sobrepeso y la obesidad se asocian con riesgos de incrementar enfermedades cardiovasculares, arterioesclerosis y enfermedades crónicas degenerativas como la diabetes mellitus y la hipertensión arterial, incluso en edades más tempranas de las que podría esperarse. (36, 37, 39)

Datos obtenidos señalan que la obesidad y sobrepeso infantil han incrementado dramáticamente en los últimos 10 años. En México las encuestas nacionales de salud demuestran que tanto la obesidad como el sobrepeso en niños de entre 5 y 11 años aumentaron casi un 40%. La última encuesta nacional del país reveló que el 26% de los niños en edad escolar presentan sobrepeso y obesidad. La obesidad es conocida actualmente como la gran epidemia del siglo XXI, afecta indistintamente a mujeres y hombres. (36)

La obesidad y el sobrepeso se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa, resultado de un desequilibrio entre la ingesta y el gasto energético. Este desequilibrio es consecuencia de la ingestión de dietas bajas en fibra con alta densidad energética, y bebidas azucaradas, en combinación con una tasa escasa o nula de actividad física. (37)

En la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2016 se evaluó la prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños, adolescentes y adultos, los cuales variaron según el género y lugar de residencia (rural y urbana). (38)

NIÑOS EN EDAD ESCOLAR – 5 a 11 años de edad

- Tres de cada 10 menores padecen sobrepeso u obesidad (prevalencia combinada de 33.2%). En 2012, la prevalencia en este grupo de edad era de 34.4%. En esta última medición se observa una disminución significativa del sobrepeso en niños varones.
- Se observa un incremento progresivo en la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en zonas rurales en ambos sexos

ADOLESCENTES – 12 a 19 años de edad

- Casi 4 de cada 10 adolescentes presenta sobrepeso u obesidad (prevalencia combinada de 36.3%). En 2012, esta cifra era de 34.9%.
- En mujeres adolescentes, se observó un aumento del 2.7 puntos porcentuales en sobrepeso, alcanzando un nivel de 26.4%. La prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en mujeres adolescentes fue de 39.2%
- En hombres adolescentes se presenta una reducción, de 34.1% a 33.5% en prevalencia combinada.

ADULTOS – Mayores de 20 años de edad

- Siete de cada 10 adultos (prevalencia combinada de 72.5%) continúa padeciendo exceso de peso (sobrepeso u obesidad) respecto a la cifra de 2012 de 71.2%.
- Se observa un aumento en las cifras de sobrepeso y obesidad en mujeres adultas (prevalencia combinada de 75.6%). Este incremento es mayor en zonas rurales (aumento de 8.4%) que en zonas urbanas (aumento de 1.6%).
- En hombres adultos (prevalencia combinada de 69.4%) se observa un incremento continuo en zonas rurales, en el que la prevalencia de sobrepeso y obesidad (67.5%) aumentó 10.5% respecto a 2012.

Por otra parte, se ha encontrado que estas enfermedades han causado trastornos depresivos, ansiosos, insatisfacción con su imagen y baja autoestima. Esta frecuencia se observa con mayor predominio en mujeres que en hombres y se incrementa con la edad. (36)

Sobrepeso: clínicamente se define como aumento excesivo de peso caracterizado por IMC mayor al percentil 85 y menor al percentil 95 para la edad y sexo.

Obesidad: enfermedad compleja, crónica y multifactorial que suele iniciar en la niñez; por lo general tiene origen en la interacción genética y factores ambientales, de los cuales sobresale la ingestión excesiva de energía y el estilo de vida sedentario. En niños mayores de dos años de edad, un IMC mayor al percentil 95 para la edad y el sexo se considera indicativo de obesidad.

Se debe realizar una historia personal exhaustiva, incidiendo en los antecedentes obstétricos y la antropometría neonatal, lactancia e introducción de la alimentación complementaria, los hitos del desarrollo psicomotor, las enfermedades y/ o tratamientos previos o actuales, el momento de inicio y progresión de ganancia ponderal, y la eventual existencia de fenómenos desencadenantes de sobrepeso. (40)

Se debe realizar una exploración física general, haciendo hincapié en:

- Aspecto general (distribución de tejido adiposo, tono muscular, signos de retraso psicomotor).
- Toma y registro de la presión arterial, con valoración de percentiles para la edad, la talla y sexo, y el perímetro de cintura con valoración de percentiles para la edad, la talla y sexo.
- Actitud y comportamiento (signos de ansiedad o depresión).

- Exploración de la piel y las mucosas (ictericia, piel seca, alteraciones de pigmentación, acantosis nigricans, presencia de estrías, acné y/o hirsutismo).
- Rasgos dismórficos faciales y corporales.
- Inspección y palpación de la glándula tiroidea.
- Presencia de hepatomegalia.
- Estadio de desarrollo puberal, presencia de ginecomastia en varones.
- Presencia de adrenarquia prematura.
- En caso de sobrepeso realizar valoración de bioquímica con determinación de glucosa, colesterol, triglicéridos y hormonas tiroideas, para valorar la presencia de otras patologías asociadas.
- Identificar la presencia de alteraciones ortopédicas compensatorias como pie plano, desviación plantar, etc.

Además, se debe valorar el estilo de vida del niño(a) sus hábitos dietéticos (estructuración de las comidas, distribución de estas a lo largo del día, presencia o no de ingesta compulsiva, número de comidas o bebidas fuera de las comidas principales y composición) mediante una encuesta dietética prospectiva (siete días) y de actividad física (registrar el tiempo dedicado a conductas sedentarias y de actividad cotidiana).

Aparte de la historia clínica del niño(a), se debe realizar una historia familiar completa, incidiendo en la etnia, región de origen, los antecedentes familiares de obesidad y las patologías asociadas (hipertensión arterial, diabetes mellitus tipo 2 o patología coronaria precoz), el ambiente socioeconómico, dinámica familiar respecto a la ingesta y a la actividad física, registrar el IMC de los miembros de la familia. (40)

PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO

- Se deben instaurar programas de actividad física fuera del horario escolar, adaptado a la edad y sus preferencias.
- Se recomiendan actividades grupales que favorezcan la sociabilidad del niño. La actividad deportiva no debe ser competitiva, dando la posibilidad de participar activamente a todos los niños independientemente de sus destrezas naturales.
- La actividad física debe iniciar preferentemente por periodos de 30 min al día.
- Se debe controlar el aporte calórico en relación al gasto energético y se debe evitar la carencia de vitaminas y micronutrientes, a través de una alimentación basada en el plato del bien comer.
- Se debe evitar el consumo de alimentos fritos y con alto contenido de azúcares.

Se debe valorar a los niños con citas subsecuentes:

- Niño menor de 1 año, cada dos meses (2, 4, 6, 8 y 10 meses).
- Niños entre 1 y 2 años, cada 6 meses (12, 18 y 24 meses).
- Niños de 2 a 9 años cada año.

5. LA NANOTECNOLOGIA.

5.1. INTRODUCCIÓN

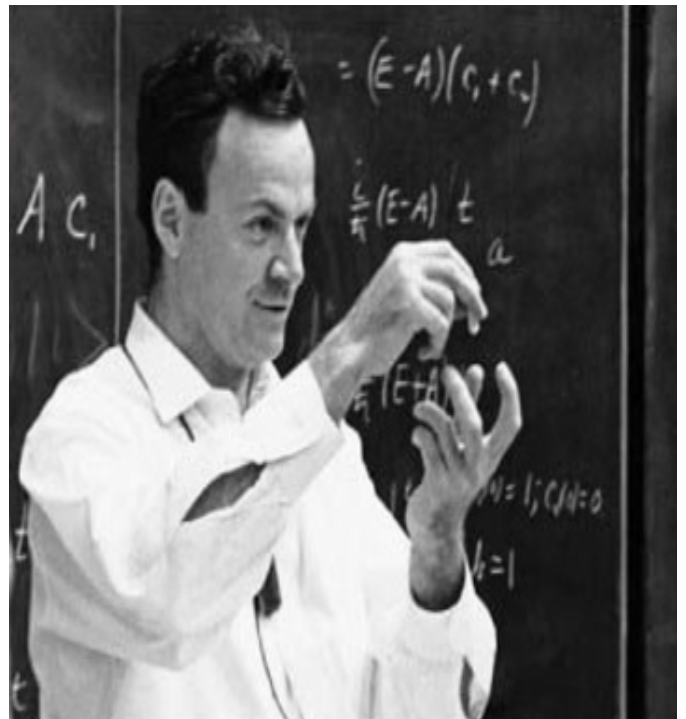
La nanotecnología en la actualidad se ve envuelta en diversas áreas como es la Medicina, la biología, la ingeniería y la informática, en aplicaciones que van desde medicamentos, catalizadores, nanoantenas, hasta protectores solares. La nutrición es otra de las áreas que ha aprovechado las ventajas y soluciones que ofrece la nanotecnología, dado que los materiales a escala nanométrica adquieren propiedades diferentes a las partículas macroscópicas en términos físicos, químicos y moleculares.

‘la palabra nano se refiere a la millonésima parte de un metro, imperceptible a la vista. Este es el campo que estudia la nanotecnología, estudiando y creando los materiales que resultan funcionales en términos de creación de dispositivos y sistemas a través del control de la materia a nivel incluso atómico y molecular. (29,30)

5.2. HISTORIA DE LA NANOTECNOLOGIA

Esta tecnología surge a partir de los trabajos de Richard Feynman que le valieron en 1959 el premio Nobel en Física, el propuso fabricar productos a base de reordenamiento de átomos y moléculas.

Posteriormente, en los años 1980 fue Eric Drexler quién hizo importantes aportes a la nanotecnología, construyó maquinas hechas de átomos capaces de construir otros componentes moleculares. en el 2001, predijo que la nanotecnología nos llevará a una segunda revolución industrial en el siglo XXI. Se admite que la más cuantiosa financiación para la investigación de nanopartículas fue instaurada por el presidente Clinton, a iniciativas de Drexler. A este último se le atribuye la creación del término nanotecnología.



El término de nanoalimentos se refiere a aquellos que contienen nanopartículas, fue utilizado por primera vez por el profesor Dong-Myong Kim en 1998. (31, 32, 33)

5.3. DEFINICIÓN

Entre las definiciones más utilizadas adoptada por la Royal Society and the Royal Academy of Engeneering, la cual define a la nanotecnología como el diseño, caracterización, producción y aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas controlando el tamaño y la forma a escala nanométrica.

Otra definición muy utilizada es la que define la International Standard Organization (ISO), como la compresión y dominio de la materia y proceso a nanoescala, normalmente, pero no de forma exclusiva, por debajo de los 100 nanómetros en una o más dimensiones (un nanómetro es la millonésima parte de un metro). Para tener una referencia un virus tiene un tamaño entre 20 y 200 nanómetros. En una definición más sintetizada la nanotecnología podría ser definida como un campo de las ciencias aplicadas, encargada del control y manipulación de la materia a escala nanométrica, es decir, a nivel de átomos y moléculas. (32)

SINTESIS DE NANOTECNOLOGIA

Las técnicas para fabricar nanoestructuras pueden dividirse en dos grupos principales: la metodología top-down y la metodología bottom-up.

“Top-down” se refiere a los métodos en los que se comienza con una cantidad grande de material y se reduce hasta obtener objetos más pequeños. Las cantidades de material de partida son aquellas que se pueden observar al microscopio o a escala humana. La aproximación top-down incluyen varios pasos direccionados, los cuales se basan en métodos ópticos o fotolitográficos. Este método fue impulsado al intentar conectar un gran número de transistores individuales para la fabricación de dispositivos electrónicos tales como computadoras.

En 1959, Jack Kilby y Robert Noyce, realizaron componentes a partir de una sola pieza de material, que la llamaron como “circuitos integrados”. La fotolitografía es un proceso top-down desarrollado para crear circuitos integrados.

Por el contrario, la técnica “Bottom-up” inicia con materiales a escala atómica o nanométrica, utilizando grupos de átomos y moléculas como bloques de construcción, las técnicas bottom-up forman partículas más grandes, películas delgadas e incluso materiales nanoestructurados y patrones. (41)

- METODOLOGÍA TOP-DOWN

Esta metodología es una estrategia para procesar información y conocimiento. Se emplea en diferentes áreas como: diseño de circuitos, desarrollo de productos y de software. Para que este proceso sea efectivo, parte de principios básicos:

- a. Una presentación de diseño compartida, que es usada durante todo el proceso y permita a los diseñadores trabajar de manera simultánea en el esquema.
- b. Durante el proceso de diseño cada cambio puede ser verificado fácilmente y confirmado para que este correcto.
- c. Es un proceso de diseño que incluye una planeación cuidadosa de la verificación, donde los riesgos son identificados y los planes de modelación y simulación son desarrollados para mitigar estos riesgos.

Un término que va de la mano con la metodología es el parámetro de diseño; este es un elemento básico y se puede dividir en parámetros de atributo y parámetro de desempeño. Los primeros hacen referencia

a la estructura, dimensión o geometría, mientras que los parámetros de desempeño sirven para medir el ciclo de vida. De esta manera en el diseño se usan los parámetros para incluir requerimientos del producto y metas de diseño.

Otras áreas donde es aplicada:

- Nanotecnología: top-down se comenzó a utilizar en 1989 para diferenciar entre la manufactura y la manufactura convencional (Bottom-up).
- Neurociencia y psicología: es utilizado en el estudio de atención visual.
- Salud pública: se utiliza para controlar la erradicación de enfermedades tales como el SIDA y la viruela, mientras que el método Bottom-up se aplica en programas de higiene y sanidad. También se ha utilizado la combinación de ambas metodologías.
- Ecología: top-down es empleado como termino para definir la relación entre depredadores y presas. Mientras bottom-up describe un ecosistema en el cual los nutrientes primarios controlan la estructura del ecosistema.

- METODOLOGIA BOTTOM-UP

En esta metodología el comportamiento colectivo deseado emerge de la interacción de los componentes individuales. Esta metodología consiste en reunir diferentes sistemas que conforman un todo. Los elementos individuales son especificados en gran detalle, los componentes se van uniendo unos con otros hasta conformar un sistema, que se logra al llegar al nivel superior; esta estrategia asemeja al modelo "semilla" en el cual se parte de algo pequeño que va creciendo hasta llegar a un sistema terminado y complejo.

- TIPOS DE NANOPARTICULAS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

En relación con la industria alimentaria, dentro de la nanotecnología se distinguen por su relevancia las nanopartículas, nanofibras, nanoemulsiones y nanoarcillas. (31,34)

1. Nanopartículas: Se clasifican en orgánicas o inorgánicas, en función de sus características químicas, su capacidad para transportar diferentes ingredientes y para reaccionar frente a diferentes condiciones medioambientales. Muchas de las nanopartículas inorgánicas son modificaciones de aditivos alimentarios como, por ejemplo, el dióxido de titanio, colorante alimentario que puede utilizarse como barrera de protección en el envasado de alimentos, o las nanopartículas de plata utilizadas como agentes antimicrobianos en los paneles de los frigoríficos, en los recipientes de almacenamiento, líneas de envasado y otras superficies destinadas a entrar en contacto con los alimentos. Las nanopartículas orgánicas se emplean principalmente para mejorar el valor nutritivo de los alimentos, utilizándose como vehículo para la liberación de vitaminas y otros nutrientes (nanocápsulas).
2. Nanofibras: Se caracterizan por tener un diámetro de unos 5 nm y longitudes superiores a 15 µm. En el sector agroalimentario se utilizan como agentes espesantes. Muchas proteínas globulares

(lactoalbúmina, β -lactoglobulina, etc.) pueden dar lugar a nanofibras cuando se tratan con temperaturas elevadas a bajo pH.

3. Nanoemulsiones. Se caracterizan por su pequeño tamaño (50-500 nm) y mono dispersibilidad dando lugar a que sus propiedades reológicas, microestructurales y estabilidad termodinámica difieran significativamente de las encontradas en emulsiones obtenidas mediante técnicas estándar. Se utilizan en el encapsulamiento de componentes activos de alimentos funcionales, estabilización de ingredientes biológicamente activos o para aumentar la viscosidad a bajas concentraciones de la fase oleosa.
4. Nanoarcillas: Se utilizan en botellas de plástico, cartones y films para el envasado de alimentos, ya que crean barreras impermeables frente a diversos gases como el oxígeno y el dióxido de carbono. Además, permiten obtener plásticos más finos, ligeros, fuertes y resistentes al calentamiento.

5.4 LA NANOTECNOLOGÍA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

En la industria alimentaria se han identificado las áreas en que la nanotecnología está contribuyendo al desarrollo de nanoproductos, gracias a los nuevos materiales, productos y aplicaciones derivadas de la nanotecnología han hecho posibles grandes mejoras en los alimentos y las áreas relacionadas, impactando en la agricultura y producción de alimentos, procesamiento de alimentos, empaquetado, distribución, almacenamiento y desarrollo en la innovación de nuevos productos.

La aplicación de la nanotecnología en la industria alimentaria está en una etapa temprana de su desarrollo, la contribución de la nanotecnología a la industria alimentaria está empezando a ser muy prometedora, ya que los beneficios de los nanoalimentos se podrían transferir al consumidor, a través de: el aumento de la calidad nutricional de los alimentos, alargar la vida útil de los productos naturales y procesados, mejora del manejo de la trazabilidad a través de los nanosensores permitiéndonos conocer la historia y los potenciales riesgos de los productos, desarrollo de envases más fuertes, más livianos y menor costo, mejora de la seguridad alimentaria a través de superficies que contienen productos antimicrobianos, un rango más amplio de obtener alimentos más saludables para el consumidor, aumento de la calidad alimentaria mediante la mejora de textura, flavor y la apariencia.

La mayor área de aplicación de la nanotecnología en el sector de alimentos es el empaquetado de alimentos. Los nuevos desarrollos de los "nanoparticle - polymer" pueden ofrecer un número inmejorable de las propiedades mecánicas, tales como propiedades de seguridad funcional como es la propiedad antimicrobial. (31,34)

La primera fase de la cadena alimentaria, tiene que ver con la producción pecuaria y agrícola.

a. Producción Pecuaria.

En el ciclo productivo del animal se han desarrollado experimentalmente nanotubos que implantados bajo la piel de vacas estos nanotubos operan como sensores en tiempo real de los niveles de hormonas gonadales (estradiol), revelando con precisión el estado del ciclo reproductivo del animal, ya que los nanotubos se unen al anticuerpo del estradiol y lo revelan por fluorescencia infrarroja, este mismo dispositivo se puede adaptar para la preservación de la identidad del animal desde el nacimiento hasta la mesa del consumidor ("trazabilidad").

Por otro lado, se utilizan nanosensores biodegradables para el ganado, implantados en los animales, lo que permite su localización constante, así como monitorear el estado de salud enviando la información a un computador central. La trazabilidad de productos animales permite la detección de cantidades muy pequeñas de contaminantes, virus o bacterias en la cadena alimentaria, por ejemplo, se usa en pollos para eliminar la bacteria *Campylobacter* sp., que no produce síntomas en las aves, pero sí en los seres humanos que ingieren su carne. Recientemente se han creado nanopartículas que imitan la superficie de la membrana celular de los enterocitos del pollo. Arribadas al intestino por vía oral, cuando algún germen se acerca a las partículas, éstas se cierran envolviendo al microorganismo, tras lo cual se aglutinan unas con otras y se eliminan a través de las deyecciones. Otra aplicación, se trata de estudiar por vía oral e intranasal la administración de antígenos microencapsulados y su liberación controlada,

para la prevención de enfermedades de porcinos y bovinos, entre ellas la queratoconjuntivitis bovina (QIB).

En la medicina veterinaria existen los nanofármacos que son medicamentos basados en química específica de las nanopartículas y los nanodispensadores (transportadores con destinos específicos programados), funcionan introduciendo nanotubos y nanoshells en los animales y estos buscan y destruyen determinadas células blanco. (31)

b. Producción Agrícola.

En esta área se trabaja en la optimización de la agricultura mediante la mejora de la producción, precisión, plaguicidas, herbicidas, invernaderos, reducción del empleo de agua, suelo, fertilizantes y fitosanitarios, detección de niveles de agua, nitrógeno, plagas, polen y agroquímicos. La agricultura de precisión consiste en el monitoreo de muchas variables y aplicación de insumos (agua, fertilizantes, pesticidas, herbicidas, etc.) en la cantidad y lugar específicos donde se necesitan. La distribución inteligente de insumos es en los vegetales, utilizando sistemas que detecten la salud de cada una de las plantas, lo que permite advertir al productor sobre desequilibrios futuros, para la suministración de insumos nanoencapsulados que permiten evitar efectos secundarios y reducir el volumen. En la producción de cosechas existen los herbicidas sistémicos vehiculizados en nanocápsulas que evitan los fenómenos de fitotoxicidad. Además, las nanocápsulas mejoraran la aplicación del herbicida, aumentando su penetración a través de las cutículas y permitiendo la constante descarga de sus principios activos.

En lo referente a los fertilizantes existen diversos fertilizantes inocuos para productores y medio ambiente, así como nanopartículas que aceleran la degradación y eliminación de residuos tóxicos, estos fertilizantes contienen nanocápsulas y nanosensores que ayudan a una liberación eficiente del producto. (31)

Por otra parte, en la fabricación de alimentos funcionales para mejorar la absorción y biodisponibilidad de vitaminas y minerales y nutrientes, se utiliza mediante la incorporación de varios nanomateriales como; nanocápsulas la cual mejora la biodisponibilidad de compuestos activos estándar; de potenciadores del sabor, entre otros; las nanopartículas y nanotubos actúan como agentes gelificantes y espesante; las nanopartículas se utilizan para la fijación y eliminación selectiva de compuestos químicos o patógenos de los alimentos y por último, las nanopartículas y nanoemulsiones mejoran la biodisponibilidad y dispersión de nutrientes. (34)

5.5 LA NANOTECNOLOGÍA EN LA MEDICINA

Desde hace unos años la nanotecnología se perfila como un área emergente en ciencia y tecnología que está conduciendo a una nueva revolución industrial. La nanotecnología se define como el “desarrollo de ciencia y tecnología a niveles atómicos y moleculares”. Lo interesante en esta área de la nanotecnología radica en el cambio a menudo que sufren las propiedades físicas y químicas de la materia cuando se trabaja a esta esta escala nanométrica: la conductividad eléctrica, el calor, la resistencia o la elasticidad, entre otras propiedades se comportan de forma distinta a como lo hace el material volumétrico.

La irrupción de la nanotecnología en las ciencias de la Salud ha dado lugar a una nueva disciplina denominada “nanomedicina”, cuyo objetivo es el desarrollo de herramientas para diagnosticar, prevenir y tratar enfermedades cuando aún están en estadios poco avanzados o en el inicio de su desarrollo. La nanomedicina estudia interacciones a la nanoescala y para ello utiliza dispositivos, sistemas y tecnologías que incluyen nanoestructuras capaces de interactuar a escala molecular y que se interconectan a nivel micro para interactuar en el nivel celular. Uno de los grandes retos que se ha tenido es el desarrollo de “nanoterapias”, dirigidas especialmente a los tejidos y órganos enfermos, evitando daño a las células sanas circundantes y por tanto evitando los efectos secundarios de los tratamientos actuales.

La nanomedicina agrupa tres áreas principales: el nanodiagnóstico, la liberación controlada de fármacos (monoterapia) y la medicina regenerativa.

- El nanodiagnóstico consiste en el desarrollo de sistemas de análisis y de imagen para detectar una enfermedad o un mal funcionamiento celular en los estadios más tempranos posibles tanto in vivo como in vitro.
- La nanoterapia pretende dirigir nanosistemas activos que contengan elementos de reconocimiento para actuar o transportar y liberar medicamentos exclusivamente en las células o zonas afectadas, a fin de conseguir un tratamiento más efectivo, minimizando los efectos secundarios.
- La medicina regenerativa tiene como objetivo reparar o reemplazar tejidos y órganos dañados aplicando herramientas nanotecnológicas.

NANODIAGNOSTICO

El objetivo del nanodiagnóstico es la identificación de enfermedades en sus estadios iniciales en el nivel celular o molecular e, idealmente, al nivel de una sola célula, mediante la utilización de nanodispositivos y sistemas de contraste. Una identificación temprana permitiría una rápida capacidad de respuesta y la inmediata aplicación del tratamiento adecuado, ofreciendo así mayores posibilidades de curación. Los nanosistemas de diagnóstico se pueden utilizar in vitro o in vivo. El diagnóstico in vivo normalmente requiere que los dispositivos puedan penetrar en el cuerpo humano para identificar y cuantificar la presencia de un determinado patógeno o de células cancerígenas, ya que esto conlleva una serie de problemas asociados con la biocompatibilidad del material del dispositivo, pero además requiere de un sofisticado diseño para asegurar su eficacia y minimizar los posibles efectos secundarios. Por su parte, el diagnóstico in vitro ofrece una mayor flexibilidad de diseño, ya que se puede aplicar a muestras muy reducidas de fluidos corporales o de tejidos, a partir de los cuales se puede llevar a cabo una detección específica (de patógenos o defectos genéticos, p. ej.) en tiempos muy cortos, con gran precisión y

sensibilidad. Debido a estas diferencias fundamentales, se prevé que la detección in vitro usando nanodispositivos llegue al mercado de una forma mucho más rápida y se pueda consolidar más fácilmente que los métodos in vivo.

Dentro del nanodiagnóstico, dos son las principales áreas de trabajo: los nanosistemas de imagen y los nanobiosensores, dispositivos capaces de detectar en tiempo real y con una alta sensibilidad y selectividad agentes químicos y biológicos. (35)

- Nanosistemas de Imagen: estos sistemas se basan en el uso de nanopartículas, generalmente, semiconductoras, metálicas o magnéticas, como agentes de contraste para marcaje in vivo, lo que permite aumentar la sensibilidad a las técnicas de imagen. Uno de los primeros sistemas propuestos para el marcaje e identificación de zonas dañadas o tumorales son estas nanopartículas semiconductoras conocidas como puntos cuánticos. Esta nueva estructura electrónica confiere una respuesta óptica (fluorescencia) que varía con el tamaño, los cuales son útiles como; marcadores biológicos.
- Nanobiosensores: son dispositivos capaces de detectar en tiempo real, sin necesidad de marcadores fluorescentes o radiactivos y con una mayor sensibilidad y selectividad, todo tipo de sustancias químicas y biológicas. Un biosensor es un dispositivo integrado por un receptor biológico (enzimas, ADN, anticuerpos, etc.) el cual detecta una sustancia y un transductor o sensor capaz de medir la reacción de reconocimiento biomolecular y traducirla en una señal cuantificable. Hay diversos tipos de biosensores:

Principales sistemas de nanodiagnóstico

Dispositivos de nanodiagnóstico

- Nanobiosensores
- Biochips genómicos y proteómicos
- Lab-on-a-chip

Diagnóstico por imagen

- Resonancia magnética nuclear
- Espectroscopia y fluorescencia
- Microscopios de campo próximo (AFM, STM)
- Microscopia y tomografía electrónica
- Marcadores y agentes de contraste
 - Puntos cuánticos
 - Nanopartículas magnéticas
 - Nanopartículas metálicas

- a. Biosensores nanofotonicos: detección directa de proteínas y ADN.
- b. Biosensores nanoplasmonicos: permite detectar de forma directa concentraciones de rango nanomolecular de proteínas en muestras de orina, suero. Sin la necesidad de mutaciones en la cadena de ADN.
- c. Biosensores nanomecanicos: fabricación de nanobiochips genómicos y proteomicos.



LIBERACIÓN CONTROLADA DE FÁRMACOS

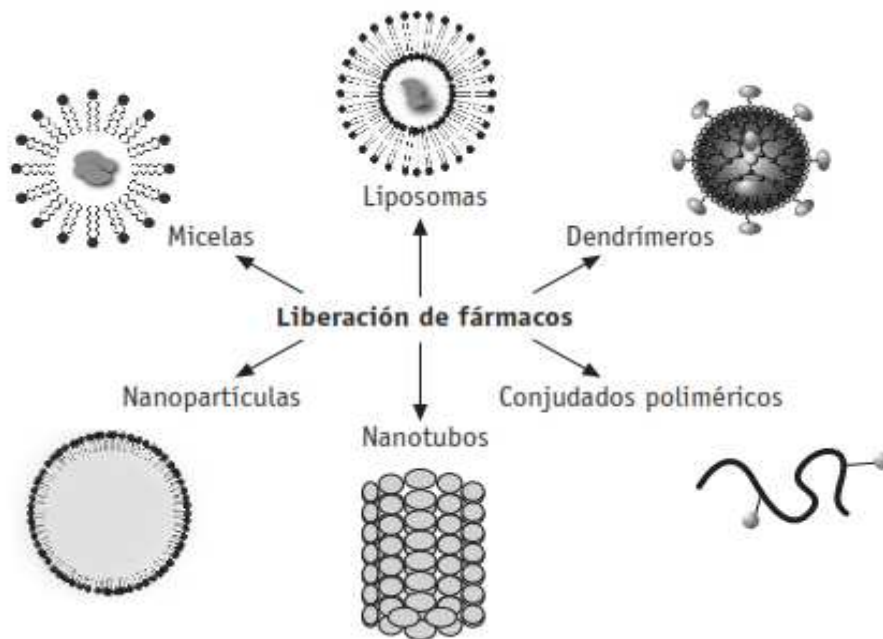
Los sistemas de liberación de fármacos surgen como consecuencia de la imposibilidad de trasladar de forma directa al organismo los principios activos que constituyen los medicamentos. Estos sistemas de liberación de fármacos están formados por un principio activo y un sistema transportador que puede dirigir la liberación del fármaco al sitio adecuado y en la cantidad apropiada. Las características que deben cumplir estos vehículos son baja toxicidad, propiedades óptimas para el transporte y liberación del fármaco y vida media larga.

La nanotecnología permite que la liberación del fármaco sea mínimamente invasiva ya que posibilita la fabricación de dispositivos a escala nanométrica, tamaño que permite atravesar poros y membranas celulares. Otra gran ventaja que ha aportado la nanotecnología a la liberación de fármacos es que se ve incrementada la efectividad del medicamento mediante el control preciso de la dosis requerida y del tamaño, la morfología y las propiedades superficiales del compuesto. Las nanopartículas, al ser liberadas de forma específica solo se liberan en órganos, tejidos o células dañadas, disminuyen la toxicidad asociada al fármaco. (42)

Este proceso consiste en utilizar nanoestructuras que transporten el fármaco hasta la zona dañada y solo al reconocer la zona, se libere como respuesta a un cierto estímulo. Por lo que se requiere de una previa encapsulación o desactivación de los fármacos para que no actúen durante su tránsito por el organismo hasta llegar a su sitio de acción, para mantener sus propiedades físico químicas intactas y así minimizar posibles efectos secundarios. Para esta administración se han propuesto una gran variedad de nanoestructuras como nanopartículas, nanocapsulas, dendrimeros, liposomas, micelas, nanotubos, conjugados poliméricos, microgeles, etc; todos estos logran atravesar poros y membranas celulares, otra ventaja es que el fármaco incrementa su efectividad mediante el control preciso de la dosis requerida y del tamaño, la morfología y las propiedades superficiales del compuesto. (35)

Estos sistemas de liberación, se diferencian en su composición y estructura, pero todos tienen un común en objetivos:

- Ser capaces de transportar fármacos de manera específica y altamente controlada.
- Evitar problemas relacionados con la solubilidad del fármaco.
- Proporcionar alternativas a las vías de administración tradicionales, mucho más invasivas.



Micelas: agregados moleculares, con forma de esfera, constituidos por moléculas que tienen una parte polar o hidrofílica (afín al agua) y otra apolar o hidrofóbica (que rechaza el agua). En un medio acuoso, las partes apolares tenderán a protegerse del agua y formarán una estructura esférica con un núcleo hidrofóbico y una parte exterior hidrofílica. Este tipo de estructuras tiene un tamaño de 50 nm aproximadamente y se utilizan para el transporte y liberación de fármacos que no son solubles en agua. Los fármacos quedan “encerrados” en el interior de la micela, protegidos en el núcleo apolar de la misma. Una característica interesante que presentan estos sistemas es su capacidad para escapar de la acción de los macrófagos y por tanto permanecer en el organismo más tiempo del habitual para una partícula extraña circulando por el torrente sanguíneo.

Liposomas: vesículas formadas por bicapas lipídicas, estructuras típicas de las membranas biológicas, formadas por dos filas de lípidos enfrentados por sus colas hidrofóbicas. En estas estructuras similares a membranas, se pueden incluir algunas proteínas que actúan como canales por los que el fármaco es liberado de forma específica al mismo tiempo que permanece protegido frente a la posibilidad de sufrir una degradación prematura.

Dendrimeros: Los dendrímeros son macromoléculas con muchas ramificaciones, cuya forma y tamaño pueden ser controladas de forma muy precisa. Los dendrímeros poseen otras características como son su alta estabilidad y la capacidad de funcionalizar su superficie, que los convierten en buenos candidatos para el transporte de fármacos. Las investigaciones no se limitan al campo de liberación de fármacos, los dendrímeros están siendo estudiados como vectores para la liberación de genes, como agentes de contraste para las diferentes técnicas de imagen molecular y como nano-soportes. Los agentes bioactivos, que tienen que ser transportados, pueden ser encapsulados en el interior del dendrímero o pueden unirse a su superficie por medio de interacciones químicas o físicas.

Nanopartículas: partículas esféricas poliméricas. Dentro de esta clasificación se incluyen las Nanocápsulas, que son sistemas vesiculares en los que el fármaco está confinado en una cavidad rodeada de una única membrana polimérica y las Nanoesferas o sistemas matrices en los que el fármaco aparece disperso en la partícula.

Nanotubos de carbono: estructuras cilíndricas compuestas por una o varias capas de grafito u otro material de carbono enrolladas sobre sí mismas. Los Nanotubos de carbono pueden ser funcionalizados con péptidos bioactivos, proteínas, ácidos nucleicos o medicamentos, y pueden liberar su carga de manera específica en células diana. Al funcionalizar su superficie, los nanotubos de carbono muestran una baja toxicidad y no son inmunogénicos lo que les convierte en buenos sistemas de liberación controlada de fármacos.

Conjugados polipoliméricos: sistemas de liberación de fármacos que se dividen en dos grandes grupos, conjugados polímero-proteína y conjugados polímero-fármaco. Ambos están constituidos por una parte de polímero que consiste en repeticiones de diferentes entidades químicas, como ácidos poliglutámicos, polisacáridos, polietilenglicoles y otros. A estos polímeros se les une de forma covalente lo que será el agente activo, mediante un enlace que debe ser estable durante el transporte, pero también debe ser capaz de degradarse una vez alcanzada la diana a la que va dirigido el fármaco.

Mediante el uso de la Nanomedicina se ha conseguido hacer frente a alguno de los problemas que muestran los fármacos tradicionales. Algunos ejemplos de este tipo de problemas son:

- I. La necesidad de añadir al principio bioactivo del medicamento ciertos excipientes que aumenten la solubilidad del fármaco.
- II. La naturaleza hidrofóbica de ciertos medicamentos hace que éstos puedan precipitar en un medio acuoso.
- III. La extravasación involuntaria de medicamentos citotóxicos produce daño en los tejidos.
- IV. Algunos medicamentos pueden ser eliminados muy rápidamente por órganos como el hígado, requiriéndose altas dosis del fármaco.
- V. Otros medicamentos tienen distribuciones generalizadas por el organismo y pueden afectar a tejidos sanos.
- VI. La distribución del medicamento por tejidos sanos produce efectos colaterales que limitan la cantidad de medicamento que puede ser liberada.

- VII. Concentraciones bajas de medicamentos en los tejidos diana producen una disminución de los efectos terapéuticos del fármaco. (42)

TERAPIA BASADA EN NANOPARTICULAS

Además de elementos de reconocimiento y diagnóstico, las nanopartículas pueden utilizarse también como agentes terapéuticos. Una vez que las nanopartículas se unen a tejidos dañados o a células cancerosas, se puede inducir su calentamiento mediante aplicación de un campo magnético de baja intensidad (nanopartículas magnéticas) o por irradiación con luz infrarroja (nanopartículas metálicas). A pesar de que los mecanismos son diferentes, en ambos casos el calentamiento provoca la destrucción de las células tumorales por hipertermia, sin afectar a las células o tejidos sanos que las rodean. La utilización de esta tecnología para el tratamiento del cáncer evitaría los graves problemas de efectos secundarios de los actuales tratamientos de quimioterapia o radioterapia. (35)

Nano estructura	Fase de desarrollo	Ejemplos
Liposoma	Aprobado por la FDA	DaunoXone, Docil
Albuminoso	Aprobado por la FDA	Abraxane
Micela polimérica	Ensayos clínicos	Genesol-FM, SPI049C, NK911, NCQ12, NCI05, NC-6004
Conjugado polímero/fármaco	Ensayos clínicos	XYQTAX, Pegamotrecan, APS346, etc.
Liposoma dirigido	Ensayos clínicos	MCC-465,MBP-426, SGT-53
Nanopartícula de polímero	Ensayos clínicos	FCE28069 (PK2), CALAA-01
Partícula inorgánica o metálica	Ensayos clínicos (oro) y preclínicos	Nanotubos de carbono, partículas de sílice, nanopartículas de oro
Dendrímico	Ensayos preclínicos	Poliamidoamina (PAMAM)

NANOMEDICINA REGENERATIVA

La nanomedicina regenerativa se ocupa de la reparación o sustitución de tejidos y órganos enfermos o dañados mediante la aplicación de métodos de la terapia génica, la terapia celular, la dosificación de sustancias biorregenerativas y la ingeniería de tejidos, estimulando los propios mecanismos reparadores del cuerpo humano. Sus principales aportaciones se basan en la producción de nuevos materiales y sistemas de soporte, la utilización de células madre embrionaria y adulta y la producción de moléculas bioactivas que sirvan como señales de diferenciación celular. (35)

La nanomedicina y concretamente la Medicina Regenerativa, permite el desarrollo de terapias novedosas ajustadas a las necesidades de nuevos casos. La medicina regenerativa es una disciplina que busca el mantenimiento, la mejora o la restauración de la función de las células, tejidos y órganos, mediante la aplicación de métodos relacionados principalmente con la terapia celular y la ingeniería tisular. La ingeniería tisular aplica los principios propios de la ingeniería y de las ciencias de la vida para conseguir desarrollar órganos completos y funcionales que puedan sustituir a sus homólogos naturales. Los recientes avances en la nanotecnología suponen un impulso para la ingeniería de tejidos, ya que facilitan nuevos materiales y nuevas técnicas, que permiten una integración de los tejidos de forma más eficiente por la posibilidad de generar microambientes propicios para la regeneración tisular. (42)

- BIOMATERIALES

Son todos aquellos materiales susceptibles de ser utilizados en el interior del organismo para su uso médico. La primera generación de biomateriales fue en los años 60, la segunda generación se dio en los años 80 y en los últimos años ha surgido la tercera generación de biomateriales que se caracterizan por producir respuestas celulares específicas a escala molecular, estos nuevos materiales son capaces de estimular a determinados genes cuya acción está relacionada con la generación tisular.

Clasificación de Biomateriales empleados en Nanomedicina

1ª Generación de biomateriales			
<i>Tipo de materiales</i>	<i>Aplicaciones clínicas</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Inconvenientes</i>
Vitrocéramicas	Prótesis dentales Prótesis ortopédicas	Baja toxicidad	Vida del implante limitada No reabsorbibles Inactivos Falta de respuesta ante cambios externos
2ª Generación de biomateriales			
<i>Tipo de materiales</i>	<i>Aplicaciones clínicas</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Inconvenientes</i>
Cristales bioactivos de silicio	Prótesis dentales Prótesis ortopédicas	Baja toxicidad Bioactivos o biocompatibles	Imposibilidad de ser al mismo tiempo bioactivos y biocompatibles Falta de respuesta ante cambios externos
Materiales cerámicos			
Composites			
Hidroxiapatita			

³⁶ Hench, L. L. y Polar, J. M. (2002). Third generation Biomedical Materials. Science, 295: 1014 - 1017.

3ª Generación de biomateriales

<i>Tipo de materiales</i>	<i>Aplicaciones clínicas</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Inconvenientes</i>
Nanofibras	Problemas cardiovasculares	Baja toxicidad	Necesidad de controlar la estructura del material a escala nanométrica
Soportes porosos y nanofibrosos	Epidermis	Bioactivos y biocompatibles	Toxicidad cuestionable
Nanoesferas	Cartílago	Capacidad de responder frente a cambios externos	Problemas regulatorios
Nanocomposites	Óseos		
Nanotubos de carbono	Alzheimer	Vida de los implantes no reabsorbibles extendida	
Nanohidroxiapatita	Enfermedades neurodegenerativas derivadas del sistema nervioso central		
Nanozirconia	Diabetes		
	Cáncer		

Los materiales de tercera generación, a diferencia de los anteriores, son a la vez bioactivos y biodegradables, lo que supone un gran avance ya que por una parte son capaces de estimular la regeneración de tejido y al mismo tiempo disminuyen las necesidades de cirugía; uno de los mayores logros de esta generación es la capacidad de imitar la matriz extracelular. De esta forma los nuevos biomateriales constituyen un auténtico soporte, idéntico al que aparece de forma natural en las células, sobre el que podrán crecer las células progenitoras para posteriormente insertar este implante en el paciente y así reparar o sustituir el órgano dañado, además se trata de soportes reabsorbibles, con el tiempo el soporte es reemplazado por tejido propio. (42)

- MOLECULAS BIOACTIVAS DE SEÑALIZACION

Las moléculas bioactivas de señalización se definen como aquellas moléculas que se encuentran de forma natural en las células y provocan eventos regenerativos en éstas. A esta clase de moléculas pertenecen las citoquinas, los factores de crecimiento, los receptores y los segundos mensajeros.

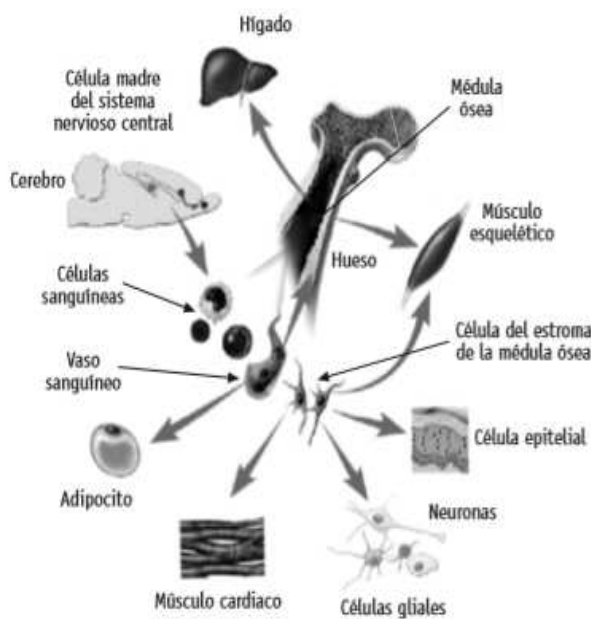
En el proceso de formación de un tejido es necesario que los distintos eventos que tienen lugar se produzcan de una forma ordenada y secuencial, de ahí que el desarrollo de tecnologías que permitan la liberación progresiva de estas moléculas de señalización sea un factor crítico para la Ingeniería de tejidos. Esto se ha conseguido gracias a la Nanotecnología, mediante el diseño de biomateriales inteligentes que incorporen en su seno moléculas de señalización que, una vez insertadas en el paciente, sean liberadas de forma gradual y activen la regeneración tisular in vivo. (42)

- CELUAS PROGENITORAS

El tercer punto clave en la Ingeniería de Tejidos es la existencia de células progenitoras que, depositadas sobre los soportes y en presencia de las moléculas de señalización, pueden dar lugar a tejidos completos. Las células madre tienen la capacidad de diferenciarse en todo tipo de tejidos. Las células madre se pueden dividir en dos grandes grupos, células madre embrionarias y células madre adultas. Las primeras derivan de embriones en el estado de blástula y poseen la capacidad de diferenciarse en cualquier tipo celular. Las células madre adultas, por su parte, aparecen en tejidos diferenciados de organismos adultos y pueden renovarse y diferenciarse en todos los tipos celulares especializados propios del tejido del que provienen. El papel principal de las células madre adultas en un organismo vivo es mantener y reparar el tejido en que se encuentran.

La Nanotecnología facilitará dos objetivos:

- La identificación de sistemas para aprovechar el potencial autocurativo de las células madre endógenas adultas.
- Y el desarrollo de sistemas diana eficientes para las terapias con células madre adultas.



Plasticidad de células madre adultas.

Fuente: NIH (2001). Stem Cells Scientific Progress and Future Directions⁴¹.

En la siguiente tabla, se muestra un listado de las posibles aplicaciones de las células madre en ingeniería de tejidos. A grandes rasgos, las líneas actuales de investigación están encaminadas al uso de células madre adultas como fuente de células que son depositadas sobre un soporte constituido por materiales porosos que permitan la difusión de líquidos y faciliten la vascularización rápida del nuevo tejido formado.

Tras una fase de cultivo, estos soportes serían implantados en el paciente y con el tiempo serían reemplazados por tejido endógeno. En último término el objetivo es conseguir desarrollar materiales inteligentes en los que no hubiese que depositar células madre exógenas al paciente, sino que ellos por sí mismos fueran capaces de liberar las señales necesarias para inducir el potencial autocurativo de las células madre adultas propias del paciente, llevando a la regeneración del tejido enfermo. (42)

<i>Patología</i>	<i>Fuente de Células Madre</i>	<i>Objetivo</i>
Osteogénesis imperfecta	Células de la médula ósea	Incremento en el contenido total de mineral en huesos
Tirosinemia tipo I	Células madre hematopoyéticas derivadas de médula ósea purificada	Corrección de la enfermedad metabólica del hígado
Hepatitis B o C	Células madre derivadas de médula ósea transfectada con Interferón β o células madre hematopoyéticas periféricas	Reducción del número de virus <i>in vivo</i>
Cirrosis hepática	Células madre derivadas de médula ósea transfectada con HGF o células madre hematopoyéticas periféricas	Inhibición de la fibrinogénesis y de la apoptosis, resolución de la fibrosis hepática
Infarto de miocardio	Células madre hematopoyéticas derivadas de médula ósea purificada	Reducción del área infartada, aumento de la hemodinámica cardíaca
	Células madre sanguíneas periféricas	Disminución en la zona infartada y en la mortalidad celular, aumento de la hemodinámica
	Médula ósea	Disminución del tamaño de la zona infartada, aumento de la función ventricular y de la perfusión
	Angioblastos derivados de células sanguíneas periféricas	Estimulación de la vascularización y de la angiogénesis en la zona infartada
	Médula ósea o células sanguíneas periféricas	Recuperación de la función ventricular
Isquemia cardíaca	Médula ósea	Incremento de la función cardíaca y de la perfusión
Función angiogénica cardíaca dañada asociada a la edad	Médula ósea	Mejora de la función angiogénica cardíaca
Isquemia periférica de miembros inferiores	Médula ósea	Mejora del índice tobillo-brazo, disminución del dolor en reposo y en activo
Isquemia vascular	Células sanguíneas periféricas derivadas del progenitor endotelial	Aumento de la neovascularización de los tejidos isquémicos

Aplicaciones clínicas potenciales de células madre adultas en ingeniería de tejidos.

Fuente: Körbling, M. y Estrov, Z. (2003). Adult Stem Cells for Tissue Repair — A New Therapeutic Concept? *New England Journal of Medicine*, 349: 5170-582

6. ESTADO DE MORELOS MUNICIPIO DE "TLAYACAPAN"

Tlayacapan es un municipio mexicano del estado de Morelos, en México. Proviene del náhuatl tlayacapan, "tierra; yaca-tl, "nariz", "punta", "frontera", por lo tanto, significa "sobre la punta de la tierra", "lugar de los límites o linderos", "nacido de lo alto de una montaña".

- HISTORIA

Los primeros habitantes de este pueblo se consideran que fueron los Olmecas. Conocemos algo sobre los pobladores antiguos gracias a los descubrimientos de los arqueólogos. Los Arqueólogos son hombres que estudian a la piedra, el barro, usando rigurosos métodos científicos para escudriñar, excavar y desenterrar nuestra historia.

Uno de estos científicos fue don Francisco Plancarte y Navarrete primer arqueólogo que exploró el Estado de Morelos y también el segundo obispo de Cuernavaca entre los años 1890 y 1910. Plancarte y Navarrete descubrió la existencia de abundantes figurillas con rasgos Olmecas en Hidalgo, Chalco, Ameca, Tlayacapan y la parte norte del Estado. Posteriormente fueron invadidos por tribus Xochimilcas quienes estaban posesionados de este pueblo a la llegada de los españoles.

En la época prehispánica, la actividad comercial fue muy relevante y Tlayacapan era el paso obligado del camino de Tenochtitlán a las regiones comerciales del sur. También fue un importante centro ceremonial con muchos adoratorios, uno de ellos estaba en la cueva de Tonanzint que quiere decir: Madre de Dios o Nuestra Madre que se encuentra aproximadamente como a dos kilómetros al noroeste de la población y el gran Teocalli en el centro de la población en donde hoy se levanta el exconvento de San Juan Bautista.

Junto al templo construyeron el Tecpan o palacio para los gobernantes, en donde hoy está el palacio municipal y enfrente un espacio para el Tianquixtle o mercado que se hacía bajo la sombra de una ceiba conocida actualmente como pochote y que aún existe, esta fue la organización del espacio físico de Tlayacapan.

Hernán Cortés después de haber sido derrotado por los Aztecas en la noche del 30 de Junio de 1520, hecho que se registra en la historia como la "Noche triste" se retiró rumbo a Tlaxcala y después de reunir muchos aliados regresó a continuar la lucha y llegando a Chalco en donde armó 13 bergantines que traía para sitiar a la gran Tenochtitlán, decidió acompañarse de 30 de a caballo, 300 peones y por el capitán Gonzalo de Sandoval alguacil mayor, Cristóbal Corral Alférez, Juan Rodríguez de Villafuerte, Francisco Verdugo, Pedro Dircio y Andrés de Manjarrez; capitanes, El Padre Pedro Melgarejo y más de veinte mil hombres para hacer un recorrido por la parte sur del lago de Texcoco.

El día 8 y 9 de abril de 1521, sostuvo un combate con los nativos de Tlayacapan, en los cerros del Zualopapalozink y el Tlatoani, en los cuales Cortés perdió dos españoles y le hirieron a más de veinte, de aquí se bajó a Oaxtepec, posteriormente a Yautepec y Cuernavaca, hasta llegar a Xochimilco y nuevamente a Chalco en donde ya estaban listos los bergantines para el sitio de Tenochtitlán.

Los señores de Tlayacapan, Oaxtepec y Yautepec le llevaron mucha gente a Cuauhtémoc para defender a la ciudad a lo que en Nepopualco, cada señor contó la gente que llevaba y que jamás regresó.

Posteriormente Tlayacapan fue sometido por Hernán Cortés en 1539. Tiempo después, el virrey Don Antonio de Mendoza lo dotó de tierras en 1786 y al dividirse la nueva España pasó a formar parte de la provincia de México, estos títulos aún se conservan en la Presidencia Municipal.

De este pueblo se arrendaron, a la hacienda de San Carlos Borromeo, las tierras de Cacahuatlán y luego, desconocida la propiedad por los indígenas que tenían sobre estas tierras, dio origen a un sonado litigio que se abrió ante el juzgado de primera instancia de Yautepec, siendo ganado por Tlayacapan en 1874 presentando al efecto magníficos y muy buenos alegatos.

Más tarde el general Porfirio Díaz, presidente provisional de la república, en 1876 impidió que se hiciera justicia al pueblo de Tlayacapan, no obstante que tenía ganado en buena lid el pleito relativo, de esta manera la hacienda de San Carlos se quedó con las tierras de Cacahuatlán. Por lo que no fue hasta el año de 1915 durante la Revolución, cuando Tlayacapan tomó nuevamente esas tierras y en 1929 legalmente se le restituyeron, en definitiva.

- LOCALIZACION

Se encuentra localizado en la parte Noreste del Estado de Morelos; entre los paralelos 18°57' latitud Norte y 98°59' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich.

Sus colindancias son las siguientes: al Norte con el municipio de Tlalnepantla; al Sur, con el municipio de Yautepec; al Este con el municipio de Totolapan y Atlatlahucan; al Oeste con el municipio de Tepoztlán; distancia aproximada hacia la capital del Estado 60 km.

- EXTENSION

Posee una extensión territorial de 57,33 km², cifra que representa el 1.05% del total de estado.

- OROGRAFIA

Se encuentra rodeado por una cadena de cerros: por el sur, se encuentra ubicado el cerro de la "Ventanilla", el "Sombrerito" o "Yacatl" (nariz); por el Oeste, el cerro de "Huixtlalzink", "Tlatoani" y el "Zualopapalozink" (mariposita señora) él más alto tiene 505 metros de altura; por el Noroeste, el cerro de "Tezontlala", "Cuitlazimpa" y "Tepozoco"; por el Norte, la loma de la "Amixtepec", a una altura de 1,630 mts. sobre el nivel del mar.

- HIDROGRAFIA

El municipio de Tlayacapan carece de ríos y arroyos naturales, solo cuenta con las corrientes de las barrancas que descienden de la cordillera neovolcánica, como arroyo de caudal temporal entre las que se pueden mencionar la del "Tepanate", "Chicotla", "Huiconchi" (Tlacuiloloapa), la de la "Plaza", "Santiago". Se cuenta además con Jagueyes considerado como ollas para almacenar agua como son: "Coatetechal" que ya no existe, "Nacatonco" o de los animales, "Chauxacacla", "Suchuititla", "El sabino", "Tenanquiahua" y el de "Atenexapa" que ya no existe y que se encontraba por la barranca de la cortina.

- FLORA

Es importante mencionar que se cuenta con el corredor ecológico denominado Chichinautzin considerado como área natural protegida desde 1988.

- FAUNA

Los animales que se localizan en el municipio son: puma o león americano, venado cola blanca, coyote, tejón, mapache, zorra, conejo, liebre, tlacuache, zorrillo, paloma, urraca, chachalaca, garza blanca por temporadas, codorniz, jilguero, mulato floricano, primavera, carpintero, bobo, gorrión tecolote (buhó), lechuza, colibrí, víbora de cascabel, coralillo, culebra ratonera, tlilcuate, mazacuate (alicante), iguana, lagartija, chintete o cuespal, salamanquesa (salamandra), ranas, sapos, grillos, alacranes, chapulines, tapachichis y muchas variedades de arañas. (20,21)

Localidades	Densidad de Población	Distancia (Km)
Tlayacapan	6,343	
San Andrés Cuauhtempan	1,132	4.5
San José de los Laureles	1,098	3.5
San Agustín Amatlipac	724	3.0
Vivianas	700	14.0
Ex hacienda Pantitlán	132	8.0
Puente Pantitlán	174	7.0
El Golán	254	13.0
El Ahuehuate	116	12.0
Col. Tres de Mayo Amatlipac	60	2.7
Col. Nacatonco	466	1.0
Colonia El Plan	250	1.0
Col. Tres de Mayo Tlayacapan	200	0.5
Colonia Texalo	118	1.5
Fracc. Jardines de Tlayacapan	97	3.0
Densidad de Población en el Municipio.	11,864	

- Características de Vivienda en el 2015.

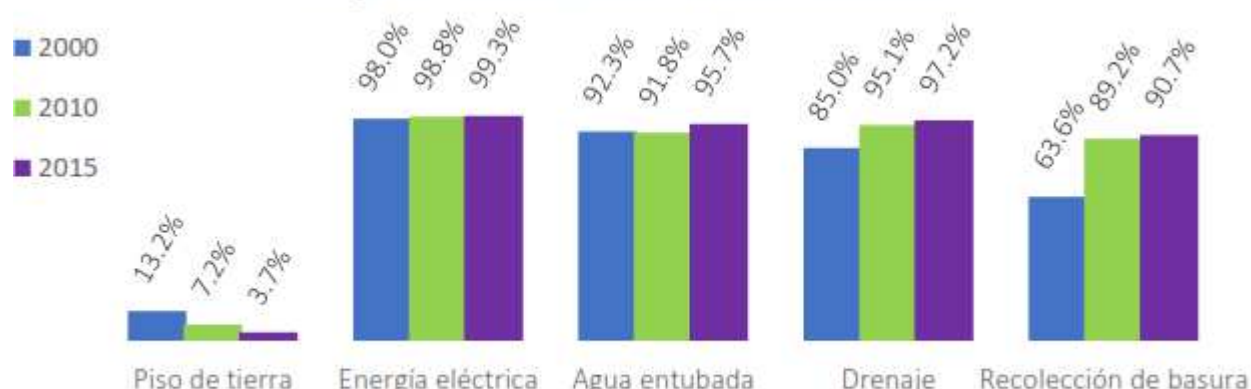
A nivel estatal, la población se distribuye en un total de 537,411 viviendas, con una media de 4 habitantes por vivienda. La cantidad de población y viviendas varía por jurisdicción sanitaria, siendo la **Jurisdicción Sanitaria I** la que concentra el mayor número de viviendas (53%) y habitantes (52%) del estado; le sigue la **Jurisdicción Sanitaria III** con el 33% de las viviendas y el 35% de la población y finalmente la **Jurisdicción Sanitaria II** con el 14% de las viviendas y el 14% de la población total del estado. La media de habitantes por jurisdicción varía, teniendo así 3.6 habitantes por vivienda en la jurisdicción I, 3.65 habitantes por vivienda en la jurisdicción II y 3.85 habitantes por vivienda en la jurisdicción III. Además, cabe mencionar que la distribución de la población se concentra un 84% en zona urbana y el 16% en zona rural.



Fuente: Dirección general de información en salud (DGIS), Cubos dinámicos Estimaciones de la Población Municipal, Morelos 2010-2018. Encuesta Intercensal INEGI, 2015.

Las viviendas del estado de Morelos han presentado mejoras en cuanto a la cobertura de servicios, de tal manera que la cantidad de viviendas con suelo de tierra ha disminuido 9% desde el año 2000; mientras que la presencia de servicios como luz eléctrica, agua entubada, recolección de basura y drenaje están presentes en más del 90% de las viviendas, con excepción de algunos municipios como, Totolapan, Tepoztlán y Huitzilac donde menos del 80% disponen de agua entubada y en algunos casos sólo el 48% como el caso de Tlalnepantla. Además, el uso de leña o carbón como combustible para preparar alimentos aún prevalece, sobre todo en la jurisdicción III y su uso parece incrementar a medida que el tamaño de localidad disminuye.(24,25,26)

Imagen 9.- Características de la vivienda, Morelos 2015.



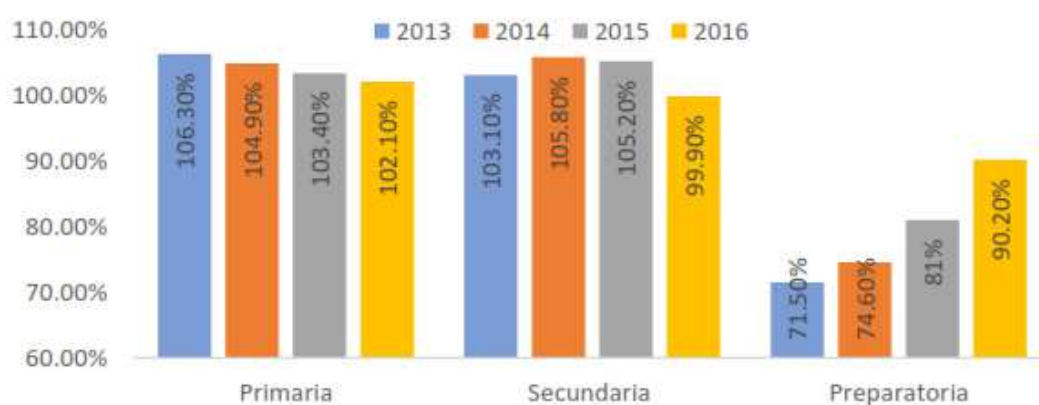
Fuente: INEGI Encuesta Intercensal 2015, Morelos.

Resultados de la Encuesta Nacional de Hogares 2016, INEGI. Publicados a nivel estatal únicamente

- Escolaridad

La población de Morelos tiene en **promedio 9.2 años de educación escolar**, el equivalente a tercer año de secundaria; sin embargo, al interior del estado, **27 (82%) municipios se encuentran por debajo de la media estatal**, de los cuales 25 no superan el tercer año de secundaria. En el caso de los municipios con menor grado de escolaridad, alcanzan en promedio solamente el equivalente a primer año de secundaria. Mientras que los que tienen más años escolares, alcanzan 10 años escolares que equivalen a tener el primer año de preparatoria o bachillerato. En cuanto a la tasa de analfabetismo, se redujo de 9.2% en el año 2000 a 5% en 2015, situación en la que se encuentra principalmente población adulta y mayor de 60 años. (24,25,26)

Imagen 14.- Cobertura escolar por nivel educativo, SEP-SNIEE Indicadores y Pronósticos Morelos.

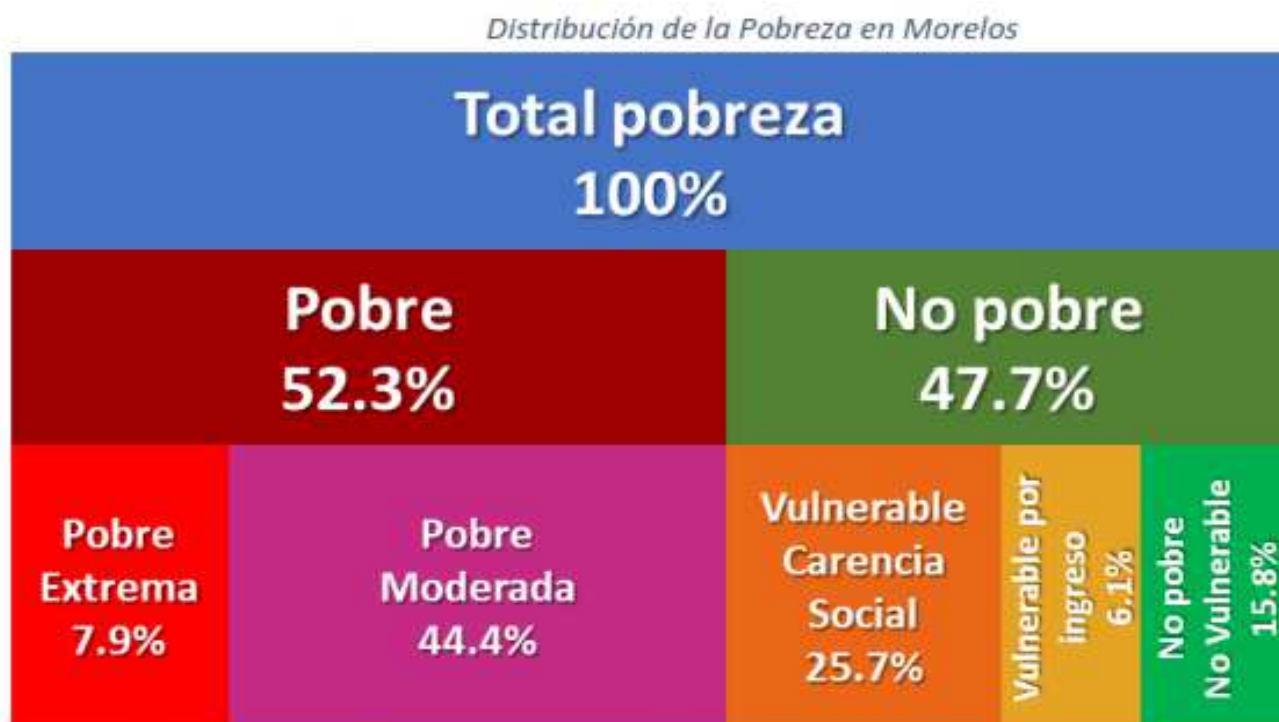


Nota: la población adolescente comprende de 15 a 24 años que asiste a la escuela, la población Infantil comprende niño de 6 a 14 años que asisten a la escuela. Fuente: Sistema Nacional de Información Estadística Escolar.

- Pobreza.

En términos de pobreza, cifras del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) sitúan a la entidad en el número 10 de las entidades más pobres del país con un 52.3% de población en condiciones de pobreza en 2014 (porcentaje que equivale a 993 mil habitantes), 9.4% más que en 2010 (843 mil habitantes). Del total de la población en condiciones de pobreza el 7.9% (149 mil) se encuentra en condiciones de pobreza extrema. (9) El estado de Morelos se encuentra debajo de Zacatecas que cuenta con 52.3% y por encima del Estado de México con 49.6% en 2014. (23, 26)

De la población no pobre, solamente 15% no se encuentra en situación de vulnerabilidad por ingresos ni carencias sociales. Estas últimas son las carencias relacionadas con la alimentación, educación, acceso a servicios de salud, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos de la vivienda y seguridad social. De las cuales, destaca la disminución progresiva de la carencia de acceso a servicios de salud, disminuyendo un 13% con respecto al 2010.



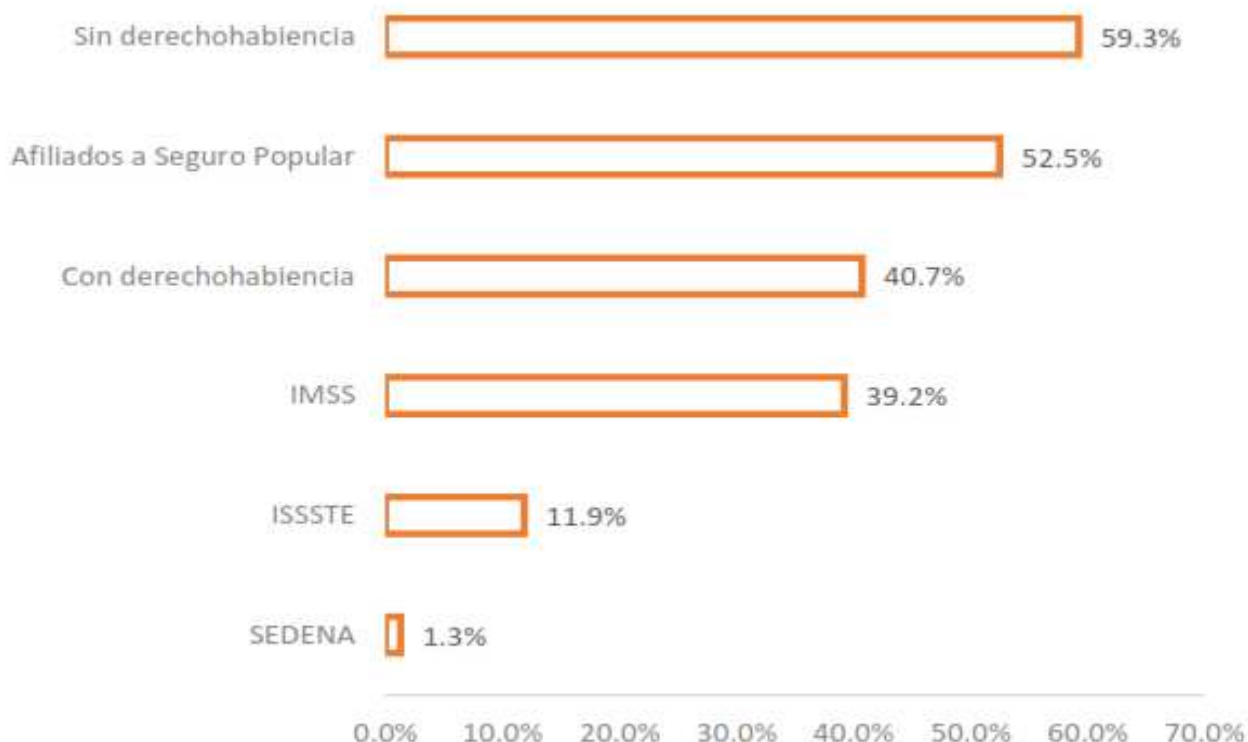
Fuente: Evaluación de la pobreza por estados, CONEVAL 2014(10)

- Derechohabientes y afiliaciones. Cobertura de Salud 2015.

En cuanto a cobertura, la población de Morelos tuvo un incremento en el porcentaje de población afiliada a alguna institución de seguridad social o esquema de financiamiento en salud, pasando de 34.2% en el año 2000 a 84.1% en 2015.

En 2016, del total de afiliaciones y/o derechohabiencia registradas, el Seguro Popular (SP) es el organismo financiador que acumula el 52.5% de la afiliación en la entidad. Le sigue la derechohabiencia del Instituto Mexicano de Seguridad Social (IMSS) con el 39.2% y el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) con 11.9% y en menor proporción la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) con un 1.3%. (23, 26)

Derechohabiencia y Afiliación en instituciones de salud, Morelos 2016



Nota. Suma más del 100%, debido a la doble afiliación/derechohabiencia.

Fuente: Anuario Estadístico Sectorial, Morelos 2016.

Respecto al análisis de las proyecciones de población sin derechohabiencia social y las coberturas de afiliación de la población al Seguro Popular, se observa un rezago en la cobertura de afiliación del 6% a nivel estatal. Como se puede observar en la imagen 25, el 81% de los Municipios tienen un rezago en la cobertura de afiliación al Seguro Popular de hasta un 15.8%. Los Municipios con mayor rezago son Temoac con un 15.8% [Población sin derechohabiencia: 85.4% menos Población afiliada a Seguro Popular: 69.6%]; seguido por Tepoztlán (15.6%), Atlatlahucan (14.7%), Yecapixtla (13.6%), Jantetelco (12.5%) y Jiutepec (12.0%).(23, 26)

Diferencia entre Población sin derechohabencia y con afiliación a Seguro Popular, Morelos 2016



- Perfil Epidemiológico “Infantil”

La población infantil (de 0 a 9 años) representa el **19%** del total de la población de Morelos, de los cuales el 51% son niños y el 49% son niñas. Son el segundo grupo de edad con más población en el estado.

Egresos Hospitalarios

El grupo de edad infantil ocupa el **4o lugar** en egresos hospitalarios, representó el 10% del total de los egresos en 2016, que equivale a 5,003 egresos. Las causas de atención hospitalaria son características para cada etapa de los niños, los menores de 1 año reciben atención principalmente por *afecciones originadas en el periodo perinatal*, los niños de 1 a 4 años principalmente por *enfermedades infecciosas intestinales* y los niños de 5 a 9 años por *traumatismos, envenenamientos y consecuencias de causas externas* entre otras.

Urgencias

El grupo de edad infantil ocupa el **2o lugar** en servicios de urgencias, representó el 25% del total de los servicios de urgencias en 2016. Del total de las urgencias, el 18% se trataron de urgencias de tipo no calificado y el 6% de tipo calificado. Las urgencias se caracterizan porque en el 2016 ocurrieron principalmente en población infantil de 1 a 4 años. Las causas de urgencia fueron *IRAS, traumatismos, enfermedades infecciosas intestinales, bronquitis y afecciones de la piel*. Los niños de 5 a 9 años recibieron atención de urgencia por *fiebre del dengue* y los menores de 1 año, recibieron atención por causas relacionadas con las *afecciones originadas en el periodo perinatal*.

Defunciones

El grupo de edad infantil ocupa el **3er lugar** en la cantidad de defunciones en el estado, representa el 4% del total de las defunciones en 2015. Dentro de este grupo, los <1 año son la población que más defunciones registra, le siguen los niños de 5 a 9 años y finalmente los niños de 1 a 4 años. En 2015, las causas de defunción que han prevalecido en los <1 año son *asfixia, bajo peso al nacimiento, malformaciones congénitas y las infecciones respiratorias*. En los niños de 5 a 9 años son *agresiones, desnutrición y enfermedades infecciosas intestinales*, finalmente las causas de defunción en niños de 1 a 4 años fueron por *accidentes automovilísticos*. (22, 26)

- Perfil epidemiológico: Adolescentes

Los adolescentes (de 10 a 19 años) representan el **18%** de la población total del estado de Morelos. De los cuales el 51% son hombres y el 49% son mujeres. Son el tercer grupo de edad con más población del estado.

Egresos Hospitalarios

Los adolescentes ocupan el **2o lugar** en egresos hospitalarios, concentran el 17% de los egresos hospitalarios en 2016. Del total de egresos, las mujeres jóvenes concentran el 86% de los egresos, principalmente por causas obstétricas y afecciones derivadas del embarazo. Los jóvenes por su parte representan el 14% y reciben atención principalmente por traumatismos, tumores malignos (leucemia) y apendicitis.

Urgencias

Del total de servicios de urgencias del año 2016, los adolescentes concentraron el 17% del total de urgencias, igual que en 2015 y 1% menos que los años anteriores. Las urgencias no calificadas fueron las que más proporción tuvieron con respecto a las calificadas, siendo las mujeres en ambos casos quienes predominaron, 7% y 6% respectivamente. Los hombres tuvieron 4% y 2%.

Las causas de urgencia en los hombres fueron principalmente traumatismos e IRAS, seguido de las gastrointestinales y la fiebre del dengue. Mientras que en las mujeres las causas estuvieron relacionadas con el embarazo, parto y aborto. No obstante, también estuvieron presentes los traumatismos y los tumores malignos (leucemia.)

Defunciones

Los adolescentes son el grupo de edad que **menos defunciones presentan**, aportan 1% al total de defunciones, cifra que no ha cambiado desde el 2013. Por sexo, los hombres concentran la mayoría de las defunciones, con 69.7% mientras que las mujeres sólo 30.3%. Las causas de defunción en hombres son principalmente por *Las causas de defunción en hombres son principalmente por homicidios y accidentes de vehículo de motor, así como también la leucemia y enfermedades isquémicas del corazón*. Mientras que en las mujeres se tuvieron más defunciones por *leucemia, homicidios, anemia, diabetes mellitus y por suicidio*. (22, 26)

7. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La deficiencia alimentaria que existe en nuestro país, se debe a una disminución de acceso a alimentos o niveles de consumo, derivados de factores ambientales, económicos, sociales y culturales que se resumen en un estado de pobreza. La desnutrición es una enfermedad que afecta sobre todo a niños (as) en edades de vital importancia para su adecuado desarrollo y crecimiento.

La malnutrición en los niños es un trastorno complejo con una gran variedad de causas. Un niño puede presentar un estado de malnutrición debido a un consumo inadecuado de alimentos, como resultado de una enfermedad o de una incapacidad, o como consecuencia de ambas. Los problemas que acarrea la malnutrición en la infancia vienen determinados por la falta o exceso de alimentación, no sólo es el problema alimentario, se debe considerar absolutamente importante ya que involucra salud, educación y cuidado personal.

La magnitud de este problema y su incidencia a lo largo de todo el país ha conducido históricamente a la instrumentación de diversos programas para abatirlo, los cuales han sido muy diversos en magnitud y extensión. Sin embargo, a pesar de todos los esfuerzos realizados, los programas instrumentados hasta ahora muestran graves limitaciones de las instancias públicas en materia de su planeación, coordinación, capacidad de gerencia, operación, seguimiento y expansión de los mismos. La malnutrición con frecuencia requiere la contribución de profesionales de desarrollo social, política, gobierno, fuerza laboral. Por lo que es importante obtener información acerca de las medidas antropométricas en la infancia para detectar los casos de desnutrición y medir el grado de vulnerabilidad que existe en el municipio de Tlayacapan del estado de Morelos, de manera que se puedan identificar los principales problemas y deficiencias en el sector Salud.

Por todo lo expuesto, este proyecto de investigación se basó en evaluar el estado nutricional de niños en etapa escolar de 5 a 12 años en el municipio de Tlayacapan del estado de Morelos, con el fin de conocer ¿Cuál es el grado nutricional en los escolares de la primaria “Narciso Mendoza” turno matutino; San Agustín, Amatlipac, de 2018?

8. JUSTIFICACION

En la mayoría de los países del mundo, los factores sociales y culturales tienen una influencia muy grande sobre la alimentación de la población. Sin embargo, los hábitos y prácticas alimentarias son rara vez la causa principal, o importante de la malnutrición ya que muchas de estas van destinadas a proteger y promover la salud pero, el personal de salud debe conocer los hábitos y prácticas alimentarias de las comunidades donde laboran, para que puedan promover y reforzar el estado nutricional de la población de acuerdo a sus posibilidades económicas, tradiciones y costumbres.

El estado de nutrición es consecuencia de diferentes conjuntos de interacciones de tipo biológico, psicológico y social. Tal diversidad obliga a ser específicos cuando se trata de evaluar el estado de nutrición. Por lo tanto, los indicadores utilizados dependerán del objetivo de la evaluación y de los resultados que se esperan de ella.

La evaluación del estado nutricional no debe verse como un fin en sí mismo, ni una actividad aislada ya que las deficiencias nutricionales desencadenan alteraciones a nivel sistémico y funcional del individuo por lo que varias disciplinas del área de la salud se ven involucradas. Esta evaluación se puede realizar a partir de la aplicación de diversos métodos, que tienen alcances y limitaciones específicas. Al considerar los objetivos de la evaluación es importante determinar si se pretende identificar sujetos en riesgo o sujetos enfermos.

9. **OBJETIVOS**

GENRAL

- Conocer el estado Nutricional actual en México.

ESPECIFICOS

- Conocer el Crecimiento y Desarrollo en la etapa Infantil.
- Conocer el estado nutricional de la Primaria ‘Narciso Mendoza San Agustín Amatlipac’ del Estado de Morelos del Municipio de Tlayacapan.
- Dar a conocer los avances de la Nanotecnología en el área de la Medicina y la Nutrición.

10. METODOLOGIA

Se realizó un estudio descriptivo, prospectivo y transversal.

Para lograr los objetivos se procedió a convocar a las autoridades, catedráticos, alumnos y demás personal que labora en la institución para dar a conocer los propósitos de la Investigación.

De la misma manera se convocó a los padres o tutores de los alumnos a una junta con el fin de obtener su consentimiento para la valoración y recolección de datos del estado de salud de los alumnos.

El estudio se realizó en edades escolares de 6 a 12 años de edad, mediante la realización de Historias Clínicas para la obtención de datos específicos acerca de su estado de salud y nutrición por medio de la ayuda de los padres de familia.

La Historia Clínica consistió en un interrogatorio directo a su padre o tutor del niño responsable, donde se interrogo:

- Antecedentes personales patológicos
- Antecedentes personales no patológicos.
- Historia de la enfermedad actual.
- Antecedentes heredo familiares.
- Desarrollo psicomotor
- Inmunizaciones.
- Interrogatorio de Aparatos y Sistemas.
- Exploración de Aparatos y Sistemas.
- Medidas antropométricas (Talla, peso, perímetro cefálico, abdominal y brazo, IMC).
- Curva de percentil de estatura y peso para la edad.

Se aclara que el estudio completo solo se le realzo a los niños que acudieran con sus padres o tutores para poder tener autorización de su exploración física. A los niños que no acudieron con sus padres solo se les tomo medidas antropométricas correspondientes.

La investigación y la toma de medidas antropométricas se llevó a cabo en todos los alumnos de la primaria “Narciso Mendoza” turno matutino; de la Colonia San Agustín, Amatlipac, Municipio Tlayacapan, Estado de Morelos, diciembre 2018, de acuerdo a los siguientes criterios:

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Todos los alumnos inscritos en la primaria “Narciso Mendoza” de primer grado a sexto grado. Todos aquellos alumnos que cuenten con el consentimiento del padre o tutor se les realizo una exploración más específica.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Alumno dado de baja de la primaria.

Aquellos que no cuenten con la autorización de los padres.

Alumnos que cuenten con alguna patología que impida la toma correcta de peso y Talla.

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

Aquellos alumnos que no asistieron a clases.

INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Para realizar la investigación se utilizarán los siguientes instrumentos:

Consentimiento y presencia del padre o tutor.

Hoja de recolección de datos Historia clínica (anexo 1)

Tablas para clasificar el grado nutricional de la CDC, IMC para la edad y sexo (anexo 2)

Todos los datos obtenidos se recabaron en cuadros.

DESARROLLO DEL PROYECTO

MATERIAL: Durante el proceso de investigación se hará uso de computadora, referencias bibliográficas, hojas de papel, impresora, báscula, estadímetro, tablas de referencia de la CDC, IMC, lápices, bolígrafos.

11. RESULTADOS Y TABLAS

Del total de la población escolar que es de 105 alumnos en la comunidad de San Agustín Amatlipac, turno matutino, participaron 94 alumnos, lo cual corresponde al 89.5% del total de la población escolar. De los cuales 69 alumnos (73.4%) representan un estado nutricional normal y 25 alumnos (26.5%) presentan algún tipo de malnutrición.

De los 94 alumnos evaluados, 47 alumnos que corresponde al (50%) son de sexo femenino y 47 alumnos que corresponde al (50%) son de sexo masculino, de los cuales 37 alumnos que corresponde al (78.7%) son de sexo femenino y 32 alumnos que corresponde al (68%) son de sexo masculino tienen un estado nutricional normal; y 10 alumnos que corresponde al (21.2%) son de sexo femenino y 15 alumnos que corresponde al (31.9%) son de sexo masculino poseen algún tipo de malnutrición.

PRIMER GRADO

PRIMERO DE PRIMARIA	Edad	Sexo	PC	P. ABD	P. Tórax	P. Brazo	Peso	Altura	IMC kg/m2	Dx OMS	Peso ideal OMS (IMC)
Alvarado Escobar Quetzali G.	5 años	F	54cm	52cm	53cm	22cm	16.6kg	1.08cm	14.23	Normal	12.7-16.9
Figueroa Serrano Luis Emmanuel	6 años	M	56cm	63cm	60cm	21cm	20.8 kg	1.22cm	13.97	Normal	13.0-16.8
García Alvarado Vanessa Nicole	6 años	F	51cm	54cm	58cm	18cm	22.8 kg	1.22cm	15.31	Normal	17.1-19.2
Martínez Enriquez Kevin	5 años	M	54cm	64cm	66cm	24cm	22.3kg	1.24cm	14.5	Normal	13.0-16.6
Martínez Rojas Damian	6 años	M	50cm	61cm	64cm	20cm	20.4 kg	1.28cm	12.45	Desnutricion Moderada	13.0-16.8
Olivares Pacheco Dafne Belen	6 años	F	50cm	59cm	64cm	22cm	17.4kg	1.24cm	11.31	Desnutricion Severa	17.1-19.2
Olivares Verdiguél Brisa Denis	6 años	F	0	0	0	0	0	0	0	Ausente	0
Perea Estrada Moises Isai	6 años	M	54cm	55cm	65cm	24cm	23.4kg	1.25cm	14.98	Normal	13.0-16.8
Ramírez Gutiérrez Luis Angel	7 años	M	51cm	57cm	60cm	15cm	22kg	1.22cm	14.78	Normal	13.1-17.0
Ramírez Vázquez Yaretsi Yohana	6 años	F	51cm	64cm	65cm	19cm	26.1kg	1.21cm	17.76	Sobrepeso	17.1-19.2
Rodríguez Sánchez Rubi	6 años	F	53cm	61cm	65cm	23cm	22.2 kg	1.25cm	14.2	Normal	17.1-19.2
Rojas Martínez Erick Santiago	6 años	M	54cm	64cm	65cm	23cm	19.9kg	1.26cm	12.53	Desnutricion Moderada	13.0-16.8
Sallas Castizo Ana Maria	6 años	F	55cm	61cm	64cm	22cm	19.4kg	1.17cm	14.17	Normal	17.1-19.2
Torres Policao Andres	6 años	M	0	0	0	0	0	0	0	Ausente	0
Villareal Erinquez Aline Getsemani	4 años	F	46cm	49cm	56cm	15cm	17.4kg	1.16cm	12.93	Normal	12.7-16.9

	Alumnos	DS	DM	Nm	S	O	A
Niño	7	0	2	4	0	0	1
Niña	8	1	0	5	1	0	1
Total	15	1	2	9	1	0	2

Del total de la población escolar de Primer grado es de 15 alumnos con 2 ausencias, teniendo solo 13 alumnos valorados, de los cuales 7 alumnos (53.84%) son de sexo femenino y 6 alumnos (46.15%) son de sexo masculino.

De este grupo valorado 9 de los alumnos (69.23%) representan un estado nutricional normal y 4 alumnos (30.76%) presentan algún tipo de malnutrición.

De los 7 alumnos valorados de sexo femenino, solo 2 alumnas (28.5%) presentan un tipo de malnutrición (1 con desnutrición severa y 1 sobrepeso según la OMS para IMC según la edad).

De los 6 alumnos valorados de sexo masculino, solo 2 alumnos (33.3%) presentan un tipo de malnutrición (2 desnutrición moderada según la OMS para IMC según la edad).

SEGUNDO GRADO

SEGUNDO DE PRIMARIA	Edad	Sexo	PC	P. ABD	P. Tórax	P. Brazo	Peso	Talla	IMC	Dx	Peso Ideal
Aguilar Rivera Sebastian Joseph	7años	M	48cm	63cm	74cm	18cm	26.2kg	1.28cm	15.99	Normal	13.1-17.0
Del Rosario Soriano Adriana Poleth	7años	F	54cm	59cm	62cm	19cm	24.6kg	1.28cm	15.01	Normal	12.7-17.3
Enriquez Rosas Heidi	7años	F	49cm	60cm	61cm	18cm	23kg	1.23cm	15.2	Normal	12.7-17.3
Faustino Lopez Lizbeth	7años	F	52cm	60cm	64cm	18cm	26.7kg	1.29cm	16.04	Normal	12.7-17.3
Garcia Franco Christopher Noe	7años	M	49cm	55cm	60cm	16cm	21.4kg	1.19cm	15.11	Normal	13.1-17.0
Guzman Ortega Briseyda	6años	F	0	0	0	0	0	0	0	Ausente	0
Lima Araluze Estrella	7años	F	52cm	57cm	58cm	16cm	20.1kg	1.20cm	13.96	Normal	12.7-17.3
Nolasco Olivares Valeria	8años	F	50cm	57cm	61cm	19cm	24.5kg	1.25cm	15.68	Normal	12.9-17.7
Pineda Osorio Alexander	7años	M	55cm	69cm	71cm	20cm	31.6kg	1.34cm	17.59	Normal	13.1-17.0
Ramirez Rojas Deisy	7años	F	51cm	59cm	61cm	17cm	22kg	1.19cm	15.53	Normal	12.7-17.3
Reyes Martinez Hilario Haram	7años	M	52cm	55cm	59cm	18cm	21.3kg	1.20cm	14.79	Normal	13.1-17.0
Rodriguez Cruz Jaciel Gael	7años	M	52cm	63cm	66cm	21cm	27.2kg	1.24cm	17.68	Normal	13.1-17.0
Rojas Sanchez Hanna Alexa	7años	F	54cm	74cm	79cm	22cm	38.5kg	1.35cm	21.12	Normal	12.7-17.3
Serrano Enriquez Zaylin	7años	F	50cm	56cm	60cm	18cm	20.4kg	1.17cm	14.9	Normal	12.7-17.3
Torres Hernandez Yarezi	8años	F	51cm	65cm	65cm	19cm	25.1kg	1.24cm	16.32	Normal	12.9-17.7
Torres Policao Miguel	12años	M	0	0	0	0	0	0	0	Ausente	0
Ulea Guzman Axel Saul	7años	M	55cm	83cm	78cm	22cm	37.4kg	1.26cm	23.55	Obesidad	13.1-17.0
Villamil Rosales Mauricio Emiliano	7años	M	52cm	59cm	67cm	18cm	25.9kg	1.26cm	16.31	Normal	13.1-17.0

	Alumno	DS	DM	Nm	S	O	A
Niños	8	0	0	6	0	1	1
Niñas	10	0	0	9	0	0	1
TOTAL	18	0	0	15	0	1	2

Del total de la población escolar de Segundo grado es de 18 alumnos con 2 ausencias, teniendo solo 16 alumnos valorados, de los cuales 9 alumnos (56.25%) son de sexo femenino y 7 alumnos (43.75%) son de sexo masculino.

De este grupo valorado 15 de los alumnos (93.75%) representan un estado nutricional normal y 1 alumno (6.25%) presentan algún tipo de malnutrición.

De los 9 alumnos valorados de sexo femenino, ninguna presenta algún un tipo de malnutrición, según la OMS para IMC según la edad.

De los 7 alumnos valorados de sexo masculino, solo 1 alumno (14.28%) presenta un tipo de malnutrición (obesidad según la OMS para IMC según la edad).

TERCER GRADO

TERCERO DE PRIMARIA	Edad	Sexo	PC	P.ABD	P. Tórax	P. Brazo	Peso	Talla	IMC	Dx OMS	Peso Ideal OMS (IMC)
Alvarado Morales Jancarlos Andre	8años	M	48cm	57cm	63cm	25cm	28.2kg	1.36cm	15.25	Normal	13.3-17.4
Carrillo Otañez Kaira Yuleni	9años	F	48cm	51cm	55cm	22cm	24.3kg	1.25cm	15.55	Normal	13.1-18.3
Franco Crespo Aldo	8años	M	53cm	64cm	65cm	23cm	22.8kg	1.37cm	12.14	Desnutricion Severa	13.3-17.4
Garcia Franco Samanta Cristal	8años	F	51cm	60cm	62cm	26cm	22.3kg	1.30cm	13.19	Normal	12.9-17.7
Gutierrez Avila Alison Michelle	8años	F	53cm	53cm	58cm	21cm	23.1kg	1.23cm	15.26	Normal	12.9-17.7
Martinez Negrete Dulce	8años	F	53cm	55cm	60cm	20cm	20.3kg	1.31cm	11.82	Desnutricion Severa	12.9-17.7
Martinez Olivares Cecilia	8años	F	52cm	51cm	60cm	14cm	21.5kg	1.33cm	12.15	Desnutricion Moderada	12.9-17.7
Medina Silva David Ikeer	8años	M	51cm	72cm	76cm	21cm	43.1kg	1.43cm	21.07	Obesidad	13.3-17.4
Mendoza Ramirez José Antonio	8años	M	49cm	58cm	60cm	15cm	23.4kg	1.33cm	13.23	Normal	13.3-17.4
Olivares Martinez Dana Alexa	8años	F	51cm	61cm	64cm	17cm	29.2kg	1.33cm	16.5	Normal	12.9-17.7
Pineda Acevedo Hernan	8años	M	56cm	89cm	79cm	25cm	35.6kg	1.31cm	20.74	Obesidad	13.3-17.4
Ramirez Lopez Edgar Iván	8años	M	53cm	60cm	62cm	22cm	23.8kg	1.26cm	14.99	Normal	13.3-17.4
Ramirez Saavedra Eimy	8años	F	57cm	65cm	68cm	23cm	27.6kg	1.31cm	16.08	Normal	12.9-17.7
Ramirez Villa Lilian Violeta	8años	F	56cm	66cm	67cm	21cm	26kg	1.30cm	15.38	Normal	12.9-17.7
Tolentino Cruz Hector	9años	M	0	0	0	0	0	0	0	Ausente	0
Torres Hernandez Saida Yoana	8años	F	50cm	60cm	66cm	21cm	26kg	1.34cm	14.47	Normal	12.9-17.7
Villamil Rosales Luis Alberto	11años	M	0	0	0	0	0	0	0	Ausente	0

	Alumnos	DS	DM	Nm	S	O	A
Niños	8	1	0	4	0	2	2
Niñas	9	1	1	6	0	0	0
Total	17	2	1	10	0	2	2

Del total de la población escolar de Tercer grado es de 17 alumnos con 2 ausencias, teniendo solo 15 alumnos valorados, de los cuales 8 alumnos (53.33%) son de sexo femenino y 7 alumnos (46.66%) son de sexo masculino.

De este grupo valorado 10 de los alumnos (66.66%) representan un estado nutricional normal y 5 alumnos (33.33%) presentan algún tipo de malnutrición.

De los 8 alumnos valorados de sexo femenino, solo 2 alumnas (25%) presentan un tipo de malnutrición (1 con desnutrición severa y 1 desnutrición moderada según la OMS para IMC según la edad).

De los 7 alumnos valorados de sexo masculino, solo 3 alumnos (42.85%) presentan un tipo de malnutrición (1 desnutrición severa y 2 obesidad según la OMS para IMC según la edad).

CUARTO GRADO

CUARTO DE PRIMARIA	Edad	Sexo	PC	P. ABD	P.Tórax	P.Brazo	Peso	Talla	IMC	Dx OMS	Peso Ideal OMS (IMC)
Banderas Franco Emiliano	9años	M	50cm	66cm	71cm	19cm	36kg	1.38cm	18.9	Sobrepeso	13.5-17.9
Carrillo Silva Carmen Yosselin	9años	F	49cm	52cm	57cm	16cm	24.3kg	1.34cm	13.53	Normal	13.1-18.3
Castizo Alvarado David G.	9años	M	48cm	66cm	66cm	17cm	32.4kg	1.53cm	13.84	Normal	13.5-17.9
Faustino Lopez Omar	9años	M	51cm	60cm	64cm	18cm	33.1kg	1.46cm	15.52	Normal	13.5-17.9
González Ruiz Cristal Jaqueline	9años	F	47cm	59cm	64cm	17cm	30kg	1.44cm	14.47	Normal	13.1-18.3
Lima Araluce Valeria	9años	F	50cm	63cm	63cm	16cm	23.9kg	1.26cm	15.05	Normal	13.1-18.3
Martinez Enriquez Said Jadriel	9años	M	51cm	65cm	70cm	21cm	28.9kg	1.32cm	16.58	Normal	13.5-17.9
Moranchel Vazquez Ahsley M.	9años	F	56cm	76cm	81cm	27cm	40.5kg	1.50cm	18	Normal	13.1-18.3
Olivares Pacheco Miguel Angel	8años	M	48cm	53cm	61cm	16cm	24kg	1.39cm	12.42	Desnutricion Moderada	13.3-17.4
Otañez Cruz Estrella Guadalupe	9años	F	50cm	54cm	63cm	19cm	21.1kg	1.41cm	10.61	Desnutricion Severa	13.1-18.3
Pineda Reyes Magdiel	9años	M	50cm	59cm	65cm	17cm	29.4kg	1.36cm	15.89	Normal	13.5-17.9
Ramirez Villa Pedro	9años	M	49cm	60cm	63cm	15cm	24.1kg	1.35cm	13.17	Desnutricion Moderada	13.5-17.9
Rodriguez Carrillo Gabriel	9años	M	49cm	60cm	67cm	17cm	30kg	1.39cm	15.52	Normal	13.5-17.9
Rojas del Ángel Danna Paola	9años	F	58cm	73cm	82cm	24cm	37.6kg	1.35cm	20.63	Sobrepeso	13.1-18.3
Rojas Rojas Daira Ayelen	9años	F	55cm	59cm	63cm	25cm	22.2kg	1.29cm	13.34	Normal	13.1-18.3
Velazquez Tapia Paola	9años	F	54cm	65cm	66cm	18cm	33kg	1.40cm	16.84	Normal	13.1-18.3
Villareal Enríquez Alan Yibran	9años	M	55cm	64cm	72cm	25cm	29.7kg	1.42cm	14.72	Normal	13.5-17.9

	Alumnos	DS	DM	Nm	S	O	A
Niños	9	0	2	6	1	0	0
Niñas	8	1	0	6	1	0	0
Total	17	1	2	12	2	0	0

Del total de la población escolar de Cuarto grado es de 17 alumnos, de los cuales 8 alumnos (47.05%) son de sexo femenino y 9 alumnos (52.94%) son de sexo masculino.

De este grupo valorado 12 de los alumnos (70.58%) representan un estado nutricional normal y 5 alumnos (29.41%) presentan algún tipo de malnutrición.

De los 8 alumnos valorados de sexo femenino, solo 2 alumnas (25%) presentan un tipo de malnutrición (1 con desnutrición severa y 1 sobrepeso según la OMS para IMC según la edad).

De los 9 alumnos valorados de sexo masculino, solo 3 alumnos (33.33%) presentan un tipo de malnutrición (2 desnutrición moderada y 1 sobrepeso según la OMS para IMC según la edad).

QUINTO GRADO

QUINTO DE PRIMARIA	Edad	Sexo	PC	P. ABD	P. Tórax	P. Brazo	Peso	Talla	IMC	Dx OMS	Peso Ideal OMS (IMC)
Alvarado Perez Ariana	10años	F	55cm	65cm	70cm	22cm	29kg	1.46cm	13.6	Desnutricion Moderada	13.5-19
Alvarado Rodriguez Ma. Magdalena	10años	F	57cm	69cm	72cm	28cm	32.5kg	1.36cm	17.57	Normal	13.5-19
Banderas Franco Juan Luis	10años	M	57cm	72cm	80cm	25cm	37.5kg	1.38cm	19.69	Sobrepeso	13.7-18.5
Gutierrez Escobar Sharon Rubi	10años	F	58cm	65cm	70cm	25cm	35.1kg	1.43cm	17.16	Normal	13.5-19
Hernandez del Ángel Karla Yaretzi	10años	F	0	0	0	0	0	0	0	Ausente	0
Hernandez Enriquez Axel Gael	10años	M	51cm	65cm	71cm	23cm	35.9kg	1.51cm	15.73	Normal	13.7-18.5
Faustino Lopez Alfredo	10años	M	50cm	76cm	79cm	20cm	43.5kg	1.45cm	20.68	Sobrepeso	13.7-18.5
Morales Alvarado Francisco	10años	M	57cm	61cm	71cm	25cm	32kg	1.42cm	15.87	Normal	13.7-18.5
Morales Hernandez Yalmer	10años	M	56cm	67cm	73cm	24cm	35kg	1.41cm	17.6	Normal	13.7-18.5
Ramirez Cruz Ángel Gabriel	10años	M	56cm	59cm	64cm	17cm	29kg	1.43cm	14.18	Normal	13.7-18.5
Ramírez Lopez Miriam Anahi	10años	F	51cm	63cm	65cm	18cm	28kg	1.33cm	15.82	Normal	13.5-19
Ramírez Ramírez Kimberly Joselyne	10años	F	58cm	76cm	80cm	21cm	45.9kg	1.48cm	20.95	Sobrepeso	13.5-19
Rojas Aguilar Eduardo Manuel	10años	M	58cm	67cm	67cm	24cm	30.4kg	1.50cm	13.51	Normal	13.7-18.5
Rojas Martinez Jorge Yael	10años	M	55cm	87cm	91cm	29cm	46.9kg	1.53cm	20.03	Sobrepeso	13.7-18.5
Tapia Sanchez Marifer	10años	F	0	0	0	0	0	0	0	Ausente	0
Gómez Mecalco Sebastián	10años	M	50cm	60cm	64cm	26cm	28.4kg	1.44cm	13.69	Normal	13.7-18.5
Milla Gutierrez Jaquelin	10años	F	49cm	56cm	61cm	16cm	28.4kg	1.34cm	15.81	Normal	13.5-19
Bautista Olivares Gustavo Antonio	10años	M	59cm	86cm	90cm	29cm	48kg	1.46cm	22.51	Sobrepeso	13.7-18.5

	Alumnos	DS	DM	Nm	S	O	A
Niños	10	1	0	5	4	0	0
Niñas	8	1	1	5	1	0	2
Total	20	2	1	10	5	0	2

Del total de la población escolar de Quinto grado es de 20 alumnos con 2 ausencias, teniendo solo 18 alumnos valorados, de los cuales 8 alumnos (44.44%) son de sexo femenino y 10 alumnos (55.55%) son de sexo masculino.

De este grupo valorado el 10 de los alumnos (55.55%) representan un estado nutricional normal y 8 alumnos (44.44%) presentan algún tipo de malnutrición.

De los 8 alumnos valorados de sexo femenino, solo 3 alumnas (37.5%) presentan un tipo de malnutrición (1 con desnutrición severa, 1 desnutrición moderada y 1 sobrepeso según la OMS para IMC según la edad).

De los 10 alumnos valorados de sexo masculino, solo 5 alumnos (50%) presentan un tipo de malnutrición (1 desnutrición severa y 4 sobrepeso según la OMS para IMC según la edad).

SEXTO GRADO

SEXTO DE PRIMARIA	Edad	Sexo	PC	P. ABD	P. Tórax	P. Brazo	Peso	Talla	IMC	Dx	Peso Ideal OMS (IMC)
Alvarado Ramírez Erizabeth J	11años	F	50cm	55cm	59cm	15cm	26.2kg	1.36cm	14.16	Normal	13.9-19.9
Hernandez del Ángel Karla	11años	F	57cm	73cm	85cm	26cm	43kg	1.55cm	17.89	Normal	13.9-19.9
Lima Araluce Guadalupe	11años	F	51cm	66cm	70cm	20cm	37.9kg	1.47cm	17.53	Normal	13.9-19.9
Lopez Enriquez Orlando	11años	M	52cm	69cm	72cm	21cm	39.6kg	1.43cm	19.36	Normal	14.1-19.2
Martin Delgado Xochitl	Ausente	F	0	0	0	0	0	0	0	Ausente	0
Mendoza Ramirez Estefaby G.	11años	F	54cm	64cm	76cm	23cm	40.5kg	1.57cm	16.43	Normal	13.9-19.9
Milla Gutierrez Alexander	Ausente	M	0	0	0	0	0	0	0	Ausente	0
Pineda Acevedo Dario	11años	M	53cm	66cm	69cm	25cm	32.8kg	1.32cm	18.82	Normal	14.1-19.2
Ramirez Andrade Emily	11años	F	58cm	66cm	70cm	17cm	35.5kg	1.46cm	16.65	Normal	13.9-19.9
Ramirez figueroa Emiliano	11años	M	58cm	61cm	66cm	18cm	31.7kg	1.44cm	15.28	Normal	14.1-19.2
Reyes Martinez Narai	12años	F	0	0	0	0	0	0	0	Ausente	0
Rojas Jimenez Oscar Gabriel	11años	M	57cm	73cm	75cm	23cm	35.3kg	1.50cm	15.69	Normal	14.1-19.2
Rojas Martinez Abner Abraham	11años	M	57cm	72cm	78cm	26cm	37kg	1.49cm	16.65	Normal	14.1-19.2
Rojas Martinez Alan Ignacio	10años	M	50cm	74cm	78cm	23cm	43kg	1.50cm	19.9	Normal	13.7-18.5
Santa María Martínez Antonia	11años	F	49cm	65cm	74cm	20cm	30kg	1.51cm	13.15	Desnutricion Moderada	13.9-19.9
Tolentino Cruz Karla Ismerai	11años	F	50cm	73cm	79cm	26cm	37.2kg	1.43cm	18.19	Normal	13.9-19.9
Verdiguél Rosales Ángel Yair	11años	M	58cm	64cm	70cm	25cm	27.2kg	1.45cm	12.93	Desnutricion Severa	14.1-19.2
Villareal Enríquez Miguel A.	11años	M	50cm	73cm	77cm	20cm	40.4kg	1.45cm	19.21	Normal	14.1-19.2

	Alumno	DS	DM	Nm	S	O	A
Niños	9	1	0	7	0	0	1
Niñas	9	0	1	6	0	0	2
Totales	18	1	1	13	0	0	3

Del total de la población escolar de Sexto grado es de 18 alumnos con 3 ausencias, teniendo solo 15 alumnos valorados, de los cuales 7 alumnos (46.66%) son de sexo femenino y 8 alumnos (53.33%) son de sexo masculino.

De este grupo valorado el 13 de los alumnos (86.66%) representan un estado nutricional normal y 2 alumnos (13.33%) presentan algún tipo de malnutrición.

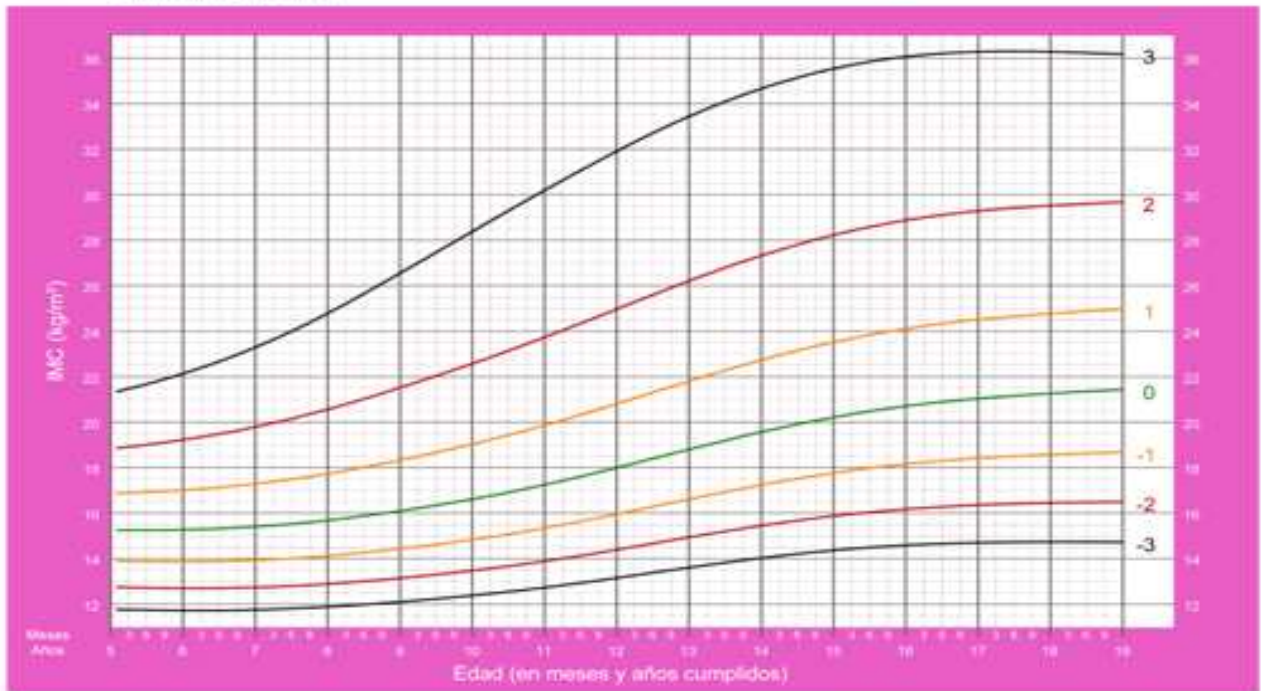
De los 7 alumnos valorados de sexo femenino, solo 1 alumna (14.28%) presenta un tipo de malnutrición (1 con desnutrición moderada según la OMS para IMC según la edad).

De los 8 alumnos valorados de sexo masculino, solo 1 alumno (12.5%) presenta un tipo de malnutrición (1 desnutrición severa según la OMS para IMC según la edad).

E.1. Índice de Masa Corporal para niñas de 5 a 19 años.

IMC para la edad NIÑAS

Puntuación Z (5 a 19 años)

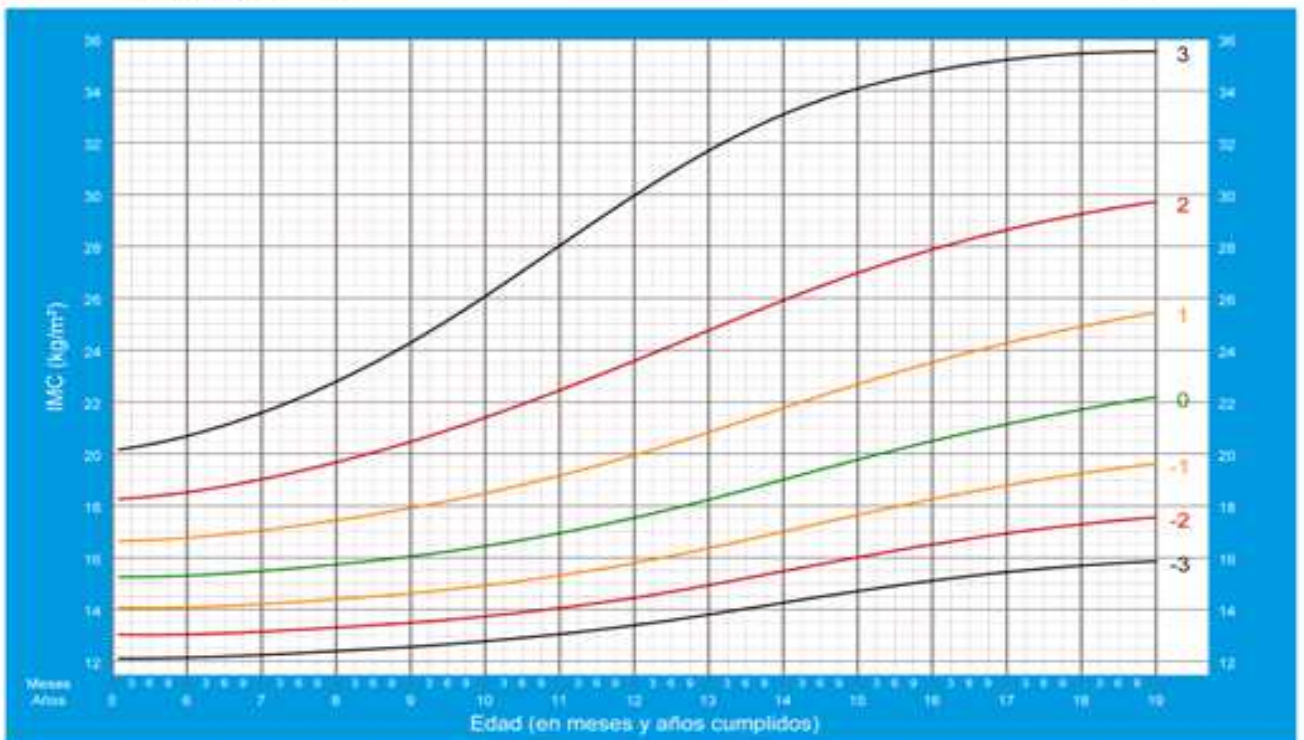
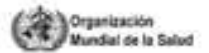


Patrones de crecimiento infantil de la OMS

E.2. Índice de Masa Corporal para niños de 5 a 19 años.

IMC para la edad NIÑOS

Puntuación Z (5 a 19 años)



Patrones de crecimiento infantil de la OMS

12. CONCLUSIONES

En el desarrollo proyecto de investigación se obtuvieron los objetivos planteados, el determinar el estado nutricional de los alumnos de la primaria “Narciso Mendoza” turno matutino; San Agustín, Amatlipac, Municipio Tlayacapan del Estado de Morelos, en el periodo de Diciembre del 2018.

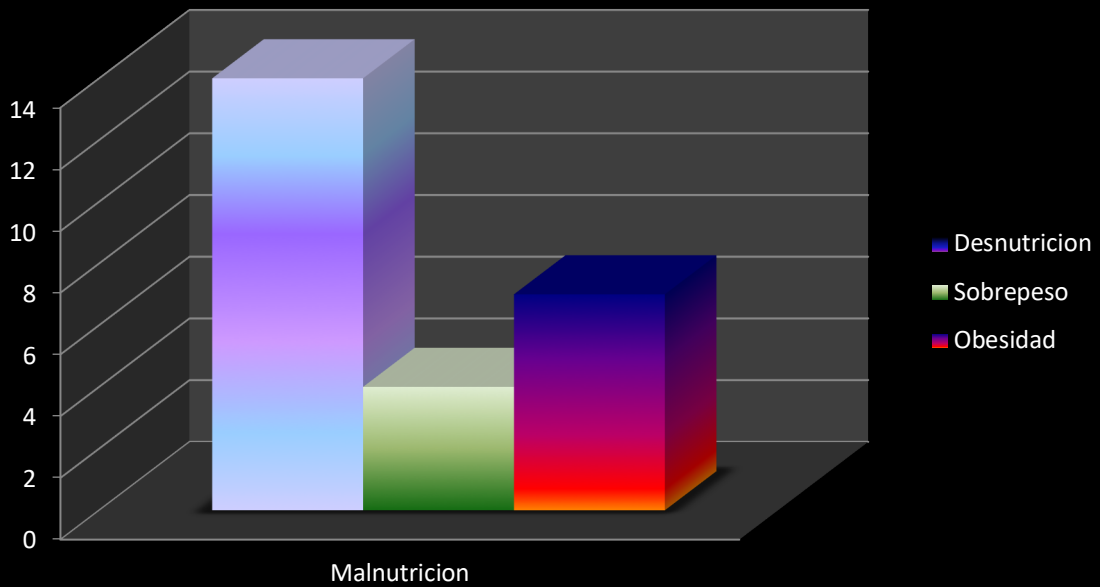
El estado nutricional que prevalece en los 94 alumnos de la primaria es: de 69 alumnos en estado nutricional normal y 25 alumnos presentan un tipo de malnutrición.

El estado de malnutrición que predomina es la desnutrición en 14 alumnos que representa el (56%) de un total de 25 alumnos en estado de malnutrición, teniendo un porcentaje igualitario tanto en el sexo femenino como en el sexo masculino. En cuanto a la desnutrición encontramos que el grado que predomina es el de desnutrición severa con 7 alumnos (4 femeninos y 3 masculinos) que representan el (50%) y desnutrición moderada con 7 alumnos (3 femeninos y 4 masculinos) que representan (50%), lo cual es alarmante. La desnutrición predomina en los grados escolares primero y cuarto.

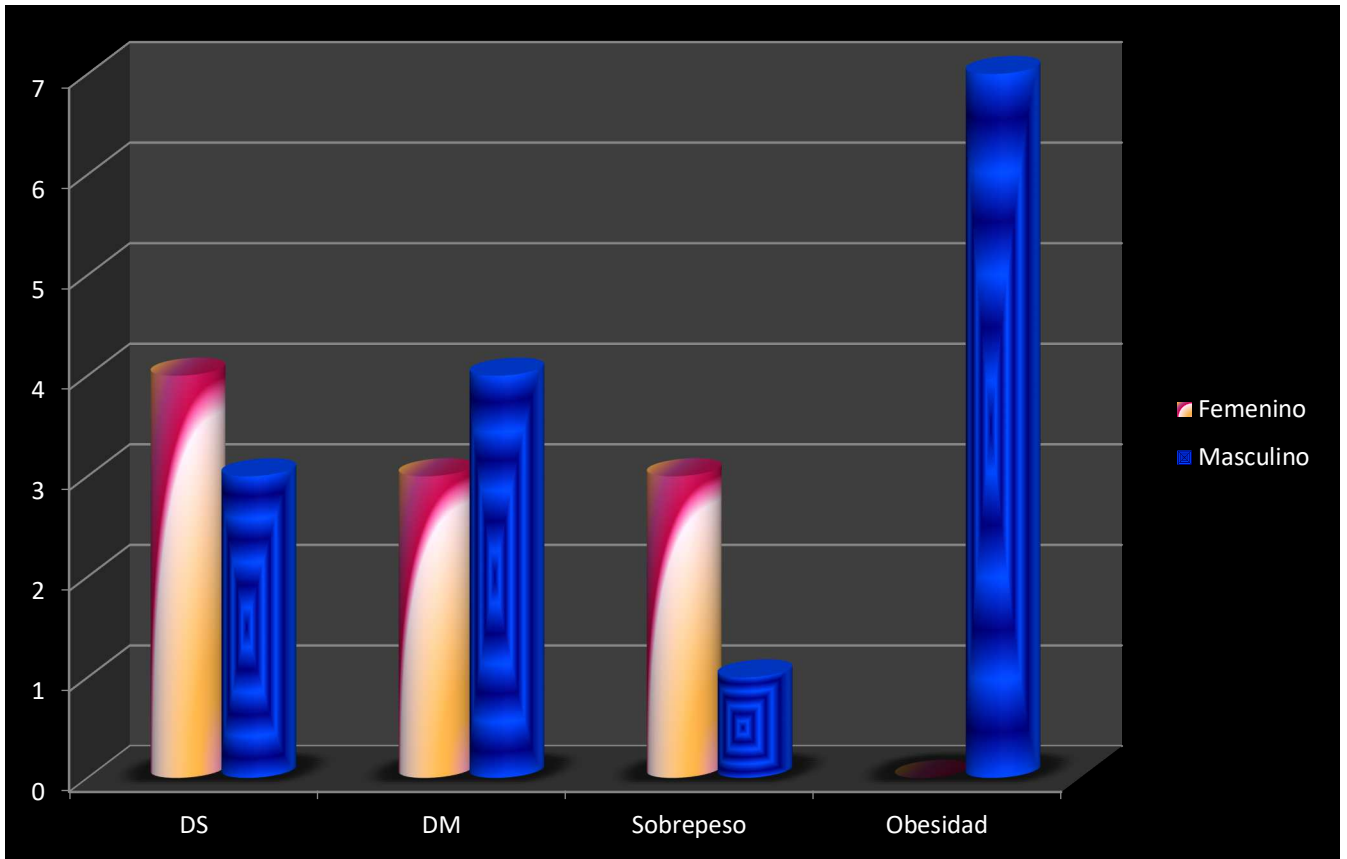
En cuanto al estado nutricional de sobrepeso se observó en 11 alumnos que representa el (44%) de un total de 25 alumnos en estado de malnutrición, teniendo un porcentaje de 7 alumnos (63.63%) de sexo masculino con obesidad y 4 (36.36%) en estado de sobrepeso 3 (75%) de sexo femenino y 1 (25%) de sexo masculino. Por lo que la obesidad tuvo predominio de género masculino y sobrepeso de género femenino. El sobrepeso y la obesidad predominan en los grados cuarto y quinto.

Desnutrición	Sobrepeso	Obesidad
14 alumnos	4 alumnos	7 alumnos

Estado Nutricional



	Femenino	Masculino
Desnutrición Severa (DS)	4	3
Desnutrición Moderada (DM)	3	4
Sobrepeso	3	1
Obesidad	0	7



De esta forma, la aportación del presente trabajo es dar pauta a diversas áreas de la medicina para la investigación del estado de salud y nutricional en comunidades rurales.

Por otra parte, se observa el enorme avance de la nanotecnología durante las últimas décadas, permitiendo grandes desarrollos en muchos campos, incluidas las ciencias de la salud, mediante métodos de diagnóstico más sensibles, sistemas de terapia y de administración controlada de fármacos, así como en herramientas que permiten la regeneración de tejidos y órganos dañados.

13. ANEXO

Tablade IMC Para la Edad, de NIÑAS de 5 a 18 años (OMS 2007)

Edad (años:meses)	Desnutrición severa < -3 SD (IMC)	Desnutrición moderada ≥ -3 to < -2 SD (IMC)	Normal ≥ -2 to ≤ +1 SD (IMC)	Sobrepeso > +1 to ≤ +2 SD (IMC)	Obesidad > +2 SD (IMC)
5:1	menos de 11.8	11.8–12.6	12.7–16.9	17.0–18.9	19.0 o más
5:6	menos de 11.7	11.7–12.6	12.7–16.9	17.0–19.0	19.1 o más
6:0	menos de 11.7	11.7–12.6	12.7–17.0	17.1–19.2	19.3 o más
6:6	menos de 11.7	11.7–12.6	12.7–17.1	17.2–19.5	19.6 o más
7:0	menos de 11.8	11.8–12.6	12.7–17.3	17.4–19.8	19.9 o más
7:6	menos de 11.8	11.8–12.7	12.8–17.5	17.6–20.1	20.2 o más
8:0	menos de 11.9	11.9–12.8	12.9–17.7	17.8–20.6	20.7 o más
8:6	menos de 12.0	12.0–12.9	13.0–18.0	18.1–21.0	21.1 o más
9:0	menos de 12.1	12.1–13.0	13.1–18.3	18.4–21.5	21.6 o más
9:6	menos de 12.2	12.2–13.2	13.3–18.7	18.8–22.0	22.1 o más
10:0	menos de 12.4	12.4–13.4	13.5–19.0	19.1–22.6	22.7 o más
10:6	menos de 12.5	12.5–13.6	13.7–19.4	19.5–23.1	23.2 o más
11:0	menos de 12.7	12.7–13.8	13.9–19.9	20.0–23.7	23.8 o más
11:6	menos de 12.9	12.9–14.0	14.1–20.3	20.4–24.3	24.4 o más
12:0	menos de 13.2	13.2–14.3	14.4–20.8	20.9–25.0	25.1 o más
12:6	menos de 13.4	13.4–14.6	14.7–21.3	21.4–25.6	25.7 o más
13:0	menos de 13.6	13.6–14.8	14.9–21.8	21.9–26.2	26.3 o más
13:6	menos de 13.8	13.8–15.1	15.2–22.3	22.4–26.8	26.9 o más
14:0	menos de 14.0	14.0–15.3	15.4–22.7	22.8–27.3	27.4 o más
14:6	menos de 14.2	14.2–15.6	15.7–23.1	23.2–27.8	27.9 o más
15:0	menos de 14.4	14.4–15.8	15.9–23.5	23.6–28.2	28.3 o más
15:6	menos de 14.5	14.5–15.9	16.0–23.8	23.9–28.6	28.7 o más
16:0	menos de 14.6	14.6–16.1	16.2–24.1	24.2–28.9	29.0 o más
16:6	menos de 14.7	14.7–16.2	16.3–24.3	24.4–29.1	29.2 o más
17:0	menos de 14.7	14.7–16.3	16.4–24.5	24.6–29.3	29.4 o más
17:6	menos de 14.7	14.7–16.3	16.4–24.6	24.7–29.4	29.5 o más
18:0	menos de 14.7	14.7–16.3	16.4–24.8	24.9–29.5	29.6 o más

Tabla de IMC Para la Edad, de NIÑOS de 5 a 18 años (OMS 2007)

Edad (años:meses)	Desnutrición severa < -3 SD (IMC)	Desnutrición moderada ≥ -3 to < -2 SD (IMC)	Normal ≥ -2 to ≤ +1 SD (IMC)	Sobrepeso > +1 to ≤ +2 SD (IMC)	Obesidad > +2 SD (IMC)
5:1	menos de 12.1	12.1-12.9	13.0-16.6	16.7-18.3	18.4 o más
5:6	menos de 12.1	12.1-12.9	13.0-16.7	16.8-18.4	18.5 o más
6:0	menos de 12.1	12.1-12.9	13.0-16.8	16.9-18.5	18.6 o más
6:6	menos de 12.2	12.2-13.0	13.1-16.9	17.0-18.7	18.8 o más
7:0	menos de 12.3	12.3-13.0	13.1-17.0	17.1-19.0	19.1 o más
7:6	menos de 12.3	12.3-13.1	13.2-17.2	17.3-19.3	19.4 o más
8:0	menos de 12.4	12.4-13.2	13.3-17.4	17.5-19.7	19.8 o más
8:6	menos de 12.5	12.5-13.3	13.4-17.7	17.8-20.1	20.2 o más
9:0	menos de 12.6	12.6-13.4	13.5-17.9	18.0-20.5	20.6 o más
9:6	menos de 12.7	12.7-13.5	13.6-18.2	18.3-20.9	21.0 o más
10:0	menos de 12.8	12.8-13.6	13.7-18.5	18.6-21.4	21.5 o más
10:6	menos de 12.9	12.9-13.8	13.9-18.8	18.9-21.9	22.0 o más
11:0	menos de 13.1	13.1-14.0	14.1-19.2	19.3-22.5	22.6 o más
1:6	menos de 13.2	13.2-14.1	14.2-19.5	19.6-23.0	23.1 o más
12:0	menos de 13.4	13.4-14.4	14.5-19.9	20.0-23.6	23.7 o más
12:6	menos de 13.6	13.6-14.6	14.7-20.4	20.5-24.2	24.3 o más
13:0	menos de 13.8	13.8-14.8	14.9-20.8	20.9-24.8	24.9 o más
13:6	menos de 14.0	14.0-15.1	15.2-21.3	21.4-25.3	25.4 o más
14:0	menos de 14.3	14.3-15.4	15.5-21.8	21.9-25.9	26.0 o más
14:6	menos de 14.5	14.5-15.6	15.7-22.2	22.3-26.5	26.6 o más
15:0	menos de 14.7	14.7-15.9	16.0-22.7	22.8-27.0	27.1 o más
15:6	menos de 14.9	14.9-16.2	16.3-23.1	23.2-27.4	27.5 o más
16:0	menos de 15.1	15.1-16.4	16.5-23.5	23.6-27.9	28.0 o más
16:6	menos de 15.3	15.3-16.6	16.7-23.9	24.0-28.3	28.4 o más
17:0	menos de 15.4	15.4-16.8	16.9-24.3	24.4-28.6	28.7 o más
17:6	menos de 15.6	15.6-17.0	17.1-24.6	24.7-29.0	29.1 o más
18:0	menos de 15.7	15.7-17.2	17.3-24.9	25.0-29.2	29.3 o más

14. **BIBLIOGRAFIA**

1. http://www.medigraphic.com/pdfs/fisica/mf-2002/mf02-2_4f.pdf
2. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2174-51452016000300011
3. https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/manual_nutricion.pdf
- 4.
5. Ramos Galván R. Sometría pediátrica. Arch Invest Méd (Méx) 1975; (supl1) FAO/WHO/UNU Joint expert consultation: Energy and Protein Requirements. WHO technical report series 1984.
6. https://www.fantaproject.org/sites/default/files/resources/FANTA-BMI-charts-Enero2013-ESPANOL_0.pdf
7. <http://umh1544.edu.umh.es/wp-content/uploads/sites/63/2013/02/Tema-2.1.pdf>
8. <http://www.scielo.org.mx/pdf/bmim/v71n6/v71n6a9.pdf>
9. <http://revgastrohnp.univalle.edu.co/a13v15n1/a13v15n1art3.pdf>
10. <http://www.medigraphic.com/pdfs/residente/rr-2012/rr122d.pdf>
11. http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682011000500004&script=sci_arttext
12. Farreras Rozman. Medicina Interna. Vol. 2 Edición 15ª. Año 1998, páginas 1993-2000.
13. <http://www.oda-alc.org/documentos/1341931828.pdf>
14. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/209093/ENSANUT.pdf>
15. <http://www.saludpublica.mx/index.php/spm/article/viewFile/8846/11514>
16. Waterlow JC. Malnutrición proteico-energética. 1ª. Edición en español. EUA: OPS: 1996. Publicación científica núm. 555
17. <http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/salud/Nutricion.pdf>
18. Casanueva, Esther; Kaufman-Horwitz, Martha; Pérez-Lizaur, Ana Berta; Arroyo, Pedro, Nutriología médica, Panamericana, México, 2001.
19. Suverza, Araceli y Hauer, Karime, El ABCD de la evaluación del estado de nutrición, Mc Graw Hill, México, 2010.
20. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM17morelos/municipios/17026a.html>
21. Secretaría de Gobernación, Centro Nacional de Desarrollo Municipal, Sistema Nacional de Información Municipal, mayo de 2001, México, D.F.
22. Pérez-Cuevas R, Doubova S V, Wirtz VJ, Serván-Mori E, Dresler A, Hernández-Ávila M. Effects of the expansion of doctors' offices adjacent to private pharmacies in Mexico: secondary data analysis of a national survey. BMJ Open [Internet]. 2014;4(5):11. Available from: <http://bmjopen.bmj.com/content/4/5/e004669.abstract>
23. CONEVAL. Pobreza en México 2014 [Internet]. 2014 [cited 2017 Jan 2]. Available from: http://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza_2014.aspx
24. CONAPO. Proyecciones de la Población [Internet]. [cited 2017 Jan 30]. Available from: http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc_poblacion_gobmx.html
25. INEGI., Y GIN de E. Panorama sociodemográfico de Morelos 2015. México; 2015. 85 p.
26. http://evaluacion.ssm.gob.mx/pdf/diagnostico/Diagnostico_Estatal_de_Salud_2016_2017_Info_rme_Ejecutivo.pdf
27. <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num5/art34/art34.pdf>
28. <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/31/6/RCE.pdf>

29. Avila Curiel, A., A. Chávez Villasana y T. Shama Levy, Encuesta urbana de alimentación y nutrición en la zona metropolitana de la Ciudad de México, Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán, 1995.
30. <https://www.redalyc.org/pdf/115/11502906.pdf>
31. <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/112/1/Nanotecnolog%C3%ADa%20en%20la%20industria%20alimentaria.pdf>
32. BBC Mundo. 2010. Nanoalimentos a su mesa. [on line]. Disponible en: http://www.bbc.co.uk/mundo/ciencia_tecnologia/2009/06/090601_nanoalimentos_bruselas.shtml.
33. BBC Ciencia. 2010. Uso secreto de la nanotecnología en alimentos. [on line]. Disponible en: http://www.bbc.co.uk/mundo/ciencia_tecnologia/2010/01/100108_nanotecnologia_secretos_men.shtml.
34. Chavarrías M. Eroski Consumer. 2011. Nanotecnología aplicada a los alimentos. [online]. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-consumo/2006/08/31/24778.php>.
35. http://digital.csic.es/bitstream/10261/44635/1/7_Nanomedicina.pdf
36. <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/alpsi/v17n28/n28a05.pdf>
37. <http://www.medigraphic.com/pdfs/bmhim/hi-2011/hi111k.pdf>
38. <http://oment.uanl.mx/cifras-de-sobrepeso-y-obesidad-en-mexico-ensanut-mc-2016/>
39. <https://www.redalyc.org/html/142/14280206/>
40. <http://www.cenetec-difusion.com/CMGPC/IMSS-690-13/ER.pdf>
41. http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/5912/mod_resource/content/1/Herramientas%20para%20la%20nanofabricaci%C3%B3n%20-%202016.pdf
42. <http://www.nanored.org.mx/documentos/nanomedicina.pdf>